

## ANALIZA ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH I BIAŁKA W KASZACH GRYZANYCH DOSTĘPNYCH NA RYNKU W WOJEWÓDZTWIE WARMIŃSKO-MAZURSKIM

ALEKSANDRA MAJKOWSKA<sup>1</sup>, JOANNA KLEPACKA, RYSZARD RAFAŁOWSKI

*Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,  
Plac Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn*

**Synopsis.** Prowadzone badania obejmowały analizę zawartości białka, związków fenolowych ogółem oraz wybranych kwasów fenolowych w kaszach gryczanych. Celem pracy było określenie, czy dostępne na lokalnym rynku kasze gryczane różnią się pod względem zawartości tych związków oraz jakie zależności korelacyjne występują pomiędzy nimi. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że kasza gryczana jest bogatym źródłem zarówno białka, jak i polifenoli. Zawartość białka w analizowanych kaszach wynosiła od 12,5 do 13,9%. Znacznie większą ogólną zawartością związków fenolowych charakteryzowała się kasza gryczana nieprażona (2603 mg·g<sup>-1</sup>), natomiast kasze prażone zawierały zbliżoną ich ilość (od 996 do 1789 mg·g<sup>-1</sup>). Spośród badanych kwasów fenolowych dominującym okazał się kwas galusowy, którego ilość wynosiła 170 mg·g<sup>-1</sup> w kaszy nieprażonej, natomiast w kaszach prażonych kształtowała się w granicach od 429 do 1520 mg·g<sup>-1</sup>. Kwas ferulowy występował w najmniejszych ilościach od (1,43 do 3,39 mg·g<sup>-1</sup>). Kwasem najbardziej różnicującym badane produkty był kwas wanilinowy. Analiza statystyczna wykazała, że istnieje zależność korelacyjna istotna statystycznie między zawartością białka a ilością kwasu galusowego.

**Słowa kluczowe:** gryka, kasza gryczana, związki fenolowe

### WSTĘP

Gryka jest jednoroczną rośliną należącą do rodziny rdestowatych (*Polygonaceae*). Do zbóż zaliczana jest ze względu na swój skład chemiczny oraz wykorzystanie w przemyśle [Christa i Solar-Śmietana 2007, Sensoy i in. 2005, Sun i Ho 2004]. Choć jej udział w światowej oraz krajowej produkcji zbóż jest znikomy, to zainteresowanie gryką systematycznie rośnie. Produkty gryczane są szczególnie cenione ze względu na swój skład chemiczny i idące za tym właściwości prozdrowotne [Christa i Solar-Śmietana 2007, Fornal 1999]. Podstawą wykorzystania gryki w przetwórstwie jest ilość oraz jakość zawartego w niej białka [Fornal 1999, Hung i Morita 2008]. Białko gryki jest szczególnie bogate w lizynę oraz tryptofan i argininę [Chłopicka 2008]. Szacuje się, że spożycie 100 g kaszy gryczanej dziennie zaspokaja dobowe zapotrzebowanie na aminokwasy egzogenne [Chłopicka 2008]. Bardzo ważną cechą białka gryki jest fakt, iż nie zawiera ono glutenu, dzięki czemu może być spożywane przez osoby cierpiące na celiakię [Chłopicka 2008, Fornal 1999]. Celiakia jest chorobą o podłożu autoimmunologicznym i występuje u osób wrażliwych na gluten. Choroba ta może powodować szereg dolegliwości a nieleczona prowadzić do wielu powikłań, szczególnie groźnych u dzieci. Głównym sposobem radzenia sobie z nią jest stosowanie odpowiedniej diety polegającej na całkowitej eliminacji glutenu z po-

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* aleksandra.trzcinska@uwm.edu.pl

żywienia. Osoby będące na diecie bezglutenowej muszą pamiętać o uzupełnianiu niedoborów składników odżywczych, mikroelementów, niektórych witamin oraz żelaza [Darewicz i Dziuba 2007]. Gryka ze względu na wysoką zawartość witamin i cennych składników mineralnych jest szczególnie polecana jako alternatywa dla innych zbóż w diecie bezglutenowej [Chłopicka 2008]. Produkty gryczane są nie tylko źródłem wartościowego białka, witamin i składników mineralnych, ale również antyoksydantów [Ahmed i in. 2014, Trzcńska i in. 2011, Zadernowski i in. 1992]. Do głównych przeciwutleniaczy występujących w gryce zalicza się flawonoidy, a także kwasy fenolowe [Amarowicz 2006, Trzcńska i in. 2011]. Głównym flawonoidem występującym w gryce jest rutyna, poza tym w okrywkach owocowych gryki oznaczono zawartość orientyny, izorientyny, witeksyny i kwercetyny. Kasza gryczana charakteryzuje się występowaniem przede wszystkim rutyny i izowiteksyny [Chłopicka 2008]. Obecne w gryce kwasy fenolowe występują w postaci wolnych kwasów hydroksycynamonowych oraz glikozydów i estrów kwasu wanilinowego, p-hydroksybenzoesowego, syringowego oraz p-kumarowego [Trzcńska i in. 2011]. Antyoksydanty zawarte w gryce wzmacniają naczynia krwionośne, obniżają ciśnienie krwi, mają duże znaczenie w profilaktyce chorób nowotworowych. Obecne w gryce flawonoidy wpływają na usuwanie z krwi reaktywnych form tlenu. Zapobiegają utlenianiu różnych frakcji cholesterolu, głównie LDL [Chłopicka 2008, Zieliński i Achremowicz 2012]. Wobec rosnącego zainteresowania zdrową żywnością, konsumenci zwracają coraz większą uwagę na produkty gryczane, głównie kasze, jako źródło cennych składników w diecie człowieka. Warto zatem odpowiedzieć na pytanie, czy dostępne na rynku kasze gryczane są wartościowe pod względem żywieniowym oraz czy różnią się między sobą składem chemicznym.

Celem pracy było określenie, czy dostępne na rynku lokalnym kasze gryczane różnią się między sobą pod względem zawartości białka, polifenoli ogółem oraz wybranych kwasów fenolowych. Za cel przyjęto również wykazanie, czy istnieją zależności korelacyjne pomiędzy zawartością związków fenolowych a zawartością białka w analizowanych kaszach.

## MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były kasze gryczane zakupione w roku 2012 w jednej z sieci handlowych na terenie Olsztyna w województwie warmińsko-mazurskim. Analizie poddano kaszę gryczaną nieprażoną oraz sześć kasz prażonych, z których każda pochodziła od innego producenta.

Przeprowadzono ocenę towaroznawczą według wymagań określonych w Polskich Normach. Zapach i barwę przeprowadzono w oparciu o normę PN-A-74013:1964, natomiast wartość zanieczyszczeń zgodnie z normą PN-R-74016:1989.

Oznaczenie wilgotności kaszy gryczanej przeprowadzono metodą suszenia termicznego (norma PN-EN ISO 712). Rozdrobnione w młynku laboratoryjnym próbki kaszy suszono w temperaturze 130°C przez 120 minut. Wilgotność badanych produktów obliczono na podstawie ubytku masy jaki nastąpił podczas procesu suszenia.

Oznaczenie zawartości białka wykonano metodą Kjeldahla zgodnie z normą PN-A-074018-1975, stosując mnożnik białkowy 6,25.

Analizę ogólnej zawartości związków fenolowych przeprowadzono metodą spektrofotometryczną wg Ribereau-Gayon [1972]. Rozdrobnione próbki kaszy ekstrahowano 80% metanolem, a reakcję barwną wywoływano przy użyciu odczynnika Folina-Denisa oraz 14% węgla sodu. Absorbancję mierzono przy długości fali  $\lambda=720$  nm. Wyniki zostały wyrażone jako ekwiwalent kwasu galusowego w  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. z wykorzystaniem wyznaczonego wcześniej równania regresji.

Oznaczenie zawartości kwasów fenolowych wykonano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej [Pussayanawin i Wetzel 1987] z zastosowaniem hydrolizy kwasowo-enzymatycznej. Użyto chromatografu cieczowego firmy Agilent Technologies seria 1200, z detektorem spektrofotometrycznym UV-Vis z matrycą fotodiodową (DAD SL-G1315C)  $\lambda=280$  nm (dla kwasów: galusowego, wanilinowego, syringowego oraz p-kumarowego) i  $\lambda=320$  nm (dla kwasu ferulowego). Zastosowano kolumnę firmy Phenomenes<sup>®</sup> Synergi 4u Hydro-RP 80A o długości 250 mm i średnicy wewnętrznej 4,6 mm. Jako fazę ruchomą zastosowano mieszaninę 12% metanolu w buforze sodowo-cytrynianowym, prędkość przepływu wynosiła 1ml/min. Interpretację otrzymanych rozdziałów chromatograficznych przeprowadzono w oparciu o porównanie czasów retencji pików kwasów fenolowych w próbach wzorcowych, z czasem retencji pików tych kwasów w próbach badanych.

Wszystkie oznaczenia wykonywano w co najmniej trzech powtórzeniach równoległych a następnie uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 10., określając istotność różnic z zastosowaniem testu Duncana oraz zależności korelacyjne przy  $p \leq 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

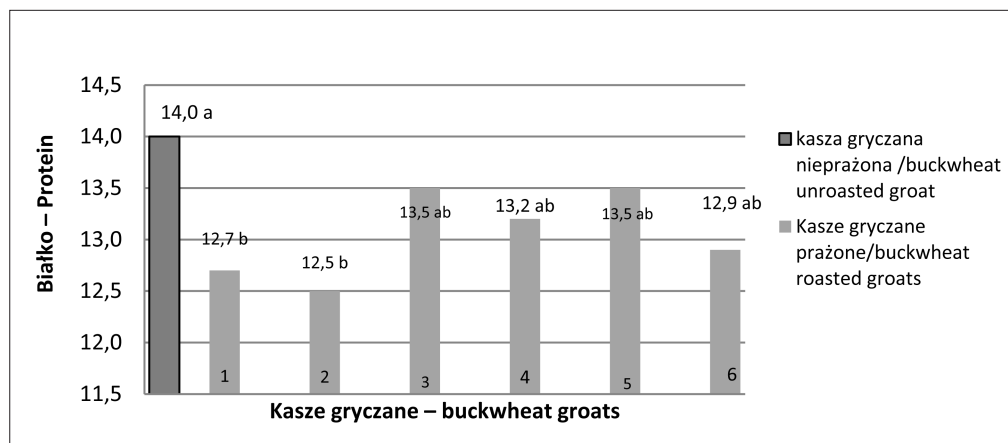
Ocena towaroznawcza analizowanych produktów nie wykazała odchyień od obowiązujących norm. Wszystkie badane kasze charakteryzowały się swoistym zapachem oraz charakterystyczną dla nich barwą: brunatną w przypadku kasz prażonych oraz zielonożółtą barwą kaszy nieprażonej.

Wilgotność badanych kasz była zgodna z normą i mieściła się w zakresie od 9,44% do 14,38% (tab. 1). Zachowanie odpowiedniej wilgotności ma kluczowe znaczenie podczas przechowywania produktów. Najwyższą wilgotnością charakteryzowała się kasza gryczana nieprażona w porównaniu z pozostałymi kaszami, u których mniejsza zawartość wody może wynikać z zastosowanej obróbki cieplnej.

Tabela 1. Wilgotność analizowanych kasz gryczanych  
Table 1. Humidity in analyzed buckwheat groats

Rodzaj kaszy Kind of groats	Numer próbki Sample number	Wilgotność średnia (%) Average humidity (%)
Kasza gryczana prażona Buckwheat roasted groat	1	11,5 b
	2	11,2 b
	3	9,4 d
	4	9,8 d
	5	10,2 c
	6	10,4 c
Kasza gryczana nieprażona Buckwheat unroasted groat		14,4 a

a, b, c, d – wyniki oznaczone różnymi literami indeksowymi różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p \leq 0,05$  – values signed by different letters are statistically different at  $p \leq 0,05$



1, 2, ...6 – Numer próbki – Sample number

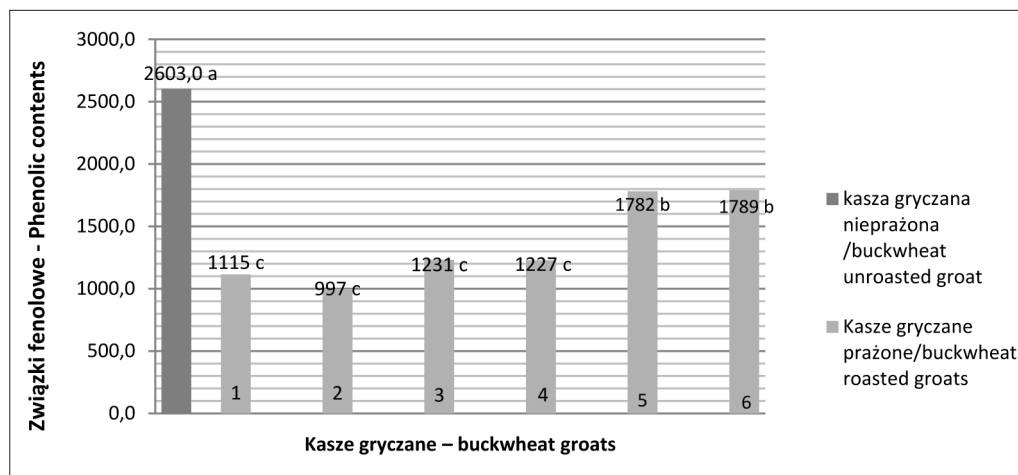
a, b – wyniki oznaczone różnymi literami indeksowymi różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p \leq 0,05$   
values signed by different letters are statistically different at  $p \leq 0,05$

Rys. 1. Zawartość białka w kaszach gryczanych (%)

Fig. 1. Contents of protein in buckwheat groats (%)

Średnia zawartość białka w analizowanych kaszach wynosiła od 12,5 do 14,0% (rys. 1). Najwyższą ogólną zawartością białka charakteryzowała się kasza gryczana nieprażona i przewyższała ona istotnie statystycznie ilość białka zawartą w kaszy gryczanej prażonej 1 oraz kaszy gryczanej prażonej 2, a w pozostałych przypadkach różnice w średniej zawartości białka były nieznaczne. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zawartość białka nie jest cechą różnicującą dostępne na rynku lokalnym kasze gryczane prażone. Kasza gryczana nieprażona stanowi lepsze źródło białka niż niektóre dostępne na rynku kasze gryczane prażone. Według danych pochodzących z różnych źródeł literaturowych ilość białka w gryce mieści się w granicach od 10,0 do 15,5% [Kowalewski i in. 1994, Ścigalska 2004]. Badania nad zawartością białka w gryce prowadzili Dietrych-Szóstak i in. [2006], a uzyskane przez nich wyniki są zbliżone do uzyskanych w niniejszej pracy. Zwracają oni również uwagę na czynniki warunkujące zróżnicowanie nasion gryki pod względem zawartości białka. Jako jeden z ważniejszych czynników podają warunki klimatyczne twierdząc, że suche i upalne lato sprzyja większej koncentracji tego składnika w gryce. Jako czynnik wpływający na różnice w zawartości białka wymieniana jest również różnorodność odmianowa gryki [Bartoń i in. 2005, Dietrych-Szóstak i in. 2003]. Według Stempińskiej i in. [2006] różnice zawartości białka w gryce wynikające z różnorodności odmianowej nie są jednak istotne statystycznie. Pisulewska i in. [2001] twierdzą natomiast, że nowsze odmiany gryki charakteryzują się wyższą zawartością białka. Podają oni również, iż białko pochodzące z analizowanych przez nich odmian gryki wykazuje wyższą wartość biologiczną od białka innych popularnych zbóż, takich jak pszenica i pszenżyto.

Zawartość związków fenolowych ogółem w analizowanych kaszach kształtowała się w granicach od 996 do 2603  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  s.m. (rys. 2). Najwyższą zawartością związków fenolowych ogółem charakteryzowała się kasza gryczana nieprażona i odbiegała ona pod tym względem znacząco od pozostałych analizowanych produktów. Wysoką zawartość polifenoli stwierdzono również w kaszach gryczanych prażonych 5 i 6, a pozostałe produkty nie różniły się pod tym



1, 2, ...6 – Numer próbki – Sample number

a, b, c – wyniki oznaczone różnymi literami indeksowymi różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p \leq 0,05$  – values signed by different letters are statistically different at  $p \leq 0,05$

Rys. 2. Zawartość związków fenolowych ogółem w kaszach gryczanych wyrażona jako ekwiwalent kwasu galusowego ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

Fig. 2. Phenolic contents in buckwheat groats expressed as gallic acid equivalent ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

względem między sobą. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zawartość związków fenolowych ogółem jest cechą, która różnicuje dostępne na rynku kasze gryczane. Różnice zawartości fenoli w kaszach gryczanych prażonych badały również Klepacka i Gujska [2008] podając, iż zawartość fenoli ogółem w kaszach gryczanych prażonych mieści się w zakresie od 1226 do 1597  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , wyniki zostały przedstawione jako ekwiwalent D-katechiny i są zbliżone do uzyskanych w niniejszej pracy. Mniejsza zawartość związków fenolowych w kaszach prażonych wynika prawdopodobnie ze stosowanego podczas produkcji kasz zabiegu prażenia, w wyniku którego orzeszki poddawane są działaniu wysokiej temperatury oraz ciśnienia. Im bardziej drastyczne są parametry tego procesu, tym zawartość fenoli ogółem jest niższa [Dietrych-Szóstak 2001]. Kasza nieprażona poddawana jest łagodniejszej obróbce termicznej, stąd zawartość w niej polifenoli jest na wyższym poziomie [Dietrych-Szóstak 2003]. Wyższa zawartość fenoli ogółem w kaszach gryczanych prażonych 5 i 6 w stosunku do pozostałych kasz prażonych wynika prawdopodobnie z łagodniejszych parametrów procesu technologicznego stosowanego w tych zakładach. Ponadto na zawartość związków fenolowych mają wpływ odmiana i stopień dojrzałości gryki, sposób i okres przechowywania oraz warunki klimatyczne [Dietrych-Szóstak i in. 2006, Grajek 2007, Kwiatkowski 2006]. W przeciwieństwie do zawartości białka, które lepiej kumuluje się podczas ciepłych i suchych lat, związki fenolowe wykazują wyższą koncentrację podczas okresu chłodniejszego z umiarkowaną ilością opadów [Dietrych-Szóstak i in. 2006, Kwiatkowski 2006]. Zawartość związków fenolowych w kaszy gryczanej badali Amarowicz i in. [2005], a uzyskane przez nich wysokie wyniki zawartości polifenoli ogółem są najprawdopodobniej skutkiem użytego do ekstrakcji innego rodzaju rozpuszczalnika. Badacze stosowali do wyekstrahowania wolnych związków fenolowych 80% acetonu. Według

badan Sun i Ho [2004], którzy badali zależność pomiędzy rodzajem stosowanego do ekstrakcji rozpuszczalnika a uzyskiwanymi wynikami zawartości fenoli ogółem, najwyższe ilości tych związków uzyskiwano właśnie podczas ekstrakcji acetonem. Poza tym porównując uzyskane wyniki analiz z wynikami innych badaczy należy uwzględnić rodzaj stosowanego wzorca, jakość zastosowanych odczynników, stosowaną metodę badawczą (dokładność, precyzję, granicę wykrywalności i oznaczalności) oraz stopień rozdrobnienia surowca [Grajek 2007, Kealey i Haines 2006, Konieczka i Namieśnik 2007].

Analiza zawartości wybranych kwasów fenolowych potwierdziła obecność w badanych produktach kwasu galusowego, wanilinowego, syringowego, p-kumarowego oraz ferulowego (tab. 2). Dominującym kwasem występującym w badanych produktach był kwas galusowy,

Tabela 2. Zawartość kwasów fenolowych w kaszach gryczanych wyrażona w ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )  
Table 2. Phenolic acids contents in buckwheat groats expressed as ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

Rodzaj kaszy Kind of groats	Kwas – Acid ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )					
	numer próbki sample number	galusowy gallic	wanilinowy vanilic	syringowy syringic	p-kumarowy p-cumaric $\lambda=280$	ferulowy ferulic
Gryczana prażona Buckwheat roasted groat	1	1520 a	46,0 f	137 bc	11,93 c	1,43 a
	2	990 b	76,1 c	132 c	16,05 a	1,81 a
	3	460 cd	77,1 c	132 c	13,14 b	2,46 a
	4	429 d	56,3 e	102 d	7,40 f	3,13 a
	5	666 c	63,0 d	102 d	9,45 e	3,39 a
	6	497 cd	92,0 b	140 b	10,00 d	1,75 a
Gryczana nieprażona Buckwheat unroasted groat		170 e	112 a	152 a	9,66 de	1,98 a

a, b, ..., f – wyniki oznaczone różnymi literami indeksowymi różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p \leq 0,05$   
– values signed by different letters are statistically different at  $p \leq 0,05$

a jego zawartość wynosiła od  $170 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  w kaszy nieprażonej do  $1519 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  w kaszy gryczanej prażonej 1. Ciska i in. [2002] również podają, że kwas galusowy jest kwasem dominującym w kaszach gryczanych. Na podobnym poziomie ukształtowała się zawartość kwasu wanilinowego (od  $46,0 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  do  $112 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) i syringowego (od  $102 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  do  $152 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Zbliżone wyniki zawartości kwasu wanilinowego i syringowego w kaszach gryczanych uzyskały Klepacka i Gujska [2008]. Różnice w zawartości kwasów fenolowych w kaszach gryczanych podawane w pracach różnych badaczy mogą wynikać z tych samych przyczyn, co omawiane wcześniej różnice w zawartości związków fenolowych ogółem. Najniższą koncentrację w analizowanych kaszach stwierdzono w przypadku kwasu p-kumarowego oraz ferulowego, co potwierdzają również inni badacze, lecz ze względu na ich właściwości przeciwutleniające są one składnikami godnymi zainteresowania [Klepacka i Gujska 2008, Szajdek i Borowska 2004]. Obecność oznaczanych kwasów w gryce potwierdzają również inni autorzy [Ciska i in 2002, Rotkiewicz

i in. 1984]. Na podstawie uzyskanych wyników można zaobserwować, że dostępne na rynku kasze gryczane są zróżnicowane pod względem zawartości wybranych kwasów fenolowych. Najbardziej różnicującym kwasem jest kwas wanilinowy, a następnie kwas p-kumarowy oraz galusowy. Warto zauważyć, że zawartość niektórych kwasów wzrasta a innych maleje, wraz z zastosowaniem obróbki cieplnej. Rotkiewicz i in. [1984] zaobserwowali, że proces prażenia wpływa na wzrost zawartości form wolnych oraz połączonych z innymi składnikami żywności oraz na zmniejszenie ilości kwasów fenolowych w postaci połączeń estrowych. Uwolnione w wyniku prażenia z połączeń estrowych kwasy fenolowe występują w formie wolnej.

Analiza wyników wykazała, że istnieją zależności korelacyjne (tab. 3) istotne statystycznie między zawartością białka a ilością kwasu galusowego ( $r = -0,544$ ), co świadczy o tym, że wzrostowi zawartości białka towarzyszy spadek ilości tego kwasu. Może to wynikać z faktu, iż kwas galusowy w nasionach gryki występuje głównie w połączeniach z sacharydami. Proces prażenia wpływa na obniżenie poziomu związków fenolowych ogółem, natomiast w wyniku tego procesu ilość niektórych kwasów wzrasta (galusowy) a innych maleje (wanilinowy), co potwierdzają wyniki badań Rotkiewicz i in. [1984] oraz Skrabanja i in. [2000]. Ujemną zależność korelacyjną istotną statystycznie ( $r = -0,683$ ) wykazano również pomiędzy zawartość kwasu galusowego i wanilinowego. Wynika ona prawdopodobnie z ich różnych zmian ilościowych w czasie procesu prażenia, w wyniku którego zawartość kwasu galusowego wzrasta a wanilinowego maleje. Na podstawie analizy statystycznej można stwierdzić, że korelacja istotna statystycznie pomiędzy zawartością białka a ilością związków fenolowych nie istnieje ( $r = 0,403$ ).

Tabela 3. Analiza statystyczna zależności korelacyjnych ( $p < 0,05$ )

Table 3. Statistical analysis of the correlation relationship ( $p < 0,05$ )

	Białko Protein (%)	Związki fenolowe ogółem Phenolic contents ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Kwas – Acid ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )				
			galusowy gallic	wanilinowy vanilic	syringowy syringic	p-kumarowy p-cumaric $\lambda=280$	ferulowy ferulic
Białko (%) Protein (%)	1,000						
Związki fenolowe ogółem – Phenolic contents ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	0,403	1,000					
Kwas – Acid ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	galusowy gallic	-0,544	-0,613	1,000			
	wanilinowy vanilic	0,301	0,735	-0,683	1,000		
	syringowy syringic	-0,052	0,372	-0,009	0,626	1,000	
	p-kumarowy p-cumaric $\lambda=280$	-0,389	-0,476	0,450	-0,006	0,379	1,000
	ferulowy ferulic	0,385	0,029	-0,468	-0,203	-0,795	-0,493

## WNIOSKI

1. Najlepszym źródłem białka i związków fenolowych ogółem jest kasza nieprażona, natomiast kasze prażone niezależnie od wytwarzającego je zakładu i stosowanego procesu produkcji zawierają zbliżoną ich ilość.
2. Analizowane kasze różnią się ze względu na zawartość kwasów fenolowych, spośród których w największej ilości występuje kwas galusowy, a najlepiej różnicuje poszczególne produkty kwas wanilinowy.
3. Wykazano ujemną zależność korelacyjną między zawartością białka a ilością kwasu galusowego, co może świadczyć o tym, że w nasionach gryki występuje on głównie w postaci połączeń z sacharydami. Potwierdzenie tej zależności, wymaga jednak dalszych badań.

## PIŚMIENNICTWO

- Ahmed A., Khalid N., Ahmad A., Abbasi N.A., Latif M.S.Z., Randhawa M.A. 2014. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *J. Agric. Sci.* 152: 349–369.
- Amarowicz R. 2006. Analiza HPLC antocyjanidyn po hydrolizie proantocyjanidyn gryki i kaszy gryczanej. *Bromat. Chem. Toksykol.* 39(2): 189–195.
- Amarowicz R., Troszyńska A., Karamać M. 2005. Aktywność przeciwutleniająca wysokotaninowych ekstraktów z surowców roślinnych. *Bromat. Chem. Toksykol. Supl.* 193–195.
- Bartoń H., Fołta M., Chłopicka J., Zachwieja Z., Gumul D. 2005. Badania aktywności przeciwutleniającej nasion pięciu odmian gryki (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Bromat. Chem. Toksykol. Supl.* 28: 71–74.
- Chłopicka J. 2008. Gryka jako żywność funkcjonalna. *Bromat. Chem. Toksykol.* 41(3): 249–252.
- Christa K., Soral-Śmietana M. 2007. Gryka – cenny surowiec w produkcji żywności funkcjonalnej. *Przem. Spoż.* 61(12): 36–37.
- Ciska E., Zieliński H., Troszyńska A., Rzedziński Z., Kozłowska H. 2002. Zawartość kwasów fenolowych w ziarniakach zbóż i ekstrudatach. *Mat. 33 Konf. KTiChŻ PAN AR Lublin, 10–11 października 2002*: 11.
- Darewicz M., Dziuba J. 2007. Dietozależny charakter enteropatii pokarmowych na przykładzie celiakii. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 50(1): 5–15.
- Dietrych-Szóstak D., Oleszek W. 2001. Obróbka technologiczna a zawartość antyoksydantów w przetworach gryczanych. *Przem. Spoż.* 55(1): 42–43.
- Dietrych-Szóstak D., Suchecki Sz. 2003. Wybrane cechy jakościowe nasion polskich odmian gryki. *Pam. Puł.* 133: 35–42.
- Dietrych-Szóstak D., Suchecki Sz. 2006. Zawartość flawonoidów i niektórych składników mineralnych w nasionach polskich odmian gryki. *Fragm. Agron.* 23(1): 45–56.
- Fornal Ł. 1999. Chemizm nasion gryki i kierunki spożywczego wykorzystania. *Biul. Nauk.* 4: 9–17.
- Grajek W. (red.) 2007. *Przeciwutleniacze w żywności: aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne.* Wyd. Nauk. Techn. Warszawa: ss. 582.
- Hung P.V., Morita N. 2008. Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities. *Food Chem.* 109: 325–331.
- Kealey D., Haines P.J. 2006. *Chemia analityczna.* Galus M. (tłumaczenie). Wyd. Nauk. PWN Warszawa: ss. 59.
- Klepacka J., Gujska E. 2008. Analiza różnic w zawartości związków fenolowych wybranych przetworów uzyskanych z gryki. W: *Jakość i bezpieczeństwo produktów w zrównoważonym rozwoju.* Żuchowski J. (red.). Wyd. Politechnika Radomska, Radom: 225–231.
- Konieczka P., Namieśnik J. (red.) 2007. *Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych.* Wyd. Nauk. Tech. Warszawa: ss. 343.
- Kowalewski W., Gałązka R., Gąsiorowska T. 1994. Technologia czyszczenia i przerobu gryki na kaszę. *Przegl. Zboż. Młyn.* 38(12): 12–14.



- Kwiatkowski J. 2006. Ocena jakościowa orzeszków gryki. *Fragm. Agron.* 23(1): 107–118.
- Pisulewska E., Szymczyk B., Zajac T. 2001. Ocena składu chemicznego i wartości odżywczej białka orzeszków polskich odmian gryki w świetle współczesnych kryteriów żywieniowych. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 392, Sesja Nauk. 85: 95–101.
- PN-A-074018-1975. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- PN-ISO 712-2002. Zboża i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności – metoda rutynowa odwoławcza.
- PN-R-74013:1970. Ziarno zbóż. Wstępna kontrola jakości i badanie cech organoleptycznych.
- PN-R-74016:1969. Ziarno zbóż. Oznaczanie szkodników, zanieczyszczeń i zaśmiecenia.
- Pussayanawin V., Wetzel D. 1987. High-performance liquid chromatographic determination of ferulic acid in wheat milling fractions as a measure of bran contamination. *J. Chromatogr.* 391: 243–255.
- Ribereau-Gayon P. 1972. *Plant phenolics*. Hafner Publishing Company. New York: 54–81.
- Rotkiewicz D., Zadernowski R., Kozłowska H. 1984. Kwasy fenolowe zbóż. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn* 254, Ser. Technol. Żywn. 19: 135–143.
- Sensoy İ., Rosen R.T., Ho C.T., Karwe M.V. 2005. Effect of processing on buckwheat phenolic and antioxidant activity. *Food Chem.* 99: 388–393.
- Skrabjanja V., Laerke H.N., Kreft I. 2000. Protein-polyphenol interaction and in vivo digestibility of buckwheat groat proteins. *Europ. J. Physiol. Suppl.* 440: 129–131.
- Stępińska K., Soral-Śmietana M. 2006. Składniki chemiczne i ocena fizykochemiczna ziarniaków gryki – porównanie trzech polskich odmian. *Żywność Nauka Technologia Jakość, Supl.* 47(2): 348–357.
- Sun T., Ho C.T. 2004. Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chem.* 90: 743–749.
- Szajdek A., Borowska J. 2004. Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 41(4): 5–28.
- Ścigalska B. 2004. Biologiczne i siedliskowe uwarunkowania uprawy gryki w Polsce. *Post. Nauk. Rol.* 1: 93–107.
- Trzczińska A., Klepacka J., Smoczyński S.S. 2011. Analiza ogólnej zawartości związków fenolowych w przetworach gryczanych. *Towaroznawcze Probl. Jakości* 4(29): 92–101.
- Zadernowski R., Pierzynowska-Korniak G., Ciepiewska D., Fornal Ł. 1992. Chemical characteristics and biological functions of phenolic acids of buckwheat and lentil seeds. *Fagopyrum* 12: 27–35.
- Zieliński H., Achremowicz B. 2012. Przeciwutleniacze ziarniaków zbóż. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 80(1): 5–26.

A. MAJKOWSKA, J. KLEPACKA, R. RAFAŁOWSKI

#### ANALYSIS OF TOTAL PHENOLIC CONTENT IN BUCKWHEAT GROATS AVAILABLE ON THE MARKET OF WARMIA AND MAZURY PROVINCE

##### Summary

The conducted research included the analysis of the content of protein, total phenolic compounds as well as the selected phenolic acids in buckwheat groats. The aim of the research was to determine whether the buckwheat available on the local market differ in respect of the content of these compounds and what correlation relationship there is between the selected discriminants. On the basis of the obtained results, it was found that buckwheat groats was a rich source of protein and polyphenols. The protein content of the analysed groats was between 12,5 and 13,9%. Unroasted buckwheat groats was characterised by a far higher total content of phenolic compounds (2602 mg·g<sup>-1</sup>) whereas the roasted groats contained a similar amount of those compounds (between 997 and 1789 mg·g<sup>-1</sup>). Among the examined phenolic acids, the gallic acid turned out to be dominating and its amount was 169,70 mg·g<sup>-1</sup> in unroasted groats and between 429 and 1520 mg·g<sup>-1</sup> in roasted groats. The ferulic acid occurred in the smallest amount (between 1,43 and

3,39 mg·g<sup>-1</sup>). The acid which differentiated the examined products to the greatest degree was the vanilic acid. The statistical analysis showed that there is a statistically significant correlation relationship between the protein and gallic acid content.

**Key words:** buckwheat, buckwheat groats, phenols compounds

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 19.01.2015

Do cytowania – *For citation*:

Majkowska A., Klepacka J., Rafałowski R. 2015. Analiza zawartości związków fenolowych i białka w kaszach gryczanych dostępnych na rynku w województwie warmińsko-mazurskim. *Fragm. Agron.* 32(1): 82–91.