

Kemijski sastav jarebike (*Sorbus aucuparia* L.)

Gernhardt, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:445424>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Nutricionizam

Petra Gernhardt

7426/N

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE (*Sorbus aucuparia* L.)

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Analitika hrane

Mentor: Prof. dr. sc. Nada Vahčić

Zagreb, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE (*Sorbus aucuparia* L.)

Petra Gernhardt, 0058210712

Sažetak: Jarebika (*Sorbus aucuparia* L.) listopadno je drvo čiji plod svrstavamo u bobičasto voće. Plod sadrži 78 kcal/100 g, a kemijski sastav čini 72 % vode, 0,55-1,70 % pepela, 6 % šećera, oko 3 % lipida te oko 3 % proteina. Podnosi raznovrsne uvjete rasta pa je stablo rašireno diljem sjeverne polutke. Plod je bogat antioksidansima što mu daje antiupalna, antidijabetička, antikancerogena te antimikrobna svojstva, a time ujedno i velik te neiskorišten potencijal za primjenom u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji te drvodjelstvu.

Ključne riječi: jarebika, kemijski sastav, *Sorbus aucuparia* L.

Rad sadrži: 21 stranica, 6 slika, 7 tablica, 35 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Prof.dr.sc. Nada Vahčić

Pomoć pri izradi: Valentina Hohnjec

Datum obrane: 17. lipnja 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition
Department of Food Quality Control and Nutrition
Laboratory for Food Quality Control
Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

CHEMICAL COMPOSITION OF ROWANBERRY (*Sorbus aucuparia* L.)

Petra Gernhardt, 0058210712

Abstract: Rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) is a deciduous tree whose fruit is classified as a berry. The fruit has an energy content of 78 kcal/100 g and chemical composition consisting of 72 % water, 0.55-1.70 % ash, 6 % sugars and approximately 3 % lipids and 3 % protein. The tree can withstand diverse growth conditions so it is well spread over the Northern hemisphere. The fruit is rich in antioxidants which provide anti-inflammatory, anti-diabetic, anti-cancer and anti-microbial effects, therefore showing great and not sufficiently utilized potential for application in food, pharmaceutical and cosmetic industry as well as in woodworking.

Keywords: chemical composition, rowanberry, *Sorbus aucuparia* L.

Thesis contains: 21 pages, 6 figures, 7 tables, 35 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD. Nada Vahčić, Full professor

Technical support and assistance: Valentina Hohnjec

Defence date: June 17th 2021.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Porijeklo i karakteristike jarebike.....	2
2.2. Taksonomija i sistematika jarebike.....	5
2.3. Podvrste i sorte jarebike.....	5
2.3.1. Hibridne sorte.....	7
2.4. Kemijski sastav jarebike.....	8
2.4.1. Organske kiseline.....	10
2.4.2. Kemijski sastav sjemenke.....	10
2.5. Parametri za rast jarebike	11
2.5.1. Klimatski uvjeti.....	12
2.5.2. Tlo.....	12
2.5.3. Voda i vlažnost zraka	13
2.5.4. Svjetlo.....	13
2.5.5. Kompeticija.....	14
2.6. Upotreba ploda jarebike.....	14
2.7. Ljekovita svojstva jarebike.....	15
2.8. Antioksidacijska svojstva jarebike.....	16
2.9. Antimikrobna svojstva jarebike.....	17
3. ZAKLJUČAK.....	18
4. POPIS LITERATURE.....	19

1. UVOD

Jarebika (*Sorbus aucuparia* L.) vrsta je listopadnog drveta iz porodice *Rosaceae*, poznata u engleskom jeziku kao mountain ash ili rowanberry, čiji plod svrstavamo u skupinu bobičastog voća. Plod je niske energetske vrijednosti (78 kcal/100 g), a sadržaj vode je 72 %, pepela 0,55-1,70 %, ukupnih šećera 6 %, lipida 2,3-3,1 % te proteina 3,2 % (Drvodelić i sur., 2019).

Slično drugim voćkama iz skupine, visokog je sadržaja fitokemikalija i antioksidanasa poput flavonoida, askorbinske kiseline i karotenoida, no za razliku od nekih (poput borovnica, kupina i jagoda) uporaba ploda jarebice je nedovoljna (Zymone i sur., 2018). Konzumacija bobičastog voća, zahvaljujući prisutnosti navedenih spojeva te visokom udjelu nekih minerala, ukazuje razne pozitivne utjecaje na ljudski organizam, kao anti-dijabetičko, anti-kancerogeno, anti-inflamatorno i antioksidativno djelovanje te poželjno djelovanje na regulaciju rada stanica (Bobinaite i sur., 2020).

Jarebika je široko rasprostranjena u raznim dijelovima Europe, sjeverne Rusije i jugoistočne Azije. U Sjevernu Ameriku prenesena je da bi se koristila kao ornamentalna biljka, no zbog rasteće popularnosti funkcionalne hrane i potrebe za pronalaskom netoksičnog i visoko djelotvornog izvora antioksidansa, jarebika pokazuje potencijal za iskorištenjem u skoroj budućnosti te ovaj pregledni rad obuhvaća istraživanja s područja Hrvatske i Europe o toj bobici punoj potencijala.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Porijeklo i karakteristike jarebice

Jarebika (lat. *Sorbus aucuparia* L. – sorbum: plodovi plave oskoruše, aucuparia: avis – ptica i capio – hvatam) listopadno je drvo iz roda *Sorbus* i porodice *Rosaceae* podrijetlom iz Euroazije te je prošireno po Europi i Sjevernoj Americi. Rod *Sorbus* podrijetlom je iz jugoistočne Azije, a u Hrvatskoj je prisutno 13 vrsta i podvrsta roda *Sorbus* L. (Drvodelić i sur., 2019). Općenito, iste su u mogućnosti rasti na širokom rasponu geografskih visina (600-2100 m) zbog sposobnosti podnošenja velikog spektra temperatura (Barclay i Crawford, 1984). U jezerskim sedimentima Zapadnog otočja u Škotskoj pronađen je polen jarebice iz ranog holocena koji upućuje da je ista bila tamo rasprostranjena još 6500. godina prije Krista (Raspe i sur., 2000). Prvi kulturološki spomen jarebice je prvi naseljavanju južne Švedske 6650.-6400. godina prije Krista (Regnell i sur., 1995).

Stablo jarebice (slika 1) raste do 15 metara, s time da su zabilježene i jedinke koje su rasle do 23,5 m. Prosječan životni vijek je do 80 godina te maksimalno, ali vrlo rijetko do 150 godina. U dobi od 20 godina počinje davati sitne plodove promjera oko 8-9 x 10-11 mm koji su isprva žute pa svjetlocrvene boje u zrelosti te ih daje svake godine. Vrijeme dozrijevanja ploda je krajem kolovoza i tokom rujna (Grime i sur., 1988).

Kora je do kraja vijeka glatka, sjajna i svijetlosive boje, a starija stabla mjestimično imaju raspukline na kori. Ima dubok i dobro razgranat korijenski sustav s izraženom žilom srčanicom, a na morfologiju korijenskog sustava utječu količina podzemnih voda, dominirajući vjetrovi te položaj na nagibu (Drvodelić i sur., 2019).



Slika 1. Stablo jarebice sa zrelim sjajnocrvenim plodovima (Anonymous 1, 2021)

Plod (slika 2) ima od jednog do pet pretinaca te svaki pretinac sadrži jedno ili dva smeđa sjemena (Raspe i sur., 2000) prosječne težine 8,2 mg, a težina izražena kao postotak ukupne težine svježeg ploda iznosi u prosjeku samo 4,4 % (Johansson i sur., 1997), dok kilogram čistog sjemena sadrži oko čak 250 000 sjemenki (Drvodelić i sur., 2019).

Listovi su neparno perasti te ih čini 9-15 ušiljenih, na vrhu napiljenih listića duljine 2-5 cm, dok je donja trećina lista cijelog ruba. Listovi su odozgo tamnozeleni, a odozdo su pustenasti. Cvjeta od travnja do svibnja. Cvatovi su poluokrugli, promjera 10-15 cm, a cvjetovi su sitni, bijele boje, dvospolni te imaju tučak s uglavnom tri, a maksimalno 5 vratova s prašnicima duljine latica (Drvodelić i sur., 2019).



Slika 2. Zreli plodovi jarebike (Drvodelić i sur., 2019)

2.2. Taksonomija i sistematika jarebike

Rod *Sorbus* L. pripadnik je porodice *Rosaceae* te pokriva 250 vrsta (Olszewska i Michel, 2009) podijeljenih u 6 podrodova: *Sorbus*, *Aria*, *Micromeles*, *Cormus*, *Tominaria* i *Chamaemespilus* (Sarv i sur., 2020). U Europi je rasprostranjena 91 vrsta od kojih je 70 nastalo hibridizacijom, 35 ih je prisutno na području Turske i Kavkaza, a 111 vrsta u ostatku Azije (Sarv i sur., 2020). Taksonomska kvalifikacija jarebike (*Sorbus aucuparia* L.) navedena je u tablici 1.

Tablica 1. Sistematska pripadnost jarebike (Johansson i sur., 1997)

Carstvo	<i>Plantae</i> (biljke)
Odjeljak	<i>Magnoliophyta</i> (kritosjemenjače)
Razred	<i>Magnoliopsida</i> (dvosupnice)
Podrazred	<i>Rosidae</i>
Red	<i>Rosales</i>
Porodica	<i>Rosaceae</i> (ruže)
Rod	<i>Sorbus</i> (oskoruše)
Vrsta	<i>Sorbus aucuparia</i> (jarebika)

2.3. Podvrste i sorte jarebike

Sorbus aucuparia dosta je polimorfna vrsta. Poznate su podvrste ssp. *aucuparia*, jednogodišnjih izbojaka i cvatova te naličja listova rastresito dlakavih, zatim ssp. *glabrata*, također s jednogodišnjim izbojcima, karakterističnog rasta u smrčavim šumama i klekovini bora, dok su za razliku od ssp. *aucuparia* listovi i cvatovi gotovo potpuno goli. Podvrsta *lanuginosa* daje jednogodišnje izbojke te ima dlakavu donju stranu lista, i u potpunosti dlakave pupove i cvatove. Ista raste u južnijim dijelovima areala jarebike te preferira niže nadmorske visine (Franjić i Škvorc, 2010; Šilić, 1990).

Sorte jarebike razlikuju se u fenotipskim obilježjima, a na proizvodnju i ljudsku konzumaciju najveći utjecaj ima svojstvo gorčine bobica. Prva slatka jarebika nastala je kao klon na području današnje Češke Republike u drugoj polovici 19. stoljeća te je zadobila latinsko ime *Sorbus aucuparia* var. *dulcis* po Diecku ili *moravica* po Zengu (Drvodelić i sur., 2019; Kutina, 1991).

Sorbus aucuparia 'Aspleniifolia' ukrasna je sorta neugodnog mirisa cvjetova. Stablo visine 8-12 m u jesen daje žuto-narančaste plodove. Podnosi sušu, djelomičnu zasjenu te vjetar (Drvodelić i sur., 2019).

Sorbus aucuparia 'Rossica' raste do 10 m u visinu, daje narančasto-crvene plodove u obilnim količinama. Može rasti na raznim vrstama tla, podnosi onečišćen zrak, hladnoću i sušu, ali zahtjeva dosta sunca (Drvodelić i sur., 2019).

Sorbus aucuparia 'Rossica Major' jestiva je sorta čije stablo raste u visinu od 5 do 10 m. Cvjetovi su neugodnog mirisa, a plodovi veliki za vrstu te tokom dozrijevanja prelaze iz žute u crvenu boju. Podnosi sušu, djelomičnu zasjenu i vjetar te se dobro prilagođava gotovo svim tlima (Drvodelić i sur., 2019).

Sorbus aucuparia 'Scheerwater seedling', ukrasna sorta guste krošnje, stabla visine od 10 do 12 m, neotporna na vjetar, no otporna na sušu i djelomičnu zasjenu, slabo raste samo na alkalnom tlu. Daje sitne narančaste plodove (Drvodelić i sur., 2019).

Sorbus aucuparia 'Sunshine' (slika 3), također ukrasna sorta stabla visine do 10 m, slabijih je zahtjeva od ostalih sorti te daje žute plodove (Drvodelić i sur., 2019).

Sorbus aucuparia 'Fastigiata' (slika 4) ukrasna je sorta koja raste u visinu od 7 do 8 m većinom na pjeskovitom tlu, no može rasti i na drugim tlima, dok god nemaju previše vlage. Daje tamnocrvene plodove (Drvodelić i sur., 2019).



Slika 3. Žarko žuti plodovi sorte 'Sunshine' (Anonymous 1, 2021)



Slika 4. Crveni plodovi sorte 'Fastigiata' (Drvodelić i sur., 2019)

Sorbus aucuparia var. *edulis* specifičan je varijetet zbog jestivih plodova kod kojih izostaje gorki okus zbog vrlo niskog udjela parasorbinske kiseline (6-metil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on) , a vrlo je niskih zahtjeva pri rastu, to jest podnosi vjetar, sušu, razne vrste tla, mraz, djelomično zasjenjivanje pa čak i zagađen gradski zrak. Dvije najistaknutije sorte tog varijeteta su 'Rosina' te 'Konzentra' koje sadrže 80-150 mg vitamina C/100 g ploda odnosno 160-300 mg vitamina C/100 g ploda (Drvodelić i sur., 2019).

2.3.1. Hibridne sorte

Križanjem jarebike s drugim voćnim vrstama poput aronije, jabuka i marelica dobivene su slatke vrste jarebike pogodnije za ljudsku konzumaciju zbog prihvatljivijeg okusa i znatno manje količine parasorbinske kiseline. Ti hibridi, takozvane slatke jarebike, pokazuju znatan antioksidativni kapacitet, pogotovo u usporedbi s voćkama korištenim za križanje, a osim toga, izdržljivije su od čistih jedinki (Mlcek i sur., 2014). Kultivari navedeni u tablici 2 niža su stabla od samog stabla *Sorbus aucuparia* te daju veće plodove od obične jarebike (Hukkanen i sur., 2006).

Tablica 2. Povijest križanja raznih hibridnih sorti jarebike (Hukkanen i sur., 2006; Mlcek i sur., 2014)

Hibridna sorta	Povijest križanja
Burka	<i>Sorbus aucuparia</i> x [<i>Sorbus aria</i> x <i>Aronia arbutifolia</i>]
Dezertnaja	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Aronia melanocarpa</i> x <i>Mespilus germanica</i>
Eliit	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Pyrus</i> spp. x <i>Sorbus aucuparia</i> var. <i>moravica</i>
Granatina	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Crataegus sanguinea</i> x <i>Crataegus laevigata</i>
Granatnaja	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Crataegus sanguinea</i>
Likernaja	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Aronia melanocarpa</i>
Rubinovaja	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Pyrus communis</i>
Titan	<i>Sorbus aucuparia</i> x <i>Malus</i> spp. x <i>Pyrus</i> spp.

2.4. Kemijski sastav jarebike

Jarebika je kemijskog sastava sličnom sastavima ostalog bobičastog voća. Kemijski sastav ploda promijenjiv je ovisno o stupnju zrelosti, to jest dužini vremena dozrijevanja.

Prema Drvodelić i sur. (2019), najzastupljenije sastavnice cijelog, zrelog ploda jarebike su:

- voda (72 %)
- šećer (6 %)
- organske kiseline (2,8 %) i
- dušične tvari (1 %).

Istaknuti šećeri jarebike su glukoza ($52,9 \pm 3,22$ g/kg) i fruktoza ($24,8 \pm 1,74$ g/kg), to jest saharoza u udjelu od $5,18 \pm 4,16$ g/kg. Značajnog je udjela alkohol sorbitol nastao fermentacijom sorboze, u vrijednosti $134,1 \pm 3,28$ g/kg koji ima utjecaj na visok udio šećera u plodu jarebike (Mikulic-Petkovsek i sur., 2012). Sorbitol je značajan jer daje slatki okus, a zbog postepenog otpuštanja u ljudskom organizmu pogodan je za konzumaciju i u oboljelih od šećerne bolesti (Termentzi i sur., 2008).

Tablice 3 i 4 prikazuju rezultate još neobjavljenog istraživanja provedenog na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u kojem su ispitane 63 različita uzorka jarebike s 12 različitih lokacija na Velebitu i Gorskom kotaru. T-testom utvrđena je statistički značajna razlika

u vrijednostima šećera i vode uzoraka s dvije makrolokacije ($p < 0,05$), dok za vrijednosti pepela, masti i proteina nije utvrđena značajna razlika ($p = 0,13; 0,55$ i $0,32$, redom). Vrijednosti su slične onima iz postojeće literature (Drvodelić i sur., 2019; Raspe i sur., 2000), a moguće razlike u kemijskom sastavu među uzorcima pojavljuju se uslijed različitih lokacija, samim time i uvjeta rasta.

Tablica 3. Prosječan osnovni kemijski sastav plodova jarebike ubranih na različitim lokacijama na Velebitu

UZORAK	VODA (g/100)	PEPEO (g/100)	MASTI (g/100)	PROTEINI (g/100)	ŠEĆERI (g/100)
Duliba	75,30	1,08	1,17	3,19	5,23
Jelovac	79,41	1,64	1,60	3,17	4,15
Stolac	73,44	0,79	1,37	2,98	4,73
Senj Bilo	80,72	0,80	2,21	2,86	3,46
Mali Alan	68,15	1,34	1,34	2,13	6,26
Velebit	74,20	1,04	1,36	3,48	5,53
Prosječna vrijednost	75,20	1,12	1,51	2,97	4,89

Tablica 4. Prosječan osnovni kemijski sastav plodova jarebike ubranih na različitim lokacijama u Gorskot kotaru

UZORAK	VODA (g/100)	PEPEO (g/100)	MASTI (g/100)	PROTEINI (g/100)	ŠEĆERI (g/100)
Crni Lug	79,01	0,99	0,98	2,88	4,39
Jasenak	77,30	0,99	1,34	3,19	5,12
Miškovica	78,20	0,78	1,65	3,08	3,09
Mala Javornica	79,62	1,06	1,54	3,17	3,28
Mrzla Vodica	76,72	0,77	1,23	2,97	5,12
Risnjak	76,33	1,25	2,36	2,85	3,57
Prosječna vrijednost	77,86	0,97	1,51	3,02	4,09

Osam je esencijalnih minerala prisutno u plodu jarebike u značajnim količinama. Izraženi u mg/100 g mase cijelog ploda, udio kalija iznosi 154, kalcija 29,9, magnezija 27,84, fosfora 12,3, željeza 2,42, cinka 0,861, mangana 0,503 te bakra 0,294 (Aslantaš i sur., 2007). Prisutan je i natrij koji se nalazi u manjim količinama te većinom u usplođu. Među vitaminima, najzastupljeniji

su vitamin C (minimalno 40 mg/100 g bobica), vitamin A (56 mg/100 g bobica) te vitamin E (Drvodelić i sur., 2019).

U usporedbi s drugim bobičastim voćem, jarebika ima najveći udio fenolnih kiselina (103 mg/100 g svježeg proizvoda), dok aronija sadrži 96 mg/100 g, a borovnica 85 mg/100 g (Mattila i sur., 2006). Prisutni su složeni fenoli poput transklorogenske kiseline, kafeinske kiseline, p-kumarinske kiseline i ferulinske kiseline. Antocijani su također prisutni u znatnim količinama (cijanidin-3-galaktozid odgovoran za crvenu boju ploda i cijanidin-3,5-diglukozid) te flavonoidi (kvercetin glikozidi i kaempferol heksozidi) i karotenoidi (Gil-Izquierdo i Mellenthin, 2001; Raudonis i sur., 2014; Sarv i sur., 2020; Zymone i sur., 2018). Parasorbinska kiselina, koja je toksična u većim količinama i zaslužna za karakterističnu gorčinu jarebrike, prisutna je u udjelu 40-250 mg/100 g, a može se ukloniti zagrijavanjem, sušenjem ili namakanjem u kiseloj otopini (Berna i sur., 2011).

2.4.1. Organske kiseline

U analizi sastava 25 vrsta divlje uzgojenog ili kultiviranog bobičastog voća, jarebika pokazuje najviši udio organskih kiselina, to jest $235,0 \pm 7,2$ mmol/kg, no relativno nizak omjer šećera i organskih kiselina, što je zaslužno za izbivanje slatkog okusa ploda jarebrike usprkos visokoj količini ukupnih šećera (Mikulic-Petkovsek i sur., 2012). Istaknute organske kiseline jarebrike zajedno s njihovim udjelom u plodu jarebrike navedene su u tablici 5.

Tablica 5. Sastav organskih kiselina jarebrike izražen kao srednja vrijednost \pm standardna pogreška u g/kg, osim fumarne i šikiminske kiseline koje su izražene u mg/kg (Mikulic-Petkovsek i sur., 2012).

Organska kiselina	Sastav u g/kg (osim fumarne i šikiminske u mg/kg)
Jabučna kiselina	$30,28 \pm 0,90$
Limunska kiselina	$1,20 \pm 0,06$
Vinska kiselina	$0,37 \pm 0,03$
Fumarna kiselina	$28,00 \pm 1,17$
Šikiminska kiselina	$16,10 \pm 1,03$

2.4.2. Kemijski sastav sjemenke

Prema podacima Drvodelić i sur. iz 2019., 25,5 % suhe stvari sjemenke čine proteini, 16,5 % masti, 13,3 % su vlakna, a 5,5 % šećeri. Od minerala najistaknutiji su kalij (9,1 mg/g) te fosfor (5,7 mg/g). Udio vlage u sjemenu je 35,80 % (Drvodelić i sur., 2019). Sjemenke sadrže 19,9 g ulja na 100 g suhe mase, to jest iz kilograma svježih bobica moguće je dobiti 8,2 g ulja. Najzastupljenije masne kiseline sjemenki jarebice su linolenska, oleinska te u manjoj količini palmitinska (Johansson i sur., 1997). Sadržaj masnih kiselina ulja sjemenke jarebice (tablica 6) upućuje na potencijal istog da se koristi u kozmetičke svrhe ili kao prehrambeni suplement.

Tablica 6. Sastav masnih kiselina sjemena jarebice (Johansson i sur., 1997)

Masna kiselina	Množinski udio, % (RSD)
16:0	6,5 (1,5)
16:1 (n-7)	0,2 (2,3)
18:0	1,0 (2,2)
18:1 (n-9)	22,3 (0,1)
18:1 (n-7)	0,5 (7,2)
18:2 (n-6)	66,7 (0,3)
18:3 (n-3)	0,8 (1,7)
20:0	0,5 (2,6)
20:1 (n-9)	0,3 (8,5)
22:0	0,3 (4,1)
24:0	0,1 (10,3)
ostale	1,0

2.5. Parametri za rast jarebice

Jarebika je u mogućnosti rasti na širokom rasponu nadmorskih visina (600-2100 m), ali povećanjem iste značajno se smanjuje broj plodova (Barclay i Crawford, 1984). Gornja granica nadmorskih visina na kojima je jarebika sposobna za rast dokazuje da je jarebika u mogućnosti rasti na nadmorskim visinama na kojima većina ostalih drveća nije u mogućnosti, a donja je

granica definirana prisutnošću divljači koja se hrani plodovima jarebice (Pigott, 1983). Zahvaljujući sposobnosti podnošenja raznih uvjeta, široko je rasprostranjena bez potrebe za kultivacijom.



Slika 5. Areal jarebice na području Euroazije (Caudullo i sur., 2017).

2.5.1. Klimatski uvjeti

Rast jarebice u Europi ograničen je visokim ljetnim temperaturama, no stabla mogu podnijeti više temperature pod uvjetom da iste nisu popraćene nedostatkom vlage (Linnenbrink i sur., 1992). Zbog kratke sezone rasta, moguće je formiranje i očvršćivanje pupova prije zime. Pri visokim nadmorskim visinama, jarebika pokazuje manje oscilacije u rastu od obične bukve (*Fagus sylvatica*) i visoke smreke (*Picea abies*) što ukazuje da je jarebika bolje prilagođena planinskim uvjetima od nekih drugih vrsta koje rastu oko nje (Raspe i sur., 2000).

2.5.2. Tlo

Raste većinom na suhom, dobro propusnom, kiselom tlu ($\text{pH} < 5,5$), no zabilježene su i jединke koje su rasle na tlu $\text{pH} \sim 7,0$ (Grime i sur., 1988). Vrijednost pH tla nema utjecaj na udio elemenata u listovima poput dušika, fosfora i kalija, ali utječe na udio kalcija: kalcij će u

manjoj količini biti zastupljen u listu biljke koja je rasla na kiselom tlu (pH 3,2; 5 mg/g lista) nego u listu biljke koja je rasla na lužnatijem (pH 6,6; 11,5 mg/g lista) (Drvodelić i sur., 2019; Raspe i sur., 2000).

Jarebika može rasti na tlu koje je siromašno hranjivim tvarima, ali je rast veći na tlu bogatom hranjivim tvarima. Također, bolji je rast na nesteriliziranom supstratu, to jest mikrobiota tla jarebici pomaže s uzimanjem hranjiva (Findlay, 1999). Jarebika poboljšava svojstva tla na kojemu raste tako da zaustavlja daljnje zakiseljavanje tla te sprječava ispiranje tla (Emmer i sur., 1998).

2.5.3. Voda i vlažnost zraka

Količina oborina koja padne u arealu jarebice godišnje se kreće od 300 do 1350 mm, a veće količine podnosi jedino ako tlo nije permanentno natopljeno (Drvodelić i sur., 2019; Raspe i sur., 2000). Stablu jarebice odgovara hladna i vlažna klima zbog zahtjeva za vlagom u tlu i vodom tijekom sušnog razdoblja, no osim izrazito vlažnog tla, ne podnosi niti visoki vodni stres (Drvodelić i sur., 2019). Zbog širokog raspona zahtjeva za količinom vode, jarebika je klasificirana kao eurihidrična vrsta (Linnenbrink i sur., 1992).

Udio vode u listu ovisi o položaju istog u krošnji te oscilira tokom vegetacijskog razdoblja (80-120 % suhe mase) i znatno je manji nego u nekih drugih vrsta sličnog podneblja za rast, na primjer crne bazge (*Sambucus nigra*) koja sadrži 200 % vode izraženo kao udio suhe mase. Ovakve vrijednosti moguće su zbog većeg udjela otopljenih tvari u vodi lista jarebice (Linnenbrink i sur., 1992). Slabo je do srednje osjetljiva na poplave i visoku razinu podzemne vode. Ne podnosi glinasto tlo s visokom razinom podzemne vode, ali sušno tlo usporit će rast jarebice.

2.5.4. Svjetlo

Zbog obitovanja na visokim nadmorskim visinama, ciklus rasta jarebice prilagođen je kratkoj sezoni rasta uslijed manjka svjetla. Također, iako su tek nastali izdanci jarebice tolerantni na hladovinu, mlada je biljka uspješnijeg rasta na otvorenom nego u šumama i među drugim stablima, a odrasla uspješnije daje plodove što je manja količina hladovine (Raspe i sur., 2000).

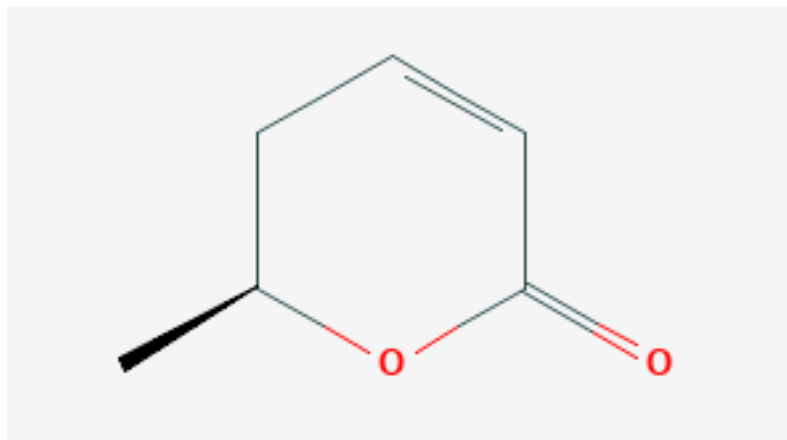
U usporedbi rasta jarebike s rastom obične breze (*Betula pendula*) i hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) u zasjeni načinjenoj krošnjama gorskog javora (*Acer pseudoplatanus*) bez doticaja s divljači, jarebika je jedina vrsta koja je dala uspješno povećanje suhe mase, dok su jedinke breze pokazale visoki mortalitet, a jedinke hrasta kitnjaka nisu pokazale značajan rast (Pigott, 1983).

2.5.5. Kompeticija

Jarebika je vrsta široke ekološke valencije, to jest širokog raspona između optimalnih uvjeta i maksimalnog stresa kojeg može podnijeti prije ugibanja jedinke. Široka je ekološka valencija karakteristika odgovorna za uspjeh jarebike na raznim područjima – izvrsno će izbjegavati međuvrtnu konkurenciju zbog rasta na područjima nedostupnim mnogim vrstama, na primjer izbočinama i grebenima (Drvodelić i sur., 2019). Zahtjeva slične uvjete rasta poput zečje soce (*Oxalis acetosella*), razprostrte prosulje (*Milium effusum*), orlovske bujadi (*Pteridium aquilinum*), kupine (*Rubus fruticosus*) i dlakave bekice (*Luzula pilosa*), (Grime i sur., 1988).

2.6. Upotreba ploda jarebike

Plodovi jarebike koriste se u ljekovite svrhe, za izradu destilata i likera te nakon prerade kao prehrambeni proizvodi, na primjer za poboljšanje okusa votke. Tradicionalno, bobice su korištene kao diuretici, protuupalno sredstvo, kao izvor vitamina C, mošt je korišten kao sredstvo za zaustavljanje proljeva, dok je mala količina marmelade od jarebike korištena za poticanje apetita i lučenja želučane kiseline (Fomenko i sur., 2016; Miletić i sur., 2012). Koze i ostale domaće životinje rado jedu listove jarebike, čime su odgovorni za donju granicu nadmorskih visina na kojima je moguć rast jarebike, a u poljoprivredi se to koristi za liječenje bakterijskih infekcija u životinja (Drvodelić i sur., 2019). Plodovi su, danas, zapravo slabo korišteni zbog neznanja o istima te izražene gorčine koja je posljedica visokog udjela parasorbinske kiseline u količini 40-250 mg/100 g svježe tvari. Parasorbinska kiselina (slika 6) također uzrokuje toksičnost uslijed konzumacije veće količine svježih plodova jarebike. Dolazi do nadraživanja sluznice želuca i probavnog trakta, a toksičnost se može spriječiti određenim načinima obrade kojima bi se uklonila parasorbinska kiselina ili pretvorila u netoksične metabolite (Berna i sur., 2011).



Slika 6. Strukturna formula parasorbinske kiseline odgovorne za karakterističnu gorčinu bobica jarebike (Anonymous 2, 2021.)

2.7. Ljekovita svojstva jarebike

Cvat jarebike se u tradicionalnoj poljskoj i istočnoeuropskoj medicini preporuča kao diuretik i anti-upalni agent (Olszewska i Michel, 2009). Plodovi obične jarebike i varijeteta *edulis* Dieck korišteni su u narodnoj medicini kao diuretici, izvori vitamina i antioksidansa, to jest zbog anti-upalnih, anti-dijaroičnih, vazoprotekcijskih i vazorelaksacijskih svojstava (Hukkanen i sur., 2006) te protiv bolesti žuči (Mikulic-Petovstek i sur., 2017).

Voćke jarebike dakle korisne su u terapiji raznih bolesti, od gastrointestinalnih smetnji i sindroma poput kroničnog proljeva, ali i opstipacije, do kardiovaskularnih bolesti i karcinoma zbog visokog udjela antioksidativnih tvari (Mikulic-Petkovstek i sur., 2017). Ljekovita svojstva plodova jarebike povezuju se s njihovim bogatstvom organskim kiselinama, mikroelementima, vitaminom C, karotenoidima i fenolnim kiselinama (Raudonis i sur., 2014).

Anti-kancerogen učinak učinak voća, a zasebice bobičastog, povezan je s antioksidativnim svojstvima istog (Baby i sur., 2018). Visok udio klorogenske kiseline i njenih derivata u prehrani pokazali su se korisnim u terapiji bolesti povezanim s oksidativnim stresom kao što su rak, kardiovaskularne bolesti te neurodegenerativne bolesti (Bobinaite i sur., 2020), a povoljan utjecaj ima i na usporavanje starenja te protuupalnu ulogu (Yu i sur., 2011).

Tradicionalno se u Europi koriste plodovi vrste *Sorbus domestica* kao suplementacija u pacijenata koji boluju od šećerne bolesti za ublažavanje simptoma poput periferalne neuropatije, nefropatije, retinopatije i katarakta zahvaljujući inhibitornom djelovanju fenola iz roda *Sorbus* na aldoza reduktazu (Termenzi i sur., 2008). Već spomenut sorbitol i njegovo polagano otpuštanje u organizmu također čini jarebiku hranom pogodnom za konzumaciju u oboljelih od šećerne bolesti.

2.8. Antioksidacijska svojstva jarebike

Nadolazeća popularnost jarebike kao nutraceutika, hrane te kozmetike najvjerojatnije će se bazirati na tome što ona predstavlja neiskorišten i prirodan izvor sve traženijih antioksidansa koji se sve češće koriste u prehrambenoj industriji kao siguran aditiv za produljenje roka trajnosti raznih proizvoda te očuvanje njihovih organoleptičkih svojstava. Za vrlo izražena antioksidativna svojstva bobica jarebike zaslužni su prisutni karotenoidi, askorbinska kiselina (minimalno 40 mg/100 g ploda), fenolne kiseline, flavonoidi pa i antocijani zaslužni za crveni pigment karakterističan za plod (Raudonis i sur., 2014; Zymone i sur., 2018). Ukupni sadržaj fenola izraženih kao ekvivalent galne kiseline u postotku svježe mase jarebike iznosi $2,68 \pm 0,08$ (Olszewska i Michel, 2009).

U istraživanju koje je proveo Raudonis sa suradnicima 2014. godine ispitan je udio neoklorogenske kiseline, klorogenske kiseline, rutina, hiperozida i izokvinolina te su isti vidljivi u tablici 7 izraženi kao $\mu\text{g/g}$ suhe tvari. Neoklorogenska i klorogenska kiselina dominantne su fenolne sastavnice jarebike te bi se zato mogle koristiti kao fitokemikalijski marker u kontroli kvalitete jarebike, ali i drugih vrsta iz roda *Sorbus* L. zbog izrazito prevladavajućeg udjela.

Tablica 7. Udio određenih fenola izražen kao $\mu\text{g/g}$ suhe tvari ploda jarebike (Raudonis i sur., 2014)

Fenol ploda jarebike	Udio ($\mu\text{g/g}$ suhe tvari)
Neoklorogenska kiselina	1608 ± 46
Klorogenska kiselina	1220 ± 28
Rutin	90 ± 2
Hiperozid	62 ± 10
Izokvinolin	141 ± 15

Plodovi *Sorbus aucuparia* uspješniji su u uklanjanju DPPH[·], [·]NO, O₂[·] i HO[·] slobodnih radikala od plodova drugih vrsta iz *Sorbus* spp., a ta se sposobnost povezuje s ukupnim sadržajem fenola te antioksidativnim kapacitetom. Na isti imaju utjecaj stadij zrelosti, genotip, vrsta, podrijetlo, klimatski uvjeti te čuvanje i obrada nakon berbe (Sarv i sur., 2020).

2.9. Anti-mikrobna svojstva jarebike

Zbog sve većih i teško dostižnih zahtjeva u sigurnosti hrane prehrambena je industrija u potražnji za prirodnim izvorom konzervansa i anti-mikrobnih tvari. Jarebika, poput drugih voćki sličnih njoj, sadrži fenole i organske kiseline koji pokazuju anti-bakterijska svojstva te anti-mikrobno djelovanje iste nije nužno povezano s njenim ukupnim udjelom fenola (Bobinaite i sur., 2020; Puupponen-Pimia i sur., 2005).

Ekstrakti komine jarebike pokazali su anti-mikrobna svojstva prema gram-pozitivnim i gram-negativnim bakterijama, s time da su gram-pozitivne pokazale veću osjetljivost, vjerojatno zbog dodatnog funkcionalnog sloja membrane gram-negativnih bakterija koji daje uspješnu obranu protiv anti-mikrobnih svojstava jarebike. Osjetljivost bakterije na anti-mikrobni utjecaj možda ne ovisi o tome je li bakterija gram-pozitivna ili gram-negativna, već o samoj vrsti bakterije (Bobinaite i sur., 2020).

Slično rezultatima istraživanja inhibitornog utjecaja drugih nordijskih bobica na rast bakterija iz roda *Lactobacillus*, iste su pokazale otpornost na ekstrakte komine jarebike (Bobinaite i sur., 2020.; Puupponen-Pimia i sur., 2005). Gljivične vrste na kojima je provedeno ispitivanje (*Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae* i *Rhodotorula rubra*) pokazale su se rezistentnima na utjecaj jarebike (Bobinaite i sur., 2020).

Periderm i floem kore divlje jarebike i varijeteta *edulis* sadrže flavan-3-ole s izraženim anti-fungalnim djelovanjem poput katehina i epikatehina čija je funkcija obrana od raznih patogena i herbivora (Raspe i sur., 2000).

3. ZAKLJUČAK

Popularnost jarebike i njoj sličnih plodova raste zbog mnogih poželjnih svojstava (bogatstvo raznim vrstama antioksidanasa, mogućnost rasta u širokom rasponu uvjeta), no da bi se ista raznovrsnije i efikasnije koristila u svrhu ljudske prehrane potrebna su dodatna istraživanja te razvoj već nastalih hibrida koji pokazuju povoljna fizikalno-kemijska i senzorska svojstva.

Kemijska svojstva jarebike čine ju sirovinom koja može biti korištena u razne svrhe – istu treba nastaviti koristiti za proizvodnju prehrambenih proizvoda u koju je uključena, to jest proizvodnju alkoholnih proizvoda, marmelada i džemova, a potrebno je i razvijati nove proizvode od jarebike. Kvalitetan sastav organskih kiselina ploda upućuje na moguće korištenje u kozmetičkoj industriji, zbog obilja fenola moguće ju je koristiti u medicinske svrhe za liječenje ili preventivu bolesti u ljudi i životinja, a i samo drvo se može upotrijebiti u različite drvodjelske svrhe.

4. POPIS LITERATURE

Anonymous 1 - Vrtni centar drijen (2021) Jarebika. <<https://drijen.hr/product/jarebika/>> Pristupljeno 19. svibnja 2021.

Anonymous 2 - Mail Order Trees (2021) Sorbus Sunshine - Rowan Tree. <<https://www.mailordertrees.co.uk/products/sorbus-sunshine-sunshine-rowan-tree>> Pristupljeno 27. svibnja 2021.

Aslantaş R., Pirlak L., Guleryuz M. (2007) The Nutritional Value of Wild Fruits from the North Eastern Anatolia Region of Turkey. *Asian Journal of Chemistry* **19**:3072-3078.

Baby B., Antony P., Vijayan R. (2018) Antioxidant and anticancer properties of berries. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **58**:2491-2507

Barclay A.M., Crawford R.M.M. (1984) Seedling Emergence in the Rowan (*Sorbus aucuparia*) from an Altitudinal Gradient. *Journal of Ecology* **72**:627-636

Berna E., Kampuse S., Dukalska L., Murniece I. (2011) The chemical and physical properties of sweet rowanberries in powder sugar. *Baltic Conference on Food Science and Technology FoodBalt-2011 "Innovations for Food Science and Production"* **6**:163-168

Caudullo G., Welk E., San-Miguel-Ayanz J. (2017) Chorological maps for the main European woody species. *Data in Brief* **12**:662-666

Drvodelić D., Jemrić T., Oršanić M. (2019) Jarebika (*Sorbus aucuparia* L.): važnost, uzgoj i uporaba. Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet

Emmer I.M., Fanta J., Kobus A.T., Kooijman A., Sevink J. (1998) Reversing borealization as a means to restore biodiversity in Central-European mountain forests – an example from the Krkonoše Mountains, Czech Republic. *Biodiversity and Conservation* **7**:229-247

Findlay C.M. (1999) The impact of arbuscular mycorrhizal fungi on the early growth of rowan (*Sorbus aucuparia* L.). PhD Thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.

Fomenko S.E., Kushnerova N.F., Sprygin V.G., Drugova E.S., Momot T.V. (2016) Chemical composition and biological action of rowanberry extract. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry* **42**:764–769

Franjić J., Škvorc Ž. (2010) Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet str. 350-351

Gil-Izquierdo A., Mellenthin A. (2001) Identification and quantitation of flavonols in rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) juice. *European Food Research and Technology* **213**:12-17

- Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R. (1988) Comparative Plant Ecology. A Functional Approach to Common British Species. Unwin Hyman, London, UK., str. 540-541
- Hukkanen A.T., Pölönen S.S., Kärenlampi S.O., Kokko H.I. (2006) Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Sweet Rowanberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**:112–119
- Johansson A., Laakso P., Kallio H. (1997) Characterization of seed oils of wild, edible Finnish berries. *Z Lebensm Unters Forsch* **204**:300-307
- Kutina J. (1991) Pomologic atlas. Brazda – Prague, str. 282-283
- Linnenbrink M., Lösch R., Kappen L. (1992) Water Relations of Hedgerow Shrubs in Northern Central Europe I. Bulk Water Relations. *Flora* **187**:121-133
- Mattila P., Hellström J., Törrönen R. (2006) Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**:7193-7199
- Mikulic-Petkovsek M., Schmitzer V., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. (2012) Composition of Sugars, Organic Acids, and Total Phenolics in 25 Wild or Cultivated Berry Species. *Journal of Food Science* **77**:C1064–C1070
- Mikulic-Petkovsek M., Krska B., Kiprovski B., Veberic R. (2017) Bioactive Components and Antioxidant Capacity of Fruits from Nine *Sorbus* Genotypes. *Journal of Food Science* **82**:647-658
- Miletić R., Paunović M. (2012) Research into service tree (*Sorbus domestica* L.) Population in Eastern Serbia. *Genetika* **44**:483-490
- Mlcek J., Rop O., Jurikova T., Sochor J., Fiser M., Balla S., Baron M., Hrabe J. (2014) Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. *Open life sciences* **9**: 1078-1086
- National Center for Biotechnology Information (2021) PubChem Compound Summary for CID 441575, Parasorbic acid. <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Parasorbic-acid>> Pristupljeno 26. svibnja 2021.
- Olszewska M.A., Michel P. (2009) Antioxidant activity of inflorescences, leaves and fruits of three *Sorbus* species in relation to their polyphenolic composition. *Natural Product Research* **23**:1507-1521
- Pigott C.D. (1983) Regeneration of Oak-Birch Woodland Following Exclusion of Sheep. *The Journal of Ecology* **71**:629
- Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Hartmann-Schmidlin S., Kähkönen M., Heinonen M., Määttä-Riihinen K., Oksman-Caldentey K.M. (2005) Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. *Journal of applied microbiology* **98**:991–1000
- Raspé O., Findlay C., Jacquemart A. (2000) *Sorbus aucuparia* L. *Journal of Ecology* **88**: 910-930

Raudonis R., Raudonė L., Gaivelytė K., Viškelis P., Janulis V. (2014) Phenolic and antioxidant profiles of rowan (*Sorbus L.*) fruits. *Natural Product Research* **28**:1231-1240

Regnell M., Gaillard M.J., Bartholin T.S., Karsten P. (1995) Reconstruction of environment and history of plant use during the late Mesolithic (Ertebølle culture) at the inland settlement of Bökeberg III, southern Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany* **4**:67–91

Sarv V., Venskutonis P.R., Bhat R. (2020) The *Sorbus* spp.—Underutilised Plants for Foods and Nutraceuticals: Review on Polyphenolic Phytochemicals and Antioxidant Potential. *Antioxidants* **9**:813

Šilić Č. (1990) Atlas drveća i grmlja. Svjetlost – Sarajevo str. 110

Termentzi A., Alexiou P., Demopoulos V.J., Kokkalou E. (2008) The aldose reductase inhibitory capacity of *Sorbus domestica* fruit extracts depends on their phenolic content and may be useful for the control of diabetic complications. *Die Pharmazie - An International Journal of Pharmaceutical Sciences* **63**:693-696

Yu T., Lee Y.J., Jang H.J., Kim A.R., Hong S., Kim T.W., Kim M.Y., Lee J., Lee Y.G., Cho J.Y. (2011) Anti-inflammatory activity of *Sorbus commixta* water extract and its molecular inhibitory mechanism. *Journal of Ethnopharmacology* **134**:493-500

Zymone K., Raudone L., Raudonis R., Marksa M., Ivanauskas L., Janulis V. (2018) Phytochemical Profiling of Fruit Powders of Twenty *Sorbus L.* Cultivars. *Molecules* **23**:2593

Zadnja stranica završnog rada

(uključiti u konačnu verziju završnog rada u pdf formatu, kao skeniranu potpisanu stranicu)

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Petra Gembardt

ime i prezime studenta