

Grażyna Podolska

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

**GRYKA ŹRÓDŁEM SKŁADNIKÓW DO PRODUKCJI ŻYWNOŚCI
FUNKCJONALNEJ***

Słowa kluczowe: gryka, białka, związki bioaktywne, procesy technologiczne

Wstęp

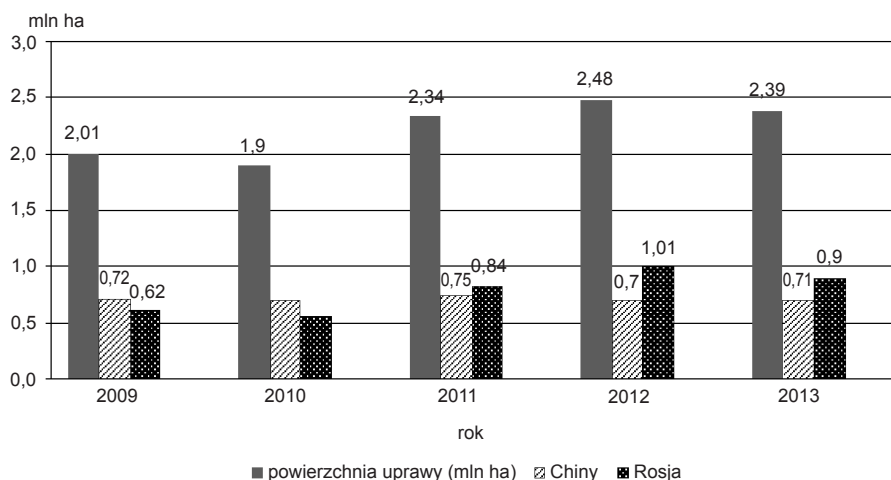
Żywność jest jednym z głównych czynników wpływających na zdrowie i samopoczucie ludzi. Zauważył to już Hipokrates, który powiedział: „Niech żywność będzie waszym lekarstwem” oraz „Wszystkie choroby przychodzą do człowieka przez usta z pożywieniem” (65). Współczesna medycyna docenia znaczenie żywienia w profilaktyce i leczeniu tzw. chorób cywilizacyjnych. Udowodniono, że ponad 50 zespołów chorobowych rozwija się na skutek wadliwego żywienia, są to choroby tzw. dietozależne. Zalicza się do nich: choroby sercowo-naczyniowe, nowotwory, otyłość, cukrzycę, osteoporozę, alergię i uszkodzenie wątroby. Konsumentów coraz bardziej świadomy takiego związku oczekują żywności o specyficznych cechach prozdrowotnych – żywności funkcjonalnej. „Żywność może być uznana za funkcjonalną, jeżeli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu, ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia i samopoczucia i/lub zmniejszaniu ryzyka chorób. Żywność funkcjonalna musi pozostawać żywnością i wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które będą normalnie spożywane z dietą, przy czym nie są to tabletki czy kapsułki, ale normalny skład diety” (58). Za kluczowe dla osiągnięcia profilaktycznego i terapeutycznego działania żywności funkcjonalnej uznano następujące substancje: błonnik pokarmowy, fruktooligosacharydy, alkohole wielowodorotlenowe, polifenole, fosfolipidy, białka i peptydy, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, składniki mineralne, witaminy, probiotyki, nitrozwiazki (33, 56, 63). Jednym ze sposobów wytwarzania tego rodzaju żywności

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

jest wzbogacanie produktów w wyżej wymienione związki lub wzbogacenie diety o produkty w nie bogate (21, 24, 25, 28, 60). Bardzo ważnym komponentem żywności funkcjonalnej są surowce zbożowe w tym gryka (10).

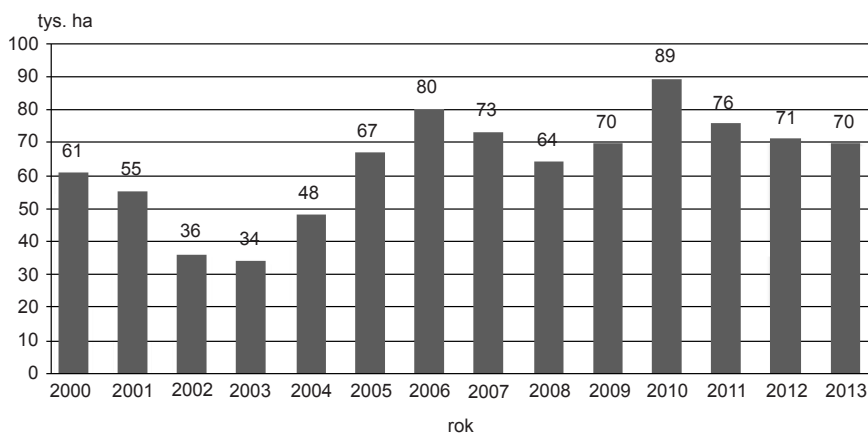
Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum* Moench) jest rośliną dwuliścienną z rodziny rdestowatych, zaliczana do grupy roślin zbożowych ze względu na podobny skład chemiczny nasion, ich użytkowanie oraz agrotechnikę. Pochodzi ona ze wschodniej i środkowej Azji. Grykę zaczęto uprawiać ok. 2000 r. p.n.e. w górskich rejonach północnej Indii (dziś częściowo Pakistan). Stamtąd uprawa zawędrowała do Chin, Korei i Japonii, jednocześnie rozpowszechniając się w Azji Środkowej. Gryka w Europie środkowej była znana w epoce neolitu. W XIII–XIV w. jej uprawa rozpowszechniła się na zachód Europy. W Polsce pierwsze wzmianki o gryce jako roślinie uprawnej pochodzą z XVI w.

Powierzchnia uprawy gryki w świecie w ostatnich latach wynosi od 1,9 do 2,48 mln ha, a największy areał uprawy znajduje się w Rosji, Chinach i na Ukrainie (rys. 1). W Polsce w latach 2000–2013 wahał się od 34 (2003 r.) do 89 tys. ha (2010 r.) (rys. 2). Z gryki pozyskuje się przede wszystkim orzeszki, które mają cenne właściwości odżywcze, dietetyczne i zdrowotne. Wykorzystuje się ją na cele konsumpcyjne i lecznicze. Ze względu na unikatowy skład chemiczny orzeszki gryki stanowią cenny surowiec do produkcji żywności funkcjonalnej i dodatków do żywności (4, 26, 43, 47, 50).



Rys. 1. Powierzchnia uprawy gryki na świecie oraz w Chinach i Rosji

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FAO (66)



Rys. 2. Powierzchnia uprawy gryki w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FAO (66)

Skład chemiczny gryki istotny z funkcjonalnego punktu widzenia

Tłuszcze gryki mają zróżnicowany skład, co czyni ją cennym surowcem z punktu widzenia żywieniowego. Stanowią one przeciętnie od 2,5 do 3,5% s.m.; wśród nich na szczególną uwagę zasługuje wysoka zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (90% s.m.), w tym trójglicerydów ok. 2%, fosfolipidów 0,8% oraz fitosteroli 0,06%.

Wśród węglowodanów przeważa skrobia, której zawartość wynosi od 59 do 79% s.m. (55). Spośród składników pełniących funkcje fizjologiczne na szczególną uwagę zasługuje błonnik pokarmowy, w tym skrobia oporna na amylozę, która stanowi od 33 do 38% ogólnej jej zawartości. Duży udział tej frakcji powoduje, że skrobia gryczana zaliczana jest do niskoenergetycznej, ponieważ frakcja oporna nie jest wchłaniana w jelicie cienkim, a ulega fermentacji w jelicie grubym (16, 20, 61).

Popiół stanowiący 2% s.m. nasion gryki charakteryzuje się wysoką zawartością makro- i mikroelementów (K, Mg, Fe, Cu, Cr, Zn, Co) niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Na szczególną uwagę zasługuje duża zawartość magnezu (21–63 mg w 100 g produktu) oraz rzadkich pierwiastków, takich jak brom, kobalt i platyna (7, 16). Minerale, a szczególnie potas, powodują obniżenie ciśnienia krwi (32). Orzeszki gryki są również bogatym źródłem witamin z grupy B, choliny, witaminy PP oraz E, a ponadto zawierają witaminy o charakterze przeciwutleniającym, do których należą witamina E oraz w śladowych ilościach β -karoten (21, 63).

Białka gryki stanowią od 11 do 16% s.m. Ich wartość biologiczna oraz skład frakcyjny jest jednym z kryteriów decydujących o wykorzystaniu gryki do produkcji żywności funkcjonalnej (18, 29). Charakteryzują się dobrze zbilansowanym składem aminokwasowym i dużą ilością aminokwasów egzogennych (tab. 1). Zawartość lizyny jest ok. 2-krotnie większa niż w białku ziarna zbóż. Białko gryki jest też bogate

w argininę i tryptofan. Jego wartość biologiczna jest zbliżona do wartości biologicznej białka jaja kurzego. Pisulewska i in. 2001 (51), porównując skład aminokwasowy białka orzeszków polskich odmian gryki z wzorcem białka idealnego opracowanym przez FAO/WHO (17) dla ludzi dorosłych stwierdziła, że za wyjątkiem poziomu leucyny w przypadku odmiany Luba białko to pokrywa zapotrzebowanie dzienne człowieka na aminokwasy niezbędne. Natomiast porównując go z wzorcem białka idealnego opracowanym przez Millworda (45) stwierdziła, że wartości wszystkich aminokwasów w pełni pokrywają zapotrzebowanie człowieka na aminokwasy niezbędne (tab.1), a strawność rzeczywista białka jest podobna do najlepszych pod względem żywieniowym polskich odmian pszenicy i pszenżyta. W porównaniu z roślinami zbożowymi, a przede wszystkim pszenicy, gryka różni się w zawartości poszczególnych grup białek. Głównymi grupami białek gryki są albuminy i globuliny (tab. 2), natomiast prolaminę mają niewielki udział. Najprawdopodobniej mała ilość prolamin decyduje o tym, że skład białka gryki jest tak doskonały (30). Udowodniony jest wpływ białkowych ekstraktów gryki na obniżenie poziomu frakcji cholesterolu LDL i VLDL, a wynika to z niskiego stosunku lizyny do argininy i metioniny do glicyny (36). Bijlani i in. (3) badali profil lipidowy 12 pacjentów, dla których jeden posiłek w ciągu dnia stanowiło danie przygotowane ze 100 g mąki gryczanej. Po upływie 4 tygodni zaobserwowali statystycznie istotny wzrost frakcji HDL z $42,8 \pm 11,4$ mg/100 cm³ do $55,2 \pm 15,3$ mg/100 cm³, oraz wzrost stosunku frakcji HDL do całkowitego cholesterolu z $26,7 \pm 7,0\%$ na $33,8 \pm 10,2\%$.

Kayashita i in. (36), prowadząc badania nad wpływem ekstraktu białkowego z mąki gryczanej na metabolizm cholesterolu u szczurów otrzymali ekstrakt zawierający 61,9% białka, 11,3% tłuszczu, 11,3% pozbawionych włókna węglowodanów oraz 10,1% wilgotności. Uzyskali oni obniżenie poziomu cholesterolu w osoczu oraz wątrobie w wyniku karmienia zwierząt przez 3 tygodnie wymienionym ekstraktem w porównaniu z białkiem sojowym (tab. 3). W innych badaniach Kayashita i in. (36) wykazali istotny wpływ ekstraktu białkowego z mąki gryczanej na obniżenie trójglicerydów w osoczu w porównaniu z dietą zawierającą kazeinę. Ponadto koncentracja wolnych kwasów tłuszczowych, cholesterolu całkowitego i fosfolipidów po spożyciu diety składającej się z koncentratu z mąki gryczanej była istotnie niższa niż w diecie, w której stosowano kazeinę (tab. 4). Inne działanie prozdrowotne ekstraktów białkowych gryki związane jest z zapobieganiem rozwojowi nowotworów jelita grubego (36), obniżaniem tkanki tłuszczowej w okolicach nerek i nadnerczy.

Właściwości białek gryki, a przede wszystkim brak frakcji α -gliadyny powoduje, że gryka może być stosowana u osób chorych na celiakię (9, 18, 54, 59).

Tabela 1

Skład aminokwasowy (mg·g⁻¹ białka) oraz wartość odżywcza białka orzeszków gryki

Aminokwas	Wzorzec FAO/ WHO (17)	Millword (45)	Odmiana		
			Hruszowska	Luba	Panda
Histydyna	19		25	25	26
Izoleucyna	28	30	36	36	36
Leucyna	66	44	66	65	66
Lizyna	58	31	61	58	59
Metionina +Cystyna	25	27	48	40	43
Fenylalanina+Tyrozyna	63	33	69	70	70
Treonina	34	26	36	35	35
Walina	35	23	47	48	48
CS				98	
TD				88	
CS _{TD}				86	
Aminokwas limitujący				Leucyna	

Źródło: Pisulewska i in., 2001 (51)

Tabela 2

Rozmieszczenie frakcji białkowych w mące gryczanej z całego ziarna i wyciągowej

Frakcje białkowe	Zawartość białka (mg·g ⁻¹ mąki)		
	mąka z całych nasion	mąka – wyciąg 16%	mąka – wyciąg 40%
Zawartość ogółem	121,0	42,0	37,2
Albuminy	15,1	5,2	3,9
Globuliny	78,0	7,1	4,8
Prolaminy	3,5	1,3	1,1
Gluteliny	9,7	1,9	1,1
Białko nierozpuszczalne	14,7	26,5	26,3
Stosunek albumin/globulin	0,19	0,73	0,81

Źródło: Ikeda i in., 1991 (29)

Tabela 3

Waga wątroby oraz ilość tłuszczów u szczurów karmionych różną dietą

	Ekstrakt z mąki gryczanej	Ekstrakt sojowy	Kazeina
Cholesterol (mg·g ⁻¹ wątroby)	23,8c*	38,1b	43,7a
Trójglicerydy (mg·g ⁻¹ wątroby)	96,6a	85,5b	77,0b
Fosfolipidy (mg·g ⁻¹ wątroby)	35,1a	32,9a	31,0a

* różne litery oznaczają istotność (p < 0,05)

Źródło: Kayashita i in., 1995 (36)

Wpływ diety na tłuszcze osocza

	Kazeina	Ekstrakt sojowy	Ekstrakt z mąki gryczanej
Trójglicerydy (m mol·L ⁻¹)	1,52a	1,03ab	0,75b
Wolne kwasy tłuszczowe (m mol·L ⁻¹)	0,68a	0,48b	0,48b
Cholesterol całkowity (m mol·L ⁻¹) (a)	2,17a	1,69b	1,78b
HDL Cholesterol (m mol·L ⁻¹) (b)	1,23a	0,93b	1,30a
Stosunek (a)/(b)	0,57b	0,55b	0,73a
Fosfolipidy (m mol·L ⁻¹)	2,37a	1,97b	1,99b

Źródło: Kayashita i in., 1995 (36)

Związki antyoksydacyjne są ważnym składnikiem żywności funkcjonalnej lub surowców do jej produkcji. Zapobiegają one powstawaniu nadmiaru wolnych rodników w organizmach przez reakcję z nimi („wymiatanie”) lub poprzez blokadę ich powstawania (5, 44, 52, 64). W przypadku gryki są to flawonoidy i flawony, kwasy fenolowe, taniny oraz sterole.

W owocach gryki występuje niewielka ilość steroli. Jak podaje Gąsiorowski (21) znajdują się one przede wszystkim w bielmie oraz w tkankach zarodka. Suma ich wynosi ok. 198 mg·100 g⁻¹, w tym β-sitosterolu jest najwięcej – 164 mg·100 g⁻¹, kampesterolu – 20 mg·100 g⁻¹ i stigmasterolu – 8 mg·100 g⁻¹. W mące gryczanej znajduje się mniej steroli, bo ok. 51,5 mg·100 g⁻¹ s.m., podobnie jak w całych orzeszkach najwięcej jest β-sitosterol (26 mg·100 g⁻¹ s.m.), a pozostałe to kampesterol (8,8 mg·100 g⁻¹ s.m), stigmasterol (2,2 mg·100 g⁻¹ s.m.), stanole (14,5 mg·100 g⁻¹ s.m.) (63). Zaslужują one jednak na szczególną uwagę ze względu na pozytywny wpływ na poziom cholesterolu we krwi. Na skutek podobieństwa strukturalnego do cholesterolu β-sitosterol wywołuje w stosunku do niego silny efekt konkurencyjny prowadzący do obniżenia jego absorpcji w jelicie cienkim (35, 41). Ponadto związki te zapobiegają procesom oksydacyjnym zachodzących w tłuszczach jadalnych, przedłużając ich trwałość (23), również ograniczają niekorzystne zmiany zachodzące w tłuszczach podczas smażenia (6).

Inna grupa związków o charakterze antyoksydacyjnym to flawonoidy. Przypisuje się im ważną funkcję prozdrowotną. Wynika ona głównie z ich właściwości przeciwutleniających i zdolności do modyfikowania enzymów odpowiedzialnych za działanie immunologiczne, kancerogenezę i transformacje komórkowe. Wiele flawonoidów hamuje peroksydację lipidów, poprawia czynność śródbłonna naczyniowego, hamuje agregację płytek krwi i napięcie mięśni otaczających tętnice w chorobach układu naczyniowego, a w zakresie zapobiegania nowotworom ogranicza uszkodzenia DNA, proliferację komórek i wzrost guzów. Flawonoidy gryki wpływają na elastyczność żył, redukują ciśnienie krwi i pobudzają organizm do wykorzystania witaminy C (1, 5, 28, 41, 49, 63).

Gryka zwyczajna zawiera 6 flawonoidów: rutynę, kwercetynę, orientynę, izoorientynę, witeksynę i izowiteksynę. Ich zawartość w niektórych odmianach gryki jest większa niż w zbożach, warzywach, owocach, a nawet herbacie (8, 13, 34, 53). Rutyna jest flawonoidem występującym w największej ilości. Występuje zarówno w łusce, jak i nasionach gryki. W nasionach poza rutyną występuje u niektórych odmian izowiteksyna, przy czym stężenie jej jest wielokrotnie mniejsze (rys. 3). Łuska gryki zawiera poza rutyną kwercetynę, orientynę, izoorientynę, witeksynę i izowiteksynę (rys. 4) (11, 13, 39, 40). Orzeszki są jednak znikomym źródłem tych flawonoidów, a najwięcej ich zawierają liście gryki w okresie przed kwitnieniem (39, 40, 48).

Zawartość flawonoidów w orzeszkach zależy od odmiany, warunków siedliska i agrotechniki, natomiast w produktach zależy od sposobu wytwarzania kasz, jak i przyrządzania posiłków.

W Polsce do niedawna uprawiano odmiany: Emka, Hruszowska, Kora, Luba i Panda. Zostały one przebadane pod względem ilości flawonoidów. Jak podaje Dietrych-Szóstak (13), największą sumaryczną zawartością tych związków w orzeszkach gryki stwierdzono u odmiany Kora (138,38 mg·100 g⁻¹), a najmniejszą u odmiany Emka (78,18 mg·100 g⁻¹) (13). Koncentracja rutyny w odłuszczonych orzeszkach wynosi od 9,0 do 19,5 mg·100 g⁻¹ (rys. 3). Najzasobniejsze w nią są odmiany Emka i Panda, następnie Hruszowska i Luba. Poza rutyną jedynie odmiany Emka, Hruszowska i Kora zawierają izowiteksynę (rys. 3). Łuski gryki zawierają wszystkie 6 flawonoidów (rys. 4), przy czym podobnie jak w nasionach dominującym flawonoidem jest rutyna, a jej zawartość waha się od 48,8 mg·100 g⁻¹ (Panda, Emka) do 80 mg·100 g⁻¹ (Luba) (11, 13).

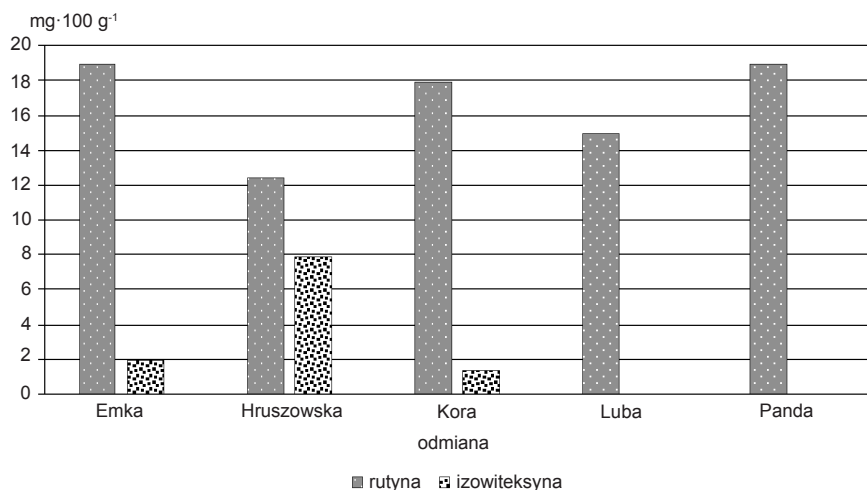
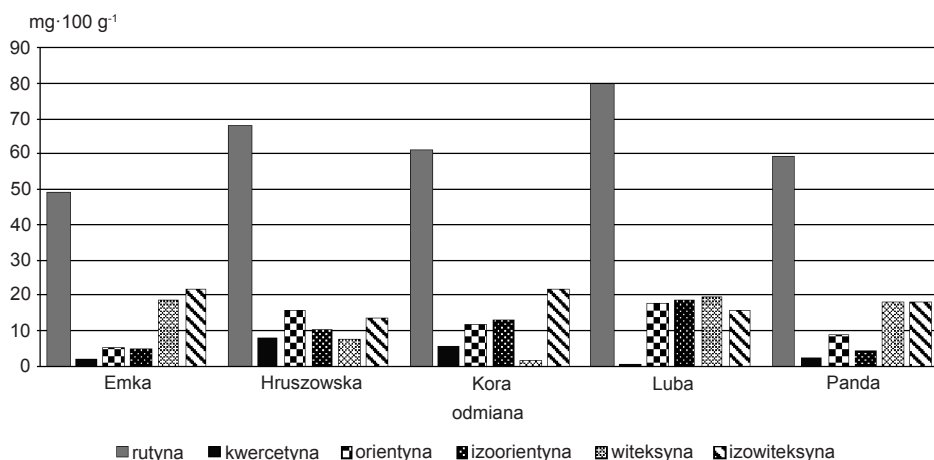
W przeciwieństwie do przedstawionych powyżej badań Kwiatkowski (42) wykazał, że polskie odmiany (Kora, Luba, Panda) uprawiane w tych samych warunkach siedliska i agrotechniki charakteryzują się mało zróżnicowaną ilością rutyny w orzeszkach i wynosi ona ok. 40 mg·100 g⁻¹. Autor ten udowodnił dużo większą zmienność poziomu tego związku w orzeszkach między poszczególnymi latami niż między odmianami, co wskazuje, że ilość rutyny jest determinowana warunkami pogodowymi (tab. 5). Tezę tę potwierdzają badania Brounori i in. (2) wykazujące interakcję odmiany i miejsca uprawy w ilości rutyny w odmianach gryki. Zmienność ilości rutyny w zależności od warunków pogody wyjaśniają badania Ohsawy i Tsutsumi (46) udawadniające, że jej ilość jest zależna od długości dnia, oraz badania Gaberescik i in. (19), Germ (22) oraz Krefta i in. (40, 41) wskazujące na korzystny wpływ promieniowania UV-B na ilość rutyny. Suzuki i in. (57) wykazali, że kumulacja tego flawonoidu w roślinach jest reakcją gryki na stres suszy i chłodu.

Tabela 5

Zawartość rutyny w orzeszkach gryki (mg 100·g⁻¹)

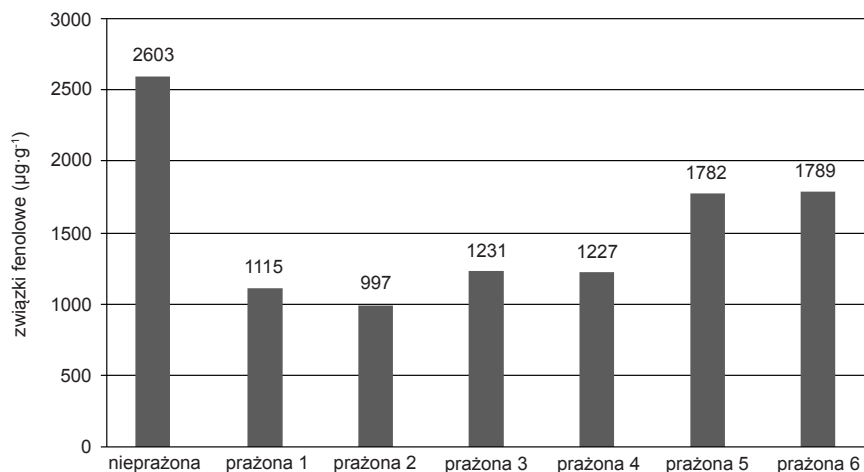
Rok	Odmiana		
	Kora	Luba	Panda
2004	39,5	39,0	40,3
2005	44,8	46,2	45,1
2006	35,6	34,1	35,5
Średnia	40,0	39,8	40,3

Źródło: Kwiatkowski, 2010 (42)

Rys. 3. Zawartość poszczególnych flawonoidów w odłuszczonych nasionach polskich odmian gryki
Źródło: Dietrych-Szóstak i Suchecki, 2003 (11)Rys. 4. Zawartość poszczególnych flawonoidów w okrywkach owocowych polskich odmian gryki
Źródło: Dietrych-Szóstak i Suchecki, 2003 (11)

Procesy technologiczne produkcji kasz

W Polsce, Rosji i na Ukrainie gryka jest wykorzystywana przede wszystkim do produkcji kasz. W zależności od stosowanych operacji w procesie produkcyjnym, uzyskuje się różne jej rodzaje, np. kasze całe i łamane. Zastosowanie zabiegu hydrotermicznego pozwala wyróżnić 2 typy kaszy gryczanej: prażoną i nieprażoną. Skład chemiczny kasz, a więc także ich wartość odżywcza, w dużym stopniu zależy od procesu jej produkcji. Majkowska i in. (44), porównując zawartość związków fenolowych ogółem w kaszy gryczanej nieprażonej i kaszach gryczanych prażonych stwierdzili duże zróżnicowanie w zawartości związków fenolowych wynoszące od 996 do 2603 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Autorzy ci stwierdzili najwyższą koncentrację w kaszy gryczanej nieprażonej (rys. 5). Uważają oni, że różnica ta wynika prawdopodobnie ze stosowanego podczas produkcji kasz zabiegu prażenia, w wyniku którego orzeszki poddawane są działaniu wysokiej temperatury oraz ciśnienia. Klepacka (37) z kolei donosi, że największą zawartością polifenoli charakteryzują się nasiona gryki prażone w kotłach podciśnieniowych (2412,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), a najmniejszą kasza uzyskana w wyniku prowadzenia obróbki w prażarkach bębnowych (836,9 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).



Rys. 6. Zawartość związków fenolowych ogółem w kaszach gryczanych wyrażona jako ekwiwalent kwasu galusowego

Źródło: Majkowska i in., 2015 (44)

Badania nad koncentracją flawonoidów w kaszy gryczanej wykazały, że wszystkie rodzaje kasz, które są dostępne na rynku w Polsce zawierają dwa flawonoidy: rutynę i izowitekсынę, z tym że stężenie rutyny jest 20–40-krotnie wyższe niż izowitekсынny (12). Najwięcej rutyny i izowitekсынny jest w kaszy jasnej nieprażonej (12,8 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), a najniższe w kaszy ciemnobrązowej prażonej uzyskanej

w technologii z zastosowaniem pary wodnej pod ciśnieniem ($5,13 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) (12). Dietrych-Szóstak i Oleszek (14) podają, że łączna zawartość flawonoidów zależy od parametrów obróbki kasz 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 oraz, że w miarę zwiększania temperatury i czasu obróbki hydrotermicznej zawartość związków fenolowych maleje. Dietrych-Szóstak i Oleszek (14) oraz Zielińska i in. (62) wykazali, że w zależności od wysokości temperatury stosowanej w czasie obróbki zawartość polifenoli może się zmieniać w różnym stopniu, a zmiany zależą od formy, w jakiej polifenole występują w produktach spożywczych oraz wynikającej z niej ich stabilności termicznej. Dziędzic i in. (15), badając wpływ zabiegów technologicznych stosowanych podczas produkcji kaszy gryczanej na zawartość wybranych związków przeciwutleniających w orzeszkach gryki przed prażeniem i po prażeniu w łusce, kaszy gryczanej łamanej i kaszy gryczanej całej udowodnili, że największą ich ilość zawiera gryka po prażeniu ($520,68 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$), najmniejszą zaś kasza cała ($151,69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$). Po procesie prażenia (130°C ; $5\text{--}5,5 \text{ bar}$; 60 min. oraz w temp. 200°C ; 10 min.) orzeszki gryki charakteryzują się większą zawartością związków przeciwutleniających rutyny, kwasu galusowego, kwercytiny i katechin, mniejszą natomiast kwasu p-kumarowego w porównaniu z gryką przed procesem prażenia (16, 53).

Badania Majkowskiej i in. (44) oraz Klepackiej i Gujskiej (38) udowodniły, że dostępne na rynku kasze gryczane są zróżnicowane pod względem zawartości kwasów fenolowych. Wykazały obecność w nich kwasu galusowego, wanilinowego, syringowego, p-kumarowego oraz ferulowego (tab. 6). Dominującym kwasem jest kwas galusowy, a jego zawartość waha się od $170 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ w kaszy nieprażonej do $1519 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ w kaszy prażonej 1. Ponadto wymienieni Autorzy stwierdzili, że zawartość pozostałych kwasów jest również zróżnicowana, i tak kwasu wanilinowego wynosi od $46,0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ do $112 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 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 (38).

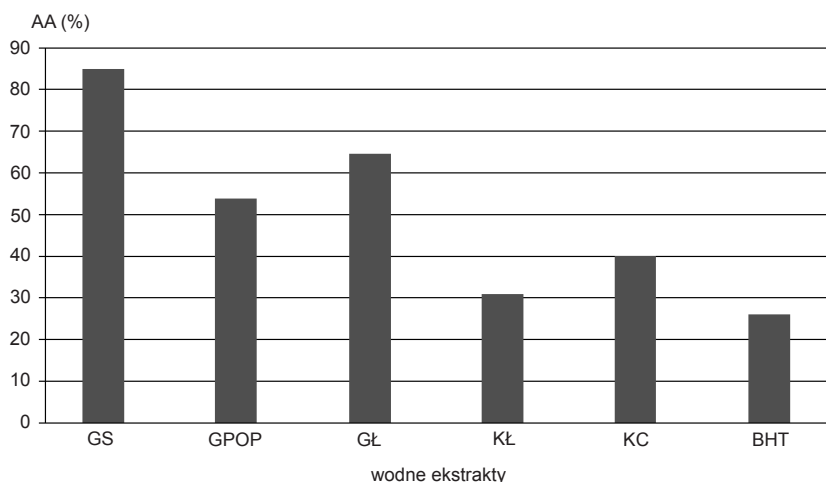
Tabela 6

Zawartość kwasów fenolowych w kaszach gryczanych wyrażona w $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$

Rodzaj kaszy	Kwas					
	galusowy	wanilinowy	syringowy	p-kumarowy	ferulowy	
Prażona	1	1520a	46,0f	137bc	11,93c	1,43a
	2	990b	76,1c	132c	16,05a	1,81a
	3	460cd	77,1c	132c	13,14b	2,46a
	4	129d	56,3e	102d	7,40f	3,13a
	5	666c	63,0d	102d	9,45e	3,39a
	6	497cd	92,0b	140b	10,00d	1,75a
Nieprażona	170e	112,0a	152a	9,66de	1,98a	

Źródło: Majkowska i in., 2015 (44)

Właściwości przeciwutleniające związków chemicznych ocenia się na podstawie zdolności ekstraktów do wygaszania rodnika DPPH (1,1-difenylo-picrylhydrazyl); dla lepszego zobrazowania porównuje się wyniki badań z wzorcem BHT. Dziedzic i in. (15) wykazali, że wodne ekstrakty produktów powstałych podczas procesu technologicznego tworzenia kaszy gryczanej charakteryzowały się większą zdolnością wygaszania rodników DPPH w stosunku do BHT. Zdolność ta kształtowała się od 32 do 84%, odpowiednio w przypadku kaszy łamanej i ziarniaków przed prażeniem, podczas gdy dla 0,02% BHT wynosiła 25%. Przedstawione wyniki wskazują na dużą zdolność do wygaszania rodników DPPH przez substancje zawarte w próbach przed procesem prażenia i łusce gryki (rys. 6). Według wielu autorów zdolność ta zależy od zawartości flawonoidów, w tym głównie rutyny, katechin i kwercetyny (14, 39, 62).



Objaśnienia:

GS – ziarniak gryki przed procesem prażenia

GPOP – ziarniak gryki po procesie prażenia

GŁ – łuska

KŁ – kasza gryczana łamana

KC – kasza gryczana cała

Rys. 6. Zdolność wygaszania rodnika DPPH przez wodne ekstrakty: ziarniaków gryki, łuski, kaszy gryczanej łamanej i kaszy gryczanej całej

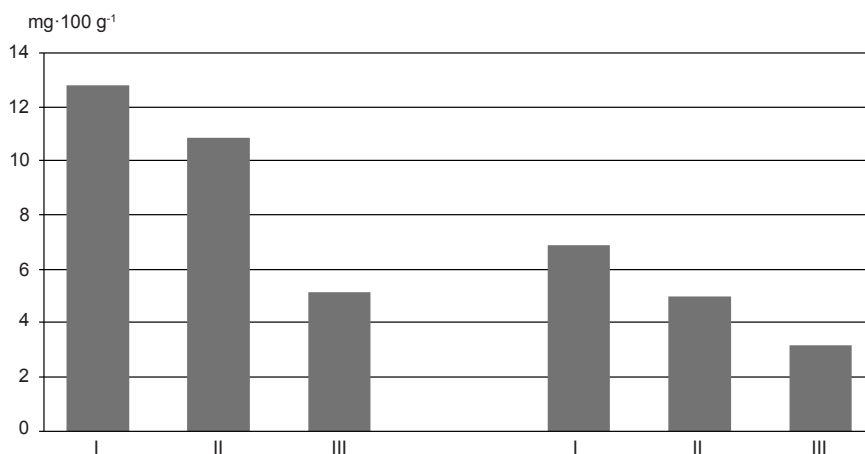
Źródło: Dziedzic i in., 2009 (15)

Obróbka cieplna wpływa również na właściwości skrobi, powodując jej częściową degradację, jak i zmniejszenie ilości skrobi odpornej na α -amylazę trzustkową (55).

Kasze są również zróżnicowane co do zawartości składników mineralnych. Ikeda i in. (31, 32) stwierdzili, że istnieje duże zróżnicowanie w ilości manganu w zależności od rodzaju kasz, mniejsze natomiast odnośnie potasu i magnezu. W badaniach tych autorów zawartość cynku w 100 g suchej masy wahała się od 1,29 do 2,61 mg, miedzi

0,31–0,63 mg, manganu 0,79–2,53 mg, wapnia 6,7–16,9 mg, magnezu 141–217 mg, potasu 322–518 mg, fosforu 265–510 mg.

Proces gotowania. Interesujące z punktu widzenia żywieniowego jest określenie ilości związków bioaktywnych w ugotowanej kaszy. Badania wielu naukowców (12, 32, 44, 49, 57) wykazały niekorzystny wpływ gotowania na zawartość związków o charakterze antyoksydacyjnym i mikroelementów. Stężenie rutyny we wszystkich kaszach po ugotowaniu w odniesieniu do kaszy surowej jest prawie dwukrotnie niższe. Najmniejszym spadkiem rutyny po ugotowaniu charakteryzuje się kasza ciemnobrązowa (rys. 7). Odmienne wyniki uzyskali Hęś i in. (27), badając aktywność przeciwutleniającą związków fenolowych ekstrahowanych z surowej i ugotowanej prażonej kaszy gryczanej. Udowodnili oni istotnie większą zawartość polifenoli w kaszy ugotowanej w porównaniu z surową. Najprawdopodobniej związane to było z częściowym uwalnianiem ich z połączeń z białkami podczas gotowania. Ponadto badacze Ci wykazali, że ekstrakt etanolowy kaszy gryczanej ugotowanej charakteryzował się wyższą zdolnością wygaszania rodników DPPH (84,3%) w odniesieniu do kaszy surowej (80,3%). Właściwości przeciwrodnikowe kaszy przed i po ugotowaniu były wyższe niż 0,02% BTH, którego aktywność wynosiła 25,4%.



I – kasza jasna „nieprażona” jasnobrązowa

II – kasza ciemna „długo prażona” brązowa

III – kasza ciemna „długo prażona” z parą wodną pod ciśnieniem ciemnobrązowa

Rys. 7. Zawartość rutyny w trzech rodzajach kasz gryczanych

Źródło: Dietrych-Szóstak, 2003 (12)

Podsumowanie

Orzeszki gryki są cennym źródłem substancji o znaczeniu odżywczym i funkcjonalnym. Ze względu na wysoką pojemność przeciwutleniającą oraz znaczący udział

flawonoidów produkty gryczane mogą stanowić wartościowy składnik uzupełniający w diecie ludzi wpływający korzystnie na ich zdrowie. Procesy technologiczne produkcji kaszy gryczanej wpływają na jej wartość odżywczą i zdrowotną.

Literatura

1. A b e y w a r d e n a M.Y., H e a d R.J.: Dietary polyunsaturated fatty acid and antioxidant modulation of vascular dysfunction in the spontaneously hypertensive rat. *Prostag. Leukotr. Ess. Fatty Acids*, 2001, **65**: 91-97.
2. B r u n o r i A., V e g v a r i G., K a d y r o v R.: Rutin content of the grain of seven buckwheat varieties from Belarus grown in central and southern Italy. *Advances in buckwheat research. Proceedings of the 10 th International symposium on Buckwheat 2007*, 414-416.
3. B i j l a n i R.L., S u d S., S a h i A., G a n d h i B.M., T a n d o n B.N.: Effect of sieved buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) flour supplementation on lipid profile and glucose tolerance. *J. Physiol. Pharmacol.*, 1999, **29(2)**.
4. B o n a f a c c i a G., M a r o c c h i n i M., K r e f t I.: Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem.*, 2003, **80**: 9-15.
5. C h a o P.L., H s i u S., H o u Y.: Flavonoids in herbs: biological fates and potential interactions with xenobiotics. *J. Food Drug Anal.*, 2002, **10**: 219-228.
6. B o s k o u D., M o r t o n I.: Effect of plant sterols on the rate of deterioration of heated oils. *J. Sci. Food Agric.*, 1976, **27**: 928-932.
7. C h ł o p i c k a J.: Gryka jako żywność funkcjonalna. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 2008, **3**: 249-252.
8. C h r i s t a K.: Aktywność przeciwutleniająca ziarniaków gryki. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2008, **10**: 30.
9. C z e r w i Ń s k a D.: Charakterystyka żywności bezglutenowej. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2009, **4**: 8-9.
10. D a n i h e l o v á M., Š t u r d i k E.: Nutritional and health benefits of buckwheat. *Potravin* 2012, **6(3)**: 1-9.
11. D i e t r y c h - S z ó s t a k D., S u c h e c k i S.: Wybrane cechy jakościowe nasion polskich odmian gryki. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 35-42.
12. D i e t r y c h - S z ó s t a k D.: Wpływ gotowania tradycyjnego na zawartość wybranych związków fenolowych w kaszach gryczanych. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 29-34.
13. D i e t r y c h - S z ó s t a k D.: Zawartość wybranych związków polifenolowych w nasionach trzech odmian gryki. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 2001, **392**: 15-20.
14. D i e t r y c h - S z ó s t a k D., O l e s z e k W.: Obróbka technologiczna a zawartość antyoksydantów w przetworach gryczanych. *Przem. Spoż.*, 2001, **1**: 42-44.
15. D z i e d z i c K., D r o Ź d z y Ń s k a A., G ó r e c k a D., C z a c z y k K.: Zawartość wybranych związków przeciwutleniających stawiających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu. *Żywność Nauka-Technologia-Jakość*, 2009, **6(67)**: 81-90.
16. D z i e d z i c K., G ó r e c k a D., K o b u s - C i s o w s k a J., J e s z k a M.: Możliwości wykorzystania gryki w produkcji żywności funkcjonalnej. *Nauk. Przyr. Technol.*, 2010, **4(2)**: 1-7.
17. FAO/WHO: Protein Quality Evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome 1991, FAO Food and Nutrition Paper 51.
18. F o r n a l Ł.: Chemizm nasion gryki i kierunki spożywczego wykorzystania. *Biuletyn Naukowy*. 1999, **4**: 7-17.

19. Gaberscik A., Voncina M., Trost T., Germ M., Bjorn L.O.: Growth and production of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) treated with reduced, ambient and enhanced UV-B radiation. J. Photochem. Photobiol. B. Biol., 2002, **66**: 30-36.
20. Gąsiorowski H.: Gryka. Przegl. Zboż.-Młyn., 2008a, **8**: 14-17.
21. Gąsiorowski H.: Gryka. Przegl. Zboż.-Młyn., 2008b, **11**: 14-17.
22. Germ M.: Environmental factors stimulate synthesis of protective substances in buckwheat. Advances in buckwheat research. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague, August 18–22, 2004, 55-60.
23. Gordon M., Magos P.: The effect of sterols on the oxidation of edible oils. Food Chem., 1983, **10**: 141-147.
24. Górecka D.: Zabiegi technologiczne jako czynniki determinujące właściwości funkcjonalne włókna pokarmowego. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk., 2004, 344.
25. Górecka D.: Błonnik pokarmowy. Znaczenie żywieniowe i technologiczne. Przegl. Zboż.-Młyn., 2008, **11**: 23-26.
26. Grajek W. (red.): Przeciwtłeniacze w żywności: aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne gryczanych. Przem. Spoż., 2007, **55(1)**: 42-43.
27. Hęś M., Korczak J., Górecka D., Szymandera-Buszk K.: Przeciwtłeniające właściwości ekstraktów z kaszy gryczanej. Fragm. Agron., 2006, **1**: 57-67.
28. Holasova M., Fiedlerova V., Smrcinova H., Orsak M., Lachman L., Vavreinova S.: Buckwheat – the source of antioxidant activity in functional foods. Food Res. Int., 2001, **35**: 207-211.
29. Hung P.V., 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.
30. Ikeda K., Sakaguchi T., Kusano T., Yasumoto K.: Endogenous factors effecting protein digestibility in buckwheat. Cereal Chem. 1991, **68(4)**: 424-427.
31. Ikeda S., Yamashita Y., Tomura K., Kreft I.: Nutritional comparison in mineral characteristics between buckwheat and cereals. Fagopyrum, 2006, **23**: 61-6.
32. Ikeda S., Yamashita Y., Kusumoto K., Kreft I.: Nutritional characteristics of mineral in various buckwheat groats. Fagopyrum, 2005, **22**: 71-75.
33. Janicki A.: Żywność funkcjonalna-potrzeba żywieniowa czy promocja nowych wyrobów. Bezpieczna Żywność, 2001, **1**: 1-5.
34. Jiang P., Burczyński F., Campbell C., Pierce G., Australia J.A., Briggs C.J.: Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum* and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. Food Res. Int., 2007, **40**: 356-364.
35. Jong A., Plat J., Mensink R.P.: Metabolic effects of plant sterols and stanols. J. Nutr. Biochem., 2003, **14**: 362-369.
36. Kayashita J., Shimaoka I., Nakajoh M.: Production of buckwheat protein extract and its hypocholesterolemic effect. Curr. Adv. Buckwheat Res., 1995, 919-926.
37. Klepacka J.: Wpływ procesu prażenia i czasu przechowywania na zawartość związków fenolowych w kaszy gryczanej. Fragm. Agron. 2015, **1**: 58-65.
38. Klepacka J., Gujska E.: Analiza różnic w zawartości związków fenolowych wybranych przetworów uzyskanych z gryki. W: Jakość i bezpieczeństwo produktów w zrównoważonym rozwoju, J. Żuchowski (red.). Politechnika Radomska, 2008, 225-231.
39. Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K.: Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. Food Chem., 2006, **98**: 508-512.

40. Kreft S., Strukel B., Gaberscik A., Kreft I.: Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method. *J. Exp. Bot.*, 2002, **53(375)**: 1801-1804.
41. Krkoskova B., Mrazova Z.: Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.*, 2005, **38**: 561-568.
42. Kwiatkowski J.: Agrotechniczne uwarunkowania produkcji gryki (*Fagopyrum esculentum* Moench) o wysokiej wartości technologicznej, odżywczej i reprodukcyjnej orzeszków. Rozprawy i Monografie UWM Olsztyn, 2010.
43. Li S., Zhang Q.H.: Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Crit. Rev. Food Sci.*, 2001, **41**: 451-464.
44. Majkowska A., Klepacka J., Rafałowski R.: Analiza zawartości związków fenolowych i białka w kaszach gryczanych dostępnych na rynku w województwie warmińsko-mazurskim. *Fragm. Agron.*, 2015, **32(1)**: 82-91.
45. Millward D.J.: Meat or wheat for next millennium? *Proc. Nutr. Soc.*, 1999, **58**: 249-260.
46. Ohsawa R., Tsutsumi T.: Inter-varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Euphytica*, 1995, **86**: 183-189.
47. Oomah D.B., Mazza G.: Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J. Agr. Food Chem.*, 1996, **44**: 1746-1750.
48. Paulickova I., Vyzralova K., Holasova M., Fielderova V., Vavreinova S.: Buckwheat as a functional food. Proceedings of the 9th international Symposium on Buckwheat, Prague 2014, 587-592.
49. Park Ch., Kim Y., Choi Y., Heo K., Kim S., Lee K., Chang K., Lee H.: Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat. *Fagopyrum*, 2000, **17**: 63-66.
50. Peng L., Zou L., Hu Y., Zhao G.: Study on determination the content of the total flavonone in different variety of buckwheat. Proceeding of the 11th international Symposium on Buckwheat, Orel 2010, 550-552.
51. Pisulewska E., Szymczyk B., Zajac T.: Ocena składu chemicznego i wartości odżywczej białka orzeszków polskich odmian gryki w świetle współczesnych kryteriów żywieniowych. Zeszyty naukowe AR Kraków, 2001, **392**: 95-101.
52. Robak J., Gruglewski R.: Bioactivity of flavonoids. *Pol. J. Pharmacol.*, 1996, **48**: 555-564.
53. Sensoy Í., Rosen R.T., Ho Ch.T., Karwe M.V.: Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. *Food Chem.*, 2006, **99**: 388-393.
54. Skerritt J.H.: Molecular comparison of alcohol soluble wheat and buckwheat proteins. *Cereal Chem.*, 1986, **63(4)**: 365-369.
55. Stępińska K., Soral-Śmietana M., Zielinski H., Michalska A.: Wpływ obróbki termicznej na skład chemiczny i właściwości przeciwutleniające ziarniaków gryki. *Żywność- Nauka- Technologia-Jakość*, 2007, **5(54)**: 66-76.
56. Stintzing F.C., Carle R.: Funkcjonal properties of anthocyanins and betalains in plant, food and in human nutrition. *Trends Food Sci. Tech.*, 2004, **15**: 19-38.
57. Suzuki T., Sakurada H., Meguro H., Suzuki H., Sakagami T., Ujihara A.: Soba no rutin ganryo ni tsuite. *New Food Industry*, 1995, **29**: 29-32.
58. Świderski F.: Towaroznawstwo żywności przetworzonej. SGGW, Warszawa 2003.
59. Wrótkowska M., Soral-Śmietana M.: Buckwheat flour – a valuable component of gluten-free formulations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008, **58**: 59-63.
60. Wrześniewska-Wal I.: Żywność funkcjonalna – aspekty prawne. *Przem. Spoż.*, 2009, **1**: 30-33.

61. Zarzecka K., Gugała M., Mystkowska I.: Wartość odżywcza i prozdrowotna gryki siewnej. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, **96(2)**: 410-413.
 62. Zielińska D., Szawara-Nowak D., Michalska A.: Antioxidant capacity of thermally-treated buckwheat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57**: 465-470.
 63. Zielinski H., Achremowicz B., Przygodzka M.: Przeciwtleniacze ziarniaków zbóż. *Żywność-Nauka-Technologia-Jakość*, 2012, **1(80)**: 5-26.
 64. Trzcńska A., Klepacka J., Smoczyński S.S.: Analiza ogólnej zawartości związków fenolowych w przetworach gryczanych. *Towaroznawcze Probl. Jakości*, 2011, **4(29)**: 92-101.
 65. <http://megamed.pl/files/%C5%BBywno%C5%9B%C4%87%20jako%20lekarstwo.pdf>
 66. <http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Grażyna Podolska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 47 86 817
e-mail: aga@iung.pulawy.pl