

Małgorzata Gawryś, Katarzyna Zawada, Iwona Wawer

Wydział Farmaceutyczny, Zakład Chemii Fizycznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Aronia w diecie diabetyków

Aronia in the diet of diabetics

STRESZCZENIE

Aronia czarnoowocowa (ang. *chokeberry*, *Aronia melanocarpa*) jest owocem bogatym w związki polifenolowe: antocyjaniny, procyjanidyny i kwas chlorogenowy, które mają korzystny wpływ na stężenie glukozy, insuliny, cholesterolu i triglicerydów we krwi. Zwiększają również pojemność antyoksydacyjną płynów ustrojowych. Dzięki tym właściwościom aronia w postaci soku (zwłaszcza słodzonego steviosydami) lub suchego koncentratu w kapsułkach może stanowić cenne uzupełnienie diety diabetyków. (*Diabet. Klin.* 2012; 1, 5: 196–200)

Słowa kluczowe: aronia, antyoksydanty, cukrzyca, suplement diety

ABSTRACT

Aronia or chokeberry (*Aronia melanocarpa*) is a fruit rich in polyphenols, such as anthocyanins, procyanidins and chlorogenic acid, which have beneficial influence on blood glucose level, insulin, cholesterol and triglycerides levels, and also increase antioxidant capacity of body fluids. Therefore, aronia juice (especially when sweetened with steviosides) or powdered extract in capsules can be a valuable component of diabetics diet. (*Diabet. Klin.* 2012; 1, 5: 196–200)

Key words: aronia, antioxidants, diabetes, dietary supplement

Adres do korespondencji:

mgr farmacji Małgorzata Gawryś
Wydział Farmaceutyczny, Zakład Chemii Fizycznej
Warszawski Uniwersytet Medyczny
e-mail: malgorzatagawrys85@gmail.com
Diabetologia Kliniczna 2012, tom 1, 5, 196–200
Copyright © 2012 Via Medica
Nadesłano: 30.08.2012

Przyjęto do druku: 20.11.2012

Wstęp

Cukrzyca jest chorobą cywilizacyjną, której częstość występowania wśród społeczeństwa stale wzrasta. Jest to następstwem nieprawidłowości w diecie (nadmiar węglowodanów) oraz trybu życia (ograniczony wysiłek fizyczny). Niekontrolowana cukrzyca prowadzi do licznych powikłań (nefropatia, neuropatia, retinopatia, choroby układu sercowo-naczyniowego) i może stanowić zagrożenie życia. Właściwa dieta jest nieodzownym elementem terapii osób chorych na cukrzycę. Ważnym jej składnikiem mogą być owoce jagodowe, szczególnie ciemne, zawierające duże ilości antocyjanów i innych polifenoli.

Celem artykułu jest przedstawienie korzystnego wpływu owoców aronii na utrzymanie prawidłowego stężenia glukozy we krwi oraz na możliwość zapobiegania powikłaniom cukrzycy. Bioaktywne składniki owoców aronii mogą być również pomocne w leczeniu nadciśnienia tętniczego, hipercholesterolemii i nadwagi, które są objawami tzw. syndromu metabolicznego [1]. Ryzyko wystąpienia tego zespołu jest zwiększone w przypadku cukrzycy typu 1 u dzieci i młodzieży [2].

Bioaktywne składniki owoców aronii

Aronia czarnoowocowa jest uprawiana w Polsce na skalę przemysłową. Niestety, jej owoce są cierpkie ze względu na dużą zawartość tanin. Dojrzała aronia zawiera 74–83% wody, natomiast 10% masy świeżych owoców stanowią cukry (łącznie zawartość glukozy i fruktozy wynosi 66–100 g/kg, brak jest sacharozy).

Aronia to jedno z najbogatszych źródeł antocyjanów w przyrodzie. Stwierdzono w niej obecność około 0,5 g tych cennych dla zdrowia związków w 100 g owoców, znacznie więcej niż w czarnej po-

rzeczce czy owocach czarnego bzu. Unikalność składu chemicznego aronii polega na jednoczesnym występowaniu w dużych ilościach antocyjanin, procyjanidyn i ich polimerów (tanin) oraz kwasu chlorogenowego.

Żywność bogata w antyoksydanty jest polecana obywatelom Stanów Zjednoczonych. Tamtejszy Departament Rolnictwa stworzył listę produktów o największej wartości ORAC (pojemność przeciwutleniająca, *Oxygen Radical Absorbing Capacity*). W tym zestawieniu aronia zajmuje jedno z czołowych miejsc z wynikiem 160,62 $\mu\text{mol TE/g}$ (TE to równoważnik Troloksu, substancji wzorcowej) [3]. Aronia ma lepszą zdolność wmiatania wolnych rodników niż maliny czy czarne porzeczki [4] oraz zawiera więcej polifenoli. Nie jest jednak tak smaczna jak truskawki czy borówki amerykańskie.

Stres oksydacyjny a cukrzyca

Stres oksydacyjny jest stanem, w którym dochodzi do zaburzenia równowagi pomiędzy systemem egzo- i endogennych utleniaczy i przeciwutleniaczy, skutkiem czego zaczynają przeważać zjawiska utleniania. Stres oksydacyjny towarzyszy wielu chorobom, w tym również cukrzycy [5, 6]. Przewlekła hiperglikemia prowadzi do niekontrolowanego utleniania lipidów, kwasów nukleinowych, niektórych enzymów oraz do uszkodzenia białek, co z kolei wpływa na rozwój mikro- i makroangiopatii. Dlatego jednym ze wskazań dla diabetyków komponujących swój jadłospis jest uwzględnienie dużej ilości warzyw i owoców zawierających składniki o właściwościach antyoksydacyjnych. Krew osób chorych na cukrzycę ma mniejszą pojemność antyoksydacyjną niż osób zdrowych, w diecie diabetyków powinno więc być dużo produktów bogatych w witaminy A, C, E i polifenole [7].

Aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa*) jest owocem zasługującym na uwagę ze względu na szczególnie dużą zawartość związków polifenolowych. Ma ona silne właściwości antyoksydacyjne dzięki obecności antocyjanin (średnio około 2 g/100 g suchej masy), katechin i ich polimerów (około 5,2 g/100 g suchej masy) oraz kwasów fenolowych (około 0,6 g/100 g suchej masy), co wykazali Oszmiański i Wojdyło [8]. Największą zawartością polifenoli charakteryzują się soki aroniowe niepasteryzowane, poddane maceracji (średnio około 11 g/l) [9]. Wysoki potencjał antyoksydacyjny jest zaletą przetworów aroniowych. W przypadku niepasteryzowanych soków wynosi on 0,125 mmoli TE/ml soku, a w przypadku soków dostępnych komercyjnie 0,057–0,095 mmoli TE/ml soku [10]. Świadczy to o tym, że prze-

tworzenie owoców na sok i koncentrat nie pozbawia ich cennych związków polifenolowych.

Malinowska i wsp. [11] porównali wyniki testu całkowitego stężenia przeciwutleniaczy dla osocza z dodatkiem L-homocysteiny i tiolaktonu homocysteiny z osoczem, do którego dodano także ekstrakt z aronii. Zaobserwowali, że po dodaniu ekstraktu nastąpił wzrost pojemności antyoksydacyjnej osocza z 0,67 mmol TE/l do 0,77 mmol TE/l w przypadku homocysteiny oraz z 0,55 mmol TE/l do 0,78 mmol TE/l w przypadku tiolaktonu (dla próbki kontrolnej, czyli wyjściowego osocza, pojemność antyoksydacyjna równa była 0,98 mmol TE/l). Stwierdzili również, że zahamowany został spadek ilości wolnych grup tiolowych i aminowych, będący objawem uszkodzenia białek przez L-homocysteinę lub tiolakton homocysteiny. Wykazali w ten sposób, że ekstrakt z aronii zmniejsza poziom stresu oksydacyjnego w plazmie krwi.

Powyższe badania wykazują, że *Aronia melanocarpa* i jej przetwory redukują stres oksydacyjny i, dzięki temu, mogą zmniejszać powikłania towarzyszące cukrzycy.

Aktywne związki aronii a cukrzyca

Aronia i jej przetwory są cennym uzupełnieniem diety diabetyków nie tylko ze względu na zawartość zespołu związków działających antyoksydacyjnie.

Dużą zaletą soku z aronii jest zdolność obniżania indeksu glikemicznego (IG) roztworu cukrów prostych [12]. Pomiar IG wykonano u osób w różnym wieku, podając im standardowy roztwór glukozy oraz sok z równoważną zawartością cukrów. U wszystkich osób pijących sok stwierdzono obniżenie wchłaniania cukru w porównaniu z osobami pijącymi roztwór zawierający 50 g glukozy. Dla osób w przedziale wiekowym 20–30 lat indeks glikemiczny wynosił 60,2–63,5, a u osoby w wieku 60 lat nawet 46,8, co w przypadku sztucznie słodzonych soków nie jest wysoką wartością.

Wykazano, że antocyjaniny mają też inny mechanizm działania — związki te stymulują wydzielanie insuliny [13]. Testowano *in vitro* na komórkach trzustki 9 różnych antocyjanin w stężeniu 50 $\mu\text{g/ml}$ w obecności 4 i 10 mM glukozy. Najsilniejszy efekt stymulacji wydzielania insuliny uzyskano w przypadku glukozydów cyjanidyny i delfinidyny. Warto dodać, że cyjanidyna (aglikon) to dominująca antocyjanidyna w aronii.

Istotna jest również obecność dużych ilości kwasu chlorogenowego wpływającego na aktywność glukozo-6-fosfatazy, która bierze udział w metabolizmie glukozy [14]. Kwas chlorogenowy

hamuje również wchłanianie tego cukru z jelita cienkiego [15]. Zjawisko to tłumaczone jest zmniejszeniem przez związki polifenolowe gradientu jonów sodowych odpowiedzialnego za transport aktywny glukozy [16]. Kwas chlorogenowy pobudza również wydzielanie insuliny poprzez zwiększenie uwalniania glukagonopodobnego peptydu-1, który oddziałuje na komórki beta poprzez mechanizm zależny od cAMP. Ma to na celu zwiększenie syntezy i aktywności czynnika transkrypcyjnego IDX-1 odpowiedzialnego za regulację stężenia glukozy we krwi [17]. W badaniach z wykorzystaniem otyłych szczurów posiadających genetyczną odporność na insulinę pokazano, że podawanie kwasu chlorogenowego korzystnie wpływa na gospodarkę węglowodanową i lipidową. Po 3 tygodniach kuracji zmniejszyło się stężenie glukozy we krwi zwierząt mierzone po posiłku, znacząco spadło stężenie cholesterolu (o 44%) i triacylogliceroli (o 58%) w surowicy krwi oraz w wątrobie, a szczury mniej przybrały na wadze niż grupa kontrolna.

Związki katechinowe, takie jak oligomery procyjanidyn, także stymulują wydzielanie insuliny, przez co obniżają stężenie cukrów we krwi. Aronia ma szczególnie dużo polimerów katechinowych, czyli tanin, które zmniejszają wchłanianie białka oraz utrudniają powstawanie emulsji tłuszczu koniecznej do jego trawienia. Przyczynia się to do obniżenia masy ciała i jest korzystne dla zdrowia diabetyków.

Aronia w badaniach klinicznych

W badaniach klinicznych potwierdzono korzystny wpływ aronii na stan chorych poprzez monitorowanie parametrów biochemicznych istotnych dla przebiegu cukrzycy. Korzystne działanie sugerowały wcześniejsze eksperymenty na zwierzętach. Badano wpływ soku aroniowego na stężenie glukozy i lipidów w osoczu szczurów, u których wywołało cukrzycę przez podanie steptozotocyny [18]. Włączenie soku do diety chorych zwierząt obniżyło stężenie biomarkerów do poziomu nieróżniącego się znacząco od zdrowych osobników.

Badano również działanie antocyjanów aroniowych na przebieg cukrzycy u ciężarnych [19]. Badanie obserwacyjne wykazało, że ekstrakt z aronii w dawce 300 mg dziennie obniżał stężenie glikowanej hemoglobiny (w przypadku kobiet z nieuregulowaną cukrzycą spadek tego wskaźnika wynosił 2,1%), regulował metabolizm cukrów, a także chronił komórki płodu przed stresem oksydacyjnym i zmniejszał ryzyko powikłań. Miał korzystny wpływ nie tylko na matkę, ale także na płód. Jednoznaczne udowodnienie wpływu ekstraktu z aronii na obniżenie stężenia glikowanej hemoglobiny u ciężarnych

kobiet wymaga jednak dalszych badań przeprowadzonych w sposób randomizowany z wykorzystaniem grupy kontrolnej.

W badaniach klinicznych przeprowadzonych w Bułgarii [20] zaobserwowano obniżenie stężenia glukozy na czczo (z 14,23 mmol/l do 11,4 mmol/l) oraz cholesterolu i lipidów we krwi (odpowiednio z 6,45 mmol/l do 5,05 mmol/l i z 2,92 mmol/l do 1,7 mmol/l) u osób spożywających sok z aronii (200 ml na dzień) chorujących na cukrzycę typu 2. Efekt obniżenia stężenia glukozy zaobserwowano już po pierwszej dawce soku, jednak największy spadek uzyskano przy dłuższej regularnej jego konsumpcji (przekraczającej 3 miesiące).

Zaobserwowano, że produkty aroniowe korzystnie regulują stężenie biomarkerów zespołu metabolicznego u pacjentów. Broncel i wsp. [21] badali wpływ antocyjanów na ciśnienie tętnicze, stężenie endoteliny-1 i lipidów. Zanotowali istotny statystycznie spadek stężenia całkowitego cholesterolu, cholesterolu frakcji LDL i triglicerydów u chorych, którym podawano ekstrakt aroniowy w dawce 300 mg na dzień. Stężenie endoteliny-1 także znacznie się obniżyło (o około 30%), podobnie jak wartość ciśnienia skurczowego i rozkurczowego (średni spadek o odpowiednio 12,4 i 5,1 mm Hg). Aronia wpływa więc korzystnie na parametry diagnostyczne zespołu metabolicznego.

Aronia odgrywa ważną rolę w diecie osób z zespołem metabolicznym, ponieważ nie tylko redukuje stężenie cukrów i cholesterolu we krwi oraz obniża ciśnienie tętnicze, jak opisano powyżej, ale ma także właściwości przeciwzapalne [22]. Na modelu zwierzęcym (szczury) pokazano, że ekstrakt z aronii obniża poziom stresu oksydacyjnego i zapobiega utlenianiu lipidów [23]. Może stanowić cenny składnik diety w profilaktyce oraz w odżywianiu osób z zespołem metabolicznym, pomagając uniknąć powikłań.

Opis licznych właściwości prozdrowotnych aronii udowodnionych w badaniach klinicznych zawiera publikacja przeglądowa Chrubasik, Li i Chrubasik [24]. Uwzględniono w niej także badania prowadzone w celu pokazania jej przeciwcukrzycowego działania. Skuteczność polifenoli zawartych w aronii w profilaktyce i leczeniu zespołu metabolicznego, a szczególnie jednego ze składników tego zespołu — otyłości, opisuje także Oszmiański w swojej pracy przeglądowej [12].

Choroby wątroby a cukrzyca

Zaburzenia czynności wątroby często towarzyszą cukrzycy. Mogą być one wywołane przez nią samą lub przez leczenie hipoglikemizujące, nieza-

leżnie z nią współistnieć lub być przyczyną jej wystąpienia [25]. Częstym powikłaniem cukrzycy jest powiększenie wątroby i upośledzenie jej funkcji [26]. Jest to spowodowane zaburzeniem metabolizmu węglowodanów z nadmiernym gromadzeniem glikogenu, nieprawidłowym metabolizmem tłuszczów i zwiększoną ich akumulacją oraz patologią pęcherzyka i dróg żółciowych.

Przeprowadzone badania wykazały, że antocyjany aroniowe działają regenerująco na tkankę wątroby oraz redukują stężenie aminotransferazy asparaginowej i alaninowej oraz bilirubiny i mocznika we krwi szczurów zatrutych kadmem [27], a także zmniejszają jego stężenie w tkankach wątroby (o około 30%) i nerek (o około 70%). Powyższe rezultaty pozwalają przypuszczać, że aronia może wpływać korzystnie także na ludzką wątrobę, chroniąc ją przed szkodliwymi czynnikami oraz wspomagając regenerację tego narządu. Ponieważ jest to działanie niezwykle istotne dla pacjentów z cukrzycą, niezbędne są dalsze badania w tym kierunku.

Aronia dla polskich diabetyków

Z owoców produkuje się soki, dżemy, konfitury, susz do herbatek owocowych i wina. Mimo to asortyment preparatów aroniowych dostępny na polskim rynku ciągle jest raczej ubogi. Wysokosłodzonych syropów i nektarów nie zaleca się diabetykom. Popularne są soki aroniowe zawierające jedynie naturalne cukry, zwłaszcza te produkowane z owoców ekologicznych.

Osobom, które preferują słodsze napoje, można polecić dodawanie do soku stewiozydów. Ten naturalny słodzik roślinny, zaakceptowany przez Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności (EFSA, *European Food Safety Authority*) — E-960, niweluje cierpki smak aronii, nie podnosi stężenia cukru we krwi oraz nie ma właściwości toksycznych [28–30]. W sprzedaży jest już dostępny sok aroniowy z dodatkiem stewiozydów. Także sok cytrynowy korzystnie wpływa na walory smakowe aronii, dodatkowo wzbogacając go w witaminę C i zapewniając korzystne pH [31]. W aptekach dostępny jest sproszkowany, pozbawiony cukrów ekstrakt z owoców aronii o statusie suplementu diety, w kapsułkach, co ułatwia dozowanie.

Podsumowanie

Produkty aroniowe są wartym polecenia uzupełnieniem diety diabetyków. Korzyści zdrowotne z ich stosowania zostały potwierdzone w badaniach na zwierzętach oraz w badaniach klinicznych. Nie stwierdzono również interakcji z lekami stosowanymi

w terapii cukrzycy. Jednak pomimo że owoce aronii są łatwo dostępne w Polsce, asortyment produktów uwzględniających potrzeby diabetyków oraz osób z zespołem metabolicznym nie jest szeroki. Interesujące są soki aroniowe słodzone stewią.

PIŚMIENNICTWO

- Gacek M. Wybrane parametry somatyczne, stan zdrowia i zachowania żywieniowe w grupie chorych na cukrzycę typu 2. *Endokrynol. Diabetol. Chor. Przemiany Materii Wieku Rozw.* 2011; 7: 172–178.
- Szadkowska A., Bodalska-Lipińska J., Pietrzak I., Młynarski W., Markuszewski L., Bodalski J. Zespół metaboliczny u dzieci i młodzieży chorej na cukrzycę typu 1. *Przegl. Pediatr.* 2005; 35: 193–199.
- Nutrient Data Laboratory, Agriculture Research Service, US Department of Agriculture, Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods — 2007.
- Benvenuti S., Pellati F., Melegari M., Bertelli D. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes* and *Aronia*. *J. Food Sci.* 2004; 69: 164–169.
- Piwowar A., Knapik-Kordecka M., Warwas M. Stres oksydacyjny a dysfunkcja śródbłonna w cukrzycy typu 2. *Pol. Merk. Lek.* 2008; 146: 120–123.
- Wierusz-Wysocka B. Powikłania naczyniowe a stres oksydacyjny w cukrzycy. *Diab. Prakt.* 2001; 2: 11–15.
- Kaneto H., Kajimoto Y., Miyagawa J., Matsuoka T., Fujitani Y., Umayahara Y. Beneficial effects of antioxidants in diabetes. *Diabetes* 1999; 48: 2398–2406.
- Oszmiański J., Wojdyło A. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.* 2005; 221: 809–813.
- Szajdek A., Dąbkowska E., Borowska E.J. Wpływ obróbki enzymatycznej miazgi owoców jagodowych na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą soku. *Żyw.* 2006; 4: 59–67.
- Borowski J., Stefaniak K. The antioxidant properties of aronia beverages. *Arch. Med. Sci.* 2012; 8: S182.
- Malinowska J., Babicz K., Olas B., Stochmal A., Oleszek W. *Aronia melanocarpa* extract suppresses the biotoxicity of homocysteine and its metabolite on the hemostatic activity of fibrinogen and plasma. *Nutr.* 2012; 28: 793–798.
- Oszmiański J., Nowicka P., Rubiński P. Aronia — niedoceniany w Polsce owoc prozdrowotny. *Przem. Ferm. Ow. Warz.* 2011; 7–8: 4–18.
- Jayaprakasam B., Vareed S.K., Olson L.K., Nair M.G. Insulin secretion by bioactive anthocyanins and anthocyanidins present in fruits. *J. Agric. Food Chem.* 2005; 53: 28–31.
- Hemmerte H., Burger H.J., Below P., Schubert G., Rippel R., Schindler P.W. Chlorogenic acid and synthetic chlorogenic acid derivatives: novel inhibitors of hepatic glucose-6-phosphate translocase. *J. Med. Chem.* 1997; 40: 137–145.
- Bassoli B.K., Cassolla P., Borba-Murad G.R., Constantin J. Chlorogenic acid reduces the plasma glucose peak in the oral glucose tolerance test: effects on hepatic glucose release and glycaemia. *Cell Biochem. Funct.* 2008; 26: 320–328.
- Welsch C.A., Lachance P.A., Wasserman B.P. Dietary phenolic compounds: inhibition of Na⁺-dependent D-glucose uptake in rat intestinal brush border membrane vesicles. *J. Nutr.* 1989; 119: 1698–1704.
- McCarty M.F. A chlorogenic acid induced increase in GLP-1 production may mediate the impact of heavy coffee consumption on diabetes risk. *Med. Hypotheses* 2005; 64: 848–853.

18. Valcheva-Kuzmanova S., Kuzmanov K., Tancheva S., Belcheva A. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of *Aronia melanocarpa* fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats. *Methods Find. Exp. Clin. Pharmacol.* 2007; 29: 101–105.
19. Pawłowicz P., Wilczyński J., Stetkiewicz T. Influence of natural anthocyanins derived from chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extract on glycosylated hemoglobin level in pregnant women with insulin-dependent diabetes mellitus. *Pol. J. Gynaecol. Invest.* 2001; 3: 123–125.
20. Simeonov S.B., Botushanov N.P., Karahanian E.B., Pavlova M.B., Husianitis H.K. Effects of *Aronia melanocarpa* juice as part of the dietary regiment in patients with diabetes mellitus. *Folia Med.* 2002; 44: 20–23.
21. Broncel M., Koziróg-Kołacińska M., Andryskowski G., Duchnowicz P. Wpływ antocyjanin z aronii czarnoowocowej na ciśnienie tętnicze oraz stężenie endoteliny-1 i lipidów u pacjentów z zespołem metabolicznym. *Pol. Merk. Lek.* 2007; 134: 116–119.
22. Zapolska-Downar D., Bryk D., Małcki M., Hajdukiewicz K., Sitkiewicz D. *Aronia melanocarpa* fruit extract exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells. *Eur. J. Nutr.* 2012; 51: 563–572.
23. Jurgoński A., Juśkiewicz J., Zduńczyk Z. Ingestion of black chokeberry fruit extract leads to intestinal and systemic changes in a rat model of prediabetes and hyperlipidemia. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2008; 63: 176–182.
24. Chrubasik C., Li G., Chrubasik S. The clinical effectiveness of chokeberry: a systematic review. *Phytother. Res.* 2010; 24: 1107–1114.
25. Stone B.G., Van Thiel D.H. Diabetes mellitus and the liver. *Sem. Liver Dis.* 1985; 5: 8–28.
26. Falchuk K.R., Conlin D. The intestinal and liver complications of diabetes mellitus. *Adv. Int. Med.* 1993; 38: 269–286.
27. Kowalczyk E., Kopff A., Fijałkowski P., Kopff M. Effect of anthocyanins on selected biochemical parameters in rats exposed to cadmium. *Acta Biochim. Pol.* 2003; 50: 543–548.
28. Geuns J.M. Steviosides. *Phytochem.* 2003; 64: 913–921.
29. Benford D.J., DiNovi M., Schlatter J. *Safety Evaluation of Certain Food Additives: Steviol Glycosides*, WHO Food Additives Series (World Health Organization Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)) 2006; 54: 140.
30. Brusick D.J. A critical review of the genetic toxicity of steviol and steviol glycosides. *Food Chem. Toxicol.* 2008; 46: 83–91.
31. Gonzales-Molina E., Moreno D.A., Garcia-Viguera C. Aronia-enriched lemon juice: a new highly antioxidant beverage. *J. Agric. Food Chem.* 2008; 56: 11327–11333.