

Elwira Worobiej, Małgorzata Piecyk, Marzena Rębiś, Żaneta Rębiś

ZAWARTOŚĆ NATURALNYCH ZWIĄZKÓW NIEODŻYWCZYCH I WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE PRODUKTÓW Z SZARŁATU*)

Zakład Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik: prof. dr hab. *M. Obiedziński*

W pracy oznaczano zawartość naturalnych związków nieodżywczych tj. polifenoli, kwasu fitynowego i inhibitora trypsyny w produktach z szarłatu oraz badano ich właściwości przeciwutleniające. Ponadto określano zawartość błonnika pokarmowego i oligosacharydów z rodziny rafinozy. Zawartość związków biologicznie czynnych w badanych produktach z szarłatu była stosunkowo niska. Produkty z szarłatu wykazały jednak dobrą aktywność przeciwutleniającą, szczególnie wobec nadtlenków kwasu linolowego (50–60% dla ekstraktów wodnych).

Hasła kluczowe: szarłat, inhibitor trypsyny, polifenole, fityniany, oligosacharydy, błonnik pokarmowy.

Key words: amaranth, trypsin inhibitor, polyphenols, phytates, oligosaccharides, dietary fiber.

Do niedawna naturalne związki nieodżywcze (NSN) były traktowane głównie jako związki o negatywnym działaniu fizjologicznym i nazywane substancjami antyżywnościowymi. Jednak nowe właściwości tych związków wskazują, iż mają one również korzystny wpływ na zdrowie (1). NSN nie będąc substancjami niezbędnymi, spełniają w organizmie wiele ważnych, choć nie do końca jeszcze poznanych funkcji. Związki te, mogą mieć działanie profilaktyczne, a niekiedy lecznicze w różnych chorobach, nawet w tych najgroźniejszych, jakimi są miażdżyca i nowotwory. Wiele z NSN wykazuje właściwości przeciwutleniające (polifenole, kwas fitynowy). Substancje te, dostarczone w diecie, stanowią dodatkowy system wzmacniający naturalną obronę ustroju przed reaktywnymi formami tlenu, które mają udział w patogenezie chorób cywilizacyjnych. NSN uczestniczą również w różnych procesach metabolicznych, wzmacniają system odpornościowy ustroju, który współdziała ze wszystkimi innymi fizjologicznymi układami, jak: układ oddechowy, pokarmowy, nerwowy, moczowo-płciowy i mięśniowo-szkieletowy. Zatem będąc stałym składnikiem diety człowieka mogą one bezpośrednio lub pośrednio wpływać na utrzymanie homeostazy organizmu. NSN przypisuje się równocześnie właściwości szkodliwe, głównie z powodu hamowania trawienia i zmniejszania biodostępności odżywczych

* Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego 504-09280017.

składników pożywienia, z którymi mogą wchodzić w niepożądane interakcje (2) oraz z powodu antyżywnościowego działania niewystarczająco zainaktywowanych inhibitorów proteaz i lektyn. Wpływ NSN na metabolizm ludzi i zwierząt jest głównie obserwowany przy regularnym spożywaniu produktów bogatych w te związki (1). Z naturalnych substancji nieodżywczych w nasionach *A. cruentus* obecne są: inhibitory trypsyny i chymotrypsyny, fityniany, polifenole, saponiny i fitohemaglutyniny (3). Na ich charakterystykę w dużym stopniu wpływają procesy wodno-cieplne, jakim poddawane są nasiona podczas przetwarzania żywności. W zależności od zastosowanego procesu i termostabilności poszczególnych NSN zmienia się ich zawartość i aktywność biologiczna. Czynności takie, jak: autoklawowanie, mikrofalowanie czy gotowanie prowadzą do zmniejszenia zawartości polifenoli, natomiast nie wpływają na ilość fitynianów (4, 5). Zawartość NSN w nasionach może obniżać również ich obłuskiwanie, gdyż np. inhibitory trypsyny i polifenole występują głównie we frakcji okrywowo-nasiennej (3).

Celem pracy było określenie zawartości związków biologicznie aktywnych w produktach otrzymanych z nasion szarlatu (mąka, płatki, popping) i badanie wpływu ich obecności na właściwości przeciwutleniające.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem doświadczalnym były produkty handlowe pochodzące od jednego producenta otrzymane z nasion szarlatu, gatunku *Amaranthus cruentus*, tj.: mąka, płatki oraz popping.

Zawartość inhibitora trypsyny (IT) oznaczano zmodyfikowaną metodą *Hamerstranda* (6). Do oznaczeń wykorzystano syntetyczny substrat trypsyny – BAPA (p-nitro-anilid-benzoilo-DL-argininy), a ilość uwolnionej p-nitroaniliny oznaczano spektrofotometrycznie ($\lambda = 410$ nm). Ilość IT wyliczano stosując współczynnik przeliczeniowy – 1 μ g czystej trypsyny ma aktywność 0,019 jednostki absorbancji i podano w mg/g suchej masy próbki.

Zawartość fosforu fitynowego oznaczano zmodyfikowaną metodą *Thiese'a* (7). Z badanych próbek ekstrahowano fosfor fitynowy w 60% metanolu (5 min., $t = 80^{\circ}\text{C}$), a następnie w 10% HCl (5 min., $t = 20^{\circ}\text{C}$). Do oznaczeń użyto odczynnika WADE (0,027% FeCl_2 , 0,254% kwas sulfosalicylowy), w którym mierzono absorbancję ($\lambda = 510$ nm) kompleksu żelaza z kwasem salicylowym w obecności kwasu fitynowego i bez jego dodatku. Wyniki zawartości fosforu fitynowego podano w g/100 g w s.m.

Polifenole ogółem oznaczano na podstawie reakcji barwnej zachodzącej pod wpływem odczynnika *Folina-Ciocalteu'a* i węgla sodu. Absorbancję barwnego kompleksu mierzono przy 700 nm na spektrofotometrze. Wynik wyrażano w przeliczeniu na kwas taninowy (g/100 g s.m.) (8).

Aktywność przeciworodnikową ekstraktów wodnych (w buforze PBS) i acetonowych (w 70% acetonie), które otrzymano przy zastosowaniu odpowiedniego rozpuszczalnika w stosunku 10:1 do badanych produktów, oznaczano wobec kationorodników ABTS (uzyskanych z kwasu 2,2'-azynobis-3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowego w reakcji z nadsiarczanem potasu) (9). Pomiaru absorbancji próbek

dokonywano przy 734 nm, a uzyskane wyniki przeliczano na aktywność wyrażoną w %.

Właściwości przeciwtleniające wobec nadtlenków wytwarzanych w reakcji katalizowanej hemoglobina w emulsji kwasu linolowego ekstraktów wodnych i acetonowych produktów (uzyskane w sposób przedstawiony powyżej) badano metodą spektrofotometryczną z tiocyjanianem amonu przy 480 nm (10). Aktywność próbek wyrażano w %.

Analizę oligosacharydów przeprowadzono metodą HPLC (11). Przeprowadzono podwójną ekstrakcję cukrów z badanych próbek (50% etanol, 1 h, $t = 86-90^{\circ}\text{C}$), a otrzymane ekstrakty cukrów klarowano 10% octanem ołowiu (I), którego nadmiar usuwano 5% kwasem szczawiowym. Rozdział przeprowadzano w kolumnie Lichrosorb-NH₂ (250 mm × 4 mm) wraz z przedkolumną (50 mm × 4 mm). Stosowano fazę ruchomą acetonitryl: woda (65:35) o przepływie 1 cm³/min oraz detektor RID. Na kolumnę nanoszono 20 mm³ próbki po uprzednim przefiltrowaniu przez filtr nylonowy (0,45 μm). Do sporządzenia krzywej wzorcowej użyto wzorców: rafinozy (firmy LOBA, Austria), stachiozy (firmy Sigma), sacharozy (firmy Merck).

Błonnik pokarmowy oznaczano metodą znormalizowaną.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu komputerowego Statgraphics, Plus 2.1, w której badano istotność różnic między średnimi wartościami w próbach stosując test Duncana ($p \leq 0,05$).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zawartość naturalnych związków nieodżywczych w badanych produktach z szarlatu była stosunkowo niska, przy czym najwyższym ich poziomem odznaczała się mąka. Różnice w oznaczonej aktywności inhibitora trypsyny dla poszczególnych produktów z amarantusa są statystycznie istotne i stosunkowo duże (tab. I). Uzyskane wyniki wskazują na istotny wpływ procesów produkcji płatków i poppingu na aktywność w nich inhibitora trypsyny. Wynika to z termolabilności tego związku, który pod wpływem działania wysokiej temperatury ulega całkowitej lub częściowej inaktywacji (12). Mąka odznaczała się najwyższą wartością TIA (1,66 mg/g s.m), gdyż nie była poddawana obróbce termicznej. Przy produkcji płatków stosowane zabiegi hydrotermiczne spowodowały, że wartość aktywności inhibitora trypsyny w tym produkcie była o ok. 35% niższa niż w mące. Podczas wytwarzania poppingu natomiast wykorzystywano procesy cieplne zachodzące w najwyższej temperaturze

Tab e l a I. Zawartość naturalnych związków nieodżywczych w produktach z szarlatu

Tab l e I. Content of non-nutrient substances in amaranth products

Produkt	TIA (mg/g s.m.)	Zawartość fosforu fitynowego (% s.m.)	Zawartość polifenoli ogółem (% s.m.)
Mąka	1,66 ± 0,05 A	0,62 ± 0,04 A	0,13* ± 0,01 A**
Płatki	1,10 ± 0,03 B	0,64 ± 0,04 A	0,11 ± 0,00 B
Popping	0,25 ± 0,02 C	0,53 ± 0,02 B	0,08 ± 0,01 C

* ± odchylenie standardowe; ** różne litery przy wartościach w tej samej kolumnie oznaczają, iż wyniki należą do różnych grup jednorodnych, a więc różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$).

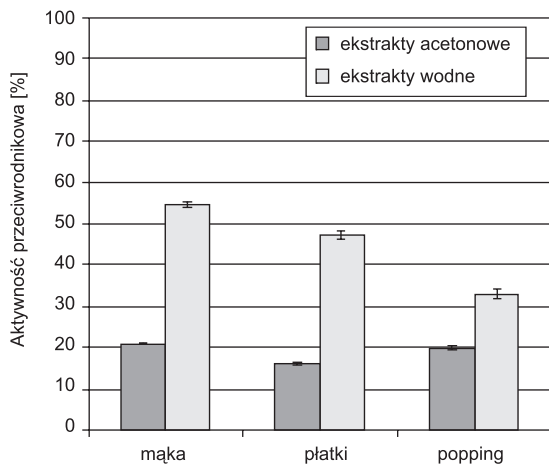
w wyniku czego odznaczał się on najniższą wartością TIA (0,25 mg/g s.m.), o ponad 80% niższą niż w przypadku mąki.

Porównując wyniki zawartości kwasu fitynowego (tab. I) można stwierdzić, że uzyskane dane dla mąki i płatków nie różnią się statystycznie istotnie, zaś popping odznacza się niższą zawartością fosforu fitynowego (0,53% s.m.). Wynika to prawdopodobnie z zabiegów termicznych stosowanych przy produkcji tego wyrobu. Mąka nie jest poddawana procesom cieplnym, a technologia wytwarzania płatków zbożowych obejmuje parowanie nasion w temp. 90–100°C przez 10–15 min, natomiast przy produkcji poppingu stosuje się temp. ok. 220°C przez 10–15 sekund i dopiero taka temperatura może powodować częściową degradację tych związków. Termostabilność fitynianów potwierdzają *Troszyńska* ze współpr. (5), którzy stwierdzili, że zabiegi termiczne takie, jak gotowanie czy autoklawowanie, nie wpływają na ich degradację w sposób znaczący bez wsparcia np. procesami enzymatycznymi, ponieważ wiązania estrowe kwasu fitynowego są dość trwałe. *Pedersen* i współpr. (13) również stwierdzili, że procesy stosowane przy produkcji poppingu otrzymanego z amarantusa prowadzą do obniżenia ilości w nim fitynianów o 10–20%, co potwierdzają niniejsze badania.

Spośród badanych produktów najwyższą zawartość polifenoli stwierdzono w mące (0,13% s.m.). Według *Grajety* (14) ilość polifenoli w ziarnie szarlatu (podawana jako ekwiwalent kwasu taninowego) mieści się w zakresie od 0,043 do 0,56% i są to stosunkowo niskie wartości. Podobnie jak w przypadku aktywności inhibitora trypsyny i ilości fitynianów najmniejszy poziom zawartości polifenoli występował w poppingu (0,08%). Zasadniczy wpływ na ilość związków biologicznie aktywnych w produktach o wyższym stopniu przetworzenia nasion miała obróbka termiczna. Wyższa temperatura stosowana przy otrzymywaniu poppingu spowodowała większe obniżenie zawartości tych związków. Wynika to z termolabilności związków fenolowych. Potwierdza ją *Alonso* i współpr. (4), którzy wykazali m.in. drastyczne obniżenie zawartości tanin (głównych polifenoli nasion amarantusa) w ziarnie autoklawowanym, będące m.in. skutkiem ich degradacji lub powstawania nierozpuszczalnych kompleksów tych substancji z białkami i węglowodanami. Zmniejszenie zawartości tych substancji w badanych płatkach z amarantusa może być wynikiem nie tylko zabiegów termicznych, ale także usuwania zewnętrznych warstw nasion przy wytwarzaniu tego produktu, gdyż taniny występują głównie w okrywkach nasiennych (12).

Produkty z szarlatu wykazywały jednak dobre właściwości przeciwutleniające, dzięki aktywności przede wszystkim białek, a także innych związków rozpuszczalnych w wodzie takich, jak: peptydy, aminokwasy niebiałkowe, związki fitynowe. Istotny wpływ na skuteczność działania ekstraktów wodnych może mieć zarówno wysoka zawartość białka w tych produktach, jak i jego skład aminokwasowy – znaczna zawartość aminokwasów siarkowych i lizyny o właściwościach przeciwutleniających (15).

Procesy termiczne stosowane przy produkcji płatków i poppingu spowodowały obniżenie aktywności ekstraktów wodnych (związków aminowych) w reakcji dezaktywacji rodników ABTS w porównaniu do aktywności ekstraktów z mąki (ryc. 1). Najlepsze działanie przeciwrodnikowe ekstraktu wodnego z mąki wynika prawdopodobnie z obecności białek niepoddanych obróbce termicznej.



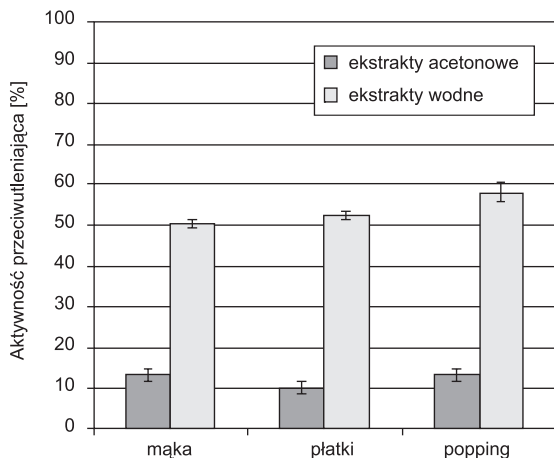
Ryc. 1. Aktywność przeciwrodnikowa wobec kationorodników ABTS ekstraktów otrzymanych z produktów z szarlatu.

Fig. 1. Antiradical activities of the extract amaranth products towards ABTS.

Natomiast najniższą wartość aktywności przeciwrodnikowej uzyskano dla ekstraktu wodnego z poppingu ze względu na najwyższą temperaturę stosowaną przy jego wytwarzaniu, która powoduje w większym stopniu niż w przypadku płatków denaturację białek. Przyczynia się ona do ich polimeryzacji (15) poprzez tworzenie mostków disiarczkowych i w związku z tym zmniejszenia zawartości dostępnych grup tiolowych, których udział w dezaktywacji rodników, jako potencjalnych donorów wodoru wykazano m.in. w pracy *Thomas'a* i współpr. (16).

Uzyskane w oznaczeniu wartości aktywności przeciwrodnikowej wobec kationorodników ABTS dla ekstraktów acetonowych otrzymanych z poszczególnych produktów z amarantusa są znacznie niższe niż dla ekstraktów wodnych, co wynika głównie z niskiej ilości związków przeciwutleniających ekstrahowanych w tych warunkach tj. polifenoli.

Również w przypadku inhibicji reakcji autooksydacji kwasu linolowego ekstrakty wodne z badanych produktów wykazały znacznie lepszą (ok. 4–5 razy) skuteczność w hamowaniu reakcji utleniania emulsji kwasu linolowego niż ekstrakty acetonowe (ryc. 2).



Ryc. 2. Aktywność przeciwutleniająca wobec nadtlenczków kwasu linolowego ekstraktów otrzymanych z produktów z szarlatu.

Fig. 2. Antioxidant activities of the extracts amaranth products towards linoleic acid peroxides.

Porównując działanie ekstraktów z poszczególnych produktów stwierdzono natomiast odwrotną zależność niż w przypadku badania dezaktywacji rodników ABTS tj. ekstrakty wodne z poppingu wykazywały najwyższą aktywność przeciwutleniającą. Wynikać to może z odsłonięcia reszt hydrofobowych w łańcuchu polipeptydowym podczas ogrzewania, co wiąże się z poprawą właściwości emulsyjnych i przeciwutleniających białek przez zwiększenie ich kontaktu z kwasami tłuszczowymi. Lepsze właściwości przeciwutleniające ekstraktu z poppingu mogą być również spowodowane interakcjami białek z cukrami (reakcji *Maillarda*), które prowadzą do zwiększenia powierzchniowej hydrofobowości i poprawy właściwości emulgujących białek (17).

Tabela II. Zawartość oligosacharydów w badanych produktach

Table II. Content of oligosaccharides in amaranth products

Produkt	Zawartość sacharozy (% s.m.)	Zawartość rafinozy (% s.m.)	Zawartość stachiozy (% s.m.)
Mąka	1,67 ± 0,04* A**	0,66 ± 0,00 A	0,50 ± 0,02
Płatki	1,52 ± 0,01 B	0,50 ± 0,00 B	NW
Popping	1,25 ± 0,02 C	0,58 ± 0,00 C	NW

Oznakowanie tak, jak w tab. I.

Wyniki analizy oligosacharydów metodą HPLC przedstawiono w tab. II. Oznaczona zawartość rafinozy jest najwyższa w mące i wynosi 0,66% s.m. Nieco niższa jest w poppingu – 0,58% s.m., a najniższą jej zawartością odznaczają się płatki, zawierające 0,50% s.m. tego cukru. Natomiast stachioza występowała w mące na poziomie 0,50% s.m., a w płatkach oraz poppingu nie wykryto tego sacharydu.

Obniżenie zawartości oligosacharydów w tych produktach było prawdopodobnie spowodowane stosowaną podczas ich produkcji obróbką termiczną. W badaniach wykazano, iż procesy cieplne powodują obniżenie zawartości oligosacharydów, a obróbka hydrotermiczna szczególnie skutecznie obniża poziom cukrów rodziny rafinozy (18), co jest zgodne z otrzymanymi wynikami. Z uzyskanych w pracy wyników można wnioskować, że zawartość oligosacharydów rodziny rafinozy, o korzystnych właściwościach fizjologicznych, jest w nasionach i produktach z nasion amarantusa niewielka – nie przekracza 1%. Dla porównania, nasiona roślin strączkowych zawierają od 3 do 6% (w stosunku do odtłuszczonej masy) cukrów rodziny rafinozy, natomiast dynia czy ogórek – ok. 2%. Zawartość tych związków w nasionach amarantusa jest nieco wyższa niż w zbożach, w których wynosi 0,2–0,8% odtłuszczonej masy. Otrzymana zawartość sacharozy jest zbliżona do typowych roślin zbożowych.

Wyniki oznaczenia zawartości błonnika pokarmowego tj. błonnika nierozpuszczalnego (IDF) i rozpuszczalnego (SDF) w wodzie oraz całkowitego (TS), przedstawiono w tab. III.

Zgodnie z otrzymanymi wynikami, najwyższą ilością IDF cechuje się popping i mąka. Nieznacznie niższa zawartość błonnika nierozpuszczalnego występuje w płatkach i wynosi 9,97% s.m. Zawartość SDF jest na podobnym poziomie w poppingu i w płatkach, natomiast w mące jej ilość jest ponad dwukrotnie niższa.

Tabela III. Zawartość błonnika pokarmowego w produktach z szarłat

Table III. Dietary fibre content in amaranth products

Produkt	Nierozpuszczalny błonnik pokarmowy (% s.m.)	Rozpuszczalny błonnik pokarmowy (% s.m.)	Błonnik całkowity (% s.m.)
Mąka	10,70 ± 0,21* A**	2,36 ± 0,16 A	13,06 ± 0,05 A
Płatki	9,97 ± 0,07 B	5,17 ± 0,21 B	15,14 ± 0,13 B
Popping	11,05 ± 0,11 A	5,73 ± 0,86 B	16,78 ± 0,97 B

Oznakowanie tak, jak w tab. I.

Całkowita ilość błonnika jest na tym samym poziomie w płatkach i poppingu natomiast w mące jest nieznacznie niższa. *Grajeta* (14) podaje, iż zawartość błonnika pokarmowego w nasionach szarłat waha się od 7,6 do 19,6% s.m. Uzyskane wyniki mieszczą się w tych przedziałach.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- Zawartość naturalnych związków nieodżywczych (z wyjątkiem błonnika pokarmowego) w badanych produktach z szarłat była stosunkowo niska, przy czym najwyższym ich poziomem odznaczała się mąka.
- Produkty z szarłat wykazały dobre właściwości przeciwutleniające przede wszystkim dzięki aktywności białek. Wynikała ona z wysokiej zawartości tego składnika i bardzo korzystnego z punktu widzenia mechanizmu tych reakcji profilu aminokwasów.

E. Worobiej, M. Piecyk, M. Rębiś, Ż. Rębiś

THE CONTENT OF NON-NUTRIENT BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF AMARANTH PRODUCTS

Summary

The content of non-nutrient bioactive compounds like polyphenols, phytin acid and trypsin inhibitor was determined and their anti-oxidative properties were assessed in products from the amaranth. Content of dietary fibre and raffinose oligosaccharides was also determined. The content of biologically active compounds in examined amaranth products was comparatively low; however, those products showed good antioxidant activity, especially toward linoleic acid peroxides (50-60% for water extracts).

PIŚMIENNICTWO

1. *Champ M.M.J.*: Non-nutrient bioactive substances of pulses. *British Journal of Nutrition*, 2002; 88 (suppl. 3): 307-319. – 2. *Troszyńska A., Honke J., Kozłowska H.*: Naturalne substancje nieodżywcze (NSN) pochodzenia roślinnego jako składniki żywności funkcjonalnej. *Wiadomości Zielarskie*, 2001; 43(5): 2-5. – 3. *Escudero N.L., De Arellano M.L., Luco J.M., Giménez M.S., Mucciarelli S.I.*: Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and its protein concentrate. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2004; 59: 15-21. – 4. *Alonso R., Grant G., Dewey P., Marzo F.*: Nutritional assessment *in vitro* and *in vivo* of raw and extruded peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of*

Agricultural and Food Chemistry, 2000; 48: 2286-2290. – 5. *Troszyńska A., Honke J., Zduńczyk Z.*: Fityniany w surowcach roślinnych. Cz. I. Właściwości chemiczne fitynianów oraz sposoby ich usuwania. *Przemysł Spożywczy*, 1992; 3: 78-81. – 6. *Hamerstrand G.E., Black L.T., Glover J.D.*: Trypsin inhibitors in soyproducts: modification of the standard analytical procedure. *Cereal Chemistry*, 1981; 58: 42-45. – 7. *Thies W.*: Determination of the phytic acid and sinapic acid esters in seeds of rapeseed and selection of genotypes with reduced concentrations of these compounds. *Fat. Sci. Technol.*, 1991; 93: 49-52. – 8. *Singleton V.L., Rossi J.A.*: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1965; 16: 144-158. – 9. *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: 1231-1237. – 10. *Kuo J.M., Yeh D.B., SunPan B.*: Rapid photometric assay evaluating activity in edible plant material. *J. Agric. Food Chemistry*, 1999; 47: 3206-3209.

11. *Kosson R.*: Oznaczanie cukrów typu rafinozy w nasionach roślin strączkowych metodą wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej – HPLC. *Roczn. PZH*, 1992; 43(2): 179-185. – 12. *Jacórzyski B.*: Czynniki antyżywniowe występujące w nasionach roślin strączkowych. *Przemysł Spożywczy*, 1988; 42(8-9): 251-254. – 13. *Pedersen B., Kalinowski L.S., Eggum B.O.*: The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*). 1. Protein and minerals of raw and processed grain. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1987; 36: 309-324. – 14. *Grajeta H.*: Wartość odżywcza i wykorzystanie szarlatu (rodzaj *Amaranthus*). *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1997; 30(1): 17-23. – 15. *Pieczyk M., Worobiej E., Rębiś M., Rębiś Ż.*: Zawartość i charakterystyka składników odżywczych w produktach z szarlatu. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(2)... – 16. *Thomas J.A., Poland B., Honzatko R.*: Protein sulfhydryls and their role in the antioxidant function of protein S-thiolation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1995; 319: 1-9. – 17. *Guérard F., Sumaya-Martinez M.T.*: Antioxidant effects of protein hydrolysates in the reaction with glucose. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, 2003; 80: 467-470. – 18. *Borejszo Z., Khan K.*: Reduction of Flatulence-Causing Sugars by High Temperature Extrusion of Pinto Bean High Starch Fractions. *J. Food Sci.*, 1992; 57: 771-772.

Adres: 02-767 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c.