

Elwira Worobiej, Patrycja Kaliszuk, Małgorzata Piecyk

PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWIUTLENIAJĄCYCH PREPARATÓW BIAŁEK Z NASION KOMOSY RYŻOWEJ

Zakład Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik: dr inż. R. Wołosiak

W pracy zbadano preparaty białkowe z nasion komosy ryżowej pochodzących z upraw ekologicznych w Peru i w Polsce – oznaczono m.in. zawartość białka i polifenoli ogółem, a także ich właściwości przeciwutleniające. Preparaty z badanych odmian nasion komosy ryżowej charakteryzowała zbliżona aktywność przeciwrodnikowa wobec ABTS^{•+}. Preparaty białkowe z komosy pochodzącej z upraw w Peru wykazywały lepsze właściwości przeciwutleniające wobec nadtlenu kwasu linolowego niż preparaty białkowe z komosy białej pochodzącej z upraw w Polsce. Wykazano dość silną korelację pomiędzy zdolnością do chelatowania jonów żelaza, a powstawaniem nadtlenu w emulsji kwasu linolowego.

Hasła kluczowe: komosa ryżowa, preparaty białkowe, właściwości przeciwutleniające.

Keywords: quinoa, protein preparations, antioxidant properties.

Reakcje utleniania przyczyniają się do pogorszenia jakości sensorycznej i obniżenia wartości odżywczej żywności, a także powstawania związków toksycznych. W celu ograniczenia tych niekorzystnych skutków stosuje się najczęściej do produktów dodatek przeciwutleniaczy. Dotychczas dużo uwagi poświęcono właściwościom przeciwutleniającym związków fenolowych, jednak liczne badania dowodzą, że właściwości przeciwutleniające wykazują również białka i ich hydrolizaty (1, 2). Nasiona komosy ryżowej mają wysoką zawartość białka (12–16%) w porównaniu do innych zbóż, a także zbilansowany skład aminokwasowy (3). Celem pracy było zbadanie właściwości przeciwutleniających preparatów białkowych otrzymanych z kilku odmian nasion komosy ryżowej pochodzących z upraw w Peru oraz z nasion komosy białej pochodzącej z upraw w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły nasiona trzech odmian komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.): czerwonej, czarnej, białej, importowane z Peru oraz komosy białej pochodzącej z województwa kujawsko-pomorskiego z Polski. Nasiona pochodziły wyłącznie z upraw ekologicznych. Preparaty białek otrzymane z nasion komosy oznaczono kolejno: P-CZER, P-CZAR, P-B, PL-B.

Pierwszym etapem w przetwarzaniu komosy ryżowej było usunięcie z niej saponin przez moczenie nasion w wodzie (stosunek 1:10) ok. 20 godzin. Następnie nasiona poddawano procesowi homogenizacji i wirowania. Preparaty otrzymywano przez wytrącenie białek (pI) po rozpuszczeniu osadu i ekstrakcji w roztworze wodnym (pH 9.2). Osad białek odwirowywano a następnie rozpuszczano w wodzie destylowanej (pH 7.0) i liofilizowano.

Zakres pracy obejmował oznaczanie w otrzymanych preparatach zawartości białka ogółem (4), powierzchniowej hydrofobowości aromatycznej, po przeprowadzeniu reakcji z kwasem 8-anilino-1-naftalenosulfonowym (ANSA) i pomiarze intensywności fluorescencji (5), polifenoli ogółem z odczynnikiem *Folina-Ciocalteu'a* (6), zdolności do chelatowania jonów żelaza (7), zdolności do dezaktywacji kationorodników ABTS (wyrażanej jako mg Trolox/g preparatu (8), a także właściwości przeciwutleniających wobec nadtlenków w emulsji kwasu linolowego (9). Próbki do oznaczeń ekstrahowano buforem fosforanowym o pH 7 w stosunku 1:10 (w dwóch powtórzeniach). Wszystkie oznaczenia wykonano co najmniej w trzech powtórzeniach.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statgraphics, obliczając odchylenie standardowych wartości średnich i istotności różnic między wynikami za pomocą testu Tukey'a ($\alpha=0,05$) oraz współczynniki korelacji liniowej.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki oznaczeń składających się na podstawową charakterystykę preparatów przedstawiono w tabeli I. Najwyższą zawartością białka cechowały się preparaty białkowe z nasion odmian kolorowych komosy ryżowej z Peru – czarnej (71,6 g/100 g) i czerwonej (71,1 g/100 g), natomiast najniższą preparaty z nasion komosy ryżowej białej uprawianej w Polsce (55,8 g/100 g). Zawartość białka ogółem w preparatach z nasion komosy ryżowej (tabela I) była ponad 4-krotnie wyższa niż w mące. Mąka uzyskana z nasion komosy ryżowej zawierała od 13,30 g/100 g (komosa biała pochodząca z Peru) do 16,09 g/100 g (komosa biała z Polski) białka ogółem (dane nie zamieszczone).

Tabela I. Charakterystyka badanych preparatów białkowych z nasion komosy ryżowej

Table I. The characteristic of protein preparations from quinoa seeds

Preparat	Białko ogółem [%]	Hydrofobowość aromatyczna [j.u./% białka]	Polifenole ogółem [mg/g]
P-CZER	71,1 ± 1,18 ^a	691,70 ± 4,45 ^b	3,40 ± 0,30 ^a
P-CZAR	71,6 ± 1,25 ^a	915,50 ± 6,16 ^a	4,17 ± 0,30 ^b
P-B	69,3 ± 0,33 ^a	640,50 ± 8,77 ^c	4,50 ± 0,27 ^b
PL-B	55,8 ± 0,77 ^b	565,30 ± 13,30 ^d	6,55 ± 0,27 ^c

Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$
Data in columns marked with different letters are significantly different at $\alpha = 0.05$

Wyniki powierzchniowej hydrofobowości aromatycznej białek preparatów, która wpływa na ich właściwości funkcjonalne i biologiczne między innymi umożliwia tworzenie warstwy międzyfazowej wokół lipidów i obniżenie napięcia powierzchniowego przedstawiono w tabeli I. Stwierdzono, że preparaty białkowe z nasion komosy ryżowej czarnej miały znacznie większe powinowactwo do związków niepolarnych (915,45 j.u. FI/% białka) niż pozostałe (565,34–691,70 j.u. FI/% białka). Porównując uzyskane wyniki do wyników badań *Worobiej* i współpr. (2) można odnotować, że powierzchniowa hydrofobowość aromatyczna preparatów białkowych roślin strączkowych jest kilkukrotnie niższa (132,00 i 363,50 j.u. FI/% białka, odpowiednio białek z fasoli czerwonej i fasoli odmiany Piękny Jaś) niż komosy ryżowej.

Najniższą zawartość polifenoli, związków o silnych właściwościach przeciwutleniających, oznaczono w preparatach z nasion komosy ryżowej czerwonej – 3,4 mg/ g preparatu, a najwyższą (prawie 2-krotnie większą) w preparatach z nasion komosy ryżowej białej uprawianej w Polsce – 6,55 mg/ g preparatu (tabela I). Porównując otrzymaną zawartość polifenoli ogółem w preparatach białkowych z nasion komosy ryżowej do wyników uzyskanych dla nasion komosy ryżowej (3,75 mg/g s.m.) (10) można wysunąć wniosek, że polifenole w preparatach są związane z białkiem i nie zostały one usunięte podczas procesu izolacji i oczyszczania białek.

Tabela II. Właściwości przeciwutleniające preparatów z nasion komosy

Table II. Antioxidant properties of preparations from the quinoa seeds

Preparat	Aktywność antyrodnikowa wobec ABTS ^{•+} [mg/g]	Zdolność do chelatowania Fe(II) [%]	Aktywność przeciwutleniająca wobec nadtlenuków [%]
P-CZER	40,01 ± 0,75 ^c	42,11 ± 0,85 ^c	62,34 ± 0,48 ^b
P-CZAR	38,32 ± 0,48 ^{ab}	38,71 ± 1,29 ^b	61,19 ± 0,54 ^b
P-B	37,67 ± 0,88 ^a	47,18 ± 0,92 ^d	65,75 ± 2,52 ^c
PL-B	39,80 ± 0,53 ^{bc}	28,24 ± 1,31 ^a	47,97 ± 0,49 ^a

Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Data in columns marked with different letters are significantly different at $\alpha = 0,05$

Aktywność przeciwrodnikowa wobec ABTS^{•+} (wyrażona w ekwiwalentach Troloxu) preparatów białkowych z nasion komosy ryżowej kształtuje się na zbliżonym poziomie – 37,67–40,01 mg Troloxu/g preparatu (tabela II), przy czym najlepszą zdolnością do dezaktywacji kationorodników ABTS^{•+} charakteryzowały się preparaty z komosy czerwonej z Peru i komosy białej pochodzącej z Polski.

Zdolność związków do chelatowania jonów żelaza może mieć wpływ na przebieg reakcji o charakterze oksydacyjnym. Jony żelaza biorą udział między innymi w reakcji Fentona, w której wytwarzane są rodniki •OH z nadtlenuku wodoru. Najlepszą zdolnością do chelatowania jonów żelaza cechowały się preparaty z komosy białej pochodzącej z Peru – 47,18% (tabela II), natomiast najslabszą wykazały preparaty z komosy ryżowej białej uprawianej w Polsce (28,24%), choć charakteryzowały się wysoką aktywnością przeciwrodnikową wobec kationorodników ABTS^{•+}. *Karaś*

i współprac. (1) badali zdolność do chelatowania jonów żelaza przez hydrolizaty białek z ziaren uprawnych i dzikich gatunków owsa, która mieściła się w przedziale 50–81%. Nieco lepsze zdolności chelatacyjne (89%) wykazali *Zhu* i współprac. (11) badając hydrolizaty białek kiełków pszenicy.

W pracy zbadano także aktywność przeciwutleniającą otrzymanych preparatów białkowych poprzez ocenę ich wpływu na inhibicję reakcji powstania nadtlenu w emulsji kwasu linolowego (tabela II). Preparaty białkowe z komosy pochodzącej z upraw w Peru charakteryzowały się właściwościami przeciwutleniającymi na poziomie ok. 61–66%. Najniższą aktywność wobec nadtlenu wykazały preparaty białkowe z komosy białej uprawianej w Polsce (ok. 48%). Uzyskana w badaniach aktywność przeciwutleniająca preparatów jest wyższa niż preparatów białek z nasion fasoli (37–47%), ale niższa w odniesieniu do aktywności białek bobu (86%) wykazanych przez *Worobiej* i współprac. (2). Analiza statystyczna potwierdza, że na reakcję powstawania nadtlenu w emulsji kwasu linolowego ma duży wpływ zdolność do chelatowania jonów żelaza i świadczy o tym dość silny współczynnik korelacji 0,89 (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$). Na aktywność przeciwutleniającą może wpływać występowanie w związkach peptydowych aminokwasów aromatycznych. W pracy wykazano słabą korelację pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą, a powierzchnią hydrofobowością aromatyczną preparatów białkowych.

PODSUMOWANIE

1. Największą zawartością białka ogółem charakteryzowały się preparaty białkowe z nasion odmian kolorowych komosy ryżowej z Peru, natomiast najmniejszą preparaty z nasion komosy ryżowej białej uprawianej w Polsce. Białka preparatów z nasion komosy ryżowej charakteryzowały się wysoką powierzchnią hydrofobowością aromatyczną, która jest miarą zawartości aminokwasów o charakterze hydrofobowym na powierzchni cząsteczki białek i decyduje o ich właściwościach funkcjonalnych.

2. Aktywność przeciwrodnikowa wobec ABTS^{•+} preparatów białkowych z badanych odmian nasion komosy ryżowej kształtowała się na podobnym poziomie. Wykazano dość silną korelację pomiędzy zdolnością do chelatowania jonów żelaza, a reakcją powstawania nadtlenu w emulsji kwasu linolowego. Preparaty białkowe z komosy uprawianej w Peru charakteryzowały się lepszymi właściwościami przeciwutleniającymi niż preparaty białkowe z komosy białej pochodzącej z Polski.

E. Worobiej, P. Kaliszuk, M. Piecyk

THE COMPARISON OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF PROTEIN PREPARATIONS FROM QUINOA SEEDS

Summary

The study protein preparations were obtained from the seeds of quinoa from organic cultivation in Peru and Poland. The protein and total phenolic contents were determined in quinoa preparation, as well as examined their antioxidant properties. Preparations of the tested varieties of quinoa seeds showed

a similar antiradical activity against ABTS^{•+}. The protein preparations made of quinoa seeds from Peru showed higher antioxidant properties against linoleic acid peroxides as compared to preparations from white quinoa seeds from Poland.

PIŚMIENNICTWO

1. *Karaś M., Jakubczyk A., Paczos-Grzęda E.*: Właściwości przeciwutleniające hydrolizatów białek z ziarna uprawnych i dzikich gatunków owsa (*Avena L.*). Żywn. Nauka Technol. Jakość, 2013; 6: 106-117.
- 2. *Worobiej E., Wołosiak R., Drużyńska B.*: Antioxidant properties of globulin preparations from the seeds of chosen leguminous species. Food Quality and Safety, Ed. Krasnowska G., Pęksa A., Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław, 2009; 125-132.
- 3. *Guzmán-Maldonado S. H., Paredes-López, O.*: Functional products of plants indigenous to Latin America: amaranth, quinoa, common beans, and botanicals. Technomic Publishing, 1998; 293-32.
- 4. *AOAC*. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Ed. Kenneth, Helrich, Arlington, 1990.
- 5. *Hayakawa S., Nakai S.*: Relationships of hydrophobicity and net charge to the solubility of milk and soy proteins. J. Food Sci., 1985; 50: 486-491.
- 6. *Singleton V.L., Rossi J.A.*: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. and Vitic., 1965; 16: 144-158.
- 7. *Lai L. S., Chou S. T., Chao W. W.*: Studies on theantiooxidante activities of Hsian – tsao leaf gum. J. Agric. Food Chem., 2001; 49: 963-986.
- 8. *Re R., Pellergrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.*: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Rad. Biol. Med., 1999; 26: 1231-37.
- 9. *Kuo J.-M., Yeh D.-B., Pan B.S.*: Rapid photometric assay evaluating antioxidative activity in edible plant material. J. Agric. Food Chem., 1999; 47: 3206-3209.
- 10. *Paško P., H., Zagrodzki P., Gorinstein S., Folta M., Zachwieja Z.*: Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. Food Chem., 2009; 115: 994-998.
11. *Zhu K., Zhou H., Qian H.*: Antioxidant and free radical-scavenging activities of wheat germ protein hydrolysates (WGPH) prepared with alcalase. Process Biochemistry, 2006; 41: 1296-1302.

Adres: 02-776 Warszawa, ul Nowoursynowska 159c