

KAROLINA CHRISTA, MARIA SORAL-ŚMIETANA

**WPLYW PROCESU PRAŻENIA NA DOSTĘPNOŚĆ
ENZYMATYCZNĄ BIAŁEK ZIARNIAKÓW GRYKI ZWYCZAJNEJ
(*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH)**

Streszczenie

Białka stanowią podstawowy składnik budulcowy wszystkich tkanek ustroju człowieka i wielu czynnych biologicznie związków, jak enzymy, hormony, przeciwciała. Ziarniaki gryki są źródłem wysokiej jakości białka o dobrze zbilansowanym składzie aminokwasowym. Zawartość białek w ziarniakach gryki kształtuje się w przedziale 8,5 - 19 % s.m.

Celem badań było określenie wpływu procesu prażenia (temp. 60 °C, 30 min, wilgotność 14,5 %) na zakres enzymatycznego trawienia białek *in vitro*. Białka wyodrębniono z obłuszczonych ziarniaków gryki przed i po prażeniu. Analiza strawności preparatów białek gryki prowadzona w środowisku symulującym fizjologiczne warunki trawienia białek w dwunastnicy wykazała, że zastosowany proces prażenia wpłynął na poprawę strawności badanych białek gryki: 82,7 % - przed prażeniem i 85,5 % - po prażeniu. Jednak ilość wyodrębnionych białek w preparacie z ziarniaków po procesie prażenia uległa znacznemu zmniejszeniu. Analizując obrazy rozdziału elektroforetycznego białek ziarniaków przed i po procesie prażenia, stwierdzono znaczący udział frakcji o masie cząsteczkowej $22 \cdot 10^3$ Da oraz frakcji w zakresie $55 \cdot 10^3$ - $32 \cdot 10^3$ Da, lecz wskutek procesu prażenia odnotowano znaczną degradację frakcji o masie $55 \cdot 10^3$ Da.

Słowa kluczowe: białka gryki, prażenie, strawność, elektroforeza SDS - PAGE

Wprowadzenie

Białka są składnikami pokarmowymi, niezbędnymi do prawidłowego rozwoju i zdrowia organizmu. Jakość białka jest determinowana m.in. przez stopień jego enzymatycznego rozkładu podczas procesów trawienia (strawność). Nawet najbardziej wartościowe białko nie zostanie wykorzystane przez organizm, jeżeli nie ulegnie całkowitemu strawieniu, a uwolnione aminokwasy nie zostaną wchłonięte w jelicie cienkim. Strawność białek zależy nie tylko od ich pochodzenia, ale także od składu chemicznego żywności, tj. zawartości błonnika pokarmowego, obecności inhibitorów enzymów

Mgr K. Christa, prof. dr hab. M. Soral-Śmietana Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk, ul. J. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn

trawiennych, stopnia granulacji produktu, rodzaju obróbki stosowanej w procesach technologicznych [3, 8]. Na strawność białek ma też wpływ stan organizmu konsumenta, jego wiek, stan uzębienia, sprawność układu pokarmowego. Jednak strawność to nie jedyny wskaźnik stanowiący o wartości odżywczej białek. Poza podatnością białka na hydrolizę określa się również jego przyswajalność. Obniżenie przyswajalności białek może być powodowane m.in. tworzeniem się kompleksów białek z kwasami fitynowymi [19].

Zawartość białka w ziarniakach gryki kształtuje się w przedziale 8,5 - 19 % s.m. Biorąc pod uwagę ilość białka w ziarniakach gryki, należy podkreślić stabilność gatunkową, na którą wskazuje porównanie wyników aktualnych danych trzech polskich odmian gryki z wynikami handlowych ziarniaków gryki polskiej i brazylijskiej analizowanych do 1982 r. [14, 15]. Cenną właściwością białek gryki jest zbilansowany skład aminokwasowy i zawartość egzogennej lizyny ok. 6 g/16 g N, która jest pierwszym aminokwasem ograniczającym białek zbóż [20].

Celem badań było określenie wpływu procesu prażenia na białka ziarniaków gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum* Moench) w warunkach modelowych oraz określenie *in vitro* dostępności enzymatycznej wyodrębnionych białek.

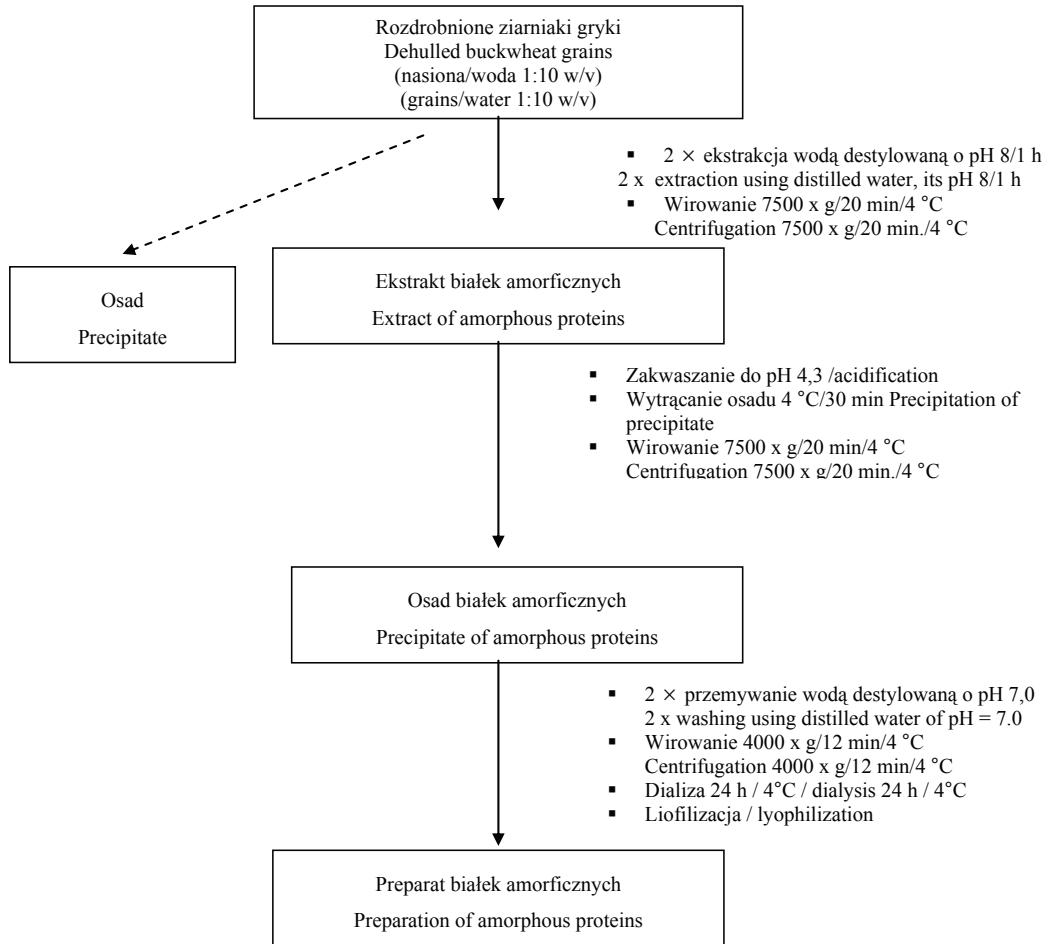
Material i metody badań

Materiałem badań były preparaty białkowe izolowane z obłuszczonych (GO) oraz obłuszczonych i prażonych (GP) ziarniaków gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum* Moench), krajowej odmiany Kora, pochodzącej ze zbiorów Stacji Hodowli Roślin w Palikijach z 2005 r. Proces prażenia prowadzono w modelowych badaniach laboratoryjnych. Procesowi poddano obłuszczone mechanicznie ziarniaki gryki o wilgotności 14,5 %, prowadząc prażenie w temp. 160 °C przez 30 min w komorze badań cieplnych KBC 65 W.

Izolacja białek

Proces izolacji białek z ziarniaków gryki prowadzono w środowisku alkalicznym, wytrącając je z ekstraktu w punkcie najmniejszej rozpuszczalności, stosując metodę Kayashita i wsp. [9] (rys.1).

Skład chemiczny badanego materiału określano, stosując standardowe metody analityczne i oznaczano: zawartość skrobi ogółem z wcześniejszą ekstrakcją sacharydów w 70 % metanolu [1], zawartość związków mineralnych w postaci popiołu całkowitego [2] oraz zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla [2].



Rys. 1. Wyodrębnianie preparatów białkowych z obłuszczonych ziarniaków gryki.

Fig. 1. Isolation of protein preparations from dehulled buckwheat grains.

Źródło: Source: [9].

Rozdział elektroforetyczny SDS-PAGE

Rozdziały elektroforetyczne prowadzono w 12,5 % żelu poliakrylamidowym (akrylamid: bis-akrylamid w proporcji 30: 0,8 [%]) wg metody Laemmli [11]. Do określenia mas cząsteczkowych używano następujących wzorców: $66 \cdot 10^3$ Da - albumina; $45 \cdot 10^3$ Da - owoalbumina; $36 \cdot 10^3$ Da - dehydrogenaza 3-fosfogliceroaldehydu; $29 \cdot 10^3$ Da - anhidraza węglowa; $26,6 \cdot 10^3$ Da - izomeraza trifosforanowa;

$24 \cdot 10^3$ Da - trypsynogen; $20,1 \cdot 10^3$ Da - inhibitor trypsyny; $16,9 \cdot 10^3$ Da - mioglobina; $14,2 \cdot 10^3$ Da - α -laktoalbumina; $6,5 \cdot 10^3$ Da - aprotynina; $3,49 \cdot 10^3$ Da - insulina; $1,42 \cdot 10^3$ Da - bakteriocyna. Rozdziały SDS-PAGE prowadzono przy stałym natężeniu 20 mA przez 1,5 h. Żele po elektroforezie barwiono roztworem barwiącym z Coomassie Brilliant Blue R-250 (CBB).

Analiza densytometryczna

Uzyskane elektroforegramy preparatów białek gryki poddawano analizie densytometrycznej wykonywanej przy użyciu programu komputerowego TotalLab. Na podstawie uzyskanych wykresów, odpowiadających gęstości optycznej analizowanych preparatów białkowych, obliczano masy cząsteczkowe separowanych frakcji białkowych oraz ich udział procentowy.

Strawność in vitro

Strawność *in vitro* oznaczano metodą wieloenzymatyczną Hsu i wsp. [6]. Stosowano następujące enzymy: trypsynę 16,600 jednostek/mg białka (SIGMA T-0303), chymotrypsynę 76 jednostek/mg białka (SIGMA C-4129) oraz peptydazę 0,102 jednostek/g białka (SIGMA P-7500). Roztwór preparatów białek (50 ml; 6,25 mg białka/ml) umieszczano w łaźni wodnej o temp. 37 °C i mieszając doprowadzono do pH 8. Dodawano 5 ml roztworu mieszaniny trzech enzymów hydrolizujących (pH 8). Obniżenie pH obserwowano w ciągu 10-minutowej proteolizy preparatów białkowych, a strawność *in vitro* [%] obliczano po 10 min doświadczenia wg równania:

$$y = 201,464 - 18,103A$$

gdzie:

y – strawność *in vitro*,

A – pH próbki po 10 min.

Wszystkie oznaczenia wykonano co najmniej w trzech powtórzeniach, przyjmując za miarę zmienności odchylenie standardowe. Wyniki opracowano za pomocą pakietu Statistica for Windows 1997. Odchylenia standardowe wyznaczono z wyników dwóch niezależnych prób. Istotność różnic wartości średnich szacowano testem t-Studenta ($\alpha \leq 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Skład chemiczny preparatów białkowych

Skład chemiczny preparatów białek wyodrębnionych z naturalnych, obłuszczo-nych ziarniaków gryki oraz obłuszczonych ziarniaków poddanych procesowi prażenia

Tabela 1

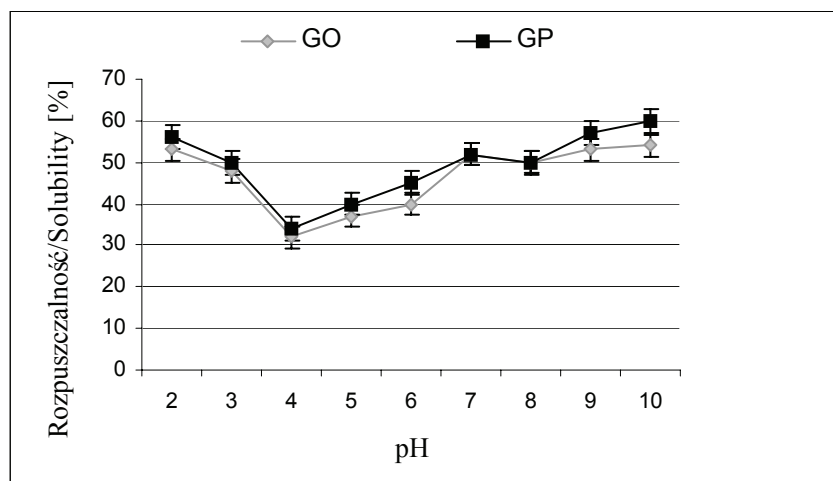
Skład chemiczny preparatów białek gryki.

Chemical composition of preparations of buckwheat proteins.

Preparaty białek gryki Preparations of buckwheat proteins	Zawartość popiołu Ash content [% s.m./ %d.m.]	Zawartość białka ogółem Content of total proteins [% s.m./ %d.m.]	Zawartość skrobi ogółem Content of total starch [% s.m./ %d.m.]
GO	0,22 ^a ± 0,03	83,38 ^a ± 2,07	16,29 ^a ± 3,83
GP	0,23 ^a ± 0,01	49,13 ^b ± 1,68	39,60 ^b ± 1,92

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a ,b,... - wartości średnie w kolumnie oznaczone w indeksie tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,5$) / mean values in the column and denoted by the same letter in superscript do not statistically significantly differ ($p > 0.5$).



Rys. 2. Rozpuszczalność preparatów białek gryki.

Fig. 2. Solubility of preparations of buckwheat proteins.

przedstawiono w tab. 1. Do izolacji zastosowano metodę wytrącania w punkcie najmniejszej rozpuszczalności: GO - 32 %, GP - 34 % (rys. 2), co odpowiada wartości $\text{pH} = 4,3$. Preparaty białkowe z natywnych obłuszczonych ziarniaków cechowały się znaczną koncentracją białka ok. 83 % s.m. Stężenie to świadczy o wysokiej wydajności zastosowanej metody izolacji i pozwala zaliczyć uzyskany preparat do grupy koncentratów białkowych. Wyniki izolacji uzyskane w tych badaniach są porównywalne z niektórymi wynikami z piśmiennictwa, które wskazują, że gryczane koncentraty

białkowe zawierają powyżej 80 % białka [17, 18]. Jednakże Tomotake i wsp. [19] oraz Zheng i wsp. [22] uzyskali preparaty białek gryczanych o stężeniu czystego składnika ok. 65 %. Stwierdzono, że zastosowany proces termiczny miał istotny wpływ na zawartość białka ogółem w tych preparatach. Uzyskane z prażonych ziarniaków gryki preparaty białek zawierały ok. 49 % białka ogółem oraz charakteryzowały się istotnie większą zawartością skrobi ogółem – ok. 40 %. Zatem prażenie wywołało zmiany denaturacyjne w strukturze matrycy białkowej ziarniaków i ograniczenie rozpuszczalności białek lub powstanie związków kompleksowych, co utrudniło izolację białek. Wiązało się to również z możliwym indukowaniem kompleksowania biopolimerów, białek oraz skrobi bądź też białek z innymi składnikami o mniejszej cząsteczce niż skrobia, wywołane chemiczno-biochemicznymi przemianami prowokowanymi przez czynniki fizyczne podczas obróbki technologicznej. Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu była zbliżona w obu preparatach.

Strawność in vitro wyodrębnionych białek gryki

Trawienie białek zaczyna się w żołądku, gdzie komórki gruczołowe wydzielają nieczynny enzym pepsynogen. Komórki okładzinowe wydzielają kwas solny, w obecności którego pepsynogen przekształca się w postać czynną - pepsynę. W jelicie cienkim działają trypsyna i chymotrypsyna, które rozkładają cząsteczki polipeptydów do tripeptydów i dipeptydów. Te z kolei rozkładane są przez peptydazy ściany jelita cienkiego do aminokwasów.

Dane literaturowe często wskazują na relatywnie niską strawność białek gryki, tłumacząc to obecnością inhibitorów trypsyny, błonnika i tanin [8, 9, 19]. Jednak uzyskane w niniejszym doświadczeniu wyniki nie potwierdzają tego faktu. Strawność preparatów białek wyodrębnionych z ziarniaków gryki (GO) przed obróbką termiczną była wysoka i wynosiła ok. 83 %. Podobne wyniki przedstawił Tang [17], uzyskując strawność preparatów białek gryki na poziomie 79,6 %, przewyższającą strawność preparatów białek soi (75,2 %). Zastosowany w badaniach proces prażenia obłuszczonego ziarniaków gryki zwiększył strawność preparatów białkowych do ok. 85 % (tab. 2). Dowodzi to, że temperatura 160°C przy wilgotności ziarniaków gryki 14,5 % powoduje częściowe rozfałdowanie łańcucha polipeptydowego i udostępnienie wiązań podatnych na działanie trypsyny. Cechą szczególną ziarniaków gryki jest znacząca zawartość związków fenolowych [16] łączących się specyficznie z białkami, które mogą zmniejszać ich dostępność enzymatyczną. Należą do nich m.in.: kwasy fenolowe, skondensowane taniny, fitosterole [7]. Poprawa strawności może być zatem spowodowana częściową redukcją flawonoidów, tanin, kwasów fenolowych pod wpływem prażenia oraz termiczną dezaktywacją inhibitora trypsyny. Wpływ proteolizy w przeprowadzonym doświadczeniu zaznaczył się już w ciągu pierwszych 15 s działania mieszaniny enzymów hydrolizujących i zaobserwowano wyraźną

zmianę wartości pH medium w kierunku obojętnego (rys. 3). Preparaty białek gryki po prażeniu charakteryzowały się wyższą strawnością, osiągając po 10 min proteolizy wartość 85,5 % (tab. 2). Warto jednak zaznaczyć, że na skutek procesu cieplnego nastąpiły wyraźne oddziaływania typu białka - polisacharydy, w wyniku których ilość wyodrębnionego białka w preparacie uległa znacznemu zmniejszeniu, podwoiła się natomiast ilość skrobi w porównaniu z preparatem białkowym przed obróbką (tab. 1.). Należy zatem podkreślić, że wprowadzicie efekt hydrolityczny i dostępność enzymatyczna były lepsze, lecz substratu białkowego było istotnie mniej.

Tabela 2

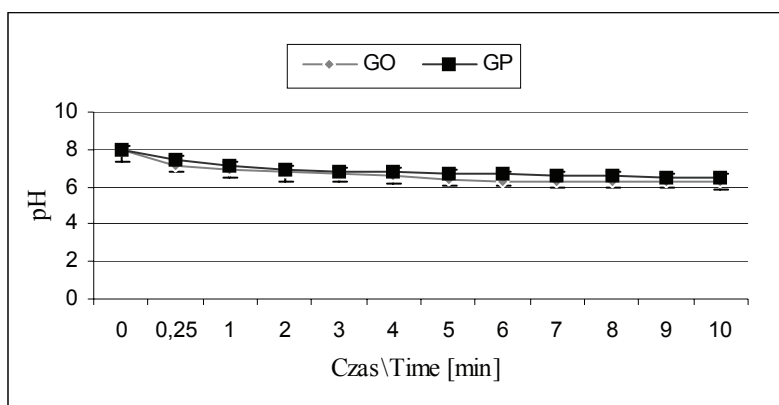
Strawność *in vitro* preparatów białek gryki.

In vitro digestibility of preparations of buckwheat proteins.

Preparaty białek gryki Preparations of buckwheat proteins	Strawność <i>in vitro</i> <i>In vitro</i> digestibility [%]
GO	82,69 ^a ± 0,18
GP	85,49 ^b ± 0,62

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, ... - wartości oznaczone w indeksie inną literą różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,5$) / mean values denoted by a different letter in superscript differ statistically significantly ($p > 0.5$).

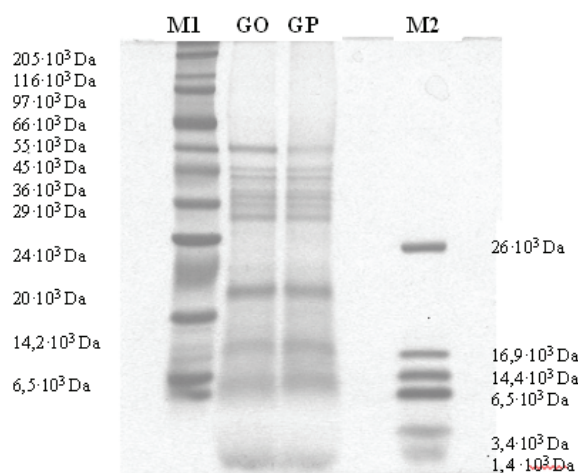


Rys. 3. Zmiany pH preparatów białek gryki podczas 10-minutowej proteolizy *in vitro*.

Fig. 3. Changes in pH of preparations of buckwheat proteins during the *in vitro* proteolysis lasting for 10 minutes.

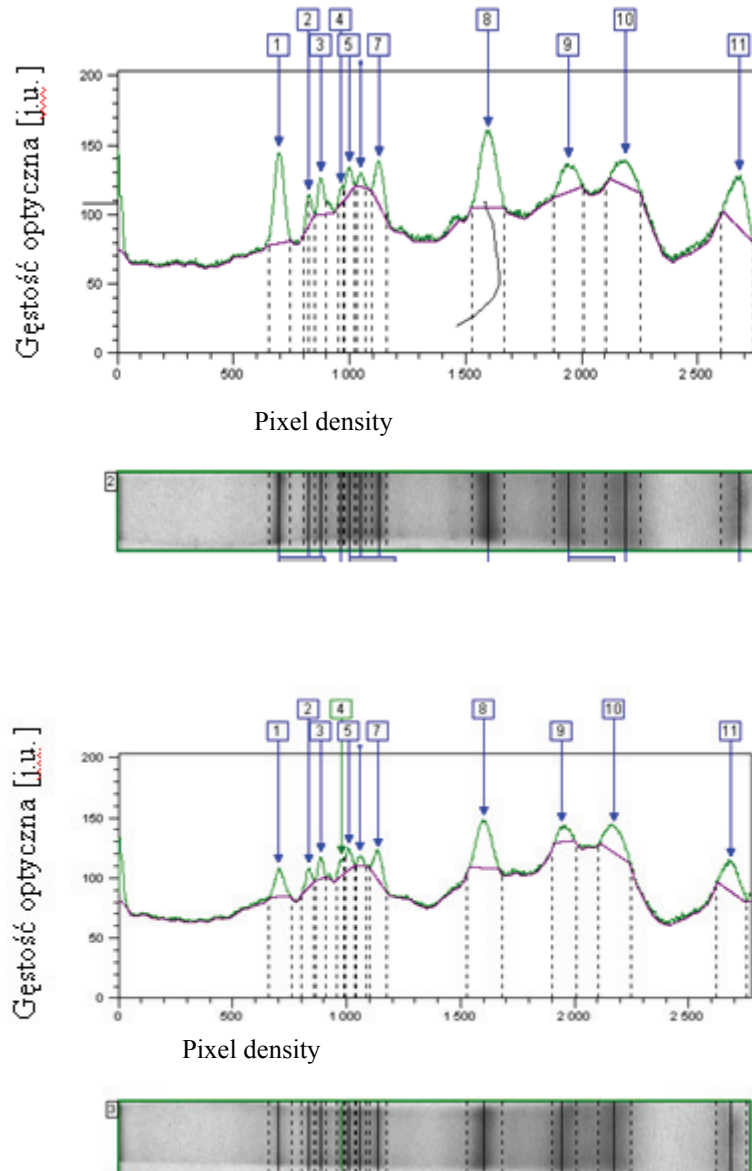
Rozdział elektroforetyczny SDS-PAGE preparatów białek gryki

Analizując wykresy gęstości optycznej białek ziarniaków przed i po procesie prażenia (rys. 4), stwierdzono znaczący udział frakcji o masie cząsteczkowej $22 \cdot 10^3$ Da, $17 \cdot 10^3$ Da oraz frakcji w zakresie $55 \cdot 10^3$ - $32 \cdot 10^3$ Da (rys. 5). Główną frakcją białkową w ziarniakach gryki są rozpuszczalne w wodzie i roztworze chlorku sodowego globuliny, które stanowią blisko połowę wszystkich występujących w ziarniaku białek [3]. Składają się one z kilku podjednostek białkowych, których masa molekularna waha się w granicach od $66 \cdot 10^3$ do $16 \cdot 10^3$ Da [10, 4]. Jest to widoczne jako wynik doświadczenia wykonanego w tych badaniach i przedstawionego na obrazie SDS-PAGE (rys. 4). Na elektroforegramie preparatów białkowych (GO) oraz (GP) zaobserwowano również obecność niewielkich ilości białek o masie 12 i $0,7 \cdot 10^3$ Da. Coraz częściej sygnalizuje się występowanie alergii lub jej symptomów na białka gryki u osób często i w dużych ilościach spożywających żywność zawierającą grykę. Analizowanie alergennych białek gryki poprzez obserwację wzrostu stężenia immunoglobulin z grupy E (IgE immunoblotting) pokazało, że za występowanie reakcji alergicznych odpowiedzialne są leguminopodobne białka niskocząsteczkowe o masie od $14 \cdot 10^3$ do $67 \cdot 10^3$ Da [5, 13, 21]. Do białek najsilniej wiążących przeciwciała zalicza się białka o masach cząsteczkowych: (55, 24, 22, 36, 17) $\cdot 10^3$ Da [12]. Wskutek zastosowanego modelowego procesu prażenia białko o masie cząsteczkowej $55 \cdot 10^3$ Da uległo znacznej degradacji, natomiast pozostałe podjednostki białkowe nie zmieniły się. Nie odnotowano także zmian polegających na ich fragmentacji (rys. 4).



Rys. 4. Elektroforetyczny rozdział białek wyodrębnionych z ziarniaków gryki przed i po prażeniu (GO, GP), M1, M2-markery.

Fig. 4. SDS-PAGE electrophoresis of proteins isolated from buckwheat grains prior to and after the roasting process (GO,GP); M1, M2-markers.



Rys. 5. Wykresy gęstości optycznej preparatu białkowego z obłuszczonych ziarniaków gryki przed i po prażeniu.

Fig. 5. Diagrams of optical density of protein preparation from dehulled buckwheat grains prior to and after roasting.

Wnioski

1. Badane ziarniaki gryki stanowią bogate źródło białek. Zastosowany proces prażenia wpływa znacząco na zmianę ich zawartości w wyodrębnionym preparacie.
2. Rozdziały białek na żelu SDS-PAGE dowodzą, że proces prażenia spowodował degradację jedynie białka o masie $55 \cdot 10^3$ Da.
3. Zastosowany proces prażenia pozytywnie wpłynął na strawność preparatów białkowych *in vitro*. Jednak parametry procesu prażenia w tym doświadczeniu powodują takie zmiany w strukturze białka, które sprzyjają tworzeniu kompleksów białko-skrobia, ale ułatwiają dostęp enzymów proteolitycznych.

Praca była prezentowana podczas XIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28 - 29 maja 2008 r.

Literatura

- [1] AOAC. 1975. Official Methods of Analysis. 12th ed., Washington, USA.
- [2] AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., Arlington, Virginia.
- [3] Aubrecht E., Biacs P.A.: Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Aliment.*, 2001, **30** (1), 71-80.
- [4] Choi S.M., Ma C.Y.: *Extraction, purification and characterization of globulin from common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seeds.* *Food Res. Int.*, 2006, **39**, 974-981.
- [5] Handoyo T., Maeda T., Urisu A., Adachi T., Morita M.: Hypoallergenic buckwheat flour preparation by *Rhizopus oligosporus* and its application to soba noodle. *Food Res. Int.*, 2006, **39**, 598-605.
- [6] Hsu H.W., Vavak D.L., Saterlee L.D., Miller G.A.: A Multi-enzyme technique for estimating protein digestibility. *J. Food Sci.*, 1977, **42**, 1269-1273.
- [7] Hung P.M., Morita N.: Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities. *Food Chem.*, 2008, **109**, 325-331.
- [8] Kato N., Kayashita J., Tomotake H.: Nutritional and physiological functions of buckwheat protein. *Recent Res. Devel. Nutrition*, 2001, **4**, 113-119.
- [9] Kayashita J., Shimaoka I., Nakajoh M.: Hypocholesterolemic effect of buckwheat protein extract in rats fed cholesterol enriched diet. *Nutr. Res.*, 1995, **15**, 691-698.
- [10] Krkošková B., Mrázová Z.: Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 56.
- [11] Laemmli U.K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T. 4. *Nature*, 1970, **227**, 680-685.
- [12] Ličen M., Kreft I.: Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) low molecular weight seed proteins are restricted to the embryo and not detectable in the endosperm. *Plant Physiol. Biochem.*, 2005, **43**, 862-856.
- [13] Morita N., Maeda T., Sai R., Miyake K., Yoshioka H., Urisu A., Adachi T.: Studies on distribution of protein and allergen in graded flours prepared from whole buckwheat grains. *Food Res. Int.*, 2006, **39**, 782-790.
- [14] Soral-Šmietana M.: Białka ziarna gryki. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1984, **3**, 35-46.
- [15] Stempińska K., Soral-Šmietana M.: Składniki chemiczne i ocena fizykochemiczna ziarniaków gryki – porównanie trzech polskich odmian. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 348-357.

- [16] Stempińska K., Soral-Śmietana M., Zieliński H., Michalska A.: Wpływ obróbki termicznej na właściwości fizykochemiczne i przeciwutleniające ziarniaków gryki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 64-74.
- [17] Tang C.H.: Thermal properties of buckwheat proteins as related to their lipid contents. *Food Res. Int.*, 2007, **40**, 381-387
- [18] Tang C.H.: Functional properties and in vitro digestibility of buckwheat protein products: Influence on processing. *J. Food Eng.*, 2007, **82**, 568-576.
- [19] Tomotake H., Shimaoka I., Kayashita J., Nakajoh M., Kato N.: Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50 (7)**, 2125-2129.
- [20] Tomotake H., Yamamoto N., Yanaka N., Ohinata H., Yamazaki R., Kayashita J., Kato N.: High protein flour suppresses hypercholesterolemia in rats and gallstone formation in mice by hypercholesterolemic diet and body fat in rats because of its low protein digestibility. *Nutrition*, 2006, **22**, 166-173.
- [21] Yoshioka H., Ohmoto T., Urisu A., Mine Y., Adachi T.: Expression and epitope analysis of the major allergenic protein Fag e 1 from buckwheat. *J. Plant Physiol.*, 2004, **161 (7)**, 761-767.
- [22] Zheng G.H., Sosulski F.W., Tyler R.T.: Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. *Food. Res. Int.*, 1998, **30 (7)**, 493-502.

EFFECT OF ROASTING PROCESS ON THE ENZYMATIC DIGESTIBILITY OF PROTEINS IN GRAINS OF BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH)

S u m m a r y

Proteins constitute a fundamental building element of all tissues in the human body and of many biologically active compounds, such as enzymes, hormones, and antibodies. Buckwheat grains are a source of the high quality proteins the amino acidic composition of which is well balanced. The content of proteins in buckwheat grains ranges from 8.5 to 19 % d.m.

The objective of the investigations was to determine the effect of roasting process (temperature: 160 °C, 30 min, moisture: 14.5 %) on the range of in vitro enzymatic digestibility of proteins. The proteins were isolated from dehulled grains of buckwheat prior to and after roasting. The analysis of the digestibility of buckwheat protein preparations conducted in an environment simulating physiological conditions of digesting proteins in duodenum proved that the roasting process applied had an effect of improving the digestibility of the examined proteins of buckwheat: 82.7 % - prior to roasting and 85.5 % - after roasting. However, the amount of isolated proteins considerably decreased in the preparation made of grains after the roasting process. While analysing the SDS-PAGE images of proteins in grains prior to and after the roasting process, it was found that they contained essential amounts of two fractions: the one having a molecular mass of $22 \cdot 10^3$ Da and the second of a molecular mass between $55 \cdot 10^3$ and $32 \cdot 10^3$ Da. However, as the result of the roasting process, the considerable degradation was reported of the fraction having a molecular mass of $55 \cdot 10^3$ Da.

Key words: buckwheat proteins, roasting, digestibility, SDS-PAGE electrophoresis ☒