

MAŁGORZATA BIAŁEK, JAROSŁAWA RUTKOWSKA,
EWELINA HALLMANN

ARONIA CZARNOOWOCOWA (*ARONIA MELANOCARPA*) JAKO POTENCJALNY SKŁADNIK ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było omówienie biologicznych i prozdrowotnych właściwości aronii czarnoowocowej w kontekście możliwości jej użycia jako funkcjonalnego składnika produktów spożywczych. Aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa*) pochodzi z Ameryki Północnej, jest krzewem z rodziny Różowatych (*Roseaceae*). Owoce aronii dotychczas były wykorzystywane głównie do wytwarzania soków i syropów, po produkcji których pozostawały znaczne ilości wytlóków, zawierających ponad 60 % wszystkich antocyjanów zawartych w owocach. Ze względu na udokumentowane prozdrowotne właściwości związków polifenolowych obecnych w owocach aronii podejmowane są próby zastosowania: owoców, przetworów oraz produktów ubocznych z przetwórstwa do wzbogacania żywności.

Słowa kluczowe: aronia czarnoowocowa, antyoksydanty, polifenole, żywność funkcjonalna

Wprowadzenie

Uwzględniając powszechne dążenie do poprawy stanu zdrowia oraz próby zapobiegania rozwojowi chorób przewlekłych, a także fakt, że charakterystycznym składnikiem diety mieszkańców północnej części Europy są owoce jagodowe o właściwościach prozdrowotnych [17], zasadne wydają się działania zmierzające do zastosowania tych owoców jako składników żywności funkcjonalnej [23, 29]. Wśród owoców jagodowych na szczególną uwagę zasługuje aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa*), która charakteryzuje się największą, spośród surowców roślinnych, zawartością antocyjanów i innych polifenoli [11]. Związki te wykazują silne właściwości antyoksydacyjne [20, 25, 34]. Natomiast etiologia tzw. chorób cywilizacyjnych związana jest ze stresem oksydacyjnym [26], dlatego surowce o tak znacznej zawartości polifenoli powinny być wykorzystane do produkcji żywności funkcjonalnej. Ponadto współ-

Mgr inż. M. Białek, dr inż. J. Rutkowska, Zakład Analiz Instrumentalnych, dr inż. E. Hallmann, Zakład Żywności Ekologicznej, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

częściej konsumenci coraz częściej poszukują żywności minimalnie przetworzonej, w której syntetyczne dodatki do żywności (o często udowodnionym szkodliwym wpływie na zdrowie [7]) zostały zastąpione substancjami naturalnymi. Stąd rosnące zainteresowanie technologów żywności naturalnymi przeciwutleniaczami [18].

Ogólna charakterystyka aronii

Według licznych autorów najbogatszym źródłem polifenoli są owoce aronii czarnoowocowej *Aronia melanocarpa* (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość polifenoli w wybranych owocach [mg/100 g owoców].
Content of polyphenols in selected fruits [mg/100 g of fruits].

Owoce / Fruits	Całkowita zawartość polifenoli [mg/100g owoców] Total content of polyphenols [mg/100g of fruits]
Aronia / Chokeberry	2080
Czarna porzeczka / Black currant	560
Wiśnie / Cherry	460
Truskawki / Strawberry	225
Jeżyna / Blackberry	248
Malina / Raspberry	126
Borówka / Bilberry	525
Borówka amerykańska / Blueberry	181 - 585
Żurawina / Cranberry	120 - 315
Śliwka / Plum	211 - 323
Jabłko / Apple	252 - 357

Opracowanie własne na podst.: / Authors' own elaboration based on: [6, 26, 29, 32].

Krzewy aronii, pochodzące z Ameryki Północnej, zostały do Europy sprowadzone w XVII w. Roślina ta należy do rodziny *Roseaceae* (Różowate) i obejmuje trzy gatunki: aronię czarnoowocową (*Aronia melanocarpa*), aronię czerwoną (*Aronia arbutifolia*) oraz aronię śliwolistną (*Aronia prunifolia*) [32]. Aronia czarnoowocowa jest krzewem, którego wysokość może dochodzić od 2 do 3 m. Ma okrągłe owoce koloru czarnego pokryte woskowym nalotem i zebrane w grona. Nie ma specjalnych wymagań glebowych [27]. Może być postrzegana jako „proekologiczny” gatunek krzewów, ponieważ dzięki wysokiej tolerancji na choroby i szkodniki nie wymaga użycia pestycydów. Owoce tego krzewu nie akumulują metali ciężkich, takich jak: kadm, ołów, arsen, cyna [32]. Zwiększone nawożenie powoduje zwiększenie plonów, ale skutkuje

zmniejszeniem zawartości barwników w owocach [12]. Okres reprodukcyjności krzewu wynosi 20 lat, roczna wydajność owoców przekracza zwykle 10 t/ha [16], a może dochodzić nawet do 12 t/ha [12].

Bioaktywne składniki aronii

Skład chemiczny owoców aronii przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Skład chemiczny owoców aronii.
Chemical composition of chokeberry fruits.

Składnik / Component	Zawartość / Content
Sucha masa / Dry matter [%]	17 - 29
Błonnik / Dietary fibre [g/100 g ś.m / f.m.]	5,62
Cukry redukujące / Reducing sugars [g/100 g ś.m / f.m.]	13 - 17,6
Tłuszcz / Fat [g/100 g ś.m / f.m.]	0,14
Białko / Protein [g/100 g ś.m / f.m.]	0,7

Opracowanie własne na podstawie: / Authors' own elaboration based on: [12]

W owocach aronii zawarte są zarówno składniki o właściwościach antyoksydacyjnych, m.in.: antocyjany, flawonole, fenolokwasy i garbniki, jak i witaminy (C, B₂, B₆, E, P, PP) oraz składniki mineralne (Mo, Mn, Cu, B, I, Co) [7]. Prawdopodobnie najważniejszymi składnikami owoców aronii, odpowiedzialnymi za większość ich korzystnych dla zdrowia właściwości, są polifenole [12], których zawartość (w zależności od odmiany, warunków uprawy oraz pory zbiorów) waha się od 2000 do 8000 mg/100 g suchej masy [9].

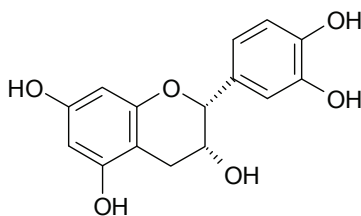
Mechanizm antyoksydacyjnego działania polifenoli jest wielokierunkowy i może polegać na [20, 22, 24, 26]:

- bezpośrednim reagowaniu z wolnymi rodnikami i ich wiązaniu, poprzez stabilizację lub delokalizację niesparowanych elektronów,
- właściwościach redukcyjnych (oddawaniu elektronów lub atomów wodoru),
- tworzeniu mniej reaktywnych związków poprzez nasilenie dysmutacji wolnych rodników,
- katalizowaniu reakcji przejścia wolnych rodników w produkty obojętne,
- hamowaniu lub nasilaniu działania enzymów (m.in. oksydaz),
- chelatowaniu jonów metali.

Wśród polifenoli obecnych w owocach aronii można wyróżnić związki należące do trzech grup: procyanidyn, antocyjanów oraz fenolokwasów [26].

Procyjanidyny

Główną klasą związków polifenolowych występujących w owocach aronii są procyjanidyny [12] reprezentujące taniny skondensowane [10]. Substancje te w głównej mierze kształtują właściwości sensoryczne owoców i przetworów z aronii – zarówno charakterystyczny cierpki smak, jak i różową barwę [29, 32]. Ściągające wrażenie odczuwane podczas spożywania owoców aronii wynika z interakcji tanin z białkami błony śluzowej i receptorami smakowymi języka [29]. W owocach aronii obecne są głównie taniny niehydrolizujące (skondensowane) – polimery zbudowane z cząsteczek (-)-epikatechiny [9, 29], której strukturę przedstawiono na rys. 1.



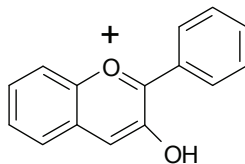
Rys. 1. Struktura chemiczna (-)epikatechiny.

Fig. 1. Chemical structure of (-)epicatechin.

W owocach zawierających duże ilości antocyjanów taniny stabilizują je poprzez łączenie się z nimi w kopolimery, [29].

Antocyjany

Są drugą co do wielkości grupą związków fenolowych – stanowią ok. 25 % zawartości wszystkich polifenoli występujących w aronii [22]. Antocyjany występują w postaci wolnej jako aglikony – antocyjanidyny oraz w połączeniu z cząsteczkami cukru jako glikozydy – antocyjaniny [29]. Najbardziej rozpowszechnionymi cukrami w glikozydach są: glukoza, galaktoza, ramnoza, arabinoza, ksyloza. Na rys. 2. przedstawiono podstawową strukturę antocyjanów.



Rys. 2. Podstawowa struktura antocyjanów.

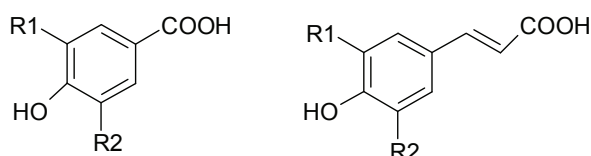
Fig. 2. Basic structure of anthocyanins.

W owocach aronii występują głównie glikozydy cyjanidyny: 3-O-galaktozyd, 3-O-arabinozyd, 3-O-glukozyd oraz 3-O-ksylozyd, przy czym obecność tego ostatnie-

go jest charakterystyczna dla owoców aronii [6, 9, 22, 29, 32]. Te rozpuszczalne w wodzie barwniki znajdują się głównie w zewnętrznej warstwie skórki [29]. Ich barwa zależy od pH roztworu: w silnie kwaśnych roztworach są intensywnie czerwone, a wraz ze wzrastającymi wartościami pH ich barwa zmienia się w kierunku granatowej [20]. Antocyjany, stosowane dotąd głównie jako barwniki, dzięki swoim udowodnionym właściwościom antyoksydacyjnym mogą stać się ważnym składnikiem żywności zmniejszającej ryzyko wielu chorób cywilizacyjnych [24].

Fenolokwasy

Fenolokwasy to pochodne kwasów: benzoesowego i cynamonowego, których struktury przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Chemiczne struktury kwasu benzoesowego i cynamonowego.

Fig. 3. Chemical structures of cinnamic and benzoic acids.

Występują one głównie w formie związanej, jako estry lub glikozydy [29]. Estry dwóch lub więcej fenolokwasów nazywane są depsydami [8]. Głównym kwasem fenolowym występującym w owocach aronii jest kwas chlorogenowy (depsyd kwasu kawowego i chinowego), który wraz z kwasem neochlorogenowym stanowi 7,5 % całkowitej zawartości polifenoli [8, 22, 23, 28].

Prozdrowotne właściwości aronii

Przez wiele lat owoce aronii oraz wytwarzane z nich przetwory były uważane za żywność konwencjonalną. Dopiero, gdy zostały odkryte liczne prozdrowotne właściwości substancji wyizolowanych z różnych rodzajów owoców jagodowych, także aronia stała się obiektem badań nad tymi właściwościami [9].

Aktywność przeciwnowotworowa

Polifenole zaliczane są do związków wykazujących właściwości chemoprewencyjne, tzn. mogące ingerować w proces kancerogenezy w jego wczesnych etapach [17]. Aktywność prewencyjna tych związków silnie zależy od ich struktury chemicznej [9]. Zarówno owoce aronii, jak i ekstrakty z nich, mają właściwości antyproliferacyjne i ochronne w przypadku raka jelita grubego [4, 12]. Analiza ekspresji genów wykazała, że powtarzająca się ekspozycja na dietetyczne poziomy soku z aronii powodowała

pobudzenie ekspresji genu supresorowego CEAMA1, która jest hamowana we wczesnych stadiach różnych typów nowotworów [12]. Wyniki te zostały potwierdzone w badaniach na zwierzętach. U samców szczurów traktowanych azoksymetanem po podaniu im ekstraktu z owoców aronii stwierdzono obniżenie wskaźnika dysplazji i transformacji złośliwej w komórkach okrężnicy [4]. Ekstrakt z owoców aronii, w porównaniu z ekstraktem np. z.: winogron, bzu, marchwi purpurowej i rzodkiewki, okazał się najsilniejszym inhibitorem wzrostu komórek HT-29 ludzkiego raka jelita grubego, powodując ponad 60 % inhibicję. Wykazywał on także zdolność do nasilania apoptozy tych komórek [9, 12], co jest możliwe poprzez blokowanie cyklu komórkowego (fazy G₁/S lub G₂/M) [14]. Antocyjany aronii odgrywają ponadto rolę w regulacji ekspresji określonych genów oraz czynników transkrypcyjnych, zaangażowanych w regulację procesu nowotworowego [17]. Ekstrakt z owoców aronii może także wpływać na wzrost niektórych typów raka piersi i okrężnicy, poprzez hamowanie sulfotransferazy – enzymu zaangażowanego w dezaktywację estrogenów, a więc także zmianę dostępności estrogenów dla ich receptorów [9]. Działanie przeciwnowotworowe związków polifenolowych możliwe jest także poprzez hamowanie aktywności enzymów biorących udział w procesie replikacji DNA (polimerazy II DNA, topoizomerazy I i II) [12]. Potwierdzają to badania z użyciem komórek L1210 białaczki mysiej. Substancje zawarte w ekstrakcie z aronii wykazywały nie tylko ponad 90 % inhibicję wzrostu tych komórek, ale także działały jako katalityczne inhibitory topoizomera [9]. Antocyjaniny zawarte w soku z aronii ograniczały także powstawanie i nasilenie skutków ubocznych podczas stosowania alkilujących leków przeciwnowotworowych [19].

Zmniejszanie ryzyka powstawania chorób układu sercowo-naczyniowego

Owoce aronii mogą wpływać pozytywnie na różne czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. W badaniach *in vitro* polifenole wykazywały zdolność do ochrony i regeneracji komórek śródbłonna, a tym samym poprawy ich funkcjonowania [12]. Poprzez stymulację powstawania tlenku azotu w śródbłonku naczyniowym i jednocześnie hamowanie syntezy kwasu 12-hydroksyeikozatetraenowego (12-HETE), który upośledza czynność śródbłonna, zapobiegają zlepianiu się płytek krwi [14]. Antyagregacyjne działanie ekstraktu z aronii wydaje się niezależne od jego zdolności do inhibicji wytwarzania przez płytki krwi nadtlenków [9]. Zarówno w badaniach na zwierzętach, jak i z udziałem ludzi, wykazano korzystne oddziaływanie aronii w hiperlipidemii i hipercholesterolemii. U mężczyzn spożywających szklankę soku z aronii dziennie przez 6 tygodni znacząco zmniejszyła się zawartość cholesterolu całkowitego, cholesterolu LDL i triacylogliceroli we krwi, podczas gdy poziom cholesterolu HDL wzrósł [12]. Związki polifenolowe znacząco hamują peroksydację lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) [14, 15], jak również obniżają poziom 8-izoprostanów i powodują wzrost poziomu adiponektyny w surowicy, co wskazuje na zdolność do redukcji stresu oksy-

dacyjnego i zapalenia śródbłonka [9]. Hipotensyjne działanie związków polifenolowych wynika z ich zdolności do hamowania konwertazy angiotensyny, co skutkuje obniżeniem poziomu angiotensyny II i w efekcie prowadzi do obniżenia ciśnienia tętniczego [14], zarówno skurczowego, jak i rozkurczowego [12].

Zapobieganie cukrzycy

Etiologia cukrzycy związana jest z upośledzoną produkcją insuliny lub niewrażliwością komórek docelowych na ten hormon, co skutkuje zaburzeniem poziomu glukozy we krwi [14]. Przeciwcukrzycowy potencjał aronii może wynikać ze zmniejszenia aktywności maltazy i sacharazy w śluzówce jelita cienkiego, ale niewykluczone są także inne mechanizmy, m.in.: stymulacja wychwytu glukozy, zwiększanie wydzielania insuliny oraz redukcja stresu oksydacyjnego [9]. Korzystny wpływ związków polifenolowych wykazano w badaniach *in vitro* i *in vivo* [14], zarówno w przypadku cukrzycy typu II, jak i jej powikłań [12]. Sok aroniowy podawany szczurom z cukrzycą wywołaną streptozotocyną przyczyniał się do redukcji hiperglikemii o ponad 40 % [9, 12] oraz do złagodzenia objawów towarzyszących, m.in. normalizacji masy ciała, zmniejszenia pragnienia, zmniejszenia ilości wydalanego moczu [19]. Spożywanie przez 3 miesiące soku z owoców aronii przez pacjentów z insulinoniezależną cukrzycą przyczyniło się do zmniejszania stężenia glukozy na czczo [9, 12]. Podobne wyniki uzyskano przy użyciu modeli naśladujących zespół metaboliczny i stosowaniu soku aroniowego przez 6 tygodni [4]. Ponadto sok aroniowy wykazywał korzystny wpływ na poziom hemoglobiny glikowanej HbA1c [12], będącej wskaźnikiem wyrównania cukrzycy. Procyjanidyny występujące w owocach aronii w największym stężeniu, tzn. zbudowane z cząsteczek (-)-epikatechiny, mogą stymulować syntezę insuliny i wzmacniać sekrecję tego hormonu, poprzez podwyższenie poziomu cAMP w komórkach β wysp Langerhansa [14].

Zastosowanie owoców aronii do wzbogacania żywności

Owoce aronii są powszechnie używane do produkcji soków i syropów, herbatek, suszy, galaretek, dżemów, nalewek oraz wina [12, 16]. Pozostające po procesach przetwórczych odpady do niedawna były głównie kierowane na wysypiska, kompostowane oraz przetwarzane na cele paszowe. Obecnie dąży się do ich zagospodarowania w przemyśle macierzystym bądź w jego innych gałęziach [5]. Jednym z najpopularniejszych trendów w przemyśle spożywczym jest traktowanie produktów ubocznych jako surowców wtórnych lub jako składników nowych, innowacyjnych produktów [13, 33]. Wytłoki z owoców aronii, pozostające po procesie wyciskania soków, mogą stanowić cenny surowiec do uzyskiwania barwników antocyjanowych, ponieważ pozostaje w nich 60 - 66 % całkowitej ilości antocyjanów znajdujących się w owocach aronii [3, 18].

Innym kierunkiem wykorzystania owoców aronii może być produkcja przetworów mięsnych z dodatkiem wysuszonych i sproszkowanych wycieków pozostałych po produkcji soku z aronii, który zdaje się być kontynuacją historycznego zastosowania aronii w północno-wschodniej części USA do produkcji „pemmican” – pożywnego i trwałego produktu składającego się z tłuszczu, suszonego mięsa i owoców [9]. Dodatek wycieków aroniowych nie tylko poprawiał trwałość mikrobiologiczną przetworów mięsnych, ale także korzystnie wpływał na ich smak, zapach oraz barwę [31]. Wyniki tych modelowych badań mogą stać się wystarczającą zachętą do szerszego wykorzystania aronii w przemyśle mięsnym.

Suszone wycieki z aronii są dodawane także do chleba, który wzbogacony w ten sposób staje się produktem funkcjonalnym [35]. Technologia wytwarzania pieczywa wzbogaconego w wycieki aroniowe opracowana została wg wytycznych Fundacji Rozwoju Kardiologii i jest chroniona patentem RP. Błonnik aroniowy, uzyskany w wyniku zmikronizowania wysuszonych skórek tych owoców zawiera ponad 66 % nierozpuszczalnych frakcji błonnika (zwłaszcza lignin), które wykazują wiele korzystnych dla zdrowia właściwości i dlatego może stać się cennym składnikiem wzbogacającym produkty piekarnicze [33]. Ponadto błonnik uzyskany z owoców aronii może być dobrym nośnikiem substancji przeciwutleniających, aromatów i barwników [13].

Podsumowanie

Konsumenci, którzy odżywiają się racjonalnie, wybierają produkty nie tylko zaspokajające głód, ale także wnoszące wartość dodaną w postaci korzyści zdrowotnych wykraczających ponad te, wynikające ze zwyczajowo spożywanej żywności. Takie postępowanie sprzyja zapobieganiu powstawania niezakaźnych chorób przewlekłych, tzw. chorób cywilizacyjnych. Chcąc sprostać potrzebom konsumentów, technolodzy żywności we współpracy z naukowcami poszukują nowych surowców, które dzięki zawartości aktywnych biologicznie substancji mogą zwiększać wartość odżywczą żywności. Mając na uwadze powyższe przesłanki, proekologiczne warunki uprawy, a przede wszystkim bogaty skład chemiczny i udokumentowane działanie prozdrowotne owoców aronii i ich przetworów, można stwierdzić, że istnieje istotny potencjał w zastosowaniu tego surowca do produkcji funkcjonalnych produktów żywnościowych.

Literatura

- [1] Antosiewicz I.: Żywność o określonych funkcjach prozdrowotnych – żywność funkcjonalna na tle doświadczeń japońskich. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 1997, **4**, 346-352.
- [2] Babicz-Zielińska E., Zabrocki R.: Postawy konsumentów wobec prozdrowotnej wartości żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **6 (55)**, 81-89.
- [3] Baranowski K., Baca E., Salamon A., Michałowska D., Meller D., Karaś M.: Możliwość odzyskania i praktycznego wykorzystania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wycieków

- z czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **4 (65)**, 100-109.
- [4] Chrubasik C., Li G., Chrubasik S.: The clinical effectiveness of chokeberry: a systematic review. *Phytother. Res.*, 2010, **24**, 1107-1114.
- [5] Fronc A., Nawirska A.: Możliwość wykorzystania odpadów z przetwórstwa owoców. *Ochrona Środowiska*, 1994, **2 (53)**, 31-32.
- [6] Jakobek L., Seruga M., Medvidovic-Kosanovic M., Novak I.: Antioxidant activity and polyphenols of aronia in comparison to other berry species. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2007, **72 (4)**, 301-306.
- [7] Kmiecik D., Kobus J.: Badanie postaw konsumentów wobec przeciwutleniaczy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2 (43) Supl.**, 308-317.
- [8] Kohlmünzer S.: *Farmakognozja. Podręcznik dla studentów farmacji*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 1998.
- [9] Korotkiewicz A., Jeremicz Z., Luczkiewicz M.: *Aronia* Plants: A review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *J. Med. Food*, 2010, **13 (2)**, 255-269.
- [10] Kosmala M., Kołodziejczyk K.: Procyjanidyny najpopularniejszych w Polsce deserowych odmian jabłek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47) Supl.**, 124-134.
- [11] Kraujalyte V., Venskutonis R., Leitner E.: Volatile and odour active compounds in chokeberries (*Aronia melanocarpa*). *Pol. J. Food. Nutr. Sci.*, 2011, **61, Suppl. 1**, Conference proceedings: Euro Food Chem XVI „Translating food chemistry into health benefits”, Gdańsk, 6th-8th July 2011, p. 140.
- [12] Kulling S.E., Rawel H.M.: Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med*, 2008, **74**, 1625-1634.
- [13] Laufenberg G., Kunz B., Nystroem M.: Transformation of vegetable waste into value addend products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresour. Technol.*, 2003, **87**, 167-198.
- [14] Majewska M., Czeczot H.: Flawonoidy w profilaktyce i terapii. *Farm. Pol.*, 2009, **65 (5)**, 369-377.
- [15] Miller E., Malinowska K., Gałęcka E., Mrowicka M., Kędziora J.: Rola flawonoidów jako przeciwutleniaczy w organizmie człowieka. *Pol. Merk. Lek.*, 2008, **XXIV**, 144, 556.
- [16] Mroczek J. R.: Aronia – cenna roślina użytkowa i lecznicza. *Leki ziołowe. Panacea*, 2009, **3 (28)**, 22-23.
- [17] Naruszewicz M., Kozłowska – Wojciechowska M.: Potential pharapharmaceuticals in the traditional Polish diet. *J. Physiol. Pharmacol.*, 2005, **56, Suppl 1**, 69-78.
- [18] Nawirska A., Sokół-Lętowska A., Kucharska A.: Właściwości przeciwutleniające wyłoków z wybranych owoców kolorowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **4 (53)**, 120-125.
- [19] Niedworok J.: Właściwości lecznicze antocyjanin z aronii czarno-owocowej. *Farm. Pol.*, 2001, **57 (15)**, 719-721.
- [20] Niedworok J., Brzozowski F.: Badania nad biologicznymi i fitoterapeutycznymi właściwościami antocyjanin aronii czarnoowocowej E. *Post. Fitot.*, 2001, **5**, 20-24.
- [21] Olędzka R.: Nutraceutyki, żywność funkcjonalna – rola i bezpieczeństwo stosowania. *Bromatol. Chemia Toksykol.*, 2007, **1**, 1-8.
- [22] Oszmiański J., Wojdyło A.: *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **221**, 809-813.
- [23] Paredes-Lopez O., Cervantes-Ceja M. I., Vigna-Perez M., Hernandez-perez T.: Berries: Improving human health and health aging, and promoting quality life-a review. *Plant. Foods Hum. Nutr.*, 2010, **65**, 299-308.
- [24] Saluk-Juszczak J.: Antocyjany jako składnik żywności funkcjonalnej stosowanej w profilaktyce chorób układu krążenia. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 2010, **64**, 451-458.

- [25] Sikora J., Markowicz M.: Właściwości związków biologicznie aktywnych zawartych w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa* Elliot). *Farm. Pol.*, 2008, **64** (17), 780-785.
- [26] Sikora J., Markowicz M., Mikiciuk-Olasik E.: Rola i właściwości lecznicze aronii czarnoowocowej w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, **XLII**, 10-17.
- [27] Skupień K., Oszmiański J.: The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *J. Agric. Food Sci.*, 2007, **16**, 46-55.
- [28] Slimestad R., Torskangerpoll K., Nateland H.S., Johannessen T., Giske N. H.: Flavonoids from Black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. *J. Food Compos. Anal.*, 2005, **18**, 61-68.
- [29] Szajdek A., Borowska E. J.: Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant. Foods Hum. Nutr.*, 2008, **63**, 147-156.
- [30] Świdorski F. (Red.): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. Wyd. II. WNT, Warszawa 1999.
- [31] Walczycka M., Migdał W.: The quality of model sausages with addition of different dried powders of fruit and vegetables during cold storage. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2007, **23** (5-6), 475-483.
- [32] Wawer I.: *Aronia. Polski Paradoks*. AGROPHARM S.A., Warszawa 2005.
- [33] Wawer I., Wolniak M., Paradowska K.: Solid state NMR study of diet ary fiber powders from aronia, billberry, black currant and Apple. *Solid State Nucl. Magn. Reson.*, 2006, **30**, 106-113.
- [34] Wolski T., Kalisz O., Prasał M., Rolski A.: Aronia czarnoowocowa – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot – zasobne źródło antyoksydantów. *Post. Fitoter.*, 2007, **3**, 145-154.

BLACK CHOKEBERRY (*ARONIA MELANOCARPA*) AS POTENTIAL COMPONENT OF FUNCTIONAL FOOD

S u m m a r y

The objective of the review paper was to discuss technological and health-promoting properties of black chokeberry in terms of its potential utilization as a functional component in food products. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) originates from North America, it is a shrub from the *Roseaceae* family. Until now, chokeberry fruits were used mainly to manufacture juices and syrups, and, after production, there were left considerable quantities of pomaces with more than 60% of all the anthocyanins contained in the fruits. Owing to the numerous and documented health promoting properties of anthocyanins and other polyphenolic compounds present in chokeberry, attempts are undertaken to utilize its fruits, preparations, and processing by-products to enrich food products.

Key words: black chokeberry, antioxidants, polyphenols, functional food ☒