



Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot – die Schwarze Apfelbeere

Klaus Peter Latté

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot, die Schwarze Apfelbeere oder Schwarze (Edel-) Eberesche, ist im östlichen Nordamerika von den kanadischen Provinzen Neufundland, Quebec und Ontario bis hin zu dem US-Bundesstaat Florida beheimatet (38) und wird dort »(black) chokeberry« genannt. Üblicherweise wächst *A. melanocarpa* an Flüssen oder an Seen, in Wäldern oder Dünengebieten. Von den Ureinwohnern Amerikas wurden die Früchte von *A. melanocarpa*, die Aroniabeeren, als Nahrungsmittel und in der traditionellen Medizin zur Behandlung von Erkältungen angewendet (40). Von Einwanderern wurden Aroniabeeren in Amerika wenig beachtet (6). *A. melanocarpa* gelangte ab dem Beginn des 19. Jahrhunderts nach Europa (34) und wurde seither in botanischen Gärten in Europa und in Russland gezeigt (39). In

den 1890er-Jahren versuchte der russische Pflanzenzüchter I.V. Michurin in Kozlov (heute Michurinsk), *A. melanocarpa* mit Pflanzenmaterial (Stecklinge oder Samen) aus Deutschland zur Gewinnung der Aroniabeeren anzubauen (39). Durch Kreuzung mit *Sorbus*- und *Mespilus*-Arten entstanden neue *A. melanocarpa*-Kultivare. Ab 1935 wurde die Schwarze Apfelbeere in Russland in Plantagen kultiviert – sogar bis hin nach Sibirien (39). In verschiedenen osteuropäischen Ländern sowie in Skandinavien wurde *A. melanocarpa* in den frühen 1980er-Jahren versuchsweise angebaut. In der ehemaligen DDR begann 1976 in Schirgiswalde bei Bautzen der Anbau in der damaligen LPG »Berglandobst«. Dort sowie in anderen Teilen von Sachsen (u.a. bei Coswig) und auch in Nordhessen wird heute *A. melanocarpa* angebaut (50, 55).

Botanische Beschreibung

A. melanocarpa ist ein 90–180 cm großer Busch mit eiförmigen, ledrigen und dunkelgrün glänzenden, fein gesägten Blättern, die im Herbst gelb, orange oder rot leuchten. Im Mai erscheinen die weißlich-rosafarbenen Blüten (Abb. 1) in Doldentrauben (Abb. 4); 90 Tage später (d.h. im August) sind die violett-schwarzen, glänzenden, leicht abgeflachten apfelartigen Sammelbalgfrüchte (Durchmesser 0,8–1,3 cm) in Dolden von 8–14 Früchten reif (Abb. 2); das Fruchtfleisch ist bordeauxrot gefärbt und enthält in einem Kerngehäuse üblicherweise 3 Samen (Abb. 3) (6, 34, 35, 42, 50).

Von der Schwarzen Apfelbeere gibt es zahlreiche Kultursorten, die sich in Wuchsstärke, Fruchtgröße, Ernteertrag und geringfügig

ZUSAMMENFASSUNG

Aronia melanocarpa, die Schwarze Apfelbeere, aus der Familie der Rosaceae stammt ursprünglich aus dem östlichen Nordamerika und wird heute auch in Europa angebaut. Wesentliche Inhaltsstoffe der in Lebensmitteln enthaltenen Früchte, der Aroniabeeren, sind Proanthocyanidine, Anthocyanidine und weitere phenolische Verbindungen. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen an Aroniabeeren-Extrakten u.a. zu antioxidativen, antiinflammatorischen und chemopräventiven Wirkungen sowie zur Wirkung beim metabolischen Syndrom durchgeführt. Diese Studien belegen gesundheitsfördernde Aktivitäten von Aroniabeeren-Extrakten.

Schlüsselwörter

Aronia melanocarpa, Rosaceae, Schwarze Apfelbeere, Aroniabeere, Botanik, Inhaltsstoffe, biologische Aktivitäten, Übersicht

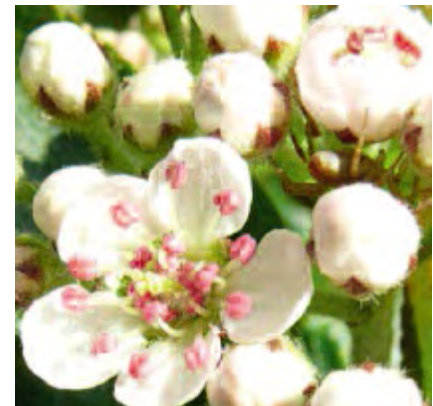


Abb. 1: Blüten von *A. melanocarpa* – Detailansicht.



Abb. 2: Die Früchte der Schwarzen Apfelbeere sind etwa erbsengroß und enthalten 3 g Anthocyane/100 g.

gig auch in den Inhaltsstoffen von der Wildsorte unterscheiden (42). So beträgt das Gewicht von 10 Früchten der Wildsorte ca. 0,38–0,84 g verglichen mit ca. 1,22 g bei Kultursorten. Innerhalb der einzelnen Kultivare sind nur geringe Variationen ermittelt worden (15, 38, 41). Die Schwarze Apfelbeere hat zahlreiche vorteilhafte Kultureigenschaften (Info).

Taxonomische Einordnung

Aronia melanocarpa gehört zur Familie der Rosaceae, Unterfamilie Maloideae. Historisch wurde *A. melanocarpa* den Gattungen *Mespilus*, *Pyrus*, *Adenorachis*, *Sorbus* und *Photinia* zugeordnet (6). In neuerer Zeit wird die Schwarze Apfelbeere der Gattung *Photinia* zugerechnet (als *Photinia melanocarpa*), was aber aufgrund neuester molekularbiologischer Methoden umstritten ist (11); üblich ist nach wie vor die Gattungsbezeichnung *Aronia* (6). Zum Teil werden die Kultursorten von *A. melanocarpa* als eigene Art angesehen, nämlich als *Aronia mitschurini* (38).

Phytochemie

Als Inhaltsstoffe (Tab. 1) dominieren in Aroniabeeren oligomere und polymere

Proanthocyanidine, wobei Moleküle mit 10 Monomeren-Einheiten und mehr einen Großteil ausmachen (10). Eine weitere wichtige Inhaltsstoffgruppe sind die Anthocyanidine, die fast ausschließlich als Cyanidinglykoside, insbesondere Cyanidin-3-O-galactosid und Cyanidin-3-O-arabinosid mit einem Mengenanteil von 93% in dieser Gruppe, enthalten sind (13, 30); Pelargonidinglykoside kommen nur in Spuren vor (52). Verschiedene Flavonoide sowie Kaffeesäure-Derivate wurden isoliert (Tab. 1). Die Mengen der einzelnen phenolischen Inhaltsstoffe sind abhängig vom Kultivar (32). Neben Phenolen wurden auch Carotinoide und Xanthophylle in kleineren Mengen isoliert (43).

In einer weiteren Untersuchung wurden 48 flüchtige Verbindungen mit GC-MS identifiziert, u.a. Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Carbonyl-Verbindungen, Säuren (u.a. Fettsäuren), Ester und aromatische Verbindungen. Außerdem ergab diese Untersuchung Hinweise auf die Anwesenheit von cyanogenen Verbindungen (12).

Heutige Verwendung

Aroniabeeren sind als frische Früchte herb, sauer und adstringierend und gelten daher in rohem Zustand als kaum genießbar (34,

50). Eine thermische Behandlung der frischen Früchte macht Aroniabeeren verträglich, da enthaltene cyanogene Glykoside und andere cyanoide Verbindungen zerstört werden (12, 42). Der Aroniabeeren-Saft hat einen sauren und adstringierenden Geschmack, sodass Aroniabeeren-Saft üblicherweise nur in Fruchtsaftmischungen verwendet wird (20). Aroniabeeren sind außerdem u.a. in Wein, Gelée oder Backwaren enthalten (6, 34). Hierbei werden die intensiv rote Farbe (Anthocyanidine!) sowie gesundheitsfördernde Wirkungen der Aroniabeeren geschätzt (15, 30).

Vor allem in Russland und in Polen werden Aroniabeeren (*Aroniae fructus*) in der Volksheilkunde bei hohem Blutdruck, Magenschleimhautentzündungen, Harnwegserkrankungen und Arterienverkalkung eingesetzt. Weitere Anwendungsgebiete sind Leber- und Gallenerkrankungen, Allergien, Hautkrankheiten und Strahlenschäden (42, 50, 55).

In neuerer Zeit werden hierzulande Aroniabeeren-Extrakte als Nahrungsergänzungsmittel («Unterstützung eines aktiven Zellstoffwechsels») und als Bestandteil in einer ergänzenden bilanzierten Diät («zur diätetischen Behandlung der altersbedingten Makuladegeneration») vermarktet.

INFO

Vorteilhafte Kultureigenschaften von *Aronia melanocarpa* (34, 35, 42, 50, 55)

- leichte Vermehrung, z.B. durch Abrisse und Samen oder in vitro
- keine Bestäubung erforderlich (Apomixis)
- liefert regelmäßige Früchte in großer Zahl, meist schon im 2. Standjahr (ca. 12 kg/Strauch, durch Veredelung oder durch Düngung zu steigern)
- einmalige Ernte pro Jahr, weil Beeren gleichzeitig durchreifen
- Lagerstabilität; erst nach ca. 2 Wochen Lagerung Schimmelbildung
- maschinelle Ernte möglich
- geringe Ansprüche an Standort und Klima
- verträgt starke Winterfröste
- bisher kaum Krankheiten und Schädlinge aufgetreten

Biologische Aktivitäten

Untersuchungen zu *Aronia melanocarpa* werden gezielt seit ca. 20 Jahren durchgeführt. In-vitro-Studien ergaben, dass die phenolischen Verbindungen in Aroniabeeren-Saft stabil gegen Magensäure sind, der Gehalt allerdings in Dünndarm-Medium (basischer pH-Wert, pankreatische Enzyme) z.T. erheblich abnimmt (5). Humanstudien an gesunden Probanden belegten, dass nach Einnahme von Aroniabeeren-Saft die für die Wirkung wichtigen Cyanidinglykoside in Blut und Urin nachweisbar sind (51). Im Folgenden werden wichtige biologische Aktivitäten von Aroniabeeren-Säften/-Extrakten zusammenfassend dargestellt. Weitere, hier aus Platzgründen nicht erwähnte Studien werden in 3 aktuellen Übersichtartikeln referiert (7, 17, 20).

Antioxidative Wirkungen

Für Extrakte aus Aroniabeeren wurden außergewöhnlich starke antioxidative Wirkungen in unterschiedlichen In-vitro-Testsystemen ermittelt, die üblicherweise stärker ausgeprägt waren als bei anderen Beeren-Extrakten (3, 13). Die Stärke der antioxidativen Wirkungen ist abhängig vom verwendeten Kultivar (32) und wird den enthaltenen Anthocyanidinen zugeschrieben (8). Die antioxidative Kapazität erwies sich im sog. ORAC-Test als besonders hoch für einen hydrophilen Extrakt (52). Untersucht wurden Aroniabeeren-Säfte bzw. -Extrakte u.a. im DPPH-Test (13, 14, 24, 31, 32) und im ABTS-Test (31). Gegen einzelne Radikal-Spezies, wie Superoxid-, Peroxyl-, Hydroxyl-, Stickstoffmonoxid- und Peroxynitrit-Radikale, waren Aroniabeeren-Extrakte als Radikalfänger in vitro sehr aktiv (8, 14, 28, 32). In-vivo-Tests an Ratten deuten ebenfalls auf starke antioxidative Aktivitäten von Aroniabeeren-Extrakten, -Säften bzw. darin enthaltenen Anthocyanidinen hin (18, 23, 47).

Antiinflammatorische Wirkungen

In vitro wurden Hemmungen der 5-Lipoxygenase sowie der Cyclooxygenasen 1 und 2 durch einen Aroniabeeren-Extrakt beobachtet (14). In weiteren Versuchen wurde nach Zugabe eines Extraktes die induzierbare Stickstoffmonoxidsynthase (iNOS) und die Cyclooxygenase-2-Expression in Maus-Makrophagen (Zelllinie RAW 264.7) in vitro dosisabhängig unterdrückt (26). In vitro konnte eine antiinflammatorische Wirkung in humanen Aorta-Endothelzellen nach Gabe eines Aroniabeeren-Saftes ermittelt werden; gehemmt wurden die durch den Tumor-Nekrose-Faktor- α (TNF- α) induzierte Bildung von Zelladhäsionsmolekülen (CAM), von NF- κ B sowie die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies (54). In vivo wurde die Wirkung eines Ethanolextraktes der Beeren im Testmodell der Endotoxin-induzierten Uveitis nach Injektion von Lipopolysaccharid bei Ratten untersucht: Durch den Aroniabeeren-Extrakt wurde die Zahl der Entzündungszellen, die Proteinkonzentration sowie die Konzentrationen an Stickstoffmonoxid, Prostaglandin E₂ und TNF- α dosisabhängig signifikant reduziert. Die entzündungshemmende Wirkung von 100 mg Extrakt entsprach der von 10 mg Prednisolon (26).

Wirkung beim metabolischen Syndrom

Das metabolische Syndrom ist eine Störung des Stoffwechsels, charakterisiert durch abdominelle Adipositas, Insulinresistenz, gestörte Nüchtern glukose, Dyslipoproteinämie und Hypertonie. Eng verbunden sind Diabetes mellitus Typ 2, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die nichtalkoholische Fettleber. Das Mortalitätsrisiko ist erhöht; betroffen sind ca. 20–40% der Bevölkerung (44).

In-vitro-Untersuchungen an HUVEC-Zellen (human umbilical vein endothelial cell) zeigten, dass eine signifikante Abnahme der durch 7 β -Hydroxycholesterol induzierten Apoptose und eine Verringerung der Radikalbildung durch einen Aroniabeeren-Extrakt erreicht wird. Besonders bei Rupturen von atherosklerotischen Plaques, z.B.

Tab. 1: Inhaltsstoffe in Aroniabeeren (16, 19, 31, 40, 43, 52).

Catechin-Derivate
(–)-Epicatechin
Oligomere und polymere Proanthocyanidine
Anthocyanidine
Cyanidin-3-O-arabinosid
Cyanidin-3-O-galactosid
Cyanidin-3-O-xylosid
Cyanidin-3-O-glucosid
Pelargonidin-3-O-galactosid
Pelargonidin-3-O-arabinosid
Flavonole
Quercetin-3-O-rutinosid
Quercetin-3-O-galactosid
Quercetin-3-O-glucosid
Quercetin-3-O- β -arabinosyl- β -glucosid
Quercetin-3-O- α -rhamnosyl- β -galactosid
Flavanone
Eriodictyol-7-O-glucuronid
Kaffeesäure-Derivate
Chlorogensäure
Neochlorogensäure
Carotinoide/Xanthophylle
β -Carotin
β -Cryptoxanthin

durch Oxysterole wie 7 β -Hydroxycholesterol als pro-apoptotisches Agens, spielt der Vorgang der Apoptose eine wichtige Rolle. Die Actinomycin-D-induzierte Apoptose wurde ebenso dosisabhängig durch einen Aroniabeeren-Extrakt reduziert (53). In verschiedenen tierexperimentellen Studien für das metabolische Syndrom konnte nach Gabe von Aroniabeeren-Extrakten bzw. -Säften an Ratten eine Senkung der Serumspiegel für Cholesterol, Triglyzeride und Glukose beobachtet werden (16, 48, 49).

Klinische Studien

Die Einnahme von Aroniabeeren-Extrakten bzw. -Säften zusätzlich zu einer fettarmen Diät führte in 2 klinischen Studien an Patienten mit leichter Hypercholesterin-



Abb. 3: Querschnitt durch eine Aroniabeere.

ämie (Gesamtcholesterol > 200 mg/dl) bzw. mit metabolischem Syndrom innerhalb von 6–8 Wochen zu einer signifikanten Abnahme des Gesamt- und LDL-Cholesterols sowie des Triglyzeridspiegels im Serum; HDL stieg nicht signifikant an (36, 37). Zusätzlich wurde in einer der beiden Studien eine signifikante Abnahme des Glukosespiegels, der Spiegel von Homocystein und Fibrinogen I im Serum sowie des arteriellen Blutdrucks festgestellt (37). In der zweiten Studie wurden günstige Effekte eines Aroniabeeren-Extraktes auf die Blutgerinnung ermittelt (36). Zuvor war bereits eine Hemmung der Thrombozytenaggregation in vitro und ex vivo beschrieben worden (27, 33).

In einer doppelblinden, placebokontrollierten Studie mit 44 Patienten, die bereits einen Herzinfarkt überlebt hatten und Statine einnahmen, erhielten 22 Patienten über 6 Wochen einen Aroniabeeren-Extrakt als Co-Medikation. In der Aroniabeeren-Gruppe konnte eine signifikante Senkung des systolischen und diastolischen Blutdrucks, eine Verringerung der Serumkonzentrationen an 8-Iso-Prostaglandin F_{2α}, oxidiertem LDL und Entzündungsmarkern sowie eine Erhöhung der Adiponectin-Konzentration beobachtet werden (25).

Antimutagene und antikarzinogene Wirkung

Anthocyanidine aus Aroniabeeren lieferten im Ames-Test mit oder ohne metabolische Aktivierung in den untersuchten Konzentrationen keinen Hinweis auf mutagene

Wirkungen; umgekehrt wurden bei gleichzeitiger Gabe der Mutagene Benzo(a)pyren oder 2-Aminofluoren starke antimutagene Wirkungen beobachtet (9). Im Schwesterchromatid-Austausch-Test (SCE) wurde in vitro durch Anthocyanidine aus Aroniabeeren die gentoxische Wirkung von Benzo(a)pyren teilweise reduziert, dagegen von Mitomycin C nur schwach (9). In einer tierexperimentellen Studie an Ratten wurde eine hemmende Wirkung eines Aroniabeeren-Saftes auf die endogene Nitrosaminbildung nach Gabe von Aminopyrin und Natriumnitrit als Prekursoren beobachtet (1).

In einer weiteren Studie wurde in einem Rattenmodell der experimentellen Hepatokarzinogenese 8 Wochen lang jeweils einmal pro Woche Diethylnitrosamin intraperitoneal injiziert; ein Teil der Versuchstiere erhielt gleichzeitig und in den anschließenden 16 Wochen einen Aroniabeeren-Saft. In dieser Gruppe waren im Vergleich zu der unbehandelten Gruppe die Zahl der Tumorbildungen, der Neoplasmen aber auch die klinischen Symptome und die Mortalitätsrate geringer (2). Unter Anwendung desselben Tiermodells wurden Ratten zunächst 27 Tage lang mit einem Aroniabeeren-Saft oder einer Placebolösung behandelt, gefolgt von einer einmaligen Injektion von Diethylnitrosamin. Am Tag 28 ergaben die Untersuchungen, dass die kombinierte Gabe von Aroniabeeren-Saft und Diethylnitrosamin einerseits zu einer Veränderung der Aktivitäten von Phase-I- (z.B. Cytochrome, »CYPs«) und Phase-II-Enzymen im Sinne einer Leber-

schutzwirkung führte, andererseits aber geringfügig mehr Leberschäden im Vergleich zur Placebogruppe festgestellt wurden (19). Diese widersprüchlichen Ergebnisse sind möglicherweise mit der unterschiedlichen Behandlungsdauer mit dem Aroniabeeren-Saft bzw. dem Zeitpunkt der Gabe des Karzinogens zu erklären.

Auch in anderen tierexperimentellen Studien wurde über eine Modulation der Aktivität von CYPs durch Aroniabeeren-Extrakte bzw. -Säfte berichtet, was Einfluss auf die Aktivierung und Entgiftung von Karzinogenen hat (45, 46). Unter anderem konnte hier eine hepatoprotektive Wirkung für einen Aroniabeeren-Saft nachgewiesen werden.

Antiproliferative Wirkung

In vitro wurde die Zellproliferation von Brustkrebszellen (MCF-7-Zellen) durch einen Aroniabeeren-Extrakt nur schwach gehemmt (29). Dagegen konnten für Kolonkarzinomzellen (CaCo-2, HT-29) in vitro antiproliferative Effekte durch Aroniabeeren-Extrakte bzw. -Säfte beobachtet werden (29), die jedoch nicht bei »gesunden« Kolonzellen (NCM460) auftraten (22, 56). Als Mechanismus wurde die Hemmung des Zellzyklus auf der Stufe der G₁/G₀- und/oder G₂/M-Phase je nach Zelllinie ermittelt (4, 22, 56). Zusätzlich wurde auf genetischer Ebene auch ein Einfluss eines Aroniabeeren-Saftes, der zuvor einer gastrischen und pankreatischen Verdauung in vitro unterzogen wurde, auf verschiedene Tumormarker nachgewiesen (4). In einer Studie wurden Ratten mit dem Kolonkarzinogen Azoxymethan behandelt. Ein Aroniabeeren-Extrakt verhinderte die sonst übliche Bildung von aberranten kryptischen Foci (als Marker für Dysplasien und maligne Umwandlung) und verringerte die Proliferationsrate der Kolonepithelzellen (21).

Sicherheit

Studien zur Sicherheit von Aroniabeeren-Extrakten bzw. -Säften liegen bisher nur in geringer Zahl vor und deuten darauf hin, dass keine Sicherheitsbedenken bei bestimmungsgemäßem Gebrauch bestehen (7). Aroniabeeren-Säfte bzw. -Extrakte scheinen bei Ratten auf Phase-I- und Phase-II-Enzyme Einfluss zu nehmen (19, 45).



© Sten Porse

Abb. 4: Blütenstand (Doldenrispen) im Mai.

Inwieweit diese Ergebnisse auch auf den Menschen übertragbar sind und ggf. von klinischer Relevanz bei gleichzeitiger Gabe von z.B. durch CYPs abgebauten Wirkstoffen sind, ist bisher nicht weiter untersucht worden.

Fazit

Aroniabeeren sind bei uns erst seit Kurzem Bestandteil in Lebensmitteln. In den letzten 20 Jahren wurden viele Studien durchgeführt, die auf günstige Effekte von Aroniabeeren-Säften bzw. -Extrakten hindeuten, u.a. bei der (unterstützenden) Behandlung der komplexen Symptome des metabolischen Syndroms oder zur Chemoprävention. Hierbei dürfte der hohe Gehalt an Anthocyanidinen beteiligt sein, der auch wesentlich zu den ausgeprägten antioxidativen Aktivitäten von Aroniabeeren-Extrakten bzw. -Säften beiträgt. Weitere In-vitro-, In-vivo- und Humanstudien sind notwendig, um die Wirkungen von Aroniabeeren-Zubereitungen noch genauer zu charakterisieren. Danach kann abgeschätzt werden, ob es sich bei Aroniabeeren und deren Zubereitungen um Lebensmittel mit gesundheitsfördernden Eigenschaften handelt (d.h. zur unterstützenden Therapie) oder ob Aroniabeeren-Extrakte zusätzlich auch therapeutisch als Arzneimittel eingesetzt werden können.

Dr. Klaus Peter Latté
Warägerweg 21
13595 Berlin
latte@zedat.fu-berlin.de

■ Online
<http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1309273>

LITERATUR

- Atanasova-Goranova VK, Dimova PI, Pevicharova GT. Effect of food products on endogenous generation of N-nitrosamines in rats. *Br J Nutr* 1997; 78: 335–345
- Atanasova V, Donchev N. Effect of black chokeberry juice on diethylnitrosamine-induced experimental tumorigenesis. *Compt Rend l'Acad Bulg Sci* 2003; 56: 105–110
- Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *Food Chem Toxicol* 2004; 69: 164–169
- Bermúdez-Soto MJ, Larroso M, Garcia-Canalejo JM et al. Up-regulation of tumor suppressor carcinoembryonic antigen-related cell adhesion molecule 1 in human colon cancer Caco-2 cells following repetitive exposure to dietary levels of a polyphenol-rich chokeberry juice. *J Nutr Biochem* 2007; 18: 259–271
- Bermúdez-Soto MJ, Tomás-Barberán FA, García-Conesa MT. Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. *Food Chem* 2007; 102: 865–874
- Brand M. *Aronia*: Native shrubs with untapped potential. *Arnoldia* 2009; 67: 14–25
- Chrubasik C, Li G, Chrubasik S. The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. *Phytother Res* 2010; 24: 1107–1114
- Denev P, Ciz M, Ambrozova G et al. Solid-phase extraction of berries' anthocyanins and evaluation of their antioxidative properties. *Food Chem* 2010; 123: 1055–1061
- Gąsiorowski K, Szyba K, Brokos B et al. Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. *Cancer Lett* 1997; 119: 37–46
- Gu L, Kelm MA, Hammerstone JF et al. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *J Nutr* 2004; 134: 613–617
- Guo W, Yu Y, Shen RJ et al. A phylogeny of *Photinia sensu lato* (Rosaceae) and related genera based on nrITS and cpDNA analysis. *Plant Syst Evol* 2011; 291: 91–102
- Hirvi T, Honkanen E. Analysis of the volatile constituents of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* Ell.). *J Sci Food Agric* 1985; 36: 808–810
- Jakobek L, Šeruga M, Medvidović-Kosanović M, Novak I. Antioxidant activity and polyphenols of *Aronia* in comparison to other berry species. *Agric Conspect Sci* 2007; 72: 301–306
- Jeong JM. Antioxidative and antiallergic effects of *Aronia* (*Aronia melanocarpa*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2008; 37: 1109–1113
- Jeppson N. The effect of cultivar and cracking on fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and hybrids between chokeberry and rowan (*Sorbus*). *Gartenbauwiss* 2000; 65: 93–98
- Jurogoński A, Juśkiewicz J, Zduńczyk Z. Ingestion of black chokeberry fruit extract leads to intestinal and systemic changes in rat model of prediabetes and hyperlipidemia. *Plant Foods Hum Nutr* 2008; 63: 176–182
- Kokotkiewicz A, Jaremicz Z, Luczkiewicz M. *Aronia* plants: A review of traditional use, biological activities and perspectives for modern medicine. *J Med Food* 2010; 13: 255–269
- Kowalczyk E, Charyk K, Fijałkowski P et al. Protective influence on natural anthocyanins of *Aronia melanocarpa* on selected parameters of antioxidative status in experimental intoxication with sulphide-2-chloroethyl-3-chloropropyl. *Pol J Environ Stud* 2004; 13: 339–341
- Kraijka-Kuźniak V, Szaefer H, Ignatowicz E et al. Effect of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) juice on the metabolic activation and detoxification of carcinogenic N-nitrosodiethylamine in rat liver. *J Agr Food Chem* 2009; 57: 5071–5077
- Kulling SE, Rawei HM. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – a review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med* 2008; 74: 1625–1634
- Lala G, Malik M, Zhao C et al. Anthocyanin-rich extracts inhibit multiple biomarkers of colon cancer in rats. *Nutr Cancer* 2006; 54: 84–93
- Malik M, Zhao C, Schoene N et al. Anthocyanin-rich extract from *Aronia melanocarpa* E. induces a cell cycle block in colon cancer but no normal colonic cells. *Nutr Cancer* 2003; 46: 186–196
- Matsumoto M, Hara H, Chiji H, Kasai T. Gastroprotective effect of red pigments in black chokeberry fruit (*Aronia melanocarpa* Elliot) on acute gastric hemorrhagic lesions in rats. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 2226–2229
- Nakajima JI, Tanaka I, Seo S et al. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. *J Biomed Biotechnol* 2004; 5: 241–247
- Naruszewicz M, Łaniewska I, Millo B, Dłużniewski M. Combination therapy of statin with flavonoids rich extract from chokeberry fruits enhanced reduction in cardiovascular risk markers in patients after myocardial infarction (MI). *Atherosclerosis* 2007; 104: e179–e184
- Ohgami K, Ilieva I, Shiratori K et al. Anti-inflammatory effects of *Aronia* extract on rat endotoxin-induced uveitis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46: 275–281
- Olas B, Wachowicz B, Tomczak A et al. Comparative anti-platelet and antioxidant properties of polyphenol-rich extracts from: berries of *Aronia melanocarpa*, seeds of grape and bark of *Yucca schidigera* in vitro. *Platelets* 2008; 19: 70–77
- Olas B, Wachowicz B, Nowak P et al. Studies on antioxidant properties of polyphenol-rich extract from berries of *Aronia melanocarpa* in blood platelets. *J Physiol Pharmacol* 2008; 59: 823–835
- Olsson ME, Gustavsson KE, Andersson S et al. Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 7264–7271
- Oszmiański J, Sapis JC. Anthocyanins in fruits of *Aronia melanocarpa* (chokeberry). *J Food Sci* 1988; 53: 1241–1242
- Oszmiański J, Wojdylo A. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol* 2005; 221: 809–813

- 32 Rop O, Mlecek J, Jurikova T et al. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars. J Med Plants Res 2010; 4: 2431–2437
- 33 Ryszawa N, Kawczyńska-Drózd A, Czesniekiewicz-Guzik M et al. Effects of novel plant antioxidants on platelet superoxide production and aggregation in atherosclerosis. J Physiol Pharmacol 2006; 57: 611–626
- 34 Scott RW, Skirvin RM. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* Michx.): A semi-edible fruit with no pests. J Am Pomol Soc 2007; 61: 135–137
- 35 Seidemann J. Die Aroniafrucht, eine bisher wenig bekannte Obstart. Dtsch Lebensm Rundsch 1993; 89: 149–151
- 36 Sikora J, Broncel M, Markowicz M. Short-term supplementation with *Aronia melanocarpa* extract improves platelet aggregation, clotting, and fibrinolysis in patients with metabolic syndrome. Eur J Nutr 2012; 51: 549–556
- 37 Skoczńska A, Jędrychowska I, Poreba R et al. Influence of chokeberry juice on arterial blood pressure and lipid parameters in men with mild hypercholesterolemia. Pharmacol Rep 2007; 59 (Suppl. 1): 177–182
- 38 Skvortsov AK, Maitulina YK. [On distinctions of cultivated black-fruited *Aronia* from its wild ancestors]. Bull Central Botanical Garden, AN SSSR 1982; 126: 35–40
- 39 Skvortsov AK, Maitulina YK, Gorbunov YN. [Cultivated black-fruited *Aronia*: Place, time, and probable mechanism of formation]. Bull Moip Otd Biol 1983; 88: 88–96
- 40 Slimestad R, Torskangerpoll K, Nateland HS et al. Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. J Food Compos Anal 2005; 18: 61–68
- 41 Smolik M, Ochmian I, Smolik B. RAPD and ISSR methods used for fingerprinting selected, closely related cultivars of *Aronia melanocarpa*. Not Bot Horti Agrobi 2011; 39: 276–284
- 42 Strigl AW, Leitner E, Pfannhauser W. Die Schwarze Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*) als natürliche Farbstoffquelle. Dtsch Lebensm Rundsch 1995; 91: 177–180
- 43 Strigl AW, Leitner E, Pfannhauser W. Qualitative und quantitative Analyse der Anthocyane in Schwarzen Apfelbeeren (*Aronia melanocarpa* Michx. Ell.) mittels TLC, HPLC und UV/VIS-Spektroskopie. Z Lebensm Unters Forsch 1995; 201: 266–268
- 44 Ströhle A, Worm N. Metabolisches Syndrom. Dtsch Apotheker Ztg 2012; 152: 50–67
- 45 Szaefer H, Kraijka-Kuźniak V, Ignatowicz E et al. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) juice modulates 7,12-dimethylbenz(a)anthracene induced hepatic but not mammary gland phase I and II enzymes in female rats. Environ Toxicol Pharmacol 2011; 31: 339–346
- 46 Valcheva-Kuzmanova S, Borisova P, Galunska B et al. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from *Aronia melanocarpa* on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats. Experiment Toxicol Pathol 2004; 56: 195–201
- 47 Valcheva-Kuzmanova S, Marazova K, Krasnaliev I et al. Effect of *Aronia melanocarpa* fruit juice on indomethacin-induced gastric mucosal damage and oxidative stress in rats. Experiment Toxicol Pathol 2005; 56: 385–392
- 48 Valcheva-Kuzmanova S, Kuzmanova K, Mihova V et al. Antihyperlipidemic effect of *Aronia melanocarpa* fruit juice in rats fed a high-cholesterol diet. Plants Food Hum Nutr 2007; 62: 19–24
- 49 Valcheva-Kuzmanova SV, Kuzmanova KA, Tancheva S. Hyperlipidemic effect of *Aronia melanocarpa* fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats [Abstract PO40-629]. 77. Kongress der European Atherosclerosis Society, Istanbul, 22.–29. April 2008
- 50 Walther E, Schnell S. Die Schwarze Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*) – eine besondere Obstart. Z Arzn Gew Pfl 2009; 14: 179–182
- 51 Wiczowski W, Romaszko E, Piskula MK. Bioavailability of cyanidin glycosides from natural chokeberry (*Aronia melanocarpa*) juice with dietary-relevant dose of anthocyanins in humans. J Agric Food Chem 2010; 58: 12130–12136
- 52 Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. J Agric Food Chem 2004; 52: 7846–7856
- 53 Zapolska-Downar D, Nowicka G, Sygitowicz G. Anthocyanin-rich Aronox extract from *Aronia melanocarpa* E protects against 7β-hydroxycholesterol-induced apoptosis of endothelial cells. Ann Nutr Metab 2008; 53: 283–294
- 54 Zapolska-Downar D, Bryk D, Malecki M et al. *Aronia melanocarpa* fruit extract exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells. Eur J Nutr 2012; 51: 563–572
- 55 Zeitlhöfler A. Die obstbauliche Nutzung von Wildobstgehölzen [Diplomarbeit]. Freising, 2002
- 56 Zhao C, Giusti M, Malik M et al. Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth. J Agric Food Chem 2004; 52: 6122–6128

SUMMARY

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot: The (black) chokeberry

Aronia melanocarpa, the (black) chokeberry, (Rosaceae) is indigenous to eastern parts of Northern America and is nowadays also cultivated in Europe. Major ingredients of the chokeberry fruits which are part of foodstuff include proanthocyanidins, anthocyanins and further phenolic compounds. Within the last years numerous studies have been performed with chokeberry fruit extracts. They revealed e.g. antioxidative, anti-inflammatory and chemopreventive activities as well as effects on the metabolic syndrome. These studies confirm health beneficial effects of chokeberry fruit extracts.

Key words

Aronia melanocarpa, Rosaceae, (black) chokeberry, fruits, botany, compounds, biological activities, review