

RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAWEŁ M. PISULEWSKI,
SZYMON POLASZCZYK

**WPŁYW PROCESÓW WODNO-CIEPLNYCH NA ZAWARTOŚĆ
SKŁADNIKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH W NASIONACH
FASOLI (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)**

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu wybranych procesów cieplnych w połączeniu ze środowiskiem wodnym na zawartość składników odżywczych i nieodżywczych (inhibitorów tripsyny, polifenoli, tanin niehydrolizujących, fitynianów i α -galaktozydów – rafinozy i stachiozy) w nasionach wybranych odmian fasoli.

Przeprowadzono następujące zabiegi: (1) moczenie nasion w warunkach zmieniającej się temperatury (100–22°C/2 h), w trzech wariantach środowiska wodnego: a) w wodzie, b) w 0,1% roztworze kwasu cytrynowego, c) w 0,07% roztworze węglaanu sodu; (2) gotowanie przez 60 min; (3) autoklawowanie pod ciśnieniem 1013,25 hPa w temp. 121°C przez 15 i 30 min oraz (4) działanie pola mikrofalowego 1300 i 2000 J/g.

Zawartość białka oraz poziom inhibitorów tripsyny w suchych nasionach fasoli wynosiły średnio 24,73% s.m. i 29,48 TIU/mg s.m. Zawartość polifenoli, tanin oraz fitynianów wynosiła odpowiednio 2,28 mg katechiny/g s.m., 4,39 mg/g s.m. oraz 19,25 mg/g s.m. Suche nasiona fasoli zawierały również rafinozę i stachiozę odpowiednio w ilości 5,90 oraz 60,28 mg/g s.m.

Nasiona fasoli poddane procesom moczenia zawierały mniej tanin ($P < 0,01$) w stosunku do nasion suchych. Autoklawowanie, mikrofalowanie i gotowanie nasion obniżało istotnie ($P < 0,01$) zawartość inhibitorów tripsyny, tanin oraz stachiozy, a gotowanie dodatkowo rafinozy ($P < 0,05$). Zastosowane procesy wodno-ciepne nie wpływały na zawartość polifenoli i fitynianów. Reasumując, można powiedzieć, że nasiona fasoli poddane odpowiednim zabiegom cieplnym w środowisku wodnym, w zależności od wybranych parametrów zabiegu, mogą być rozpatrywane jako źródło potencjalnych produktów funkcjonalnych.

Słowa kluczowe: fasola, procesy cieplne, składniki odżywcze, składniki nieodżywcze

Wprowadzenie

Charakterystyczną cechą nasion roślin strączkowych jest obecność licznych związków nieodżywczych, wykazujących jednocześnie wysoką aktywność biologiczną

Dr inż. R. Bieżanowska-Kopeć, prof. dr hab. P. M. Pisulewski, mgr inż. Sz. Polaszczyk, Katedra Żywnienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, tel. (012) 662 48 18, e-mail: rkopec@op.pl

[9]. W efekcie, nasiona roślin strączkowych, jako składnik racji pokarmowej człowieka, mogą potencjalnie zapobiegać współczesnym chorobom cywilizacyjnym, przede wszystkim chorobom układu krążenia [2, 5, 16, 22, 24] i raka [24, 26, 27, 35]. W żywieniu człowieka nasiona roślin strączkowych poddawane są jednak różnym procesom, przede wszystkim wodno-cieplnym, których celem jest m. in. zmniejszenie lub eliminacja składników nieodżywczych. Prowadzić to może także do utraty składników nasion wykazujących aktywność biologiczną, w stopniu zależnym od zastosowanego procesu cieplnego. Zagadnieniu temu tj. wpływowi procesów termicznych na zawartość składników nieodżywczych w nasionach roślin strączkowych poświęcono wiele prac, zarówno polskich [13, 21, 30, 34], jak i zagranicznych [1, 18]. W pracach tych nie zwracano jednak uwagi na niepożądane skutki drastycznej eliminacji składników nieodżywczych, a mianowicie utratę aktywności biologicznej i właściwości funkcjonalnych nasion roślin strączkowych.

W związku z powyższym, celem niniejszej pracy była ocena wpływu wybranych procesów cieplnych prowadzonych w środowisku wodnym, na zawartość składników nieodżywczych w nasionach czterech polskich odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.): Polanka, Małopolanka, Longina i Igołomska.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły nasiona czterech polskich odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.): Polanka, Małopolanka, Longina i Igołomska (pochodzące z Przedsiębiorstwa Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego „Polan” w Krakowie). Nasiona fasoli, zaopatrzone w odpowiednie świadectwa pochodzenia, były kwalifikowane jako materiał przedbazowy „PB”, dawniej określany jako super elita.

Suche nasiona badanych odmian traktowano jako próbę kontrolną. Zastosowano procesy: (1) moczenie nasion metodą skróconą „na gorąco” (100-22°C/2 h), według Waszkiewicz-Robak [40], tj. nasiona zalewano wodą o temp. 100°C (proporcja wody do nasion 4:1) i pozostawiano je w temp. pokojowej przez ok. 2 h (bez podgrzewania), uzyskując końcową temp. moczenia ok. 22°C). Proces moczenia prowadzono w trzech wariantach środowiska wodnego: a) w wodzie; b) w 0,1% roztworze kwasu cytrynowego; c) w 0,07% roztworze węglańku sodu; (2) moczenie [40] i gotowanie przez 60 min w warunkach normalnego ciśnienia, z zachowaniem proporcji wody do nasion 2,5:1; (3) moczenie [40] i autoklawowanie pod ciśnieniem 1013,25 hPa w temp. 121°C przez 15 min oraz 30 min; (4) moczenie [40] i mikrofalowanie (Panasonic Dimension 4), stosując dawkę energii: 1300 i 2000 J/g nasion. Po każdym zabiegu nasiona fasoli zamrażano (-20°C), liofilizowano i mielono. Materiał przechowywano w hermetycznie zamkniętych pojemnikach do czasu analiz.

Podstawowy skład nasion (zawartość: suchej masy, białka ogółem, ekstraktu eterowego i składników mineralnych w postaci popiołu) oznaczano standardowymi metodami AOAC [3], a łączną zawartość monosacharydów, oligosacharydów, polisacharydów, i błonnika wyliczano z różnicy pozostałych oznaczonych składników. Aktywność antytrypsynową nasion oznaczano metodą Kakade i wsp. [17]

z zastosowaniem substratu syntetycznego BAPNA (N- α -benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide-hydrochloride; Sigma). Ogólną zawartość polifenoli oznaczano metodą Swain i Hillis [36] z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a (Sigma). Polifenole ekstrahowano 80% alkoholem etylowym pod chłodnicą zwrotną w temp. wrzenia przez 30 min. Zawartość tanin niehydrolizujących (skondensowanych) oznaczano metodą wanilinową według Price i wsp. [32]. Taniny ogółem ekstrahowano 1% HCl w metanolu, a ich stężenie wyrażano w ekwiwalentach (\pm)katechiny [mg/g s.m.]. Z uwagi na znikomą zawartość tanin w białych odmianach fasoli oznaczano je tylko w nasionach fasoli 'Małopolanka' (nasiona czerwone). Zawartość fitynianów oznaczano według Latta i Eskin [20]. Zawartość oligosacharydów (α -galaktozydów) oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) według Trugo i wsp. [38].

Analizy badanego materiału wykonano w trzech powtórzeniach z każdej odmiany fasoli. Przedstawione wyniki są wartościami średnimi z 12 oznaczeń. Uzyskane dane poddano jednoczynnikowej analizie wariancji przy użyciu pakietu Statistica 6.1. Istotność różnic pomiędzy efektami zastosowanych procesów oceniano przy użyciu testu Duncana na poziomie istotności $P < 0,05$ i $P < 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Wpływ procesów wodno-cieplnych na zawartość składników odżywczych w nasionach fasoli

Średnia zawartość białka ogółem w suchych nasionach fasoli wynosiła 24,73% (tab. 1). Przeprowadzone procesy nie wpłynęły istotnie na zawartość tego składnika. Dane literaturowe wykazują podobne [18], niższe [25], jak również wyższe zawartości białka [41] po obróbce cieplnej, w porównaniu z wartościami nasion surowych. Zawartość tłuszczu w suchej fasoli kształtowała się na poziomie 1,41% s.m., co odpowiada wynikom przedstawianym przez innych autorów [1, 4, 12]. Procesy cieplne nie wpłynęły istotnie ($P > 0,01$) na zawartość tłuszczu w nasionach fasoli, z wyjątkiem zabiegów moczenia, po których stwierdzono wzrost zawartości tego składnika. Wzrost zawartości tłuszczu nie wynikał ze zwiększenia zawartości tego składnika netto, lecz miał charakter względny, wynikający ze zmian proporcji pomiędzy poszczególnymi składnikami odżywczymi w suchej masie produktu. W badaniach gotowanego fasolnika chińskiego Prinyawiwatkul i wsp. [33] także uzyskali wyższe zawartości kwasów tłuszczowych, w porównaniu z próbą kontrolną, natomiast Iyer i wsp. [14] wykazali w gotowanej fasoli niższe ilości tego składnika (od 54,5% do 60%).

Zawartość składników mineralnych w postaci popiołu w nasionach fasoli wynosiła średnio 4,21%. Procesy cieplne spowodowały istotne ($P < 0,01$) zmniejszenie zawartości popiołu w fasoli (od 16,6% w fasoli moczonej w wodzie do 25,8% w fasoli

Skład chemiczny nasion fasoli determinowany wpływem środowiska wodnego i procesów cieplnych [g/100 g s.m.].

Effect of water environment and thermal processing on chemical composition of common bean seeds [g/100 g d.m.].

Proces technologiczny Technological process	Białko Protein	Ekstrakt eterowy Ether extract	Popiół ogółem Total ash	Sacharydy ogółem Total saccharides
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	24,73±0,69 A	1,41±0,07 ABC	4,21±0,12 CD	69,65±0,67 ab
Moczenie w wodzie Soaking in water	24,12±0,70 A	1,80±0,04 DE	3,51±0,11 AB	70,58±0,66 b
Moczenie w 0,1 % roztworze kwasu cytrynowego Soaking in 0,1% citric acid solution	24,30±0,83 A	2,22±0,03 F	4,04±0,10 BCD	69,44±0,82 ab
Moczenie w 0,07% roztworze węglaanu sodu Soaking in 0,07% sodium bicarbonate solution	24,63±0,81 A	1,96±0,07 EF	3,56±0,11 AB	69,86±0,73 ab
Autoklawowanie 15 min Autoclaving 15 min	25,44±1,08 AB	1,18±0,08 A	3,35±0,18 A	70,04±0,94 b
Autoklawowanie 30 min Autoclaving 30 min	25,84±0,84 AB	1,28±0,03 AB	3,40±0,18 A	69,48±0,68 ab
Pole mikrofalowe 1300 J/g Microwave cooking 1300 J/g	26,00±0,99 AB	1,30±0,08 ABC	3,23±0,24 A	69,48±0,97 ab
Pole mikrofalowe 2000 J/g Microwave cooking 2000 J/g	25,97±1,20 AB	1,25±0,08 AB	3,27±0,23 A	69,51±1,04 ab
Gotowanie 60 min Cooking 60 min	24,64±0,94 A	1,59±0,12 CD	3,12±0,26 A	70,66±0,71 B

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ significantly at $P < 0,05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0,01$ level (A, B, C, D).

gotowanej). Podczas zabiegów moczenia oraz gotowania nastąpiła dyfuzja niektórych składników mineralnych z nasion do roztworu, co prowadziło do zmniejszenia ich zawartości w popiele. Takie same rezultaty uzyskali w podobnych badaniach Khalil i Mansour [18] oraz Marconi i wsp. [25]. Efektu tego nie obserwowano natomiast w przypadku moczenia nasion w 0,1% wodnym roztworze kwasu cytrynowego, co potwierdza wyniki wcześniej przeprowadzonych doświadczeń [15, 18, 25]. Iyer i wsp. [15] wykazali, że moczenie nasion w wodnym roztworze kwasu cytrynowego utwardza

(wzmacnia) łuskę nasion, przez co nasiona wchłaniają mniej wody, w porównaniu z nasionami moczonymi w wodzie lub w roztworze zasadowym.

Łączna zawartość oligosacharydów, polisacharydów i błonnika w surowych nasionach fasoli wynosiła ogółem ok. 70% s.m., a zastosowane procesy cieplne nie wpłynęły statystycznie istotnie ($P > 0,05$) na ilościowe zmiany tych komponentów ocenianych sumarycznie i porównanych z próbą kontrolną.

Wpływ procesów wodno-cieplnych na zawartość składników nieodżywczych w nasionach fasoli

Średnia aktywność antytrypsynowa surowych nasion fasoli wynosiła 29,5 TIU/mg (tab. 2). Wartość ta nie odbiegała od danych literaturowych [19]. Procesy moczenia nie wpłynęły statystycznie istotnie ($P > 0,01$) na poziom inhibitorów trypsyny. W zbliżonych warunkach doświadczeń podobne wyniki uzyskali Vidal-Valverde i wsp. [39] oraz Alonso i wsp. [1]. W niniejszych badaniach nie stwierdzono obniżenia aktywności antytrypsynowej w nasionach moczonych w 0,07% roztworze węgla sodu, natomiast w doświadczeniach Vidal-Valverde i wsp. [39], wykonanych w podobnych warunkach, wartość tego parametru uległa obniżeniu o 24%. Różnice w inaktywacji inhibitorów proteaz mogą być spowodowane czynnikami odmianowymi. Procesy cieplne prowadziły do zróżnicowanej inaktywacji inhibitorów trypsyny. Stopień ich degradacji, związany z termolabilnością tych białek, jak podaje Porzucek [31], jest funkcją temperatury, czasu, aktywności wody, a także stopnia rozdrobnienia nośnika inhibitora. Proces gotowania doprowadził do niemal całkowitego zaniku aktywności antytrypsynowej (obniżenie aktywności o 98%), w porównaniu z próbą kontrolną. Efekt ten uzyskali także inni badacze – Leontowicz i wsp. [21], Lisiewska [23] oraz Vidal-Valverde i wsp. [39]. Także procesy autoklawowania nasion, jak również mikrofalowania, wpłynęły statystycznie istotnie ($P < 0,01$) na obniżenie ilości inhibitorów trypsyny (odpowiednio o 57 i 97% oraz o 74 i 84%). Wydłużenie trwania procesu termicznego redukowało efektywniej ten składnik. Analogiczne wyniki uzyskali w podobnych badaniach Carbonaro i wsp. [8] w odniesieniu do autoklawowanych nasion fasoli oraz Peters i wsp. [29] w przypadku mikrofalowanej soi.

Zawartość polifenoli w surowych nasionach fasoli wynosiła 2,28 mg/g s.m. Zastosowana obróbka cieplna doprowadziła do zmniejszenia zawartości tych związków, szczególnie w przypadku gotowania nasion (o 43%). Termolabilność polifenoli potwierdzają także inni badacze [1, 6, 8].

Zawartość składników nieodżywczych w nasionach fasoli, determinowana wpływem środowiska wodnego i procesów cieplnych.

Effect of water environment and thermal processing on non-nutrient composition of common bean seeds.

Proces technologiczny Technological process	Inhibitory trypsyny [TIU/mg s.m.] Trypsin inhibitors [TIU/mg d.m.]	Polifenole [mg katechiny/g s.m.] Polyphenols [mg catechin/g d.m.]	Taniny * [mg/g s.m.] Tannins [mg/g d.m.]	Fityniany [mg/g s.m.] Phytates [mg/g d.m.]
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	29,48±3,55 CD	2,28±0,63 Abc	4,39±0,07 F	19,25±1,80 A
Moczenie w wodzie Soaking in water	27,98±3,35 CD	1,59±0,31 Ab	3,20±0,04 C	21,38±1,47 A
Moczenie w 0,1% roztworze kwasu cytrynowego Soaking in 0,1% citric acid	37,79±7,14 D	2,24±0,33 Abc	3,72±0,01 D	20,68±1,28 A
Moczenie w 0,07% węglanu sodu Soaking in 0,07% sodium bicarbonate	32,89±2,07 CD	1,90±0,34 Abc	3,18±0,02 C	21,88±1,19 A
Autoklawowanie 15 min Autoclaving 15 min	12,55±2,50 AB	1,70±0,39 Ab	3,05±0,02 B	18,24±2,39 A
Autoklawowanie 30 min Autoclaving 30 min	0,94±0,16 A	1,59±0,33 Ab	0,95±0,01 A	18,70±2,28 A
Pole mikrofalowe 1300J/g Microwave cooking 1300 J/g	7,69±0,98 A	1,47±0,16 Ab	3,06±0,01 B	17,31±2,28 A
Pole mikrofalowe 2000J/g Microwave cooking 2000 J/g	4,70±0,43 A	1,39±0,10 Ab	2,93±0,03 B	17,82±2,04 A
Gotowanie 60 min Cooking 60 min	0,50±0,31 A	1,31±0,21 A	1,05±0,02 A	19,87±1,22 A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* Dane dot. nasion fasoli 'Małopolanka' (odmiana o czerwonych nasionach) / Data for Małopolanka bean seeds (a red seed cultivar),

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ statistically significantly at $P < 0,05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0,01$ level (A, B, C, D).

Zawartość tanin (niehydrolizujących) w surowych nasionach fasoli odmiany Małopolanka wynosiła 4,39 mg/g s.m. i mieściła się w zakresie 0,11–28,78 mg/g s.m., podanym przez Barampama i Simard [4]. Procesy cieplne spowodowały statystycznie istotne obniżenie ($P < 0,01$) zawartości tanin niehydrolizujących, przy czym najsilniej oddziaływały zabiegi 30 min autoklawowania oraz gotowania (odpowiednio 0,95 i 1,05 mg/g s.m.). Efekt związany z termolabilnością tych związków [14] był

obserwowany wcześniej [10, 11]. Także Alonso i wsp. [1] wykazali drastyczne obniżenie zawartości tanin w nasionach autoklawowanych, będący m. in. wynikiem degradacji lub powstawania nierozpuszczalnych kompleksów tych związków.

Średnia zawartość fitynianów w nasionach fasoli przed zabiegami wynosiła 19,25 mg/g s.m. Zastosowane procesy cieplne nie spowodowały wyraźnych zmian zawartości tego składnika ($P > 0,01$) w porównaniu z nasionami suchymi. Efekt ten jest związany z termostabilnością tych związków, co potwierdzili w podobnych badaniach Alonso i wsp. [1]. Również Troszyńska i wsp. [37] podają, że zabiegi termiczne, takie jak gotowanie czy autoklawowanie, nie wpływają na degradację fitynianów w sposób zadowalający bez wsparcia procesami enzymatycznymi, ponieważ wiązania estrowe kwasu fitynowego są dość trwałe. Khalil i Mansour [18] wykazali przeciwną tendencję, stosując moczenie i gotowanie nasion roślin strączkowych, uzyskali do 20–30% spadku zawartości kwasu fitynowego.

Tabela 3

Zawartość α -galaktozydów w nasionach fasoli, determinowana wpływem środowiska wodnego i procesów cieplnych [mg/g s.m.].

Effect of water environment and thermal processing on the content of α -galactosides in common bean seeds [mg/g d.m.].

Proces technologiczny Technological process	Rafinoza Raffinose	Stachioza Stachyose
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	5,90±1,24 C	60,28±6,11 C
Moczenie w wodzie Soaking in water	4,24±0,55 Bc	45,17±5,14 BC
Autoklawowanie 30 min Autoclaving 30 min	3,84±0,57 Abc	35,29±6,40 B
Pole mikrofalowe 2000 J/g Microwave cooking 2000 J/g	3,42±0,53 Abc	35,82±6,65 B
Gotowanie 60 min Cooking 60 minut	2,30±0,54 Ab	26,36±5,55 B

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ statistically significantly at $P < 0,05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0,01$ level (A, B, C, D).

Zawartość rafinozy i stachiozy w suchych nasionach fasoli wyniosła odpowiednio 5,90 i 60,28 mg/g s.m. (tab. 3). Poziom stachiozy w nasionach fasoli po zastosowanych procesach wodno-cieplnych uległ w różnym stopniu istotnemu ($P < 0,01$) obniżeniu, natomiast w przypadku rafinozy tylko proces gotowania w bardzo znacznym stopniu wpłynął na spadek zawartości tego cukru ($P < 0,05$). W gotowanych nasiona fasoli stwierdzono najmniejszą ilość oligosacharydów (rafinoza 2,30 mg/g s.m., stachioza 26,36 mg/g s.m.). Zawartość rafinozy w surowej fasoli nie odbiegała od wartości

podawanych w literaturze [7], natomiast w przypadku stachiozy uzyskane ilości były wyższe, co w znacznym stopniu było charakterystyczną cechą odmianową. Redukcja zawartości α -galaktozydów była obserwowana w podobnych doświadczeniach [18, 33, 40]. Według Prinyawiwatkul i wsp. [33] uwodnienie nasion może aktywować enzymy powodujące endogenną degradację skrobi i innych polisacharydów do mniejszych cząsteczek, dyfundujących podczas moczenia. Jak podają Mulimani i Devendra [28], redukcja cukrów z rodziny rafinozy jest tym większa, im dłuższy jest czas gotowania nasion.

Wnioski

1. Różnice zawartości składników odżywczych w nasionach fasoli poddanych obróbce wodno-ciepłej w stosunku do nasion suchych wynikają ze zmian proporcji w suchej masie produktu przetworzonego.
2. Procesy wodno-ciepłe obniżają statystycznie istotnie ($P < 0,01$) aktywność antytyrpsynową (z wyjątkiem procesów moczenia), zawartość tanin niehydrolizujących oraz rafinozy i stachiozy w nasionach fasoli.
3. Spośród zastosowanych procesów wodno-cieplnych, procesy autoklawowania, mikrofalowania i gotowania, wpływają na częściową redukcję zawartości składników nieodżywczych (inhibitorów trypsyny, polifenoli i tanin) oraz rafinozy i stachiozy.

Literatura

- [1] 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.
- [2] Anderson J.W., Major A.W.: Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: Potential in the prevention of cardiovascular disease. Br. J. Nutr., 2002, **88** (suppl. 3), 263-271.
- [3] AOAC Official Methods of Analysis (16th Ed). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA: 1995.
- [4] Barampama Z., Simard R.E.: Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) grown in Burundi. Food Chem., 1993, **47**, 159-167.
- [5] Bazzano L.A., He J., Ogden L.G., Loria C., Vupputuri S., Myers L., Whelton P.K.: Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women. Arch. Intern. Med. 2001, **161**, 2573-2578.
- [6] Bressani R., Elias L.G.: The nutritional role of polyphenols. W: *Polyphenols in Cereals and Legumes*, Hulse J.H., Ed., International Development Research Centre, Ottawa, Canada 1980, p. 61.
- [7] Burbano C., Muzquiz M., Ayet G., Cuadrado C., Pedrosa M.M.: Evaluation of antinutritional factors of selected varieties of *Phaseolus vulgaris*. J. Sci. Food Agric., 1999, **79**, 1468-1472.
- [8] Carbonaro M., Mattera M., Cappelloni M.: Effect of processing on antinutritional compounds of common bean, faba bean, lentil, chickpea and pea. In: Proc. of the 4th Eur. Conf. on Grain Legumes, Cracow 2001, AEP (Ed), pp. 418-419.
- [9] Champ M.M.-J.: Non-nutrient bioactive substances of pulses. Br. J. Nutr. 2002, **88** (suppl. 3), 307-319.
- [10] Chang M.J., Collins J.L., Bailey J.W., Coffey D.L.: Cow peas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating. J. Food Sci., 1994, **5**, 1034-1036.

- [11] Deshpande S.S., Sathe S.K., Salunkhe D.K.: Soaking. W CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization, 1989, Volume III, pp. 133-140.
- [12] Ghorpade V.M., Kadam S.S.: Germination. W CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization, 1989, Volume III, pp. 165-176.
- [13] Grajek W.: Zmiany potencjału przeciwutleniającego surowców roślinnych w procesach przetwórczych i w czasie przechowywania. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003. **4** (37), 26-35.
- [14] Iyer V., Kadam S.S., Salunkhe D.K.: Cooking. CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization. 1989, Volume III, pp. 141-163.
- [15] Iyer V., Salunkhe D.K., Sathe S.K., Rockland L.B.: Quick cooking beans (*Phaseolus vulgaris*). II. Phytates, oligosaccharides and antienzymes. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 1980, **30**, 45.
- [16] Kabagambe E.K., Baylin A., Ruiz-Narvarez E., Siles X., Campos H.: Decreased consumption of dried mature beans is positively associated with urbanization and nonfatal acute myocardial infarction. J. Nutr., 2005, **135**, 1770-1775.
- [17] Kakade M.L., Rackis J.J., Mcghee J.E., Puski G.: Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem., 1974, **51**, 376-382.
- [18] Khalil A.H., Mansour E.H.: The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans. Food Chem., 1995, **54**, 177-189.
- [19] Lampart-Szczapa E.: Nasiona roślin strączkowych w żywieniu człowieka. Wartość biologiczna i technologiczna. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1997, **446**, 61-81.
- [20] Latta M., Eskin M.: A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. J. Agric. Food Chem., 1980, **28**, 1313-1315.
- [21] Leontowicz H., Leontowicz M., Kostyra H., Gralak M.A., Kulasek G.W.: The influence of extrusion or boiling on trypsin inhibitor and lectin activity in leguminous seeds and protein digestibility in rats. Pol. J. Food Nutr. Sci., 1999, **8/49**, 77-87.
- [22] Leterme P.: Recommendations by health organizations for pulse consumption. Br. J. Nutr. 2002, **88** (suppl. 3), 239-242.
- [23] Lisiewska Z.: Naturalne związki ograniczające wartość odżywczą niektórych warzyw. Post. Nauk Roln., 1991, **1-2**, 69-79.
- [24] Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L.: Polyphenols: food sources and bioavailability. Am. J. Clinical Nutrition, 2004, **79**, 727-747.
- [25] Marconi E., Ruggeri S., Cappelloni M., Leonardi D., Carnovale E.: Physicochemical, nutritional, and microstructural characteristics of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) following microwave cooking. J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 5986-5994.
- [26] Mathers J.C.: Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. Br. J. Nutr. 2002, **88** (suppl. 3), 273-279.
- [27] Messina M.J.: Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. Am. J. Clwsp. Nutr., 1999, **70** (suppl), 439-450.
- [28] Mulimani V.H., Devendra S.: Effect of soaking, cooking and crude α -galactosidase treatment on the oligosaccharide content of red gram flour. Food Chem., 1998, **4**, 475-479.
- [29] Peters J., Markus Z., Gelencser E., Bogar Z., Gajzago I., Czukor B.: Effect of dielectric heat treatment on protein nutritional values and some antinutritional factors in soya bean. J. Sci. Food Agric., 1990, **53**, 35-41.
- [30] Pisulewski P.M., Pisulewska E.K., Sawina-Pysz J.: Wpływ procesów termicznych oraz kiełkowania na skład chemiczny i zawartość substancji nieodżywczych w suchych nasionach bobu (*Vicia faba* var. *major*). Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 2000, **8**, 231-240.
- [31] Porzucek H.: Substancje antyodżywcze w surowcach owocowych i warzywnych. Cz. I. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1992, **36**, **9**, 17-18.
- [32] Price M.L., Scoyoc S.V., Butler L.G.: A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem., 1978, **26**, **5**, 1214-1218.

- [33] Prinyawiwatkul W., Beuchat L.R., Mc Watters K.H., Phillips R.D.: Changes in fatty acid, simple sugar, and oligosaccharide content of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour as a result of soaking, boiling, and fermentation with *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*. Food Chem., 1996, **57**, **3**, 405-413.
- [34] Pysz M., Bieżanowska R., Pisulewski P.M.: Porównanie wpływu zabiegów termicznych i kiełkowania na skład chemiczny, zawartość substancji nieodżywczych oraz wartość odżywczą białka nasion grochu i soi. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **1** (**26**), 85-92.
- [35] Serrano J., Goni I.: Effects of black bean *Phaseolus vulgaris* consumption on the nutritional status of Guatemalan population. Arch. Latinoam. Nutr., 2004, **54**, 36-44.
- [36] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agric., 1959, **10**, 63-68.
- [37] Troszyńska A., Honke J., Zduńczyk Z.: Fityniany w surowcach roślinnych. Część I. Właściwości chemiczne fitynianów oraz sposoby ich usuwania. Przem. Spoż., 1992, **3**, 78-81.
- [38] Trugo L.C., Farah A., Cabral L.: Oligosaccharide distribution in Brazilian soya bean cultivars. Food Chem., 1995, **52**, 385-387.
- [39] Vidal-Valverde C., Frias J., Diaz-Pollan C., Fernandez M., Lopez-Jurado M., Urbano G.: Influence of processing on trypsin inhibitor activity of faba beans and its physiological effect. J. Agric. Food Chem., 1997, **45** (**9**), 3559-3564.
- [40] Waszkiewicz-Robak B.: Możliwości skrócenia czasu trwania obróbki kulinarnej nasion soi i innych roślin strączkowych. Biuletyn IHAR, 1996, **198**, 171-177.
- [41] Wu W., Williams W., Kunkel M., Acton J., Huang Y., Wardlaw F., Grimes L.: True protein digestibility and digestibility-corrected amino acid score of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agric. Food Chem., 1995, **43**, 1295-1298.

EFFECT OF WATER-THERMAL PROCESSING ON THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) SEEDS

S u m m a r y

The objectives of this research were to study the effects of several thermal processing methods in connection to water environment on the content of nutrients and non-nutrients (trypsin inhibitors, polyphenols, tannins, phytates and α -galactosides – raffinose and stachyose) in common bean seeds. The processing methods were: (a) soaking in water, 0.1% citric acid, and 0.07% sodium carbonate; all treatments in the temperature ranging from 100°C to 22°C, (b) cooking, (c) autoclaving (1at, 121°C) for 15 and 30 min, and (d) microwave treatment at 1300 and 2000 J/g.

Total protein content and trypsin inhibitor activity in dry seeds were, on average, 24.73% d.m. and 29.48 TIU/mg d.m., respectively. The concentrations of polyphenols, tannins and phytates were 2.28 mg/g d.m. (catechin equivalents), 4.39 mg/g d.m. and 19.25 mg/g d.m., respectively. Raffinose and stachyose concentrations were also in dry seeds at level 5.90 and 60.28 mg/g d.m.

Soaking of common bean seeds decreased ($P < 0.01$) the content of tannins. Cooking, autoclaving, and microwave treatment decreased ($P < 0.01$) the content of trypsin inhibitors, tannins and stachyose; in addition cooking decreased ($P < 0.05$) raffinose concentration. Alternatively, the above thermal processes had no effect on the concentrations of polyphenols and phytates. In conclusion, the thermal processing may favorably alter (depending on the treatment) the concentrations of bioactive non-nutrients in common bean seeds and retain their expected, functional properties.

Key words: common beans, thermal processing, nutrients, non-nutrients 