

WPLYW PROCESU PRAŻENIA I CZASU PRZECHOWYWANIA NA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH W KASZY GRYCZANEJ*

JOANNA KLEPACKA¹

*Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
ul. Oczapowskiego 2, 10-957 Olsztyn*

Synopsis. Analizowano zawartość związków fenolowych ogółem i rutyny w kaszach gryczanych pochodzących z trzech polskich kaszarni stosujących różne parametry obróbki hydrotermicznej nasion. Badano również zawartość tych związków w kaszach przechowywanych. Wykazano, że zawartość związków fenolowych ogółem i rutyny w kaszach gryczanych zależy od sposobu prowadzenia obróbki nasion i wielkości stosowanych w poszczególnych kaszarniach parametrów obróbki hydrotermicznej. W wyniku przechowywania kasz prażonych zawartość związków fenolowych malała w różnym stopniu, a w kaszy nieprażonej wzrosła, na co mogły mieć wpływ parametry obróbki nasion. Niezależnie od sposobu produkcji kasz zawartość rutyny w wyniku ich przechowywania malała, a największy spadek jej ilości następował po 8 miesiącach przechowywania.

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

WSTĘP

Gryka należy do ważnych surowców wykorzystywanych w przemyśle spożywczym ze względu na jej korzystny skład chemiczny wynikający między innymi z obecności związków fenolowych [Ahmed i in. 2014, Dziedzic i in. 2010]. Wykazują one silne właściwości przeciwutleniające, działają stabilizująco na ścianki naczyń krwionośnych, co ma szczególne znaczenie w profilaktyce chorób nowotworowych i układu krążenia [Zieliński in. 2012]. Wśród polifenoli gryki najważniejsze znaczenie prozdrowotne ma należąca do flawonoidów rutyna [Li i in. 2013]. Jej zawartość w gryce zależy od części morfologicznej rośliny – najwięcej rutyny zawierają liście, pędy, młode rośliny i kwiatostany (od 11,81 do 37,69 mg·g⁻¹) [Pauliškowa i in. 2004]. Pomimo, że zawartość rutyny w nasionach jest dużo niższa (ok. 0,16 mg·g⁻¹), to mąka gryczana, zwłaszcza wysokowyciągowa, zawiera wielokrotnie więcej związków fenolowych, niż mąki uzyskane z kukurydzy, jęczmienia i pszenicy [Klepacka i Fornal 2006, Klepacka i in. 2011, Pauliškowa i in. 2004]. Zawartość rutyny w istotnym stopniu zależy od odmiany gryki – mąka uzyskana z gryki tatarskiej zawiera prawie sto razy większą ilość tego związku, w porównaniu z mąką uzyskaną z gryki zwyczajnej [Briggs i in. 2004]. Rutyna występuje głównie w zewnętrznych warstwach nasion, a jej zawartość zmienia się w zależności od stosowanych w przetwórstwie parametrów procesu technologicznego [Dietrych-Szósta 2001; Klepacka i Fornal 2006]. Zawartość związków fenolowych w nasionach gryki zależy również od cech gatunkowych surowca, warunków agrotechnicznych panujących w czasie uprawy [Liszewski

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* klepak@uwm.edu.pl

* Praca naukowa finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w latach 2011–2014 jako projekt „Ocena cech prozdrowotnych kaszy gryczanej w zależności od surowca, procesu produkcji i przechowywania” (nr N N312 469140)

i in. 2013, Lopez-Bellido i in. 2000, Suwara i in. 2000], od terminu zbioru, rodzaju obróbki technologicznej [Dziedzic i in. 2008, Trzcńska i in. 2011] oraz sposobu i czasu przechowywania [Ahmed i in. 2014, Zieliński i in. 2012]. Istnieje wiele prac dotyczących wpływu procesu technologicznego prowadzonego w skali laboratoryjnej na zawartość polifenoli w nasionach gryki [Stempińska i in. 2007], mało jest natomiast badań prowadzonych na produktach uzyskanych w warunkach przemysłowych. Ciekawe wydaje się również ustalenie wpływu warunków obróbki hydrotermicznej nasion gryki oraz czasu przechowywania kaszy gryczanej na zawartość związków fenolowych, ze szczególnym uwzględnieniem rutyny, co stało się celem niniejszych badań.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiły próbki kaszy pobrane w marcu 2012 roku z trzech polskich kaszarni stosujących różne parametry obróbki nasion. Dwa zakłady (nr 2 i 3) wytwarzały jedynie kaszę prażoną prowadząc prażenie nasion gryki w kotłach ciśnieniowych, w których czynnikiem grzewczym była para wodna. Kaszarnia nr 2 prowadziła obróbkę w następujących warunkach: ciśnienie pary wodnej 6 barów, temperatura 105–120°C, czas prażenia 3 godziny, natomiast parametry stosowane przez zakład 3 to odpowiednio: 3 bary, 170°C, 40 minut. Kaszarnia nr 1 prowadziła ten proces w prażarkach bębnowych ogrzewanych drewnem, gdzie nie było możliwe kontrolowanie ciśnienia i temperatury, a proces ten trwał przez 6–7 godzin (kasza produkowana metodą starą). Dodatkowo przeprowadzono również analizę kaszy prażonej metodą właśnie wprowadzaną w tym zakładzie, polegającą na stosowaniu głowicy ogrzewającej prażarkę bębnową wykorzystującą energię cieplną uzyskaną ze spalania łuski gryczanej, co z czasem może ułatwić przebieg tego procesu poprzez jego zautomatyzowanie (kasza produkowana metodą nową). Z zakładu nr 1 pobrano również próbkę kaszy nieprażonej.

Aby określić wpływ procesu przechowywania analizowane kasze przechowywano przez 4, 8 i 12 miesięcy w pomieszczeniu o temperaturze nie przekraczającej 20°C i wilgotności względnej powietrza nie wyższej niż 75%.

Zawartość związków fenolowych ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną wg Ribereau-Gayon [1972] stosując pięciokrotną ekstrakcję 80% metanolem w temperaturze 55°C oraz wywoływanie barwy przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu i węglańu sodu. Absorbancję mierzono przy długości fali 720 nm, a wyniki wyrażono jako ekwiwalent katechiny posługując się wyznaczonym wcześniej równaniem regresji.

Zawartość rutyny oznaczono metodą chromatografii cieczowej wg Briggs i in. [2004] stosując trzykrotną ekstrakcję 80% metanolem w temperaturze 70°C i rozdział na chromatografie cieczowym Agilent Technologies 1200 Series z detektorem UV-VIS (DAD) wyposażonym w kolumnę Phenomenex Synergi 4u Hydro-RP (250x4,6 mm). Jako fazę ruchomą stosowano mieszaninę 2,5% kwasu octowego, metanolu i acetonitrylu, stosując stałą prędkość przepływu w wysokości 1 ml/min. Wyniki obliczono porównując uzyskane dla próbek rozdziały chromatograficzne z chromatogramem wzorca rutyny. Wzorzec rutyny pochodził z firmy Sigma-Aldrich.

Wszystkie oznaczenia wykonywano w trzech powtórzeniach równoległych. Istotność różnic obliczonych wartości średnich określono z zastosowaniem testu Duncana przy użyciu programu Statistica 10.

WYNIKI I DYSKUSJA

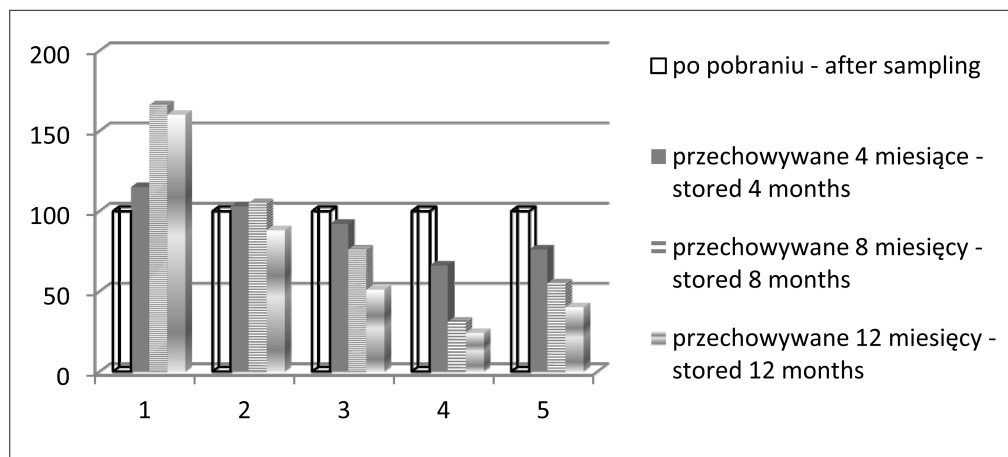
Analiza zawartości związków fenolowych ogółem wykazała, że ich poziom zależy od sposobu obróbki technologicznej stosowanej w poszczególnych kaszarniach (tab. 1). Największą zawartością polifenoli charakteryzowały się nasiona gryki prażone w kotłach podciśnieniowych

Tabela 1. Wpływ procesu technologicznego i czasu przechowywania na zawartość związków fenolowych ogółem ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ surowca)Table 1. The effect of technological process and storage time on the content of total phenolic compounds ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of raw material)

Zakład Mills	Rodzaj produktu The kind of product	Próbki świeże (badane po pobranu) Fresh samples (tested after sampling)	Próbki przechowywane/czas przechowywania (miesiące) The samples stored/storage time (months)		
			4	8	12
Kaszarnia nr 1 Mill no. 1	kasza nieprażona unroasted groats	2083,5±138,5 d	2399,9±99,6 c	3456,4±10,1 a	3342,1±50,5 b
	kasza prażona metodą starą groats roasted using old method	1181,31±16,6 f	1219,4±41,8 f	1251,9±23,8 f	1039,6±43,4 g
	kasza prażona metodą nową groats roasted using new method	836,9±16,8 hi	768,8±8,2 i	634,4±28,4 k	431,1±26,6 l
Kaszarnia nr 2 Mill no. 2	kasza prażona roasted groats	2412,8±109,5 c	1593,2±89 e	744,0±11,7 ij	585,5±17,8 k
Kaszarnia nr 3 Mill no. 3	kasza prażona roasted groats	1185,9±73,3 f	906,5±20,2 h	657,6±6,6 j,k	476,0±11,3 l

a, b, c... – dane oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy $p < 0,05$ – values denoted by the same letters are not statistically different at $p < 0,05$

pobrane z kaszarni nr 2 ($2412,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), a najmniej tych związków zawierała kasza uzyskana w wyniku nowego sposobu obróbki prowadzonej w prażarkach bębnowych w zakładzie 1 ($836,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Na uwagę zasługuje fakt, iż kasza nie poddana procesowi prażenia pochodząca z tego zakładu cechowała się niższą zawartością związków fenolowych, niż kasza prażona w zakładzie 2, co może wynikać zarówno ze stosowanych parametrów obróbki hydrotermicznej (kasza nieprażona poddawana jest krótkiemu wysycaniu parą wodną), jak i z cech samego surowca. Proces technologiczny może wpływać na zmiany zawartości polifenoli w różny sposób. Dietrych-Szóstak i Oleszek [2001] podają, że w miarę zwiększania temperatury i czasu obróbki hydrotermicznej zawartość związków fenolowych maleje, natomiast Zieliński i in. [2001] wykazali, że w zależności od wysokości temperatury stosowanej w czasie obróbki, ich zawartość może się zmieniać w różnym stopniu. Zmiany te zależą od formy, w jakiej polifenole występują w produktach spożywczych oraz wynikającej z niej ich stabilności termicznej. Dietrych-Szóstak i Oleszek [1998] podają, że łączna zawartość flawonoidów w nasionach gryki zależy istotnie od parametrów ich obróbki i kształtuje się na poziomie od $188,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w kaszach jasnych do $46,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w kaszach poddanych intensywnemu prażeniu. Mniejszy spadek zawartości związków fenolowych w nasionach gryki podają Stempińska i in. [2007], którzy analizowali obłuszczone mechanicznie ziarniaki gryki poddane obróbce termicznej w komorze badań cieplnych (160°C przez 30 minut). Oznaczyli oni związki fenolowe ogółem w obłuszczonych ziarniakach gryki na poziomie $2640 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ i $2630 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w ziarniakach poddanych obróbce cieplnej.



- 1 – kaszarnia nr 1, kasza nieprażona – mill no. 1, unroasted groats
 2 – kaszarnia nr 1, kasza prażona metodą starą – mill no. 1, groats roasted using old method
 3 – kaszarnia nr 1, kasza prażona metodą nową – mill no. 1, groats roasted using new method
 4 – kaszarnia nr 2, kasza prażona – mill no. 2, roasted groats
 5 – kaszarnia nr 3, kasza prażona – mill no. 3, roasted groats

Rys. 1. Zmiany zawartości związków fenolowych ogółem (%) w zależności od czasu przechowywania
 Fig. 1. Changes in the total phenolic compounds content (%) under the influence of the storage process

Proces przechowywania kasz wpłynął na zawartość polifenoli ogółem w różnym stopniu. Zawartość tych związków w kaszy nieprażonej przechowywanej wzrosła z poziomu 2083,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (produkt świeży) do 3342,1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (kasza przechowywana przez 12 miesięcy), co daje wzrost o około 60% (tab. 1, rys. 1). Brak istotnych statystycznie zmian zawartości polifenoli do 8 miesiąca przechowywania zaobserwowano w kaszy prażonej w zakładzie 1 metodą z zastosowaniem ogrzewania drewnem, natomiast po kolejnych 4 miesiącach zawartość tych związków obniżyła się o 12%. W przypadku pozostałych trzech kasz prażonych po 12 miesięcznym przechowywaniu zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie się ilości związków fenolowych ogółem o 50–80% ich początkowej zawartości (tab. 1, rys. 1). Proces prażenia prowadzony w kotłach podciśnieniowych stosowany w kaszarni nr 2 i 3 oraz obróbka z zastosowaniem głowicy ogrzewającej nasiona w prażarce bębnowej w kaszarni nr 1 (nowa metoda prażenia) wpłynęły na zmiany zawartości polifenoli w czasie przechowywania w podobnym stopniu. Zawartość związków fenolowych w nasionach gryki zmienia się w zależności od wielu czynników, np. zaraz po zbiorze może wzrastać lub zmniejszać się, natomiast w czasie przechowywania najczęściej maleje [Sikorski i in. 1994]. Zdecydowana większość danych literaturowych na temat wpływu przechowywania surowców i produktów spożywczych na zawartość składników fenolowych dotyczy produktów innych niż zboża. Sieliwanowicz i in. [2005] badali zmiany zawartości związków fenolowych, parametrów barwy i aktywności przeciwutleniającej w czasie przechowywania soków z wybranych odmian jabłek. Wykazali oni, że sok wytworzony z mieszaniny dwóch odmian jabłek charakteryzował się w czasie przechowywania wyższą stabilnością fizyczną i biochemiczną w porównaniu z sokami jednorodnymi, otrzymywanymi z poszczególnych odmian, czego przyczyną może być indukowany aktywnością oksydazy polifenolowej na etapie otrzymywania soku mieszanego spadek zawartości kwasu chlorogenowe-

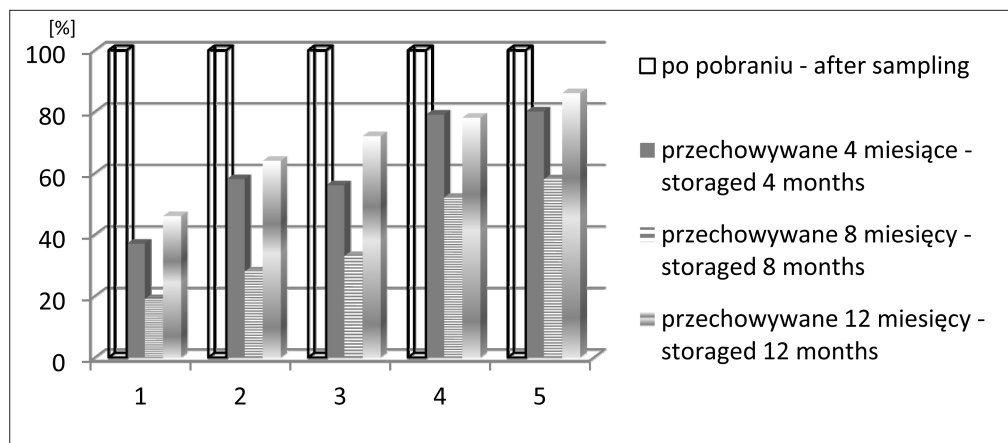
go i epikatechiny. Moussaid i in. [2004] wykazali, że w czasie przechowywania pomarańczy przez 9 tygodni w temperaturze 20°C zawartość związków fenolowych ogółem wzrastała, co miało związek ze zmianą nasycenia barwy mierzoną kolorymetrycznie. Sinkovič i in. [2014] analizowali zmiany zawartości polifenoli ogółem zachodzące w liściach cykorii pod wpływem sześciotygodniowego przechowywania i wykazali, że pod wpływem tego procesu zawartość związków fenolowych zwiększa się lub maleje, co zależy od analizowanej odmiany i umiejscowienia liści (zmiany w liściach zewnętrznych były większe). Galmarini i in. [2013] wykazali z kolei 61% spadek zawartości niektórych frakcji związków fenolowych w czasie przechowywania win czerwonych.

Największą zawartość rutyny stwierdzono w kaszy nieprażonej (332,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – próba świeża), podczas gdy w kaszach prażonych jej zawartość była niższa nawet trzykrotnie (tab. 2). Obróbka hydrotermiczna prowadzona w prażarkach bębnowych opalanych drewnem (zakład 1 – stara metoda prażenia) spowodowała mniejsze obniżenie zawartości rutyny w porównaniu z kaszą uzyskaną z zastosowaniem głowicy ogrzewającej wykorzystującej energię z łuski gryczanej (zakład 1 – nowa metoda prażenia). Kasza prażona w kotle podciśnieniowym (zakład 3) cechowała się najniższą zawartością rutyny, co wskazuje na wpływ sposobu prowadzonej w zakładach obróbki technologicznej na jej zawartość. Zmniejszenie się zawartości rutyny pod wpływem obróbki termicznej podaje również Stempińska i in. [2007], którzy wykazali, że zawartość flawonoidów w ziarniakach gryki poddawanych obróbce cieplnej w temperaturze 160°C przez 30 minut zmniejszyła się z poziomu 5830 do 5490 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Dziedzic i in. [2009] również badali wpływ obróbki hydrotermicznej na zawartość rutyny i wykazali, że jej

Tabela 2. Wpływ procesu technologicznego i czasu przechowywania na zawartość rutyny ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ surowca)
Table 2. The effect of technological process and storage time on rutin content ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of raw material)

Zakład Mills	Rodzaj produktu The kind of product	Próbki świeże (badane po pobraniu) Fresh samples (tested after sampling)	Próbki przechowywane/czas przechowywania (miesiące) The samples stored/storage time (months)		
			4	8	12
Kasznia nr 1 Mill no. 1	kasza nieprażona unroasted groats	332,4±5,4 a	124,0±3,6 c	62,8±4,8 h	152,5±13,3 b
	kasza prażona metodą starą groats roasted using old method	150,2±1,8 b	87,0±0,7g	42,4±10,1 i	96,0±1,5 ef
	kasza prażona metodą nową groats roasted using new method	112,3±0,6 d	62,8±4,1 h	37,4±2,4 i	80,6±2,2 g
Kasznia nr 2 Mill no. 2	kasza prażona roasted groats	112,4±1,3 d	88,4±0,1 fg	58,6±2,4 h	87,9±4,7 fg
Kasznia nr 3 Mill no. 3	kasza prażona roasted groats	103,3±3,9 e	82,7±1,8 g	60,1±1,8 h	88,7±2,9 fg

a, b, c... – dane oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy $p < 0,05$ – values denoted by the same letters are not statistically different at $p < 0,05$



1, 2, ..., 5 – oznaczenia jak na rys. 1 – explanation as figure 1

Rys. 2. Zmiany zawartości rutyny (%) w zależności od czasu przechowywania
Fig. 2. Changes in rutin content (%) under the influence of the storage process

zawartość pod wpływem godzinowego prażenia w temperaturze 130°C przy ciśnieniu 5–5,5 bara wzrosła z poziomu 226,2 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ oznaczonego w ziarniakach gryki z łuską przed prażeniem do 358,6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ po tym procesie, a następnie spadła do poziomu 70,18 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w kaszach prażonych.

Czas przechowywania wpłynął w podobnym stopniu na zawartość rutyny we wszystkich analizowanych produktach, niezależnie od rodzaju stosowanej obróbki hydrotermicznej. Po 12 miesiącach przechowywania nastąpiło statystycznie istotne zmniejszenie się jej zawartości we wszystkich badanych kaszach, a końcowa zawartość tego związku zależała od rodzaju produktu i sposobu prowadzonej obróbki technologicznej (tab. 2, rys. 2). Największy spadek zawartości rutyny zaobserwowano po 8 miesiącach przechowywania (o 40–80% jej początkowej ilości), natomiast po kolejnych 4 miesiącach zawartość rutyny wzrosła. Mogło to być spowodowane interakcjami między rutyną a innymi składnikami nasion gryki. Dane literaturowe dotyczące wpływu procesu przechowywania na zawartość tego związku, podobnie jak w przypadku ogólnej zawartości związków fenolowych, dotyczą głównie produktów innych niż zboża. Šarić i in. [2012] również wykazali spadek ilości rutyny pod wpływem przechowywania miodów akacjowych i wielokwiatowych, natomiast Stoffyn i in. [2012] analizowali zmiany jej zawartości w przechowywanych szparagach i wykazali, że wielkość zmian zależy od rodzaju analizowanych odmian. W przypadku niektórych z nich zawartość rutyny po dwutygodniowym przechowywaniu wzrosła z poziomu 490 do 507 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, w innych natomiast zmalała z poziomu 576 do 392 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

WNIOSKI

1. Zawartość związków fenolowych ogółem i rutyny w kaszach gryczanych zależy od sposobu prowadzenia obróbki hydrotermicznej.
2. Czas przechowywania kasz prażonych wpłynął na zróżnicowane obniżenie zawartości związków fenolowych ogółem, a ich poziom w kaszy nieprażonej wzrósł.

3. Zawartość rutyny w kaszach przechowywanych niezależnie od sposobu ich produkcji zmalała, przy czym największe obniżenie jej zawartości stwierdzono po 8 miesiącach przechowywania.

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.
- Briggs C.J., Campbell C., Pierce G., Jiang P. 2004. Bioflavonoid analysis and antioxidant properties of tartary buckwheat accessions. *Proceed. 9th International Symposium on Buckwheat. Prague, 18–22 August 2004*: 593–597.
- Dietrych-Szóstak D. 2001. Zawartość wybranych związków polifenolowych w nasionach trzech odmian gryki. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk.* 85: 15–20.
- Dietrych-Szóstak D., Oleszek W. 1998. The composition and concentration of flavonoids in buckwheat groats and hulls. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7(48)/2(S): 151–153.
- Dietrych-Szóstak D., Oleszek W. 2001. Obróbka technologiczna a zawartość antyoksydantów w przetworach gryczanych. *Przem. Spoż.* 1: 42–44.
- Dimberg L.H., Molteberg E.L., Solheim R., Frohlich W. 1996. Variation in oat groats due to variety, storage and heat treatment. I. Phenolic compounds. *J. Cereal Sci.* 24:263–272.
- Dziedzic K., Drożdżyńska A., Górecka D., Czaczyk K. 2009. Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 67(6): 81–90.
- Dziedzic K., Górecka D., Drożdżyńska A., Czaczyk K. 2008. Wpływ procesu otrzymywania kaszy gryczanej prażonej na zawartość wybranych składników odżywczych. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 60(5): 63–70.
- Dziedzic K., Górecka D., Kobus-Cisowska J., Jeszka M. 2010. Możliwości wykorzystania gryki w produkcji żywności funkcjonalnej. *Nauka Przyr. Technol.* 4(2), #28.
- Galmarini M.V., Maury Ch., Mehinagic E., Sanchez V., Baeza R.I., Mignot S., Zamora M.C., Chirife J. 2013. Stability of individual phenolic compounds and antioxidant activity during storage of red wine powder. *Food Bioprocess. Technol.* 6: 3585–3595.
- Klepacka J., Fornal Ł. 2006. Związki biologicznie aktywne gryki i ich funkcje prozdrowotne. *Fragm. Agron.* 23(1): 78–92.
- Klepacka J., Gujska E., Michalak J. 2011. Phenolic compounds as cultivar- and variety-distinguishing factors in some plant products. *Plant Foods Hum. Nutr.* 66: 64–69.
- Li F., Yuan Y., Yang X., Tao S., Ming J. 2013. Phenolic profiles and antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench and *Fagopyrum tartaricum* L. Gaerth) hulls, brans and flours. *J. Integ. Agric.* 12: 1684–1693.
- Liszewski M., Chorbiński P., Kozłowska K., Wójcik A. 2013. Wpływ nawożenia azotem oraz miedzią i manganem na plonowanie gryki. *Fragm. Agron.* 30(4): 74–83.
- Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R.J., Castillo J.E., Lopez-Bellido F.J. 2000. Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed mediterranean conditions. *Agron. J.* 92: 1054–1063.
- Moussaid M., Gaillet S., Nketsia-Tabiri J., Boubekri C., Lacroix M. 2004. Phenolic compounds and the colour of oranges subjected to a combination treatment of waxing and irradiation. *J. Sci. Food Agric.* 84: 1625–1631.
- Pauličková I., Vyžralová K., Holasová M., Fiedlerová V., Vavreinová S. 2004. Buckwheat as functional food. *Proceed. 9th International Symposium on Buckwheat. Prague, 18–22 August 2004*: 587–592.
- Ribereau-Gayon P. 1972. *Plant phenolics*. Hafner Publishing Company, New York.
- Šarić G., Marković K., Major N., Krpan M., Uršulin-Trstenjak, Hruškar M., Vahčić N. 2012. Changes of antioxidant activity and phenolic content in acacia and multifloral honey during storage. *Food Technol. Biotechnol.* 50: 434–441.

- Sieliwanowicz B., A.G. Hałasińska, Trzcńska M., Jakubowski A., Lipowski J., Skąpska S. 2005. Changes of phenol compounds content, color parameters and antioxidant activity during storage of juices from selected apple varieties. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 4(1): 83–91.
- Sikorski Z.E. (red.) 1994. *Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności*. Wyd. Nauk. Techn. Warszawa: ss. 543.
- Sinkovič L., Hribar J., Vidrih R. 2014. Influence of cultivar and storage of chicory (*Cichorium intybus* L.) plants and polyphenol composition and antioxidative potential. *Czech. J. Food Sci.* 32(1): 10–15.
- Stempińska K., Soral-Śmietana M., Zieliński H., Michalska A. 2007. Wpływ obróbki termicznej na skład chemiczny i właściwości przeciwutleniające ziarniaków gryki. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 54(5): 66–76.
- Stoffyn O.M., Tsao R., Liu R., Wolyn D.J. 2012. The effects of environment and storage on rutin concentration in two asparagus cultivars grown in southern Ontario. *Can. J. Plant Sci.* 92: 901–912.
- Suwara I., Gawrońska-Kulesza A., Kaczmarska M. 2000. Wpływ przedplonu i nawożenia azotem na produktywność i wydajność energetyczną pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 120(2): 415–420.
- Trzcńska A., Klepacka J., Smoczyński S.S. 2011. Analiza ogólnej zawartości związków fenolowych w przetworach gryczanych. *Towarozn. Probl. Jakości* 29(4): 92–101.
- Zieliński H., Achremowicz B., Przygodzka M. 2012. Przeciwutleniacze ziarniaków zbóż. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 80(1): 5–26.

J. KLEPACKA

EFFECT OF ROASTING PROCESS AND STORAGE TIME ON THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS IN BUCKWHEAT GROATS

Summary

The content of total phenolic compounds and rutin amount in buckwheat groats taken from three polish mills using different parameters of hydrothermal treatment were analyzed. The influence of storage process (which was continued during 4, 8 and 12 months) on the amount of these compounds was analyzed too. It has been shown that the content of total phenolics and rutin in buckwheat groats depends on the kind of seed treatment and industrial condition process using in mills from which samples were taken. During storage of roasted groats the content of total phenolic compounds decreased to varying degrees but in unroasted product increased which could be due to parameters of hydrothermal treatment. Independently of industrial conditions process the rutin content during storage decreased and the largest decrease in the quantity of this phenolic compound was observed after 8 months of storage.

Key words: buckwheat, phenolic compounds, rutin, buckwheat groats

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 28.01.2015

Do cytowania – *For citation*:

Klepacka J. 2015. Wpływ procesu prażenia i czasu przechowywania na zawartość związków fenolowych w kaszy gryczanej. *Fragm. Agron.* 32(1): 58–65.