

# ARONIA MELANOCARPA - LJEKOVITA SVOJSTVA I PRIMJENA

---

**Zeko, Antonija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:480709>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2023-06-04**



**ODJEL ZA  
BIOLOGIJU**  
Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Odjel za biologiju  
Preddiplomski studij biologije

Antonija Zeko

ARONIJA – LJEKOVITA SVOJSTVA I PRIMJENA

Završni rad

Mentorica: doc. dr. sc. Ljiljana Krstin

Osijek, 2015.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij biologije

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

### ARONIJA – LJEKOVITA SVOJSTVA I PRIMJENA

Antonija Zeko

**Rad je izrađen:** na Zavodu za biokemiju i ekofiziologiju biljaka

**Mentor:** doc. dr. sc. Lj. Krstin

**Sažetak:** Aronija je ljekovita biljka bogata bioaktivnim tvarima, poput fenola, antocijanina, flavonoida. Lako se uzgaja jer se može prilagoditi skoro svim životnim uvjetima i otporna je na bolesti i štetnike. Aronijini pripravci se koriste u liječenju i prevenciji mnogih bolesti. Od njenih bobica se prave sirupi, tablete, kapsule, džemovi, sokovi i ostali pripravci.

**Broj stranica:** 11

**Broj slika:** 3

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 13

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** aronija, polifenoli, antocijanini, flavonoidi, ljekovita svojstva,

**Datum ocjene:** 2.9.2016.

**Rad je pohranjen u:**

U knjižnici odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Final thesis**

**University Josipa Jurja Strossmayera in Osijek**

**Department of biology**

**Bachelor study of biology**

**Scientific area:** Natural science

**Scientific field:** Biology

### **ARONIA – HEALING PROPERTIES AND USES**

Antonija Zeko

**Thesis performed at:** Department of biochemistry and plants physiology

**Supervisor:** doc. dr. sc. Lj. Krstin

**Short abstract:** Aronia is medicative plant rich with bioactive substances such as polyphenols, anthocyanins and flavonoids. Aronia is easy to cultivate because of her ability to adapt to almost every environment, and it is resistant to every disease or parasite. Aronia's preparations are used in disease curing and prevention. Sirups, pills, jams, juices are made of its berries.

**Number of pages:** 11

**Number of figures:** 3

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 13

**Original in:** Croatian

**Key words:** aronia, anthocyanins, polyphenols, flavonoids, healing properties

**Date of grading:** 2. 9. 2016

**Thesis deposited in:**

Library of Department of Biology, University of Josipa Jurja Strossmayera in Osijek

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. OSNOVNI DIO .....	2
2.1. Sekundarni metaboliti aronije .....	3
2.2.1. Usporedba količine i vrste antocijanina aronije sa ostalim bobičastim voćem .....	4
2.2.2. Stabilnost polifenola aronije <i>in vitro</i> .....	4
2.3. Antiviralna aktivnost aronije protiv virusa gripe .....	5
2.4. Bioaktivne komponente aronije inhibiraju $\alpha$ -amilazu i lipazu .....	6
2.5. Utjecaj aronije na homocistein i njegove metabolite .....	6
2.6. Inhibitorna aktivnost soka aronije i limuna na kolinesteraze .....	6
2.7. Zaštita fibrinogena od nitrilacije pomoću ekstrakta aronije .....	7
2.8. Upotreba aronije u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji .....	8
3. ZAKLJUČAK .....	9
4. LITERATURA .....	10

## **1. UVOD**

Aronija je listopadni grm koji je iz Sjeverne Amerike uspješno prenesen u ostale dijelove svijeta te se tamo normalno uzgaja. Jako je izdrživa i otporna na nepovoljne vremenske uvijete, i ne zahtjeva posebne tretmane što olakšava njen uzgoj. U posljednje vrijeme se otkrivaju njena ljekovita svojstva (posebice antikancerogena) i njeni pripravci postaju sve rašireniji i dostupniji. Puna je biofenola, tanina, flavonoida i antocijanina koji su ključni antioksidativni i biološki aktivni spojevi.

Cilj ovog rada je navesti pozitivne utjecaje aronije na ljudsko zdravlje te opisati pripravke, njihovo dobivanje i primjenu u svakodnevnom životu.

## 2. OSNOVNI DIO

### 2.1. Sistematika, morfologija i ekologija aronije

Aronija je autohtona biljka sjeverne Amerike, a proširena je svuda po svijetu. Prirodno stanište su joj močvarna područja i rijetke šume bogate svjetlom. Dakle, preferira svjetlo no ne smeta joj stanište sa umjerenom sjenom. Može rasti na kiselom, neutralnom ili bazičnom tlu. Naraste 1-6 m u visinu. Često se uzgaja kao ukrasna biljka. Njeni listovi su zelene boje, jednostavni, ovalni do obrnuto jajasti sa pilastim rubom. Cvjetovi su bijeli do blijedo ružičasti s 5 okruglastih latica i 5 lapova. Dvospolni su. Aronija cvate tijekom srpnja i kolovoza. Oprašivanje se vrši kukcima (primarno pčelama), a plodovi su bobice koje mogu biti hrana nekim pticama. U svakoj bobici se nalazi 1-5 malih sjemenki. Jako je otporna na niske temperature, sušu, kukce i različita zagađenja. Detaljna sistematika roda Aronia je prikazana u tablici 1. Postoje 3 opisane vrste roda Aronia: *A. arbutifolia* (L.) Pers (crvenoplodna aronija), *A. melanocarpa* (Michx) Elliot (crnoplodna aronija) i *A. prunifolia* (Marshall) Rehder (ljubičastoplodna aronija). Crvenoplodna aronija naraste 2-4 metra u visinu, plod je crven i jestiv dok je svjež. Crnoplodna aronija naraste malo manje od 1 metar. U početku je plod crven, a kasnije poprimi crnu boju (Slika 1). Ljubičastoplodna aronija ima plod tamnoljubičaste boje.

Tablica 1. Sistematika roda Aronia

<b>Carstvo</b>	Plantae
<b>Odjeljak</b>	Spermatophyta – sjemenjače
<b>Pododjeljak</b>	Angiospermae - kritosjemenjače
<b>Razred</b>	Magnoliopsida - dvosupnice
<b>Podrazred</b>	Rosidae
<b>Red</b>	Rosales
<b>Porodica</b>	Rosaceae - ruže
<b>Potporodica</b>	Amygdaliodeae
<b>Rod</b>	Aronia Medik



Slika 1. *Aronia melanocarpa* – plodovi (web 1)

## 2.2. Sekundarni metaboliti aronije

Sekundarni biljni metaboliti su tvari koje biljka sintetizira kako bi se zaštitila od različitih negativnih utjecaja okoliša. Ti spojevi se koriste u liječenju bolesti, farmaceutskoj industriji, aromaterapiji itd. Neki od njih, a koje možemo pronaći u aroniji, su antocijanini, flavonoidi, flavonoli, aromatske kiseline, fenoli, kvercetini i mnogi drugi. Za tamnu boju bobica su zaslužna 4 antocijanina: 3-O-galaktozid, 3-O-glukozid, 3-O-arabinozid i 3-O-ksilozid. Antocijanini se međusobno razlikuju po broju hidroksilnih skupina, stupnju metilacije, vrsti, broju i položaju šećera na njima, te broju i položaju alifatskih i aromatskih kiselina na tim šećerima. Antocijanini su antimutageni. Termin 'antimutagen' se koristi za spojeve koji smanjuju učestalost nastajanja mutacija. Mutageni su svuda prisutni i nemoguće ih je potpuno eliminirati iz organizma. Provedena su istraživanja kako antocijanini iz aronije utječu na standardnu mutagenu aktivnost. Dokazana je jaka antimutagena aktivnost, sposobnost uklanjanja slobodnih kisikovih radikala i inhibicija lipidne peroksidacije. Osim što uklanjaju slobodne kisikove radikale, smanjuju aktivnost enzima koji sudjeluju u samom njihovom nastajanju. Također, zaštićuju DNA od oštećenja vodikovim peroksidom. Među aromatskim kiselinama dominiraju klorogenična i neoklorogenična kiselina. Dokazana je prisutnost flavonola koji su izolirani u plodovima, ali i cvjetovima za koje je utvrđeno da su bolji izvor za izolaciju ovih spojeva. To su eriodiktiol-7-O- $\beta$ -glukuronid, kvercetin-3-vicianozid, kvercetin-3-O-robinobiozid, kvercetin-3-O(6"-O- $\alpha$ -ramnozid-3-glukozid), kvercetin-3-O- $\beta$ -galaktozid,



kvercetin-3-ramnogalaktozid, itd. Svi kvercetini su jaki antioksidansi i antihistaminici, sprječavaju nastajanje kolesterola iz LDL-kolesterola (time i taloženje na stijenkama krvnih žila), sprječavaju nastajanje ugrušaka krvi, jaki su protuupalni agens, sprječavaju razvoj tumora, itd. Metodom HPLC je dokazano oko 71,1 mg flavonola po 100 g svježih bobica. Ipak, količina flavonola je niska s obzirom na količinu antocijanina i klorogenične kiseline. No u čaški cvijeta flavonoli su glavna komponenta dok su antocijanini mnogo manje zastupljeni. Glavni antocijanin u svim kultivarima je cijanidin-3-galaktozid, a najviše ga ima *Aronia prunifolia* (497±20 mg/100 svježih bobica). *Aronia prunifolia* također sadrži najveću količinu polifenola (2996±172 mg/100 g svježih bobica) i proantocijanina (4.79 g/100 svježih bobica). Razlika u sastavu ekstrakata različitih kultivara aronije je minimalna, jedina je razlika u njihovoj količini. Količina i vrsta polifenola koje nalazimo u listovima je različita u mladim, srednje starim i starim listovima. Antioksidativna aktivnost je najveća u mladim listovima, a starenjem biljke opada.

### **2.2.1. Usporedba količine i vrste antocijanina aronije s ostalim bobičastim voćem**

Bobice crvene, plave i ljubičaste boje su najbolji izvor antocijanina. Oni su pronađeni većinom u vanjskim slojevima ploda dok ih u unutrašnjosti ima nešto manje. Nalaze se u vakuolama gdje formiraju granule. To su nefotosintetski pigmenti. Najčešće se pojavljuju cijanidin, delfinidin, petunidin, peonidin, pelargonidin i malvinidin. Šećeri koji se najčešće vežu su galaktoza, glukoza, arabinoza, ksiloza i ramnoza. Općenito, crveno obojene bobice imaju veću količinu cijanidin-glukozida (poput jagode, crvenog ribiza, brusnica), a tamnije obojene bobice imaju više delfinidin-glukozida (poput borovnice, kupine i bazge). Također se vidi razlika u sastavu antocijanina među kultivarima i divljim vrstama.

### **2.2.2. Stabilnost polifenola aronije *in vitro***

Simulacija želučane probave soka aronije pomoću pepsina i HCl (pH 2.0) tijekom 2 h nije imala bitan utjecaj na kafeinsku kiselinu, neoklorogeničnu kiselinu i klorogeničnu

kiselinu. Količina flavan-3-ola je bila poprilično stabilna sa tek blagim smanjenjem od oko 15% (nije značajno). Ukupna količina antocijanina se smanjila za oko 7%. Nakon simulacije želučane probave, sok aronije se 2h podvrgavao simuliranim uvjetima dvanaesnika. Najviše utjecaja je to imalo na antocijanine: 43% komponenti je bilo izgubljeno nakon tretmana pankreatinom. Količina flavan-3-ola se smanjila za oko 19%. Količina neoklorogenične kiseline se smanjila za 28%, a klorogenične povećala za 24%. Dakle, polifenoli su vrlo osjetljivi na blago alkalne uvjete u tankom crijevu te se mijenjaju u drugačije strukturne oblike sa drugačijim kemijskim svojstvima.

### **2.3. Antiviralna aktivnost aronije protiv virusa gripe**

Virus gripe uzrokuje zaraznu bolest dišnog sustava. Može uzrokovati manje, ali i ozbiljnije simptome poput vrućice ili otežanog disanja. Ozbiljnije posljedice virusa gripe mogu rezultirati i hospitalizacijom te smrću. Neke skupine ljudi, kao što su stariji, djeca ili osobe sa određenim bolestima, imaju veći rizik od oboljevanja i komplikacija. Godišnje od ovog oboljenja umre 250 000-500 000 ljudi pogotovo uslijed komplikacija, kao što je zaraza popraćena bakterijskim oboljenjem. Najbolja zaštita je cijepljenje, no razočaravajuća uspješnost cjepiva je uzrokovala zabrinutost za vrlo mlade i vrlo stare pacijente, a TIV („trivalent influenza vaccines“) nije dosad uvijek pridonijeo poželjnom humoralnom odgovoru čak ni kod zdravih primatelja cjepiva. *Aronia melanocarpa* je puna spojeva koji pokazuju antiviralna svojstva (kafeinska kiselina, p-kumarinska kiselina, galska kiselina, p-hidrobenzoična kiselina, miricetin, kvercetin, elagična kiselina) te su provedena istraživanja tih tvari protiv različitih sojeva virusa gripe (H1/K09, H3/PE16, B/BR60, H1/K2785 - oseltamivir rezistentan, HPAI rH5/IS06) te je u određenim koncentracijama postignut negativan učinak na ove viruse čak i na oseltamivir rezistentan H1/K2785 (oseltamivir je antiviralni lijek koji blokira aktivnost virusa gripe tipa A i B). Različite komponente u aroniji pokazuju različit učinak na ispitivane viruse, primjerice inhibicija vezanjem na proteine virusa, blokiranje staničnih puteva itd.

## **2.4. Bioaktivne komponente aronije inhibiraju $\alpha$ -amilazu i lipazu**

Jedna od novijih bolesti je debljanje koje se javlja uslijed genetičkih ili vanjskih faktora. Tijekom probave, ključni enzimi su  $\alpha$ -amilaza i lipaza, čija inhibicija može pomoći u smanjenju energetske vrijednosti hrane.

Aronija je bogata polifenolima koji uzrokuju smanjenje adipogeneze, koncentracije LDL-kolesterola, kolesterola i triglicerida u plazmi, otpornosti inzulina i konačno pridonosi smanjenju tjelesne mase.

Nadalje, istraživanja su pokazala da različiti ekstrakti aronije pokazuju utjecaj na  $\alpha$ -amilazu i lipazu. Dokazano je da ekstrakt aronije sa octenom kiselinom inhibira lipazu, a komponente tog ekstrakta su antocijanini. Ekstrakt sa metanolom inhibira  $\alpha$ -amilazu i bogat je klorogeničnom kiselinom i cijanidin-3-glukozidima.

## **2.5. Utjecaj aronije na homocistein i njegove metabolite**

L-homocistein (Hcys) je aminokiselina koja se povezuje sa povećanim rizikom od ateroskleroze (zadebljanja i oštećenja krvnih žila) i tromboze (stvaranje ugrušaka u krvi). Također je opasan njegov najreaktivniji oblik homocistein-tiolakton (HTL). Modifikacije različitih hemostatskih proteina (fibrinogen, plazminogen, ...) uzrokovane Hcys-om ili HTL-om su glavni uzrok kardiovaskularnih bolesti. Hcys i HTL povećavaju količinu tiolnih, amino i karbonilnih skupina ne samo u proteinima plazme, nego i u proteinima krvi. Ekstrakt aronije utjecao je na smanjenje polimerizacije fibrinogena i polimerizacije fibrina, no nije uzrokovao lizu fibrina, na način da je smanjio stimulaciju polimerizacije homocisteina i homocistein-tiolaktona. Dakle, polifenoli (kojima je aronija bogata) štite vaskularni sustav, poboljšavaju njegovo zdravlje i smanjuju rizik od bolesti. Štoviše, antioksidansi su *in vitro* kao i *in vivo* modelima. Aronija sadrži rezveratrol koji smanjuje apoptozu trombocita uzrokovanih Hcys-om i HTL-om. Smanjuje količinu Hcys-a u plazmi osoba koje boluju od raka dojke. Smanjuje modifikacije proteina uzrokovane hcs-om i HTL-om tj. sudjeluju u prevenciji kadiovaskularnih bolesti koje su povezane sa hipercisteinemijom.

## **2.6. Inhibitorna aktivnost soka aronije i limuna na kolinesteraze**

*Citrus limon* (L.) Burm.f. je treći po redu po važnosti među Citrusima. Nekoliko istraživanja je pokazalo da je limun bogat izvor flavonoida, limunske kiseline,

vitamina C i minerala koji imaju mnoge brojne pozitivne utjecaje na zdravlje. Proveden je eksperiment kojim se istraživao utjecaj sok od limuna, soka od aronije te soka od limuna i aronije na aktivnost acetilkolin-esteraze i butirilkolin-esteraze. Ova dva enzima razgrađuju neurotransmiter acetilkolin. Odgovorni su zbog toga za nastajanje Alzheimerove bolesti, Parkinsonove bolesti, senilnosti, itd. Lijekovi za liječenje ovih bolesti su usmjereni na inhibiciju acetilkolin-esteraze i butirilkolin-esteraze, no oni imaju nuspojave poput vrtoglavice, povraćanja, proljeva, itd. Sokovi limuna i aronije pokazuju inhibitornu aktivnost prema enzimima, dok njihova mješavina pokazuje veću aktivnost nego sokovi odvojeno. Za to su odgovorni flavonoli u limunu i aroniji te prisutnost C-glikozil-flavona u limunu. Učinak ovog soka je manji od farmakoloških lijekova, no ovo je prirodna alternativa i može se uzimati svaki dan, bez nuspojava.

## **2.7. Zaštita fibrinogena od nitrilacije pomoću ekstrakta aronije**

Fibrinogen (Fg), poznat i kao faktor koagulacije I, zauzima 4% od ukupnih proteina plazme. To je glikoprotein molekularne mase 340 kDa. Osjetljiv je na oksidativno i nitrativno djelovanje peroksinitrita (ONOO-) koji se *in vivo* dobiva iz dušičnog monoksida ( $\cdot\text{NO}$ ) i superoksida ( $\text{O}_2\cdot$ ). Peroksinitrit je jedan od glavnih faktora odgovornih za oksidativni stres. Reakcija peroksinitrita sa Fg uzrokuje strukturne modifikacije Fg što rezultira promjenama u funkciji. Preinkubacija Fg sa ekstraktom aronije (0.5-50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 10 minuta prije tretmana peroksinitritom uzrokuje nestajanje traka koje odgovaraju visokoj molekularnoj masi agregata vidljivih u elektroforetskom uzorku Fg tretiranih peroksinitritom. Pomoću Western blot analize su primjećeni nitrirani tirozini u Fg nakon izlaganja peroksinitritu. Dodavanje ekstrakta aronije 10 minuta prije tretiranja peroksinitritom štiti Fg od nitracije. Zaštita je ovisna o dozi. Čak i pri niskim koncentracijama (0.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) je uočena inhibicija peroksinitrita. Koncentracija od 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  potpuno inhibira formiranje nitrotirozina. U Western blot analizi, u slučaju kada je Fg dodan samo ekstrakt aronije, bez prisutstva peroksinitrita, nije zabilježena nikakva nitracija tirozina.

## 2.8. Upotreba aronije u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji

Zbog bogatstva vitaminima, mineralima i antioksidansima, bobice i lišće aronije se koriste za dobivanje prehrambenih proizvoda kao što su čajevi, džemovi (slika 3), pekmezi, sokovi i lijekova kao što su sirupi, tablete (slika 2), kapsule. Sok aronije sadrži visoku količinu antocijanina (od kojih potječe boja) i flavonoida. Jaka i stabilna boja se koristi u prehrambenoj industriji za bojanje hrane.



Slika 2. Aronija strong protect – tablete na bazi suhog ekstrakta aronije (Web 2)



Slika 3. Džem od aronije (Web 3)

### **3. ZAKLJUČAK**

Aronija se zbog svojih svojstava svrstava u jedne od najzdravijih biljaka na svijetu. Korisna je u liječenju, kao i prevenciji, mnogih bolesti u organizmu. U ovom radu su opisani neki njeni pozitivni učinci na ljudsko zdravlje. Ti pozitivni učinci su rezultat bogatstva sekundarnim biljnim metabolitima. Aronija ima antibakterijska, antiviralna i antimutagena svojstva. Osim toga, lako ju je uzgajati i vrlo je otporna. Zato, njene bobice i njeni pripravci bi trebali postati svakodnevni dio naše ishrane kako bi se poboljšalo naše zdravlje.

## 4. LITERATURA

Znanstveni radovi

- A. Girones-Vilapena, P. Valentao, P.B. Andrade, F.Ferreres, D.A. Moreno, C. Garcia-Viguera, 2012. Phytochemical profile of a blend of black chokeberry and lemon juice with cholineesterase inhibitory effect and antioxidant potential, *Food chem* 134: 2090-2096.
- J. E. Lee, G. S. Kim, S. Park, Y.H. Kim, M.B. Kim, N.S. Lee, S.W. Shin, S.J. Lee, J.S. Jin, S.C. Shin, 2014. Determination of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenol components using liquid chromatography-tandem mass spectrometry: overall contribution to antioxidant activity, *Food chem* 146: 1-5.
- J. Malinowska, K. Babicz, B. Olas, A. Stochmal, W. Oleszek, 2012. Aronia melanocarpa extract suppresses the biotoxicity of homocysteine and its metabolite on the hemostatic activity of fibrinogen and plasma, *Nutr* 28: 793-798.
- K. Gasiorowski, K. Szyba, B. Brokos, B. Kolaczynska, M. Jankowiak-Wlodarczyk, J. Oszmianski, 1997, Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits, *Cancer letters* 119: 37-46.
- M. Bijak, J. Saluk, A. Antosik, M. B. Poczek, H. M. Zbikowska, M. Borowiecka, P. Nowak, 2013. *Aronia melanocarpa* as a protector against nitration of fibrinogen, *Int J Biol Macromol* 55: 246-268.
- M.-J. Bermudez-Soto, F.-A. Tomas-Barberan. M.-T. Garcia-Conesa, 2007. Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to *in vitro* gastric and pancreatic digestion, *Food chem* 102: 856-874.
- P. Worsztynowicz, M. Napierala, W. Bialas, W. Grajet, M. Olkowicz, 2014. Pancreatic  $\alpha$ -amylase and lipase inhibitory activity of polyphenolic compounds present in the extract of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.), *Process biochem* 49: 1457-1463.
- R. Veberic, A. Slatner, J. Bizjak, F. Stampar, M. Mikulic-Petkovsek, 2015. Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species, *Food sci tehnol int* 60: 509-517.
- R. Slimestad, K. Torskangerpoll, H. S. Nateland, T. Johannessen, N. H. Giske, 2005. *J Food Comp Anal* 18: 61-68.
- S. Park, J. Kim, I. Lee, S. Lee, M.W. Hwang, J.Y. Bae, J. Heo, D. Kim, S.Z. Han, M.S. Park, 2013. *Aronia melanocarpa* and its components demonstrate antiviral activity against influenza viruses, *Biochem biophys res commun* 440: 14-19.

Web stranice

Web 1. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aronia\\_melanocarpa\\_fruit.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aronia_melanocarpa_fruit.jpg)

Web 2. <http://medicodomus.com/wp-content/uploads/2013/07/Aronija-3d.jpg>

Web 3. <http://www.podravka.hr/proizvod/dzem-aronija/>