

# Aronija - mogućnosti prerade i sastav fenola

---

Vudrag, Lea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:513394>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

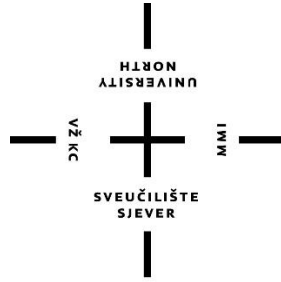
Završni rad br. 4/PREH/2021

## **Aronija-mogućnosti prerade i sastav fenola**

Lea Vudrag, 0113140551

Koprivnica, srpanj 2021. godine





# Sveučilište Sjever

**Prehrambena tehnologija**

**Završni rad br. 4/PREH/2021**

## **Aronija-mogućnosti prerade i sastav fenola**

**Student**

Lea Vudrag, 0113140551

**Mentor**

Prof.dr.sc. Verica Dragović Uzelac

Koprivnica, srpanj 2021. godine

## Prijava završnog rada

### Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL		Odjel za prehrambenu tehnologiju	
STUDIJ			
preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija			
PRISTUPNIK	Lea Vudrag	JMBAG	0113140551
DATUM	9.6.2021.	KOLEGIJ	Tehnologija proizvoda od voća i povrća
NASLOV RADA			
Aronija-mogućnosti prerade i sastav fenola			
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU			
Chokeberry-processing possibilities and phenol composition			
MENTOR	Verica Dragović Uzelac	ZVANJE	prof.dr.sc.
ČLANOVI POVJERENSTVA			
1.	Bojan Šarkanj, izv.prof.dr.sc. (predsjednik)		
2.	Dunja Šamec, doc.dr.sc. (član)		
3.	Verica Dragović Uzelac, prof.dr.sc. (mentor)		
4.	Natalija Uršulin-Trstenjak, doc.dr.sc. (zamjena)		
5.			

### Zadatak završnog rada

BRZ	4/PREH/2021
OPIS	
<p>Zbog svog kemijskog sastava i funkcionalnih svojstava zahvaljujući udjelu različitih skupina bioaktivnih spojeva aronija je predmet brojnih istraživanja, počevši od uzgoja, ispitivanja biološkog potencijala i utjecaja na zdravlje ljudi, mogućnosti prerade u različite vrste proizvoda uz maksimalno očuvanje bioaktivnih spojeva i sl. Također, proizvođači, prerađivači te znanstvenici nastoje naći sve više načina kako implementirati aroniju u svakodnevnu ljudsku prehranu ili kako nutritivno obogatiti druge prehrambene proizvode.</p> <p>Stoga je cilj ovog rada opisati morfološka i botanička obilježja ove moćne biljke odnosno njezinih plodova s posebnim naglaskom na mogućnosti prerade te sastav i udjele fenolnih spojeva.</p>	

ZADATAK URUČEN	18.6.2021	POTPIS MENTORA	
SVEUČILIŠTE SJEVER		SVEUČILIŠTE SJEVER	



## **Predgovor**

Želim zahvaliti mentorici prof. dr. sc. Verici Dragović Uzelac na predloženoj temi te dostupnosti i velikoj pomoći pri pisanju rada. Također se želim zahvaliti svojim kolegama i posebno izv. prof. dr. sc. Bojanu Šarkanju zbog kojeg je ovo uopće moguće.

## **Sažetak**

Aronija je grmovita listopadna biljka koja spada u porodicu Roseceae te potječe iz istočnih dijelova Sjeverne Amerike i Kanade. U Europu je stigla oko 1900. godine, a tek 1946. priznata kao sorta. Bobice su joj tamnoljubičaste do gotovo crne boje, a beru se između kolovoza i rujna. Aroniju je vrlo jednostavno uzgajati jer je otporna je na niske temperature i mraz te su joj na čitavom području kontinentalne Hrvatske uvjeti za uzgoj izvrsni. Plod aronije izuzetno je velike biološke vrijednosti, važan je izvor spojeva koji omogućavaju pravilan razvoj ljudskog organizma. Najvažniji sastojci prisutni u aroniji odgovorni za mnoga ljekovita svojstva su fenolni spojevi među kojima se posebno ističu antocijani i fenolne kiseline. Aroniju karakterizira izražen kiselkasto trpki okus zbog kojeg nije najprikladnija za konzumaciju u svježem obliku, ali se stoga najčešće prerađuje u različite proizvode poput soka, džema, čaja ili vina.

**Ključne riječi: aronija, polifenoli, antocijani, prerada aronije**

## **Summary**

Chokeberry is a shrubby deciduous plant that belongs to the Roseaceae family and originates from the eastern parts of North America and Canada. It arrived in Europe around 1900, and wasn't recognized as a variety until 1946. Its berries are dark purple to almost black, and are harvested between August and September. Chokeberry is very easy to grow because it is resistant to low temperatures and frost, and the conditions for growing are excellent in the entire area of continental Croatia. The fruit of chokeberry has an extremely high biological value, it is an important source of compounds that encourage the proper development of the human body. The most important ingredients present in chokeberry responsible for many medicinal properties are phenolic compounds, among which anthocyanins and phenolic acids stand out. Chokeberry is characterized by a pronounced sour-bitter taste that doesn't make it the most suitable for consumption in fresh form, but is most often processed into various products such as juice, jam, tea or wine.

**Key words: chokeberry, polyphenols, anthocyanins, chokeberry processing**



## Sadržaj

1.	Uvod .....	1
2.	Teorijski dio.....	3
2.1.	Botanička i morfološka svojstva aronije.....	3
2.2.	Uzgoj aronije.....	4
2.3.	Kemijski sastav aronije .....	6
3.	Fenolni spojevi aronije .....	8
3.1.	Flavonoidi .....	9
3.1.1.	<i>Antocijani</i> .....	10
3.2.	Fenolne kiseline .....	14
4.	Pregled proizvoda od aronije .....	16
4.1.	Sokovi i napitci .....	16
4.2.	Želirani proizvodi.....	18
4.3.	Čajevi .....	20
4.4.	Voćna vina .....	21
4.5.	Ostali proizvodi.....	22
5.	Zaključak .....	24
6.	Literatura .....	26

# 1. Uvod

Aronija (*Aronia melanocarpa*) grmovita je listopadna biljka koja potječe iz istočnih dijelova Sjeverne Amerike i Kanade. U Europu je stigla krajem 19. stoljeća te je tek sredinom 20. stoljeća priznata kao sorta (Kulling i Rawel, 2008). Bobice su joj tamnoljubičaste crne boje te dozrijevaju krajem kolovoza. Uz aroniju bobica crne boje, možemo razlikovati i aroniju čije su bobice crvene (*Aronia arbutifolia*) odnosno ljubičaste boje (*Aronia prunifolia*) (Tomić, Tomaz i Jeromel, 2016).

Smatra se jednom od najzdravijih biljaka na svijetu zahvaljujući svom sastavu i izrazito visokom udjelu fenolnih spojeva. Polifenoli su sekundarni biljni metaboliti i pripisuju im se brojna pozitivna djelovanja. Poznati su kao prirodni antioksidansi koji sprječavaju lančane reakcije stvaranja slobodnih radikala izazvane oksidacijskim procesima (Kazazić, 2004). Osim bioloških svojstava nositelji su senzorskih karakteristika kao što je aroma, miris i boja, a njihov udio ovisi o uvjetima uzgoja, klimi, vremenskim uvjetima i zrelosti voća. Jedna od najznačajnijih skupina fenolnih spojeva aronije su antocijani, biljni pigmenti odgovorni za intenzivnu tamnoljubičastu boju bobica te proizvoda od aronije, koji su uz sve navedeno imaju i izrazita antioksidacijska svojstva.

Aroniju karakterizira intenzivan jak kiselkasto trpki okus zbog kojeg se najčešće prerađuje u druge oblike (Kulling i Rawel, 2008). Jedan od najčešćih proizvoda od aronije je matični sok dobiven prešanjem bobica. Pošto su antocijani topljivi u vodi i sok ima prepoznatljivu ljubičastu boju te njegova redovita konzumacija može dovesti do smanjenja kolesterola u krvi i sprječavanja kardiovaskularnih bolesti (Skoczyńska i sur., 2007). Nakon proizvodnje soka zaostaje komina kao nusproizvod koju sve više proizvođača želi iskoristiti. Sušenjem i mljevenjem komine dobiva se čaj od aronije, kao jedan od najpoznatijih proizvoda. Na tržištu još možemo naći razne džemove, voćna vina, likere te delicije aronije na bazi čokolade.

Posljednjih nekoliko godina svjedočili smo velikom interesu poljoprivrednika za uzgoj ove biljke, pa je time registriran i velik broj OPG-ova za uzgoj aronije. Zahvaljujući tome što je otporna na niske temperature i mraz može se uzgajati na čitavom području kontinentalne Hrvatske gdje su uvjeti za uzgoj aronije izvrsni, a to se primarno odnosi na količinu oborina i temperaturu (Milić, 2012). Jedna od velikih prednosti aronije je ta što je vrlo pogodna za ekološki uzgoj jer prirodno nema mnogo nametnika zahvaljujući sastavu. U svijetu se aronija rasprostranjuje na oko 20.000 ha površine s proizvodnjom do 200.000 tona godišnje (Tomić, Tomaz i Jeromel, 2016).

Zbog svog kemijskog sastava i funkcionalnih svojstava zahvaljujući udjelu različitih skupina bioaktivnih spojeva aronija je predmet brojnih istraživanja, počevši od uzgoja, ispitivanja biološkog potencijala i utjecaja na zdravlje ljudi, mogućnosti prerade u različite vrste proizvoda uz maksimalno očuvanje bioaktivnih spojeva i sl. Također, proizvođači, prerađivači te znanstvenici nastoje naći sve više načina kako implementirati aroniju u svakodnevnu ljudsku prehranu ili kako nutritivno obogatiti druge prehrambene proizvode.

Stoga je cilj ovog rada opisati morfološka i botanička obilježja ove moćne biljke odnosno njezinih plodova s posebnim naglaskom na mogućnosti prerade te sastav i udjele fenolnih spojeva.

## 2. Teorijski dio

### 2.1. Botanička i morfološka svojstva aronije

Aronija je grmovita listopadna biljka koja spada u porodicu Roseaceae te potječe iz istočnih dijelova Sjeverne Amerike i Kanade. U Europu je stigla oko 1900. godine i to u Njemačku i Rusiju, a tek 1946. priznata je kao sorta (Kulling i Rawel, 2008). Razlikujemo dvije osnovne vrste aronije: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot koja je crne boje i *Aronia arbutifolia* (L.) Pers crvene boje, dok je treća vrsta *Aronia prunifolia* hibrid prethodno navedene dvije vrste te je ljubičaste boje. Grmovi aronije mogu narasti od 2 do 3 metra visine i 2,5 metra širine na kojem se od svibnja do lipnja stvaraju mali bijeli cvijetici po kojima je prepoznatljiva (Slika 2.1.). Cvjetovi rastu u kiticama te u klimatskim uvjetima kontinentalne Hrvatske cvatu krajem travnja (Tomić, Tomaz i Jeromel, 2016).



Slika 2.1. Cvjetovi aronije (<https://www.agroklub.com/vocarstvo/aronia-melanocarpa-plod-buducnosti/1807/>)

Listovi su ovalni, nazubljenog ruba, u vegetaciji su tamnozeleno boje, a u jesen dobivaju dekorativnu žarko crvenu boju (Milić, 2012). Cvijet je dvopolan, sastavljen je od pet okruglih bijelih listića, pet crvenkasto zelenkastih listića i većeg broja prašnika (16-20) te jednog tučka (Mratinić, 2017). Bobice su tamnoljubičaste do gotovo crne boje promjera od 6 do 13 mm i težine od 0,5 do 2 grama (Slika 2.2.), a beru se između kolovoza i rujna. Aroniju karakterizira intenzivna ljubičasto crvena boja i izražen kiselkasto trpki okus zbog kojeg nije najprikladnija

za konzumaciju u svježem obliku, ali se stoga najčešće prerađuje u različite proizvode (Kulling i Rawel, 2008). U plodu se nalazi od 5 do 8 sjemenki, a 15 do 20 plodova čine grozd. Otporna je na mraz, mehaničku berbu i oštećenja tijekom transporta te joj je i zbog tih prednosti porasla popularnost.

Bobice aronije su bogat izvor različitih bioaktivnih molekula koje imaju važnu ulogu u prevenciji različitih oboljenja, uključujući kardiovaskularne bolesti i različite oblike karcinoma. Osim toga često se koriste kao prirodna bojila u prehrambenoj industriji zbog intenzivne boje koja potječe od antocijana (Kapci i Neradova, 2013).



Slika 2.2. Zreli plodovi crne aronije (Križić, 2016)

## 2.2. Uzgoj aronije

U odnosu na druge vrste voća, aronija je manje zahtjevna prema uvjetima uzgoja. Podnosi teža tla i tla sa višom razinom podzemne vode. Tlo za uzgoj aronije ne smije biti jako suho i pješčano, također treba izbjegavati sadnju na zasjenjenim područjima. Aronija je vrlo otporna na niske temperature te joj mraz tijekom vegetacije ne može naštetiti. Do oštećenja uzrokovanih niskim temperaturama može doći tek kada se temperature spuste na  $-23^{\circ}\text{C}$  ili niže. Na čitavom području kontinentalne Hrvatske uvjeti za uzgoj aronije su izvrsni, a to se primarno odnosi na količinu oborina i temperaturu. Pošto je aronija vrlo heliofilna biljka, što znači da ima velike potrebe za sunčevim osvjetljenjem, bitno je da mjesto sadnje ima južnu ekspoziciju i dobru cirkulaciju zraka (Milić, 2012).

Najčešće uzgajana sorta u Europi je crnoplodna aronija te dvije osnovne podsorte crnoplodne aronije koje čine 80% europskih plantaža su „Nero“ i „Viking“ (Milić, 2012).

„Nero“ kao grm doseže visinu od 2 metra, a širinu od 2,5 metara i raste uspravnije od ostalih sorti. Sadrži guste i razgranate grane, cvjetovi su mu pomalo ružičasti, a grozdovi mu se sastoje od 10 do 20 pojedinačnih cvatova. Plodovi su mu relativno veliki, čak od 12 mm, okrugli i imaju ljubičasto crnu boju. Svaki plod je obavijen voštanom ovojnicom te je težak od 1 do 1,5 grama, meso ploda je vrlo čvrsto i posjeduje slatkast okus.

„Viking“ je sorta podrijetlom iz Finske. Kod ove sorte plodovi rastu na vrhovima grančica zbog čega grančice vise prema dolje. Težina plodova je oko 1,5 grama.

Sadnice aronije sade se u rupe dubine 20 cm i širine 30 cm, te se sadnja preporuča na jesen. Nakon sadnje aronije, u sljedeće dvije do tri godine želi se postići maksimalni vegetativni porast te osigurati redovne prinose. To se postiže sadnjom aronije u planiranim redovima gdje je visoka zastupljenost svjetlom i dobra prozračnost (Slika 2.3.). Najčešći razmaci između sadnica su 2 metra u redu, a razmak između redova ne bi smije biti manji od 2,5 metara. Kako bi grm aronije imao svoju maksimalnu produktivnost trebao bi imati 15 do 25 rodniha grana (Milić, 2012). Aronija je vrlo pogodna za ekološki uzgoj zbog velikog broja fenolnih spojeva koji ju štite protiv nametnika.

Berba aronije odvija se u kolovozu te plodovi moraju biti u potpunosti zreli jer su u suprotnom vrlo trpkii. Zreli plod je crn i sjajan te se lako otkida sa peteljke. Prve berbe su moguće tek u trećoj godini uzgoja, kada jedna biljka može dati od 0,3 do 0,5 kg ploda. Od pete do sedme godine prinos je od 8 do 10 kilograma po biljci, dok od devete do desete godine čak 15 kg ploda. Plod se može čuvati 3-4 mjeseca na temperaturi od 2 do 3°C i vlazi od 80 do 85% (Lasić Lašarović i sur., 2013).



Slika 2.3. Plantaža aronije prve godine nakon sadnje (Milić, 2012)

### 2.3. Kemijski sastav aronije

Plod aronije izuzetno je velike biološke vrijednosti, kao i većina sitnog voća. Važan je izvor spojeva koji omogućavaju pravilan razvoj ljudskog organizma. Sastojci aronije ovise o mnogim čimbenicima kao što su sorta, gnojidba, datum berbe, stanište i dr. Svježi plod aronije u prosjeku sadrži između 17-28% suhe tvari od kojih su 6,6- 11,5% ukupni šećeri koji u sušenom plodu variraju od 35 do 43%. Od ukupnih šećera u plodu dominira glukoza sa sadržajem od 4,8 do 8,0% koja zajedno s fruktozom čini 6,4-10,6% invertnih šećera. Saharoza je u plodu aronije slabo zastupljena samo 0,9-1,4% (Mratinić, 2017). Svježe voće ima relativno nizak sadržaj pektina od 0,3 do 0,7% koji nije poželjan kod proizvodnje sokova i sirupa, ali je poželjan kod proizvodnje želiranih proizvoda. Ukupni sadržaj masti je 0,14% te se nalazi u sjemenki ploda, dok ukupan sadržaj proteina iznosi 0,7%. U usporedbi s drugom vrstom voća, aronija sadrži manji udio organskih kiselina (Kulling i Rawel, 2008). Plod aronije je vrlo bogat vitaminom C, provitaminom A i vitaminima E, K, PP, B<sub>2</sub>, B<sub>9</sub> i P. Sadržaj vitamina C varira u rasponu od 5,0 do 50 mg% i smanjuje se povećanjem stupnja zrelosti, najviše ga ima kod nezrelih plodova (103-122mg%). Aronija je izuzetno bogat izvor vitamina P, koji varira u rasponu 2.200-5.000 mg% (Mratinić, 2017).

Tablica 2.1. Kemijski sastav ploda aronije (Mratinić, 2017)

<b>Komponenta</b>	<b>Mjerna jedinica</b>	<b>Granična vrijednost</b>	<b>Prosjek</b>
Suha tvar	%	17,0-28,0	23,5
Suha tvar u soku	%	12,5-21,5	17,1
Ukupni šećeri	%	6,5-11,5	9,0
Ukupni inverzni šećeri	%	6,4-10,6	8,5
Glukoza	%	4,8-8,0	6,4
Fruktoza	%	1,6-2,7	2,1
Saharoza	%	0,9-1,0	1,0
Ukupni pektini	%	0,3-0,7	0,5
Topivi pektini	%	0,007-0,035	0,022
Celuloza	%	3,0-3,1	3,0

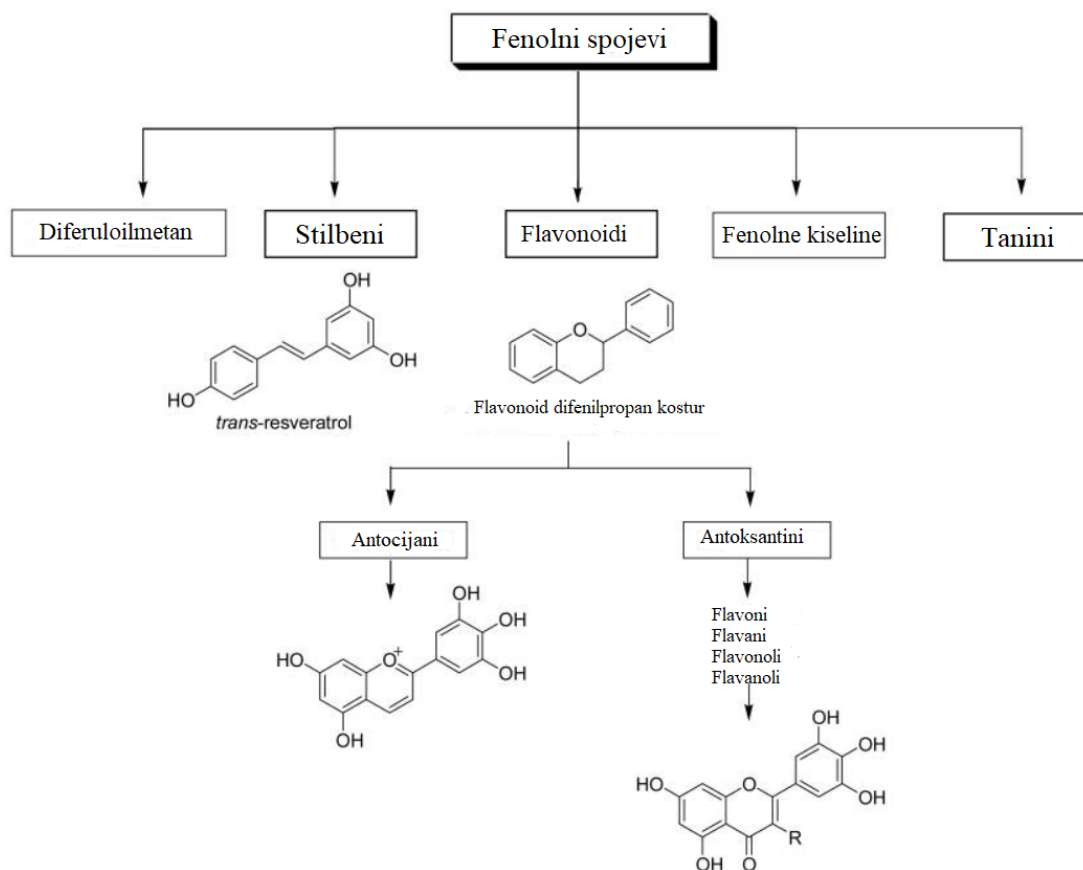
pH	%	3,3-3,8	3,6
Jabučna kiselina	%	0,6-1,4	1,0
Vinska kiselina	%	7,0-12,0	9,5
Pepeo	mg/100 g	550-800	675,0
Vitamin C	mg/100 g	5,0-50,0	27,5
Provitamin A	mg/100 g	2,1-11,0	6,5
Vitamin E	mg/100 g	0,5-0,8	0,65
Vitamin K	mg/100 g	0,8	0,8
Vitamin PP	mg/100 g	0,2-0,7	0,45
Vitamin B <sub>2</sub>	mg/100 g	0,2	0,2
Vitamin B <sub>9</sub>	mg/100 g	0,05-0,1	0,075
Folna kiselina	mg/100 g	0,08-0,2	0,14
Flavonoidi	mg/100 g	12,2-15,0	13,5
Antocijani	mg/100 g	240-630	435,0
Polifenoli	mg/100 g	1240-1500	1370,0
Tanini (kao taninska kiselina)	mg/100 g	1100-1970	1528,0

Najvažniji sastojci prisutni u aroniji odgovorni za mnoga ljekovita svojstva su fenolni spojevi. Bobice aronije imaju visok sadržaj procijanidina, antocijana i fenolnih kiselina o kojima će biti više riječi u daljnjem tekstu (Kulling i Rawel, 2008).



### 3. Fenolni spojevi aronije

Biljke su bogati izvor funkcionalnih prehrambenih mikroelemenata koji pojedinačno ili u kombinaciji mogu imati pozitivan utjecaj na zdravlje ljudi. Polifenoli čine veliku skupinu spojeva koje prirodno možemo naći u biljkama. Sekundarni su biljni metaboliti koji su potrebni za normalan rast i razvoj te su važan obrambeni mehanizam biljaka (Hudec i sur., 2006). Štite biljku od štetočina, UV zračenja, mikrobioloških infekcija te služe kao signalne molekule. Određenim dijelovima biljaka kao što su cvjetovi i plodovi donose karakteristična senzorska svojstva kao što je boja, okus i aroma. Pošto njihova biosinteza ovisi o svjetlu, akumuliraju se na površini ploda. Osnovnu strukturu fenolnih spojeva čine jedan ili više benzenskih prstenova na koje su vezane hidroksilne skupine ili drugi supstituenti te se prema tome mogu podijeliti u različite skupine (Slika 3.1.) (Ozcan i sur., 2014).



Slika 3.1. Podjela fenolnih spojeva (Han, Shen i Lou, 2007)

Polifenoli su jedan od najpoznatijih prirodnih antioksidansa u prehrani. Antioksidansi su tvari koje posjeduju antiradikalnu aktivnost tj. štite stanicu od djelovanja slobodnih radikala

tako što ih neutraliziraju dajući im svoj elektron ili onemogućavajući njihovo stvaranje. Kako bi se polifenoli ubrajali u antioksidanse moraju ispunjavati nekoliko uvjeta.

- Polifenol mora biti prisutan u koncentraciji manjoj od koncentracije tvari koja je podložna oksidaciji;
- Bez obzira što ga je koncentracijski manje trebao bi spriječiti ili usporiti reakciju oksidacije;
- Radikal koji nastane iz polifenola treba biti stabilan kako ne bi izazvao lančanu reakciju.

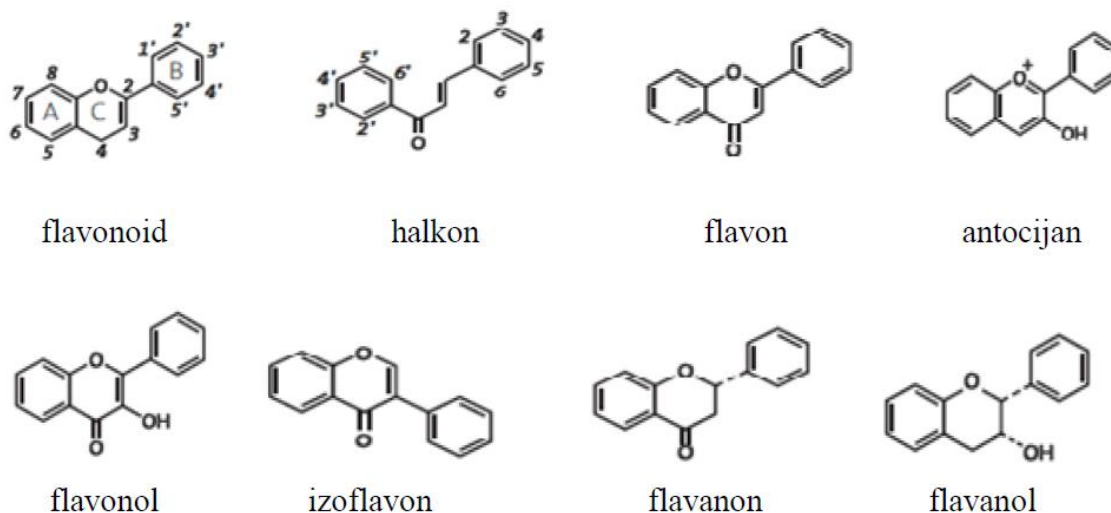
Slobodni radikali su vrlo reaktivna molekulska vrsta zbog određenog broja nesparenih elektrona u svojim elektronskim orbitalama. Nastaju reakcijama oksidacije te izazivaju lančane reakcije. Ako npr. oštete lipidnu membranu stvara se ugljikov radikal koji dalje reagira s kisikom i stvara se peroksidni radikal. Peroksidni radikal dalje može reagirati s masnim kiselinama te dolazi do stvaranja novih ugljikovih radikala (Kazazić, 2004). Također, jedno od najbitnijih svojstva polifenola je njihova sposobnost za vezanje iona prijelaznih metala. U današnje vrijeme sve više potrošača konzumira hranu punu antioksidansa zbog njihovog blagotvornog učinka na organizam, kako bi održali trenutno zdravlje ili spriječili nastanak težih bolesti.

U plodu aronije zastupljene su strukturno različite skupine fenolnih spojeva koje najvećim dijelom pripadaju fenolnim kiselinama i flavonoidima. Usporedno je provedena analiza 143 različite biljke uključujući aroniju, pri čemu je pokazano da upravo aronija sadrži najveći udio fenolnih spojeva (Ovaskainen i sur., 2008). Prema jednom od mnogobrojnih istraživanja u svježim plodovima aronije sadržaj ukupnih fenolnih spojeva varira između 1022 mg i 1795 mg na 100 grama uzorka (Denev i sur., 2018).

### **3.1. Flavonoidi**

Pojam „flavonoid“ predstavlja skupinu spojeva koji sadrže fenilbenzopiransku strukturu tj. posjeduju C6-C3-C6 vezu. U odnosu na poziciju aromatskog prstena na benzopiranski ciklus prirodni flavonoidi se dijele u tri grupe: flavonoidi, izoflavonoidi i neoflavonoidi. Osnovna podjela flavonoida je na antocijane i antoksanterine. Antoksanterini su bezbojni spojevi te se

također dijele na nekoliko podgrupa: halkoni, flavoni, flavonoli, izoflavoni, flavanoni, flavanoli čije strukture možemo vidjeti na Slici 3.2. (Kurtagić, 2017).



Slika 3.2. Osnovne strukture flavonoida (Kurtagić, 2017)

Na sastav flavonoida utječu brojni faktori kao što su zrelost biljke, način uzgoja te klima. U prirodi se najčešće nalaze u obliku glikozida, gdje se povezuju raznim molekulama šećera. Osim šećera, supstitucijske grupe koje se nalaze na osnovnoj jezgri su hidroksilna i metoksi grupa što pridonosi velikoj raznolikosti i velikom broju tih spojeva.

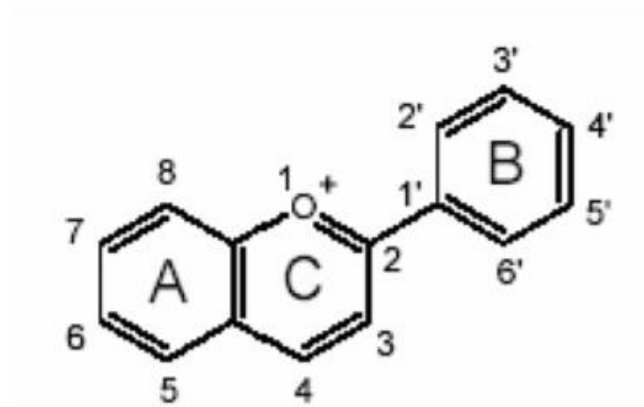
Osim aronije bogat izvor flavonoida u prirodi su zeleni, crni čaj, čokolada, crna vina te prije svega voće i povrće. Unos voća i povrća u organizam dokazano doprinosi prevenciji nastajanja bolesti koje u organizmu uzrokuju slobodni radikali nastali djelovanjem UV zračenja, radom metabolizma, radijacijom i sl. Veliki broj istraživanja potvrdio je da veliku ulogu u zaštiti organizma imaju flavonoidi točnije flavonoli i flavoni koji posjeduju značajno antioksidacijsko djelovanje (Kurtagić, 2017).

### 3.1.1. Antocijani

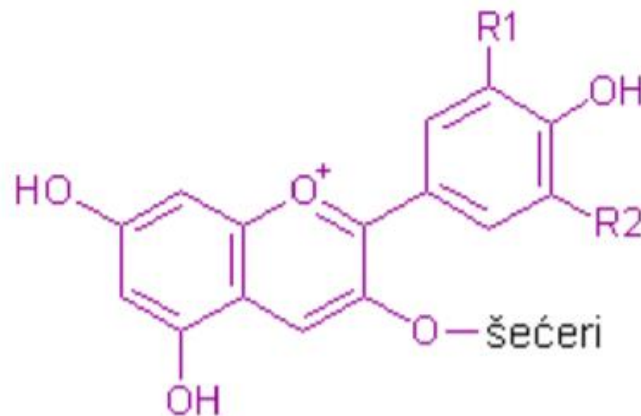
Antocijani su u vodi topivi polifenolni pigmenti koji spadaju u flavonoide. Ova vrsta spojeva odgovorna je za crveno-narančaste do plavo-ljubičaste boje prisutne u biljci, plodu biljke te lišću te kao antioksidansi štite biljke od UV zračenja. Ime antocijan potječe od riječi *anthos* što znači cvijet i riječi *kyanos* što znači plav (Wallace i Giusti, 2015). U plodu biljke

moгу se nalaziti u mezokarpu ili pokožici ploda. U bobičastom voću kao što je aronija uglavnom se nalaze i u jestivom dijelu ploda tj. mezokarpu, dok se kod drugih vrsta voća poput trešnja i šljiva nalaze samo u pokožici ploda (Alappat i Alappat, 2020).

Strukturno antocijani su prisutni u obliku glikozida polihidroksi i/ili polimetoksi derivata flavilium kationa. Međusobno se razlikuju po broju vezanih hidroksi i/ili metoksi grupa te o vrsti, broju i mjestu šećera koji je na njih vezan. Najčešće vezani šećeri su glukoza, arabinoza te galaktoza i ksiloza (Kopjar, 2016).

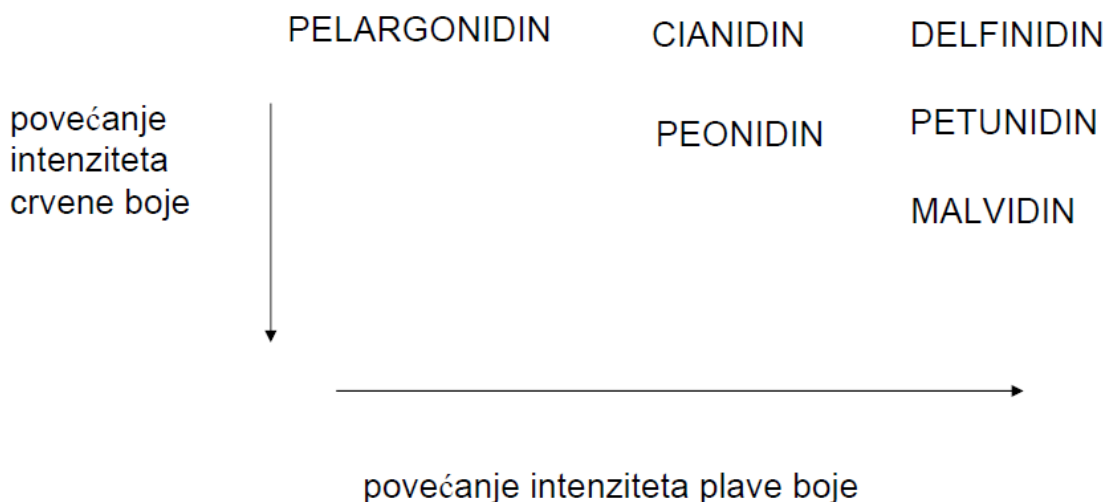


Slika 3.3. Prikaz flavilium kationa (Rein, 2005)



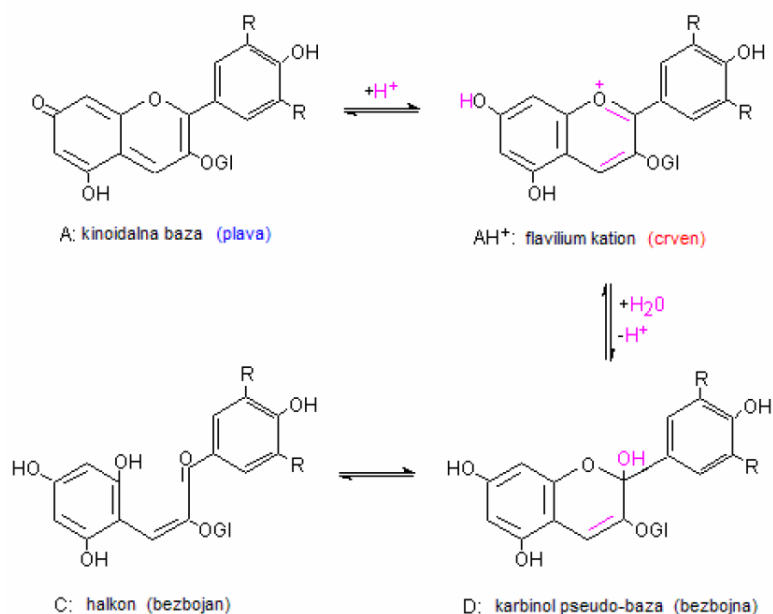
Slika 3.4. Prikaz antocijana u obliku mono-glukozida (Katalinić, 2006)

Hidrolizom šećernog dijela antocijana nastaje aglikon koji se naziva antocijanidin. Antocijanidini su slabije topivi u vodi od antocijana te ih je samo nekoliko značajnih za hranu, a to su pelargonidin, cianidin, peonidin, delphinidin, petunidin i malvidin. Za razliku od antocijana, antocijanidini se ne mogu naći slobodni u prirodi (Kopjar, 2016).



Slika 3.5. Najznačajniji antocijanidini (Kopjar, 2016)

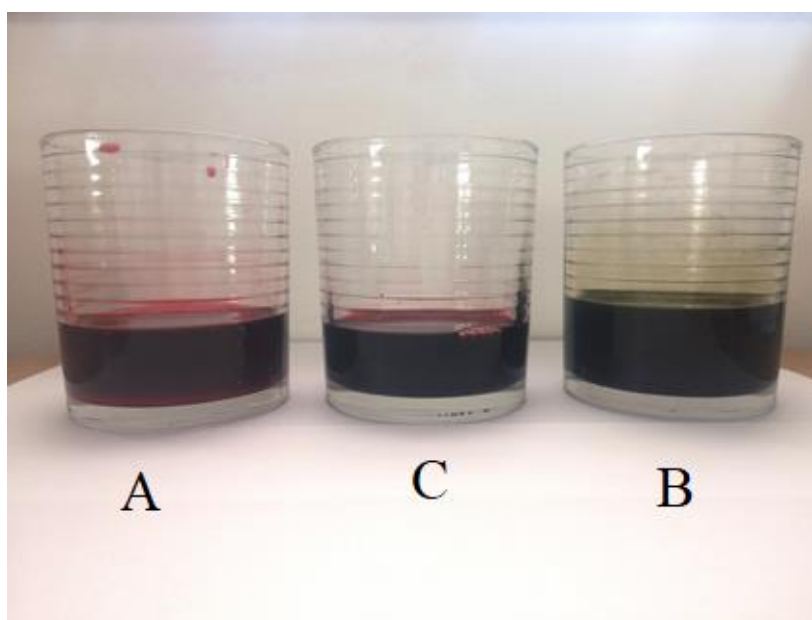
Antocijani su prisutni u različitim oblicima na koje značajno utječe pH okruženje, a o tome značajno ovisi i njihova stabilnost. U vodenom mediju, koji uključuje i hranu mogu se naći u četiri strukturna oblika koja ovise o pH, a to su plava kinoidalna baza (A), crveni flavilium kation (AH<sup>+</sup>), bezbojna karbinolna pseudobaza (B) i bezbojni halkon (C) (Kopjar, 2016).



Slika 3.6. Četiri glavna oblika antocijana u vodenom mediju (Kopjar, 2016)

Boja antocijana uvelike ovisi o pH otopine u kojoj se nalaze. To je zbog njihove molekulske strukture koja ima ionsku prirodu. Antocijani imaju ljubičastu nijansu u neutralnom pH području, dok se boja mijenja u plavu povišenjem pH. Kod niskog pH antocijani mogu izgledati crveno te su pretežno u obliku flavilium kationa. Većina antocijaninskih pigmenta ima visoku stabilnost u kiselim uvjetima u usporedbi s bazama te do razgradnje dolazi pri višem pH. Cijanidin i delphinidin su primjer antocijana koji su najstabilniji pri niskom pH, dok petunidin ima visoku stabilnost pri povišenim pH vrijednostima te se iz tog razloga često koristi kao bojilo za biljne napitke (Khoo i sur., 2017).

U okviru ovog završnog rada napravljen je kratki eksperiment utjecaja pH na stabilnost antocijana. U tri čaše stavljen je isti volumen matičnog soka od aronije, sok u čaši A je zakiseljen limunskom kiselinom na pH 1,8, a u čašu B dodana je natrijeva lužina te je pH podešen na 10,5. Treća čaša (C) je sadržavala matični sok od aronije pH vrijednosti 3,2 (kontrolni uzorak). Na Slici 3.7. možemo vidjeti kako je sok u čaši A pri pH 1,8 postao crveniji i time malo svjetliji, a tome je razlog to što je nastao crveno obojeni flavilium kation koji je najstabilnija forma antocijana. U čaši soka B nastala je plavo-zelena boja zbog nastanka plavo obojene anhidro baze koja je manje stabilna.

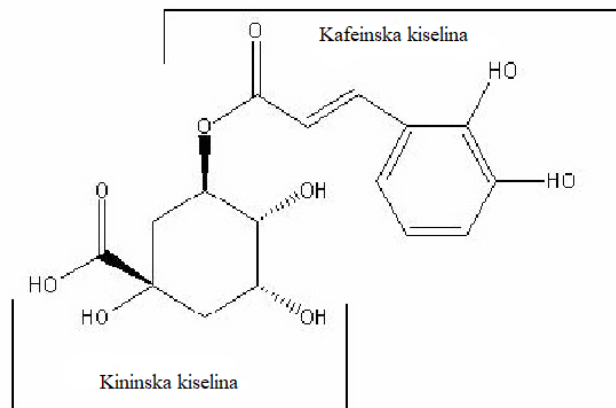


Slika 3.7. Utjecaj pH na stabilnost antocijana

Brzina degradacije antocijana ovisi o njihovoj strukturi, pri povećanoj hidroksilaciji smanjuje se stabilnost, dok ju povećana metilacija povećava. Boja hrane koja sadržava antocijane u kojima su aglikoni delphinidin, cianidin ili pelargonidin manje je stabilna. Za razliku od boje koja sadrži antocijane čiji je aglikon malvidinin ili petunidin. Povišenje temperature također može utjecati na stabilnost antocijana jer pri povišenoj temperaturi dolazi do hidrolize glukozidne veze što izaziva gubitak šećera i stvaranje manje stabilnog aglikona. Šećeri u visokim koncentracijama imaju sposobnost smanjena aktiviteta vode i time dolazi do očuvanja stabilnosti antocijana. Voće kao sirovina sa visokom koncentracijom šećera čuva njihovu stabilnost. Ukoliko šećeri nisu prisutni u dovoljno visokoj koncentraciji mogu izazvati bržu degradaciju antocijana (Rein, 2005). Iako metalni kompleksi mogu stabilizirati boju hrane koja sadrži određen udio antocijana, može doći i do negativnih reakcija kao što je spajanje metalnih kompleksa sa taninima čime se dobije plavo smeđe obojenje. Enzimi koji mogu utjecati na boju antocijana su polifenol oksidaza i glukozidaza. Glukozidaze mogu hidrolizirati glikozidne veze čime nastaje šećer i aglikon. Iz tog razloga dolazi do smanjenja topljivosti antocijanidina te se pretvaraju u bezbojne produkte. Polifenol oksidaza djeluje uz prisustvo kisika i o-difenola te na taj način izaziva oksidaciju antocijana (Kopjar, 2016).

### **3.2. Fenolne kiseline**

Fenolne kiseline su jedna od najzastupljenijih skupina polifenola u plodu aronije. Struktura fenolnih kiselina može se podijeliti u dvije podskupine, u hidroksibenzojeve i hidroksicimetne kiseline. Hidroksibenzojeve kiseline uključuju galnu, 4-hidroksibenzojevu, protokatehinsku, vanilinsku, elaginsku i siringinsku kiselinu, koje sadrže zajedničku C6-C1 strukturu. Hidroksicimetne kiseline su aromatski spojevi s bočnim lancem s tri ugljika te su to najčešće kafeinska, ferulinska, *p*-kumarinska i sinapinska kiselina (Ozcan i sur., 2014). Bobice su bogat izvor hidroksicimetnih kiselina, derivata cimetne kiseline slabo topivih u vodi. Najzastupljenija je klorogenska kiselina, koja je derivat kafeinske kiseline i kininske kiseline povezane esterskom vezom te se smatra glavnim ne-flavonoidnim polifenolnim spojem u aroniji (slika 3.8.).



Slika 3.8. Klorogenska kiselina (Jašić i sur., 2009)

Tijekom procesa pasterizacija soka aronije (80°C), najnestabilniji među fenolima bili su hidroksicimetne kiseline s gubicima do 59% (Jurikova i sur., 2017).



## 4. Pregled proizvoda od aronije

Posljednjih godina potrošači pokazuju sve veći interes za hranu bogatu prirodnim sastojcima, uključujući i prirodne pigmente. U tom pogledu aronija, koja sadrži mnogo flavonoida, uključujući antocijane postoje potrošačima vrlo zanimljiva (Walkowiak-Tomczak, 2007). Budući da voće u svježem stanju vrlo lako podliježe nepoželjnim degradativnim promjenama, nakon branja mora se preraditi u neki konačan proizvod ili skladištiti pri nižim temperaturama hlađenjem ili zamrzavanjem. Jedan način skladištenja je i čuvanje u kontroliranoj ili modificiranoj atmosferi. Također, postoji mogućnost prerade u neki poluproizvod, radi smanjenja gubitaka svježeg voća. Na taj način produžujemo vrijeme prerade u mjesecima kada nam svježe voće nije dostupno (Lovrić, Piližota, 1994).

Hlapljive i nehlapljive komponente utječu na kvalitetu proizvoda, kao i njihove međusobne interakcije. Boja kao jedna od najbitnijih karakteristika proizvoda od voća, također utječe na kvalitetu zbog percepcije potrošača. Potrošači smatraju da je proizvod karakteristične boje voća bolji i zdraviji od proizvoda gdje je ta boja tamnija ili svjetlija tj. dok odstupa od prirodne boje voća na kakvu su navikli (Pathare, Opara i Al-Said, 2012).

Aronija se može konzumirati u svježem obliku, ali radi svoje trpkosti i ne tako ugodnog okusa najčešće se prerađuje u druge proizvode kao što su sokovi, želirani proizvodi, čajevi i vina (Kulling i Rawel, 2008). Proizvodi od aronije su dragocjeni izvor važnim nutritivnih tvari u ljudskoj prehrani. Zbog visokog sadržaja prirodnih antioksidansa njihova konzumacija doprinosi zdravlju organizma (Tolić i sur., 2015).

### 4.1. Sokovi i napitci

Voćni sokovi su jedna od najznačajnijih skupina voćnih prerađevina. Možemo ih podijeliti prema određenim fizikalnim svojstvima te tehnologijama koje su korištene u njihovoj proizvodnji. Prema tome sokove možemo podijeliti na bistre, mutne i kašaste sokove odnosno nektare (Lovrić, Piližota, 1994). U Republici Hrvatskoj postoje Pravilnici koji točno definiraju vrste voćnih proizvoda. Tako „Pravilnik o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju“ (NN 48/2013) definira voćni sok kao proizvod koji može fermentirati ali je nefermentiran, a proizvodi se od jestivog dijela voća koje je zdravo, svježe ili konzervirano hlađenjem ili smrzavanjem jedne ili više vrsta pomiješanih zajedno, a ima boju, aromu i okus karakterističan za sok od voća od kojega potječe. Aroma, pulpa i čestice voćnog

tkiva koji su dobiveni odgovarajućim fizikalnim postupcima iz iste vrste voća mogu biti vraćeni u sok.

Upotrebom postupka koncentriranja tj. ugušćivanja osnovnih sokova dobiva se koncentrirani sok. Ova vrsta soka služi kao poluproizvod ili međuproizvod za daljnju preradu (Lovrić, Piližota, 1994). Prema spomenutom pravilniku koncentrirani voćni sok definira se kao proizvod koji se proizvodi se od voćnog soka jedne ili više vrsta voća izdvajanjem određene količine vode fizikalnim postupcima. Ako je proizvod namijenjen krajnjem potrošaču, količina izdvojene vode treba iznositi najmanje 50%.

Ovisno o tome koja se vrsta soka želi proizvesti (bistri, mutni, kašasti, koncentrirani) koriste se odgovarajući postupci proizvodnje. Bistri sokovi se proizvode pomoću postupaka uklanjanja netopljivih čestica i razgradnjom sastojaka kao što je pektin. Kada pektin ne bi bio razgrađen mogao bi uzrokovati mutnoću bistrog soka. Taj proces razgradnje pektina naziva se depektinizacija te se provodi pomoću enzimskih preparata koji omogućavaju smanjenu viskoznost i lakše odvajanje netopljivih čestica taloženjem. Tijekom proizvodnje mutnih sokova želi se postići suprotan efekt. Stabilizacijom složenog sustava soka postiže se jednakomjerna raspodjela svih čestica koje se nalaze u soku. Kod koncentriranih sokova najbitnije je zadržavanje i očuvanje prirodne voćne arome, što se može postići upotrebom posebnih postupka koncentriranja kao što je koncentriranje zamrzavanjem ili koncentriranje reverznom osmozom (Lovrić, Piližota, 1994).

Koja vrsta soka će se proizvoditi ovisi o prikladnosti nekog voća, njegovog sastava pri čemu su najbitniji biljni pigmenti. Aronija sadrži mnogo antocijana te je zbog toga prikladna za proizvodnju bilo koje vrste soka. Sok od aronije vrlo je tamne boje i jakog trpkog okusa. Prilikom prerade bobica iskoristivost ploda iznosi visokih 75 do 80%, ali taj postotak se da i povećati ukoliko se bobice prije obrade ohlade na 5°C (Milić, 2012). Pošto su antocijani topljivi u vodi tj. u staničnom soku, sok od aronije i nakon provedenog procesa bistrenja i filtracije imati će svoju prepoznatljivu boju (Lovrić, Piližota, 1994).

Sok od aronije ima blagotvoran učinak na zdravlje te je u nekoliko istraživanja pokazao da ukoliko ga se redovito konzumira može smanjiti količinu kolesterola u krvi i smanjiti rizik od kardiovaskularnih bolesti. Dostupan je tijekom cijele godine, za razliku od svježih bobica te ga iz tog razloga preferira mnogo potrošača (Skoczyńska i sur., 2007).

Na našem tržištu sok od aronije se najčešće nalazi u obliku matičnog soka. Matični sok se dobiva prešanjem svježih aronija te je nakon toga konzerviran pasterizacijom. Pasterizacija se najčešće obavlja pomoću cijevnih i pločastih izmjenjivača topline na temperaturama oko 90°C (Lovrić, Piližota, 1994).



Slika 4.1. Matični sok od aronije OPG Zec Mato (Izvor: <http://www.sok-aronija.com/>)

Prilikom jednog od istraživanja provedenog na soku crne aronije, došlo se do zaključka da tijekom pasterizacije i skladištenja otopina koncentrata soka crne aronije dolazi do smanjenja antioksidacijske aktivnosti. Antioksidacijska aktivnost se u fakultativno anaerobnim uvjetima smanjila za 7-35%, dok pri aerobnim uvjetima je taj postotak iznosio 64-79% ovisno o temperaturi skladištenja (Walkowiak-Tomczak, 2007).

## 4.2. Želirani proizvodi

Pod želirane proizvode ubrajamo proizvode na bazi pektinskog gela, kao što su žele, marmelada i džem kojima je glavna karakteristika njihova „gel“ konzistencija. Kako bismo postigli ovu vrstu konzistencije potrebni su nam pektini, kiselina i šećer. Ove sastojke možemo prirodno naći u voću, ali ne u dovoljnim količinama te ih se zato treba dodatno dodavati (Lovrić, Piližota, 1994).

Pektini su polimeri galakturonske kiseline koji posjeduju želirajuća svojstva. Komercijalni pektin dobiva se iz kore citrusa ili iz tropa jabuke te može biti viskoesterificiran ili niskoesterificiran metilnom skupinom. Niskoesterificirani pektini imaju stupanj esterifikacije manji od 50% i želiraju pri nižem udjelu suhe tvari i širem pH rasponu. Za razliku od niskoesterificiranog pektina, viskoesterificirani pektin sadrži stupanj esterifikacije viši od

50% te želira u uvjetima kada je topljive suhe tvari više od 55% i kada je pH oko 3 (Rolin i De Vries, 1990).

Kiseline koje se najčešće dodaju su limunska, jabučna i vinska, dok su najčešći dodani šećeri saharoza, glukoza i fruktoza. Radi sprječavanja kristalizacije šećera moguća je zamjena šećera (30%) sa glukoznim ili glukozno-fruktoznim sirupom. Kod želiranih proizvoda vrijedi pravilo da će do želiranja doći kod pH između 2,8 i 3,2 i udjela suhe tvari od 50% (Lovrić, Piližota, 1994).

Prema „Pravilniku o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu“ (NN 84/2019) džem je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži voćnu pulpu i/ili voćnu kašu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu. Kada se za proizvodnju džema upotrebljava svježije voće ono mora biti odgovarajuće kvalitete, dobro oprano te sve primjese i oštećeno voće moraju biti uklonjeni. Koliko će se šećera dodati ovisi o kiselosti voća, vrsti voća i tipu proizvoda. Šećer se dodaje u smjesu voća koja se kuha u parom zagrijanim posudama. Prednost kuhanja džema u vakuumu je ta što su temperature kuhanja niže i time se postiže manja degradacija prirodnih sastojka voća. Vrijeme kuhanja džema ovisi o udjelu suhe tvari koja se želi postići. Suha tvar iz voća mora biti oko 7%, dok se dodatkom šećera unosi ostalih 60%. Kod proizvodnje džema udio voćne pulpe ili voćne kaše ne smije biti manji od 350 grama za proizvodnju 1000 grama gotovog proizvoda (Lovrić, Piližota, 1994).

Za razliku od džema, ekstra džem mora sadržavati minimalno 450 grama voćne pulpe za proizvodnju 1000 grama proizvoda te se definira kao proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži nekoncentriranu voćnu pulpu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu. U proizvodnji ekstra džema nije dozvoljeno miješanje jabuke, kruške, šljive, dinje, lubenice, grožđa, bundeve, krastavca i rajčice s drugim voćem (Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu, NN 84/2019). Aronija se na našem tržištu nalazi u obliku džema, što možemo vidjeti na slici 4.2.



Slika 4.2. Džem od aronije Podravka (Izvor: <https://www.podravka.hr/proizvod/dzem-aronija/>)

Džem od aronije tvrtke Podravka proizvodi se od kaše aronije, šećera, pektina kao želirajućeg sredstva te limunske kiseline kao regulatora kiselosti. Sadrži 45 grama voća i 67 grama šećera na 100 grama proizvoda i time odgovara definiciji džema prema važećem Pravilniku NN 84/2019.

Žele je proizvod želirajuće konzistencije proizveden iz prethodno pripremljenog voćnog bistrog ili mutnog soka te je glavni cilj dobiti proizvod zadovoljavajuće i ujednačene boje, arome i konzistencije. Kako bi se dobio žele željenih karakteristike bitno je postići odgovarajući omjer šećera, kiselina i pektina. Većina voća u svom sastavu nema dovoljnu količinu pektina pa se ona mora dodavati. Za pripremu želea preporučaju se vrste voća koje sadrže velik udio pigmenata kako bi žele imao jaku, privlačnu boju (Lovrić, Piližota, 1994). Bez obzira što aronija sadrži visok udio antocijana nije često korištena za proizvodnju ove vrste proizvoda te želea od aronije nema na našem tržištu.

### 4.3. Čajevi

Konzerviranje sušenjem jedna je od najstarijih i najraširenijih metoda čuvanja voća. Može se provoditi prirodno, pomoću sunčevih zraka ili umjetno pri kontroliranim uvjetima djelovanjem raznih uređaja za sušenje (Lovrić, Piližota, 1994). Sušenje se zasniva na osmoanabiozi, tj. povećanju osmotskog tlaka zbog porasta koncentracije suhe tvari i time se onemogućuje rast i razvoj mikroorganizama.

Uz proizvodnju matičnog soka aronije, čaj od aronije česti je proizvod raznih OPG-ova. Pošto se nakon prešanja matičnog soka iz svježih ili zamrznutih bobica dobiva komina, sve je više proizvođača želi iskoristiti za proizvodnju čaja. Nakon prešanja dobivena komina sadrži oko 60% vode te ju je potrebno ukloniti radi dobivanja proizvoda odgovarajuće kvalitete. Kada je komina suha potrebno ju je samljeti pomoću mlina. Pokazalo se da je komina aronije vrlo bogat izvor polifenolnih sastojaka te sadrži više sastojaka pogodnih za zdravlje od sušenih bobica koje se također koriste za proizvodnju čaja. Aronija je vrlo pogodna za proizvodnju čaja zato što su antocijani, koji su u aroniju zastupljeni u visokom udjelu, topljivi u vodi te čaj poprima intenzivnu boju i može imati pozitivne učinke na zdravlje. Osim za proizvodnju čaja, komina se može koristiti za proizvodnju funkcionalne hrane u obliku tableta ili praha ili kao dodatak hrani usmjeren na poboljšanje biološke vrijednosti hrane (Oszmiański and Lachowicz, 2016).



Slika 4.3. Čaj od aronije Aronija Marjanović (Izvor: <https://aronija-marjanovic.hr/product/caj-od-aronije/>)

#### 4.4. Voćna vina

Prema „Pravilniku o voćnim vinima“ (NN 73/2006) voćno vino je proizvod dobiven fermentacijom soka ili masulja od svježeg i za to pogodnog voća i ima minimalni sadržaj prirodnog alkohola 1,2 vol. %. Tehnologija proizvodnje voćnih vina se bitno ne razlikuje od proizvodnje vina od grožđa. U našim krajevima aronija se kao sirovina za vino rijetko koristi,

ali je popularnija u središnjoj Europi (Gumienna i sur., 2011). U vinu od aronije dolazi do fermentacije šećera koji se nalazi u soku ili masulju svježih plodova. Kako bi se postigla što bolja ekstrakcija polifenolnih spojeva dodaju se enzimski preparati i to različite pektinaze. U proizvodnji voćnih vina koriste se posebni sojevi kvasaca koji sprječavaju zastoj fermentacije. Kao što je sama aronija puna antocijana, tako i vino nije ništa drugačije. Sadrži velike količine antocijana i proantocijanidina te je gotovo crne boje. Razna istraživanja su pokazala da se konzumiranjem pića koja sadže velik udio polifenola smanjuje smrtnost od bolesti srca i krvnih žila (Tomić, Tomaz i Jeromel, 2016).



Slika 4.4. Vino od aronije OPG Šmid (Izvor: <https://opgsmid.hr/?product=vino-od-aronije-05-1>)

#### 4.5. Ostali proizvodi

U Republici Hrvatskoj aronija se najčešće prerađuje u sok i čaj. Takva vrsta proizvoda potrošaču nudi jaku boju, prepoznatljiv trpkii okus i mnogo polifenola koji potiču i održavaju zdravlje organizma. Međutim, u današnje vrijeme postoji mnogo neuobičajenih proizvoda od aronije. Na tržištu se može naći:

- čokoladna aronija koja se dobiva prelijevanjem bijele, mliječne ili tamne čokolade preko sušene bobice aronije,

- med sa aronijom dobiven obogaćivanjem meda bobicama radi postizanja proizvoda s visokim ljekovitim svojstvima te karakteristične ljubičaste boje,
- liker,
- jogurt,
- razni kozmetički proizvodi.



## 5. Zaključak

Aronija je izuzetno važna biljka čije su bobice bogat izvor bioaktivnih molekula koje imaju antioksidativno djelovanje koje pozitivno utječe na zdravlje ljudi. Predmet je brojnih istraživanja, počevši od uzgoja, ispitivanja biološkog potencijala te mogućnosti prerade. Jednu od najznačajnijih skupina bioaktivnih molekula aronije čine fenolni spojevi među kojima se posebno ističu antocijani i fenolne kiseline. Jednim od mnogih istraživanja provedenih na 143 različite biljke, dokazano je da upravo aronija sadrži najveći udio fenolnih spojeva. Antocijani su u vodi topivi pigmenti koji su odgovorni za tamnoljubičastu boju aronije i njezinih proizvoda. Služe kao antioksidansi te biljku štite od UV zračenja. Za razliku od mnogih bobičastih voća koja pigmente sadrže u pokožici bobice, u aroniji se nalaze i u jestivom dijelu ploda tj. mezokarpu. Plodovi aronije rijetko se kada konzumiraju u svježem obliku zbog njezinog ne tako ugodnog, trpkog okusa. Iz tog razloga često se prerađuje u druge oblike poput soka, džema, čaja ili vina. Tijekom prerade najbitnije je zadržati njezina prirodna svojstva kao što su polifenolni spojevi, vitamini te minerali. Razni proizvođači, prerađivači te znanstvenici nastoje naći što više načina kako ovu moćnu biljku implementirati u svakodnevnu ljudsku prehranu ili kako nutritivno obogatiti druge prehrambene proizvode.

—  
MIRON  
ALTEMBRANDO  
—

Sveučilište  
Sjever



—  
SVEUČILIŠTE  
SJEVER  
—

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, LEA VUDRAG (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ARONIJA - MOGUĆNOST PRERABE I SASTAV FENOLA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Vudrag (Lea Vudrag)  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, LEA VUDRAG (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ARONIJA - MOGUĆNOST PRERABE I SASTAV FENOLA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Vudrag (Lea Vudrag)  
(vlastoručni potpis)

## 6. Literatura

Alappat, B. i Alappat, J. (2020). Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*, 25(23), p.5500.

Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M. and Yanakieva, I. (2018). Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*(Michx.) Elliot) Fruits and Functional Drinks Differ Significantly in Their Chemical Composition and Antioxidant Activity. *Journal of Chemistry*, 2018, pp.1–11.

Gumienna, M., Lasik, M. i Czarnecki, Z. (2011). Bioconversion of Grape and Chokeberry Wine Polyphenols during Simulated Gastrointestinal in Vitro Digestion. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(226-233).

Han, X., Shen, T. i Lou, H. (2007). Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9), pp.950–988. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3871896/>. Pristupljeno: 23.2.2021.

Hudec, J., Bakoš, D., Mravec, D., Kobida, L.U., Burdova, M., Turianica, I. and Hlušek, J. (2006). Content of Phenolic Compounds and Free Polyamines in Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) after Application of Polyamine Biosynthesis Regulators. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(10).

Jašić, M., Begić, L., Mujagić, Z. i Grujić, S. (2009). *Derivati Ksantina U Hrani*. Tehnologija Hrane. Dostupno na: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/derivati-ksantina-hrani>.

Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L. i Orsavova, J. (2017). Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, 22(6), p.944.

Kapci, B. i Neradova, E. (2013). Investigating the Antioxidant Potential of Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Products. Dostupno na: <https://www.vup.sk/en/en/download.php?bulID=1543>. Pristupljeno: 17.2.2021.

Kazazić, S.P. (2004). Antioksidacijska I Antiradikalska Aktivnost Flavonoida. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 55(4), pp.279–290. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/257>. Pristupljeno: 3.6.2021.

Khoo, H.E., Azlan, A., Tang, S.T. i Lim, S.M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored Pigments as food, Pharmaceutical ingredients, and the Potential Health Benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), p.1361779.

Kopjar, M. (2016). *Kemija hrane*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek. Dostupno na: [http://studenti.ptfos.hr/Preddiplomski\\_studij/Kemija\\_hrane/predavanja-2015-2016/](http://studenti.ptfos.hr/Preddiplomski_studij/Kemija_hrane/predavanja-2015-2016/). Pristupljeno: 18.3.2021.

Kulling, S. i Rawel, H. (2008). Chokeberry(*Aronia melanocarpa*)– A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica*, 74(13), pp.1625–1634.

Kurtagić, H. (2017). Polifenoli i flavonoidi u medu. *Hrana u zdravlju i bolesti : znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 6(1), pp.28–35. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/182928>. Pristupljeno: 23.2.2021.

Lasić Lašarović, T., Grubišić Popović, G., Grgić, V. i Šimunović, V. (2013). Uzgoj aronije: Poljoprivredna savjetodavna služba. Dostupno na: [https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/aronija\\_2312\\_finish\\_opt.pdf](https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/aronija_2312_finish_opt.pdf). Pristupljeno: 18.2.2021.

Milić, M. (2012). Priručnik Za Uzgoj Aronije. Dostupno na: <https://cdn.agroklub.com/upload/documents/prirucnik-za-uzgoj-aronije.pdf>. Pristupljeno: 17.2.2021.

Mratinić, E. (2017). *Ribizla, Ogrozd I Aronija*. Beograd: Partenon.

Narodne novine (48/2013) Pravilnik o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju.

Narodne novine (84/2019) Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu.

Narodne novine (73/2006) Pravilnik o voćnim vinima.

Oszmiański, J. and Lachowicz, S. (2016). Effect of the Production of Dried Fruits and Juice from Chokeberry (*Aronia Melanocarpa L.*) on the Content and Antioxidative Activity of Bioactive Compounds. *Molecules*, 21(8), p.1098.

Ovaskainen, M.L., Torronen, R., Koponen, J.M., Sinkko, H., Hellstrom, J., Reinivuo, H. and Mattila, P. (2008). Dietary Intake and Major Food Sources of Polyphenols in Finnish Adults. *The Journal of Nutrition*, 138(3).

Ozcan, T., Akpinar-Bayazit, A., Yilmaz-Ersan, L. and Delikanli, B. (2014). Phenolics in Human Health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5), pp.393–396. Dostupno na: <http://www.ijcea.org/papers/416-N0002.pdf>. Pristupljeno: 23.2.2021.

Pathare, P.B., Opara, U.L. i Al-Said, F.A.-J. (2012). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: a Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), pp.36–60.

Rein, M.J. (2005). Copigmentation Reactions and Color Stability of Berry Anthocyanins.

Rolin, C. i De Vries, J. (1990). Pectin. *Food Gels*, pp.401–434.

Skoczyńska, A., Jędrychowska, I., Poręba, R., Affelska-Jercha, A., Turczyn, B., Wojakowska, A. i Andrzejak, R. (2007). Influence of chokeberry juice on arterial blood pressure and lipid parameters in men with mild hypercholesterolemia.

Tolić, M.-T., Landeka Jurčević, I., Panjkota Krbavčić, I., Marković, K. and Vahčić, N. (2015). Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*) Products. *Food Technology and Biotechnology*, 53(1330-9862).

Tomić, A., Tomaz, I. and Jeromel, A. (2016). Kemijski sastav voćnih vina od aronije.

Tomislav Lovrić and Vlasta Piližota (1994). *Konzerviranje I Prerada Voća I Povrća*. Zagreb: Nakladni Zavod Globus, Cop.

Walkowiak-Tomczak, D. (2007). Changes in antioxidant activity of black chokeberry juice concentrate solutions during storage. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment*, 6(2), pp.49–55. Dostupno na: [https://www.food.actapol.net/pub/5\\_2\\_2007.pdf](https://www.food.actapol.net/pub/5_2_2007.pdf). Pristupljeno: 28.5.2021.

Wallace, T.C. and Giusti, M.M. (2015). Anthocyanins. *Advances in Nutrition*, 6(5), pp.620–622. Dostupno na: <https://academic.oup.com/advances/article/6/5/620/4616693>. Pristupljeno: 8.4.2021.

## Popis slika:

Slika 2.1. Cvjetovi aronije.....	str. 3
Slika 2.2. Zreli plodovi crne aronije.....	str. 4
Slika 2.3. Plantaža aronije prve godine nakon sadnje.....	str. 5
Slika 3.1. Podjela fenolnih spojeva.....	str. 8
Slika 3.2 Osnovne strukture flavonoida.....	str. 10
Slika 3.3. Prikaz flavilium kationa.....	str. 11
Slika 3.4. Prikaz antocijana u obliku mono-glukozida.....	str. 11
Slika 3.5. Najznačajniji antocijanidini.....	str. 12
Slika 3.6. Četiri glavna oblika antocijana u vodenom mediju.....	str. 12
Slika 3.7. Utjecaj pH na stabilnost antocijana.....	str. 13
Slika 3.8. Klorogenska kiselina.....	str. 15
Slika 4.1. Matični sok od aronije OPG Zec Mato.....	str. 18
Slika 4.2. Džem od aronije Podravka.....	str. 20
Slika 4.3. Čaj od aronije Aronija Marjanović.....	str. 21
Slika 4.4. Vino od aronije OPG Šmid.....	str. 22

## **Popis tablica:**

Tablica 2.1. Kemijski sastav ploda aronije.....str. 6

**11.8%**

PlagScan by Original Results of plagiarism analysis from 2021-07-09 10:33 UTC  
 Aronja-mogućnost prerade i sastav fenofa, završni rad, Lea Vodrag-1.docx

Date: 2021-07-09 10:26 UTC

All sources 84
  Internet sources 58
  Own documents 1
  Organization archive 3
  Plagiarism Prevention Pool 1

<input checked="" type="checkbox"/> [1]	<a href="https://repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:2615/datastream/PDF/view">repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:2615/datastream/PDF/view</a> 2.0% 12 matches 1 documents with identical matches
<input checked="" type="checkbox"/> [3]	<a href="https://ccre.ac.uk/download/pdf/197871506.pdf">ccre.ac.uk/download/pdf/197871506.pdf</a> 1.9% 16 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [4]	<a href="https://ccre.ac.uk/download/pdf/197878675.pdf">ccre.ac.uk/download/pdf/197878675.pdf</a> 1.7% 11 matches 1 documents with identical matches
<input checked="" type="checkbox"/> [6]	<a href="https://ccre.ac.uk/download/pdf/197878175.pdf">ccre.ac.uk/download/pdf/197878175.pdf</a> 1.5% 12 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [7]	<a href="https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_04_48_941.html">narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_04_48_941.html</a> 1.5% 6 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [8]	<a href="https://odn.agroklub.com/upload/documents/prirucnik-za-uzgoj-aronije.pdf">odn.agroklub.com/upload/documents/prirucnik-za-uzgoj-aronije.pdf</a> 1.3% 11 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [9]	<a href="https://repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:3270/datastream/PDF/view">repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:3270/datastream/PDF/view</a> 1.1% 6 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [10]	<a href="https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_84_1726.html">narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_84_1726.html</a> 1.2% 5 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [11]	<a href="https://zir.nsk.hr/islandora/object/ptfos:1138/preview">zir.nsk.hr/islandora/object/ptfos:1138/preview</a> 1.1% 6 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [12]	<a href="https://ccre.ac.uk/download/pdf/198155809.pdf">ccre.ac.uk/download/pdf/198155809.pdf</a> 1.0% 4 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [13]	<a href="https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:1010/datastream/PDF/view">repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:1010/datastream/PDF/view</a> 1.0% 6 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [14]	<a href="https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_08_94_1986.html">narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_08_94_1986.html</a> 1.0% 4 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [15]	<a href="https://faa.gov.ba/wp-content/uploads/2020/09/hr-Pravilnik_o_vocnim_sokovima_i_odredjenim_slucinim_proizvodima_namijenjenim_za_ishranu_ljudi_84-1">faa.gov.ba/wp-content/uploads/2020/09/hr-Pravilnik_o_vocnim_sokovima_i_odredjenim_slucinim_proizvodima_namijenjenim_za_ishranu_ljudi_84-1</a> 0.9% 5 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [16]	<a href="https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:645/preview">repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:645/preview</a> 1.1% 10 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [17]	<a href="https://repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:3705/datastream/PDF/download">repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:3705/datastream/PDF/download</a> 1.1% 9 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [18]	<a href="https://faa.gov.ba/wp-content/uploads/2020/09/hr-Pravilnik_o_vocnim_sokovima_i_odredjenim_slucinim_proizvodima_namijenjenim_za_prehranu_ljudi_84-1">faa.gov.ba/wp-content/uploads/2020/09/hr-Pravilnik_o_vocnim_sokovima_i_odredjenim_slucinim_proizvodima_namijenjenim_za_prehranu_ljudi_84-1</a> 0.9% 4 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [19]	<a href="https://www.agroklub.com/vocnarstvo/agrotehnika-uzgoja-aronije/11302/">www.agroklub.com/vocnarstvo/agrotehnika-uzgoja-aronije/11302/</a> 0.8% 6 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [20]	<a href="https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:665/datastream/PDF/download">repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:665/datastream/PDF/download</a> 0.9% 6 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [21]	<a href="https://repositorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:1814/datastream/PDF/view">repositorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:1814/datastream/PDF/view</a> 0.8% 7 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [22]	<a href="https://ppinkubator-drenovec.hr/zakonika-regulativa/">ppinkubator-drenovec.hr/zakonika-regulativa/</a> 0.8% 5 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [23]	<a href="https://poljoprivreda.gov.hr/istaknute-teme/hrana-111/kvaliteta-hrane/219">poljoprivreda.gov.hr/istaknute-teme/hrana-111/kvaliteta-hrane/219</a> 0.8% 5 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [24]	<a href="https://hrcak.scc.hr/file/269691">hrcak.scc.hr/file/269691</a> 0.8% 5 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [25]	<a href="https://ccre.ac.uk/download/pdf/197862758.pdf">ccre.ac.uk/download/pdf/197862758.pdf</a> 0.8% 5 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [26]	<a href="https://intermediaprojekt.hr/2017/05/26/kako-registrirati-djelatnost-prerade-voca-i-povrca-na-opg/">intermediaprojekt.hr/2017/05/26/kako-registrirati-djelatnost-prerade-voca-i-povrca-na-opg/</a> 0.6% 5 matches



- ✓ [27] [extwprlegs1.fao.org/docs/texts/cro108578.doc](#)  
0.8% 3 matches

---

- ✓ [28] [ccee.ac.uk/download/pdf/198077911.pdf](#)  
0.7% 6 matches

---

- ✓ [29] [repositorij.ptfos.hr/en/islandora/object/ptfos:1101/datastream/PDF/view](#)  
0.7% 8 matches

---

- ✓ [30] [www.agroklub.com/vocastvo/aronia-melanocarpa-plod-buducnosti/1807/](#)  
0.6% 4 matches

---

- ✓ [31] [www.berryorganica.hr/proizvodi/aronija/](#)  
0.6% 5 matches

---

- ✓ [32] [zir.nsk.hr/islandora/object/ptfos:2111/datastream/PDF/download](#)  
0.6% 7 matches

---

- ✓ [33] [hreak.srce.hr/file/254056](#)  
0.6% 5 matches

---

- ✓ [34] [extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/arb179775.pdf](#)  
0.7% 4 matches

---

- ✓ [35] [slidetodoc.com/omaavranje-brane-marija-bufini-sermek-ministarstvo-poljoprivrede-uprava/](#)  
0.4% 4 matches

---

- ✓ [36] [repositorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:232/datastream/PDF/view](#)  
0.4% 4 matches

---

- ✓ [37] [ccee.ac.uk/download/pdf/197860478.pdf](#)  
0.5% 5 matches

---

- ✓ [38] [dokumen.tips/documents/antocijani.html](#)  
0.5% 3 matches

---

- ✓ [39] [zir.nsk.hr/islandora/object/ptfos:2160/datastream/PDF/view](#)  
0.5% 6 matches

---

- ✓ [40] [bib.irb.hr/datoteka/662914.100\\_i\\_pokoja\\_vie\\_critica\\_iz\\_manosti\\_o\\_prehrani.pdf](#)  
0.1% 5 matches

---

- ✓ [41] [repositorij.pbf.unizg.hr/en/islandora/object/pbf:135/datastream/PDF/view](#)  
0.3% 4 matches

---

- ✓ [42] [ccee.ac.uk/download/pdf/197883466.pdf](#)  
0.3% 3 matches

---

- ✓ [43] ["ZAVRŠNI RAD BOROVNICA \(Ariisa Ali\).docx" dated 2021-07-09](#)  
0.3% 2 matches

---

- ✓ [44] ["I Lea Lovrek - završni rad.docx" dated 2020-08-21](#)  
0.3% 3 matches

---

- ✓ [45] [docplayer.rs/197896369-Analiza-primarne-ambalaze-za-alkoholna-i-bezalkoholna-piia.html](#)  
0.3% 2 matches

---

- ✓ [46] [ccee.ac.uk/download/pdf/162196388.pdf](#)  
0.3% 3 matches

---

- ✓ [47] [businessdoxbox.com/Agriculture99055740-Agriculture-in-nature-and-environment-protection.html](#)  
0.2% 3 matches

---

- ✓ [48] [repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos:565/datastream/PDF/download](#)  
0.3% 3 matches

---

- ✓ [49] [genderi.org/doktorski-rad.html?page=2](#)  
0.1% 2 matches

---

- ✓ [50] [ccee.ac.uk/download/pdf/225924777.pdf](#)  
0.3% 3 matches  
1 documents with identical matches

---













- ✓ [52] [repositorij.vup.hr/islandora/object/vup:952/datastream/PDF/view](#)  
0.3% 2 matches

---

- ✓ [53] [ccee.ac.uk/download/pdf/198081271.pdf](#)  
0.3% 2 matches

---

- ✓ [54] [www.researchgate.net/publication/47932357\\_Copigmentation\\_Reactions\\_and\\_Color\\_Stability\\_of\\_Berry\\_Anthocyanins](#)  
0.1% 2 matches

<input checked="" type="checkbox"/> [55]	 core.ac.uk/download/pdf/198127062.pdf 0.2% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [56]	 "Hipertireoza i Hipotireoza- Anamarija Žugec, Mateja Trokter.docx" dated 2020-11-23 0.2% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [57]	 "završni rad.docx" dated 2020-09-14 0.2% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [58]	 nardus.mpn.gov.rs/bitstream/id/54689/Jelena_Stojanovic_disertacija.pdf 0.2% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [59]	 from a PlagScan document dated 2018-10-01 17:14 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [60]	 hreak.srce.hr/257 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [61]	 qdoc.tips/alkohol-i-kvasci-knjiga-grbapdf-pdf-free.html 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [62]	 www.researchgate.net/publication/292178180_Determining_the_physiochemical_changes_and_time_of_chilling_injury_incidence_during_cold_stora 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [63]	 zir.nsk.hr/islandora/object/kemos:178/datastream/PDF/view 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [64]	 zir.nsk.hr/islandora/object/pfos:920/datastream/PDF/view 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [65]	 core.ac.uk/download/pdf/197860783.pdf 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/> [66]	 zir.nsk.hr/islandora/object/pfos:1325/datastream/PDF/view 0.1% 1 matches

38 pages, 6623 words

PlagLevel: 11.8% selected / 77.9% overall

352 matches from 67 sources, of which 61 are online sources.

#### Settings

Data policy: *Compare with web sources, Check against my documents, Check against my documents in the organization repository, Check against organization repository, Check against the Plagiarism Prevention Pool*

Sensitivity: *Medium*

Bibliography: *Consider text*

Citation detection: *Reduce PlagLevel*

Whitelist: *--*