

Kemijski sastav jarebike s različitih lokaliteta Gorskog kotara

Vlahov, Josipa

Master's thesis / Diplomski 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:894419>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Josipa Vlahov

1448/N

**KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE S
RAZLIČITIH LOKALITETA
GORSKOG KOTARA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Nade Vahčić Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te uz pomoć gospođe Valentine Hohnjec.

ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Nadi Vahčić na mentorstvu kroz cijeli proces provođenja diplomskog rada te na razumijevanju koje mi je pokazano u raznim situacijama i ugodnoj atmosferi tijekom zajedničkog rada. Iznimno hvala gđi Valentini Hohnjec na velikoj pomoći prilikom provođenja eksperimentalnog dijela ovog diplomskog rada, bez čije bi pomoći cijeli proces tekao puno teže i sporije.

Posebno hvala mojoj obitelji koja je bila uz mene u svakom trenutku mog studiranja, u svim lijepim, ali i u teškim momentima kojih je bilo. Hvala prijateljima i svima ostalima koji su mi u bilo kojem obliku pomogli da uspješno privedem kraju svoje fakultetsko obrazovanje.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
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 S RAZLIČITIH LOKALITETA GORSKOG KOTARA

Josipa Vlahov, 1448/N

Sažetak: Cilj ovog rada bio je odrediti kemijski sastav plodova jarebike (*Sorbus aucuparia* L.). Uzorci korišteni u ovom radu izuzeti su s područja Gorskog kotara, Hrvatska sa 6 različitih lokaliteta: Crni Lug, Jasenak, Miškovica, Mala Javornica, Mrzla Vodica i Risnjak. Ukupan broj ispitanih uzoraka bio je 33, a kemijski sastav uključivao je određivanje vode, pepela, masti, proteina i šećera. Prosječni maseni udio vode u ispitanim uzorcima iznosio je 77,86 %, maseni udio pepela 0,97 %, masti 1,52 %, proteina 3,02 % te šećera 4,10 %. Dobivene vrijednosti istraživanja statistički su obrađene deskriptivnom analizom na temelju koje su uzorci uspoređeni međusobno obzirom na lokalitete s kojih su izuzeti te s poznatim literaturnim podacima.

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

Rad sadrži: 46 stranica, 6 slika, 14 tablica, 20 literaturnih navoda, 0 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: *prof. dr. sc. Nada Vahčić*

Pomoć pri izradi: *Valentina Hohnjec*

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Prof. dr. sc. *Branka Levaj*
2. Prof. dr. sc. *Nada Vahčić*
3. Doc. dr. sc. *Ivana Rumora Samarin*
4. Prof. dr. sc. *Ksenija Marković* (zamjena)

Datum obrane: 30. rujna 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Quality Control
Laboratory for Food Quality Control

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

CHEMICAL COMPOSITION OF MOUNTAIN ASH FROM DIFFERENT LOCALITIES OF GORSKI KOTAR

Josipa Vlahov, 1448/N

Abstract: The aim of this study was to determine the chemical composition of mountain ash fruits (*Sorbus aucuparia* L.). The samples used in this thesis were excluded from the area of Gorski kotar, Croatia with 6 different localities: Crni Lug, Jasenak, Miškovica, Mala Javornica, Mrzla Vodica and Risnjak. The total number of tested samples was 33, and the chemical composition include the determination of water, ash, fats, proteins, and sugars. The average mass fraction of water in the tested samples was 77.86 %, the mass fraction of ash 0.97 %, fat 1.52 %, protein 3,02 % and sugar 4.10 %. The obtained research values were statistically processed by descriptive analysis by which the samples were compared with each other with respect to the sites from which they were excluded and with the known literature data.

Keywords: chemical composition, mountain ash, *Sorbus aucuparia* L.

Thesis contains: 46 pages, 6 figures, 14 tables, 20 references, 0 supplements

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: *prof. dr. sc. Nada Vahčić*

Technical support and assistance: *Valentina Hohnjec*

Reviewers:

1. PhD. *Branka Levaj*, Full professor
2. PhD. *Nada Vahčić*, Full professor
3. PhD. *Ivana Rumora Samarin*, Assistant professor
4. PhD. *Ksenija Marković*, Full professor (substitute)

Thesis defended: 30 september, 2021.

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. KARAKTERISTIKE BILJKE JAREBIKA (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	2
2.2. VRSTE RODA <i>SORBUS</i> L.:	3
2.2.1. Mukinja (<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz)	4
2.2.2. Oskoruša (<i>Sorbus domestica</i> L.).....	4
2.2.3. Brekinja (<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz).....	5
2.3. TAKSONOMIJA I RASPROSTRANJENOST JAREBIKE U REPUBLICI HRVATSKOJ	7
2.3.1. Taksonomija jarebike (<i>Sorbus aucuparia</i> L.).....	7
2.3.2. Rasprostranjenost jarebike u RH	7
2.4. LJEKOVITA SVOJSTVA JAREBIKE	8
2.5. PARAMETRI KOJI UTJEČU NA RAST JAREBIKE	9
2.5.1. Klimatski uvjeti	9
2.5.2. Tlo	10
2.5.3. Voda i vlaga.....	11
2.5.4. Svjetlo.....	12
2.6. ANTIOKSIDATIVNA SVOJSTVA	13
2.6.1. Antioksidativna svojstva jarebike.....	13
3. EKSPERIMENTALNI DIO	16
3.1. MATERIJALI.....	16
3.2. METODE RADA	17
3.2.1. Određivanje udjela vode.....	17
3.2.2. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)	19
3.2.3. Određivanje udjela masti metodom po Soxhletu	20
3.2.4. Određivanje udjela proteina metodom po Kjeldahlu	22
3.2.5. Određivanje udjela reducirajućih šećera.....	24
4. REZULTATI I RASPRAVA	27
4.1. REZULTATI ISPITIVANJA KEMIJSKOG SASTAVA PLODOVA JAREBIKE	27
4.2. STATISTIČKA OBRADA REZULTATA	37
4.2.1. Jednofaktorska analiza varijance	38
5. ZAKLJUČCI	44
6. LITERATURA	45

1. UVOD

Šumske voćkarice u Republici Hrvatskoj, kao i u svijetu imaju važne uloge u šumskim ekosustavima. Njihovim rastom povećava se biološka raznolikost šuma, dolazi do poboljšanja kvalitete tla te služe kao potpora glavnim vrstama drveća. Osim toga brojne životinjske vrste koje obitavaju u šumama koriste ove biljne vrste kao izvor hrane i tako unose hranjive tvari potrebne za opstanak (Drvodelić i sur., 2020).

Jarebika pripada skupini šumskih voćkarica i tako doprinosi raznolikosti šumskih lokaliteta u kojima dolazi do njenog rasta. U Republici Hrvatskoj predstavlja relativno nepoznatu biljnu vrstu čiji nutritivni potencijal nije u potpunosti iskorišten. Tome pridonosi i ograničeno znanje vezano uz ovu biljku, a koje bi trebalo produbiti daljnjim istraživanjima. Najveći broj jedinki jarebike nalazi se u zajednicama na području Gorskog kotara i Velebita, a osim toga moguće ju je pronaći u manjim zajednicama na području Dalmacije, Istre, Slavonije i Središnje Hrvatske (Anonymous 1, 2005).

Na kemijski sastav plodova jarebike utječu brojni čimbenici prisutni tijekom rasta i razvoja biljne vrste. Jedno od važnijih čimbenika odgovornih za promjene u sastavu plodova jest podneblje u kojem dolazi do rasta jedinke. Različiti lokaliteti sadržavati će različite okolišne parametre koji će utjecati na sastav plodova biljke. Neki od parametara koji imaju utjecaja na rast jarebike su temperatura, kvaliteta tla, količina vode i vlage te količina dostupne sunčeve svjetlosti. Ukoliko ti parametri nisu u adekvatnim rasponima za određenu biljnu vrstu njezin rast neće se optimalno odvijati. (Saebo i Johnsen, 2000).

Cilj ovog rada bio je ispitati kemijski sastav plodova jarebike iz uzoraka izuzetih s područja Gorskog kotara sa 6 različitih lokaliteta. U istraživanju su obuhvaćena ukupno 33 uzorka na kojima su se određivali maseni udjeli vode, pepela, masti, proteina i šećera. Rezultati deskriptivne statističke analize uspoređeni su međusobno obzirom na lokalitete te s dostupnim literaturnim podacima.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. KARAKTERISTIKE BILJKE JAREBIKA (*Sorbus aucuparia* L.)

Jarebika (Slika 1) je biljna vrsta koja pripada rodu *Sorbus* L. čije ime dolazi iz latinskog jezika, odnosno od riječi sorbum koja se koristi kao naziv za plodove prave oskoruše (*Sorbus domestica* L.). Ovaj rod podrijetlom dolazi iz jugoistočne Azije odakle su diferencijacijom potekle razne vrste roda koje su se proširile dalje prema Europi i Sjevernoj Americi. Riječ *aucuparia*, naziv vrste ove biljke, potječe od latinskih riječi *avis* što predstavlja pticu te *capio* koja opisuje radnju hvatanja. Takav naziv vrste je nastao jer su se u prošlosti ptice pjevice hvatale tako što bi ih se namamilo s plodovima ove biljke koje su one rado konzumirale (Drvodelić i sur., 2019).

Rasprostranjenost jarebice danas obuhvaća razne dijelove Europe, Aziju, Sjevernu Ameriku te sjevernu Afriku. U Europi se proteže od njenih zapadnih dijelova u zemljama poput Islanda, središnjih dijelova Španjolske i Velike Britanije pa sve do Kavkaza i sjevernih dijelova Rusije na istoku. Rijetka su područja u Europi u kojima ne dolazi do rasta ovog drveća. Osim u Europi jarebika, vrsta podrijetlom iz Euroazije, može se pronaći i na Sjeverno-Američkom kontinentu po raznim dijelovima Kanade i Sjedinjenih Država. Rasprostranjenost u tom području pruža se u rasponu od nizina do planinskih ekosustava (Drvodelić i sur., 2019).

Stablo jarebice doseže visinu od oko 15 m, a najveća visina koja je zabilježena u mjerenjima iznosi 23,5 m. S godinama rast stabla se usporava stoga je u starosti najmanji prirast u visini dok je u mladosti prirast intenzivniji. Prilikom rasta stabla i s godinama dolazi do promjena na kori. Dok je u mladosti kora jarebice sjajna, glatka i svijetlo sive boje, u starijih primjeraka na pojedinim mjestima kora puca te dolazi do raspuklina (Drvodelić i sur., 2019).

Cvjetanje jarebice odvija se u svibnju, a zreli plodovi dobivaju se u listopadu. Plodovi su okruglog oblika, relativno mali, promjera oko 9 mm te su u početku žute boje koja se kasnije mijenja u prepoznatljivu svijetlo crvenu boju (Mrkonjić, 2017).

Listovi su neparno posloženi te se sastoje od 9-15 usko eliptičnih listića koji su dugi 2-5 cm, a karakterizira ih izduženi, jajasti i prilično asimetrični oblik čime se ova vrsta lakše raspoznaje u odnosu na oskorušu (*Sorbus domestica* L.). Tupo-čunjasti, izduženi i krupni pupovi prekriveni su tamno sivim dlakavim ljuskama. Cvjetovi poprimaju krupne poluokruglaste,

bijele cvatove promjera 10-15 cm dok tučak u najvećem broju slučajeva sadrži 3 do najviše 5 vratova. Prašnici dostižu duljinu latica (Drvodelić i sur., 2019; Mrkonjić, 2017).



Slika 1. Svijetlo crveni plodovi jarebike (Drvodelić i sur., 2019).

2.2. VRSTE RODA *SORBUS* L.:

Na području Republike Hrvatske raste 13 vrsta i podvrsta roda *Sorbus* L.: *Sorbus aria* (L.) Crantz; *Sorbus aria* (L.) Crantz ssp. *aria*; *Sorbus aria* (L.) Crantz ssp. *lanifera* (Borbás) Kárpáti; *Sorbus aucuparia* L.; *Sorbus aucuparia* L. ssp. *aucuparia*; *Sorbus austriaca* (Beck) Prain; *Sorbus austriaca* (Beck) Prain ssp. *austriaca*; *Sorbus austriaca* (Beck) Prain ssp. *croatica* Kárpáti; *Sorbus borbasii* Jáv.; *Sorbus chamaemespilus* (L.) Crantz; *Sorbus domestica* L.; *Sorbus torminalis* (L.) Crantz; *Sorbus velebitica* Kárpáti (Drvodelić i sur., 2019).

Među ovim vrstama najveći značaj pokazuju mukinja (*Sorbus aria* (L.) Crantz), jarebika (*Sorbus aucuparia* L.), oskoruša (*Sorbus domestica* L.) te brekinja (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz).

2.2.1. Mukinja (*Sorbus aria* (L.) Crantz)

Sorbus aria (L.) Crantz, odnosno mukinja kao i jarebika pripada rodu *Sorbus* L. Razlikuje se po tome što doseže nešto manje visine te čini manja stabla ili grmove od 5 -15 m. Ovo sporo rastuće listopadno drvo karakteriziraju mali, bijeli cvjetovi duljine oko 1,5 cm poredani u cvatove smještene na bijelo putenastim stapkama. Kroz godine dolazi do promjena u izgledu debla koje je na početku tanko i sadrži glatku koru s plitkim pukotinama te je žućkasto-sive boje. Starenjem stabla kora mijenja boju i postaje sivo-crna s nešto većim okomitim pukotinama.

Promjenom godišnjih doba i vremenskih prilika karakterističnih za pojedino razdoblje dolazi i do promjene u boji listova mukinje. U proljeće listovi su svijetlo zeleni, ljeti prelaze u tamno zelenu, a zatim dolaskom jeseni mijenjaju boju u žutu. Listovi su izgledom jednostavnog i promjenjivog oblika te mogu biti eliptičnog do kružnog izgleda. Također sadrže dvostruko nazubljene vrhove, a mogu dosegnuti veličinu od otprilike 6-12 cm dužine i 4-8 cm širine.

Životni vijek mukinje traje najčešće 100-200 godina, a razdoblje kad počinju davati plodove kreće od 10-20 godine. U periodu od svibnja do lipnja traje cvatnja dok zreli plodovi sazrijevaju od rujna do listopada. Plodovi su narančaste boje, veličine 8-15 mm.

Na području Europskog kontinenta *Sorbus aria* (L.) Crantz, može se pronaći u dijelovima južne, zapadne i središnje Europe u zemljama poput Francuske, Španjolske, Švicarske te Njemačke. Njena rasprostranjenost pruža se preko sjeverozapadne Afrike u planinskim područjima Maroka, Alžira i Tunisa te dalje prema istoku do Turske, Libanona, Kavkaza i Bliskog istoka. Osim tipičnih podvrsta biljke, opisana je i lokalna podvrsta *Sorbus aria* subsp. *lanifera* (A.Kern.) Jáv. za koju se navodi da se javlja kao lokalni endem u Hrvatskoj na području gorskih jelovo-bukovih šuma (Welk i sur., 2016).

2.2.2. Oskoruša (*Sorbus domestica* L.)

Oskoruša (*Sorbus domestica* L.) doseže visinu od oko 20 m, ali na pojedinim mjestima gdje su sadržani povoljni uvjeti za rast može dosegnuti i mnogo veće visine čime se razlikuje od mukinje koja može dosegnuti do otprilike 15 m visine. Također ova vrsta često doseže i 200 godina starosti, a ponekad i dosta više pa i do 400 godina što je čini relativno dugovječnom biljnom vrstom.

Kora oskoruše tamne je boje te na sebi sadrži pravilne pravokutne pukotine po cijeloj površini. Cvjetanje se događa krajem travnja do sredine svibnja kada dolazi do pojave malih bijelih cvjetova na stablu. Nastali jestivi plodovi veći su od ostalih prikazanih vrsta te dostižu veličinu 2-3 cm, a oblikom podsjećaju na plodove jabuke, odnosno kruške.

Sorbus domestica L. može se pronaći na području srednje i južne Europe, najvećim dijelom na Balkanskom poluotoku te u Italiji i Francuskoj. Osim toga rasprostranjena je u dijelovima sjeverne Afrike i zapadne Azije, ali su ovdje njena staništa dosta rjeđa u usporedbi s onima u Europi. Iako je oskoruša raširena na relativno velikom području u mnogim dijelovima predstavlja ugroženu vrstu te je rijetka na mjestima gdje dolazi do njenog rasta.

Oskoruša raste u blagoj i toploj klimi koja je najpogodnija za optimalan rast stabla, međutim otporna je na dosta nepovoljne uvjete kao što je hladnoća stoga može rasti pri temperaturi od -25 °C do -30 °C. Osim što je otporna na niske temperature, rast stabala odvija se i na sušnim područjima, a minimalna količina kiše koja je potrebna iznosi 500 mm³ godišnje. Zbog sposobnosti da preživi sušna područja, prilikom promjene klimatskih uvjeta, odnosno većeg zagrijavanja oskoruša se može prilagoditi novonastalim uvjetima. Na određenim mjestima takva klima čak može povoljnije djelovati na rast, međutim takvi klimatski uvjeti će vjerojatno ograničiti kretanje dometa (Enescu i sur., 2016).

2.2.3. Brekinja (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz)

Listopadno drvo brekinje pripada skupini stabala srednje veličine koje otprilike doseže visinu od 15-25 m, a prosječni promjer debla kreće se od 0,6-0,9 m te u nekim rijetkim slučajevima može ići do 1,4 m. Karakterizira je brzi rast stabla i luskava kora pepeljasto sive boje koja se može ljuštiti u trakama pravokutnog oblika. Životni vijek ove vrste prosječno traje 100-200 godina dok neke dugovječnije jedinke mogu doživjeti oko 300-400 godina starosti.

Listovi *Sorbus torminalis* (L.) Crantz narastu obično do 10 cm dužine i 7 cm širine, tamno zelene su boje te sadrže pet do devet oštih i raširenih režnjeva. Bijeli cvjetovi poredani su u cvatu od 20-30 cvjetova, a njihovo oprašivanje provode različiti kukci. Jedinke počinju davati plodove kada stablo dosegne dob od 15-20 godina. Plodovi imaju promjer 10-15 mm, a boja prelazi od zelene do crvenkaste, odnosno smeđe boje.

Brekinja je submediteranska vrsta čija se rasprostranjenost pruža na području južne, zapadne i središnje Europe te u planinskim staništima sjeverozapadne Afrike i jugozapadne Azije.

Najveći broj jedinki smješten je u Francuskoj te u balkanskoj regiji, a najveća nadmorska visina gdje je zabilježen rast brekinje iznosi 2200 m u Anatojiji (jezero Van). Također jedinke ove vrste pojavljuju se i na nadmorskoj visini od 900 m na padinama planine Jura te u dolinama Alpa.

Isto tako brekinja je relativno otporna biljna vrsta koja podnosi oštre zimske uvjete, kasne mrazeve i temperature od -5°C koje se mogu pojaviti u travnju. Tijekom vegetacije potrebna joj je određena količina topline stoga se sve rjeđe pojavljuje u planinskim područjima sjevernih krajeva kao i na padinama okrenutim prema sjeveru ili hladnim dolinama. Optimalna prosječna godišnja temperatura kreće se između 10°C i 17°C , najprihvatljivija količina padalina je u rasponu od 700 do 1500 mm^3 , a minimalna godišnja količina padalina ne bi smjela biti ispod 500 mm^3 .

Predstavlja vrlo tolerantnu vrstu što se tiče karakteristika tla na kojima može doći do njenog rasta. Uspijeva na kiselim i bazičnim tlima (od gline do vapnenca), odnosno u rasponu vrijednosti pH od 3,5 do 8. Optimalan rast postiže na toplo-suhim vapnenačkim tlima dok na suhim, pjeskovitim tlima i vlažnim, močvarnim ne dolazi do optimalnog rasta ove vrste (Welk i sur., 2016).

2.3. TAKSONOMIJA I RASPROSTRANJENOST JAREBIKE U REPUBLICI HRVATSKOJ

2.3.1. Taksonomija jarebike (*Sorbus aucuparia* L.)

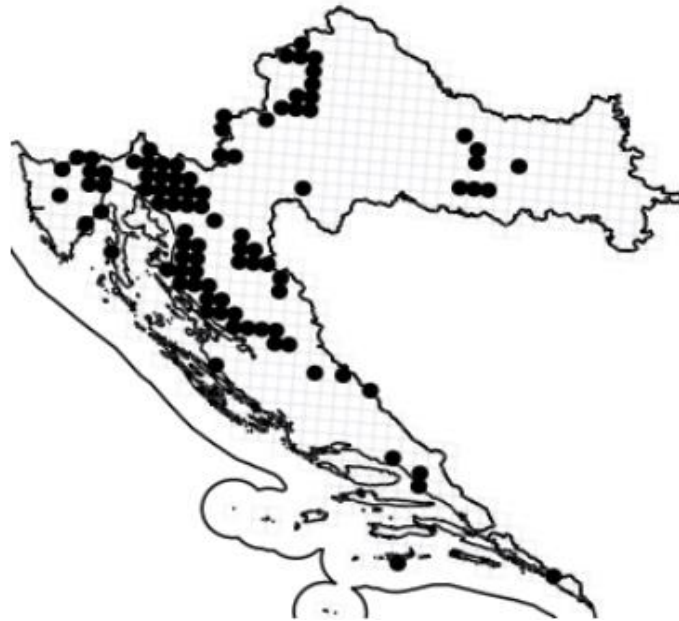
Prikaz taksonomije jarebike dan je u tablici 1.

Tablica 1. Taksonomija jarebike (*Sorbus aucuparia* L.) (USDA)

Carstvo	<i>Plantae</i>
Odjeljak	<i>Magnoliophyta</i>
Razred	<i>Magnoliopsida</i>
Red	<i>Rosales</i>
Porodica	<i>Rosaceae</i>
Rod	<i>Sorbus</i> L.
Vrsta	<i>Sorbus aucuparia</i> L.

2.3.2. Rasprostranjenost jarebike u RH

Rasprostranjenost jarebike u Hrvatskoj (Slika 2) proteže se u 21 šumskoj zajednici, a njen najveći broj nalazi se u smrekovim, jelovim i bukovo-jelovim zajednicama koje su prisutne na području Gorskog kotara i Velebita. Također, nastanjuje zone bijelog graba, hrasta kitnjaka, brdske bukove šume i pretplaninske šume bukve i smreke. Drveće jarebike raste u listopadnim šumama, najvećim dijelom u bukovim šumama, ali i u šumama smreke. Na takvim područjima ne dolazi do cvata jarebike te se pojavljuje kao nisko drvo. Neka od lokaliteta na kojima dolazi do rasta jarebike su: Vratnik, Mali Rajinac, Zavižan, Rožanski Kukovi, Lomska Duliba, Lubenovačka Vrata, Veliki Kozjak, Ljubičko Brdo, Stupačinovo, Oštarije, Ramino Korito, Šugarska Duliba, Visočica, Medačka Staza, Sveto Brdo, Crnopac, Tremzina, Plitvička Jezera (Drvodelić i sur., 2019).



Slika 2. Rasprostranjenost jarebike u Republici Hrvatskoj (Anonymous 1, 2005)

2.4. LJEKOVITA SVOJSTVA JAREBIKE

Tijekom godina provode se razna istraživanja koja ispituju kemijski sastav različitih dijelova biljaka poput listova, cvjetova i plodova. Među tvarima prisutnim u tim strukturama biljnih vrsta fitokemikalije privlače veliku pozornost zbog širokog spektra bioloških svojstava. Fenolni spojevi, koji čine skupinu fitokemikalija, povezuju se s učincima kao što su: antidijabetički, antikancerogeni, antioksidativni, protuupalni te stanični regulatorni učinci (Bobinaitė i sur., 2020).

Plodovi biljke jarebike u svom sastavu sadrže različite fitokemikalije poput organskih kiselina, karotenoida, mikroelementa, askorbinske kiseline i fenolnih spojeva, posebno fenolne kiseline. Razna biološka svojstva koja sadrže plodovi ove biljke, zbog sadržaja fitokemikalija, pokazuju višestruku ulogu u narodnoj medicini te se koriste za liječenje gastrointestinalnih poremećaja i bronhitisa. Isto tako primjenjuju se i zbog svojih diuretskih, protuupalnih, vazorelaksantnih i antidijabetičkih svojstava te predstavljaju izvor vitamina (Bobinaitė i sur., 2020). Također, jarebika se može upotrebljavati kao: adstringent, antidijaroič, antimikrobik, antireumatik, antiskorbutik, antiseptik, antitusik, digestiv, dijabetik, emenagog, holagog i purgativ (Drvodelić i sur., 2019). Kao što je prikazano plodovi jarebike pokazuju mnoge uloge u liječenju i prevenciji raznih stanja. Osim navedenih postoje još mnoga stanja

za koje se vjeruje da plodovi jarebike imaju određene dobrobiti. Iako perspektivna obzirom na pogodnosti koje sadrži, jarebika je relativno nedovoljno istražena stoga su potrebna daljnja sistemska ispitivanja kako bi se sve njene uloge u potpunosti razjasnile te kako bi se objasnili mehanizmi njenog djelovanja kod različitih stanja.

Osim što imaju povoljne učinke na ljudski organizam, svježi plodovi jarebike u većim količinama mogu biti toksični. Razlog zbog kojeg može doći do toksičnog učinka je prisutnost parasorbinske kiseline koja djeluje nadražujuće na sluznicu želuca i probavnog trakta. U proizvodima kao što su džem, sirup i ostalim proizvodima koji se termički obrađuju toksični učinak parasorbinske kiseline nestaje stoga takvi proizvodi nisu opasni te se mogu konzumirati u većim količinama za razliku od svježih plodova jarebike. (Drvodelić i sur., 2019).

2.5. PARAMETRI KOJI UTJEČU NA RAST JAREBIKE

Razni okolišni parametri imaju utjecaja na karakteristike biljke, njen rast i razvitak. Među njima najznačajniju ulogu imaju temperatura, vrsta tla, voda i vlaga te svjetlo. *Sorbus aucuparia* L. podnosi relativno širok raspon klimatskih uvjeta u kojima može doći do rasta, a taj raspon se proteže od kontinentalnih do oceanskih klimatskih područja. Vrsta tla također utječe na rast i razvoj stoga su tla bogata nutrijentima optimalna kako bi biljka primila sve potrebne hranjive tvari. Tla s lošijim hranjivim statusom nisu u stanju osigurati sve potrebne nutrijente za postizanje adekvatnog rasta, međutim jarebika uspijeva na mnogim vrstama tla te se prilagođava prisutnim uvjetima. Osim toga jarebika uspijeva i na visokim nadmorskim visinama te u okolišu zagađenom sumporom što ukazuje na prilagodljivost ove vrste koja može rasti u prilično surovim uvjetima (Saebo i Johnsen, 2000).

2.5.1. Klimatski uvjeti

Temperatura okoliša predstavlja značajan faktor koji utječe na rast i razvoj biljke. Svaka biljna vrsta sadrži optimalan raspon temperature pri kojoj se različite metaboličke reakcije unutar biljke idealno provode. Kako temperatura utječe na rast jarebike još nije dovoljno istraženo te su potrebna daljnja ispitivanja, ali su poznati određeni temperaturni parametri koji imaju utjecaja. Tako je poznato da u početnim fazama vegetacijskog razdoblja hladno tlo

pogoduje rastu dok sam rast započinje ispod temperature od 5,6 °C. Također cvatnja se ne može odviti ako se određeni uvjeti nisu ispunili: minimalno 750 sati pri kojoj je temperatura zraka ispod 7 °C te ukupan broj sati prosječnih temperatura zraka iznad 6 °C da iznosi 160 (Drvodelić i sur., 2019).

Visoke temperature smatraju se ograničavajućim faktorom većoj rasprostranjenosti jarebice u Europi. Iako pod uvjetom da ima dovoljno vode i ne postoji vodni stres ova biljka može rasti pri relativno visokim temperaturama. Jedna od prilagodbi jarebice na vremenske uvjete je i kratko vegetacijsko razdoblje u staništima gdje nastupaju hladne zime. U tim područjima dolazi do prestanka rasta izbojaka relativno rano čime se omogućava potpuno formiranje pupova prije nego nastupe nepovoljni uvjeti odnosno temperature smrzavanja. Ipak, uvidjelo se da visoke temperature same po sebi ne utječu na rasprostranjenost jarebice već da ograničavajući faktor predstavlja slaba otpornost na sušu. Tijekom vremena došlo je do prilagodbe na rast pri visokim temperaturama te na formiranje izbojaka prije nastupanja hladnih zima čime se skratilo vegetacijsko razdoblje. Time se omogućila veća rasprostranjenost stabla i rast u uvjetima koji nisu optimalni za ovu vrstu (Raspe i sur., 2000).

2.5.2. Tlo

Vrsta tla jedna je od važnih komponenti koje utječu na biljku jer iz tla biljka crpi hranjive tvari potrebne za rast i razvoj. Prema svom sastavu postoje različite vrste tla koja su pogodna za različite vrste biljaka. Jarebika raste u dobro dreniranim tlima jer takva tla omogućavaju odvod vode umjerenom brzinom. Prolaz vode ne događa se prebrzo niti presporo te je time omogućeno da biljka upije dovoljnu količinu vode koja joj je potrebna. U močvarnim područjima s velikom količinom vode nije zabilježen rast jarebice, međutim kisela tla koja nisu preplavljena vodom pogoduju njenom rastu.

Rast jarebice primjećen je na siromašnim tlima koja nemaju optimalnu količinu hranjivih tvari međutim tada je i stopa rasta nešto niža. Na hranjivim tlima dolazi do bržeg rasta što je povezano s većom količinom tvari potrebnih za sami rast biljke. Stoga, iako može doći do razvoja i rasta drveća na siromašnom tlu, ono ne dostiže veličinu koju mogu dosegnuti drveća koja su rasla na hranjivom tlu. Analizom lišća drveća koja su rasla u kiselom (pH 3,2) odnosno vapnenastom tlu (pH 6,6) nije uočena statistički značajna razlika između uzoraka: N 5,9 mg g⁻¹; P 2,8 mg g⁻¹; K 12 mg g⁻¹. Razlika se pokazala u količini Ca ovisno o mjestu rasta:

drveće koje je raslo na kiselom tlu sadržavalo je manje Ca (5 mg g^{-1}) od onog drveća koje je raslo na vapnenačkom tlu ($11,5 \text{ mg g}^{-1}$).

U ispitivanju koje je proveo Findlay (1999) na plodnim tlima primijećen je povećan rast *Sorbus aucuparia* dok je na manje plodnim tlima rast bio manji. Međutim na manje plodnim tlima koja nisu sterilizirana došlo je do poboljšanja rasta biljke što ukazuje na to da mikrobnе komponente prisutne u tlu mogu povećati unos hranjivih tvari na rubnim mjestima.

Na području sjeverozapadne Škotske, na njenim planinskim i obalnim rubovima, jarebika predstavlja najzastupljeniju vrstu. Tla prisutna na tim područjima su smeđi rankeri, treset, tresetni podzoli i tresetni glejevi dok je zabilježen rast i na vapnenačkom tlu, ali jedinke na tom području su bile kratkotrajne.

U Francuskoj je primijećena razlika u sastavu tla na nižim u odnosu na više nadmorske visine gdje dolazi do rasta *Sorbus aucuparia*. Na višoj nadmorskoj visini, odnosno u planinskom pojasu i većim visinama, dolazi do rasta na tlima s karbonatima. Na nižoj nadmorskoj visini tla na kojima dolazi do pojave jarebice su relativno siromašna, kisela tla (Raspe i sur., 2000).

2.5.3. Voda i vlaga

Količina vode koju biljka primi putem korijenja utječe na razne procese koji se odvijaju unutar biljke. Potrebna količina oborina za optimalan rast jarebice kreće se između 500 do 1350 mm. Sušna razdoblja, smanjena vlažnost stanica i tkiva te visoki vodni stres uvjeti su koji ne odgovaraju ovoj biljnoj vrsti. Najbolji rast i razvoj događaju se na područjima hladne i vlažne klime gdje je prisutna dovoljna količina vlage u tlu te količina vode tijekom razdoblja suše. Stoga u ljetnim mjesecima kada su temperature relativno visoke, jarebika dobro podnosi takve uvjete ako je prisutna adekvatna količina vlage. Rastom nadmorske visine dolazi do povećanja količine oborina čime se poboljšava vlažnost tla. Istraživanja provedena u Škotskoj pokazala su da jedinke koje su rasle na višoj nadmorskoj visini sadrže pupove koji su bili tolerantniji na vodni deficit do kojeg dolazi u zimskim mjesecima od jedinki koje su rasle na morskoj razini. *Sorbus aucuparia* iako dobro podnosi relativno širok raspon vlage u tlu, nije adaptirana za rast u tlima stalno natopljenim vodom. (Drvodelić i sur., 2019).

Prilikom proučavanja odnosa količine vode s brojem grmlja u sjevernoj Njemačkoj, Linnenbrink i sur. (1992) klasificirali su jarebiku kao euhidričnu biljnu vrstu. Tijekom ispitivanja mjerili su količinu vode koja se nalazila u listovima biljke te je ona je ovisila o

tome gdje se lišće nalazilo u krošnji drveća. U odnosu na *Sambucus nigra*, količina vode nije fluktuirala previše kod *Sorbus aucuparia* tijekom sezone vegetacije, a smatra se da je do toga došlo zbog veće alokacije otopljenih tvari na lišću. Također ispitala su se oštećenja do kojih dolazi na lišću te se uvidjelo da obje biljne vrste, *Sorbus aucuparia* i *Sambucus nigra*, podnose nedostatak zasićenja lišća vodom do 40 %. Međutim, oštećenja na listovima pojavila su se prije kod *S. aucuparia*, do isušivanja je došlo 4 ± 5 sati početkom ljeta, dok je kod *Sambucus nigra* do isušivanja listova došlo tek nakon 14 h. (Raspe i sur., 2000).

2.5.4. Svjetlo

Biljne vrste osjetljive su na dostupnost sunčeve svjetlosti. U procesu fotosinteze iz supstrata ugljikova dioksida i vode, nastaju glukoza i kisik uz pomoć sunčeve svjetlosti. Time se osigurava nastanak energije u obliku glukoze koja je potrebna biljci za rast i razvoj. Kada biljka ne bi primila dovoljno svjetla, proces fotosinteze se ne bi mogao provoditi čime bi se onemogućilo normalno odvijanje procesa unutar biljke i ona se ne bi mogla dalje razvijati (Lambers i sur., 2008)

Ovisno o dostupnosti svjetla na određenom području biljne vrste prilagođavaju se navedenim uvjetima. Na velikoj nadmorskoj visini i visokoj geografskoj širini dolazi do prilagodbe na količinu sunčeve energije i temperaturu te jarebika dovršava svoj ciklus rasta u okviru kratke sezone rasta. Time je omogućeno dovoljno vremena kako bi došlo do očvršćavanja izbojaka prije dolaska zime, a s tim i nižih temperatura i smanjene količine svjetla. Također za *Sorbus aucuparia* smatra se da je relativno otporna na sjenu odnosno sjenovita područja. To svojstvo posebno je izraženo u vrijeme sadnje biljke kada kod jarebika dolazi do povećanja suhe mase što se u određenih drugim vrstama, poput *Betula pendula* i *Quercus petraea*, ne događa. (Raspe i sur., 2000).

2.6. ANTIOKSIDACIJSKA SVOJSTVA

Antioksidacijska svojstva raznih biljnih vrsta sve su više poznata te svakim danom raste spoznala o učincima koje antioksidansi imaju. Tome pridonose brojna ispitivanja o ulozi antioksidansa, a najzaslužniji su za sprječavanje nastanka slobodnih radikala te prekidanja lančanih reakcija do kojih dolazi, a u kojima sudjeluju slobodni radikali. U ljudskom organizmu djelovanjem različitih procesa dolazi do oksidativnog stresa, odnosno do povećanja broja reaktivnih kisikovih vrsta (ROS). Takvi spojevi ulaze u reakcije s molekulama koje se nalaze u stanici te uzrokuju njihova oštećenja. Značajnu ulogu u adekvatnoj zaštiti od ROS-a i njihovog štetnog učinka ima endogeni antioksidativni sustav, a najvažnija skupina antioksidansa koja štiti organizam od oštećenja čine biljni fenoli. Njihovo antioksidacijsko djelovanje predstavlja važan mehanizam kojim biljni lijekovi i sastojci hrane ostvaruju svoje učinke. Djelovanje tih tvari očituje se u prevenciji procesa starenja i mnogih kroničnih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti, ateroskleroza, katarakta, diabetes mellitus, neurodegenerativni poremećaji, hepatotoksičnost, upala, promocija tumora i rak. Osim što pokazuju snažne učinke u organizmu, ono što ih često razlikuje od sintetičkih fenolnih spojeva je njihova niska toksičnost. Međutim pronađena je tek nekolicina dovoljno bogatih izvora fenolnih spojeva koji bi se mogli koristiti u proizvodnji prirodnih antioksidansa (Olszewska i Michel, 2009).

2.6.1. Antioksidacijska svojstva jarebice

Različite vrste roda *Sorbus* predmet su sve većeg broja ispitivanja, osobito njihove antioksidacijske aktivnosti. Antioksidacijsko djelovanje plodova, nekih od vrsta roda *Sorbus*, povezano je s prisustvom raznih polifenolnih spojeva, a pokazalo se da ukupna količina fenolnih spojeva ima visoku korelaciju s antioksidativnim djelovanjem. Stoga povećanjem broja fenolnih spojeva prisutnih u biljnoj vrsti dolazi do povećanja u antioksidacijskoj aktivnosti koju ta biljna vrsta ispoljava. Fenolni spojevi prisutni unutar *Sorbus* roda kreću se od jednostavnih fenolnih kiselina do nešto složenijih proantocijanidina kao što su tanini. U pojedinim dijelovima biljke (plod, cvat, list) prepoznate su različite fenolne kiseline (pretežno klorogenska, neoklorogenska i druge hidrokisicinske kiseline). Također pratili su ih flavonoli poput konjugata kvercetina, kempferola, seksangularetina te izorhamnetina, niža količina antocijana (derivati cijanidina) i kondenzirani procijanidini (Olszewska i Michel, 2009).

U istraživanju koje su proveli Mlcek i suradnici (2014) ispitivala su se antioksidacijska svojstva jarebrike, odnosno ukupan sadržaj fenola (TPC), ukupni antioksidacijski kapacitet (TAC), ukupan sadržaj flavonoida (TFC) i sadržaj askorbinske kiseline (AAC). Uz antioksidacijsku aktivnost, ispitivala se i aktivnost uklanjanja dušikovog oksida (NO), superoksidnog aniona (SA), hidroksilnog radikala (HA) i peroksidacije lipida (LP). Uspoređivali su se rezultati antioksidacijske aktivnosti plodova divlje vrste jarebrike sa 6 uzgajanih sorti koje su se nalazile u voćnjaku Sveučilišta Mendel u Brnu. Prijašnja ispitivanja pokazala su da križanja različitih sorti jarebrike dovodi do većeg sadržaja antioksidansa, osobito do veće koncentracije fenola.

Sorbus aucuparia sadrži značajnu količinu polifenola, a osobito je visoka koncentracija flavonoida koji uz prisustvo askorbinske kiseline predstavljaju visok antioksidacijski kapacitet jarebrike. U ispitivanju su uzgajane sorte jarebrike dobivene križanjem pokazale veću antioksidacijsku aktivnost nego divlja vrsta. Ukupan sadržaj fenola (TPC), ukupni antioksidacijski kapacitet (TAC), ukupan sadržaj flavonoida (TFC) i sadržaj askorbinske kiseline (AAC) bio je manji u divlje jarebrike, stoga ta biljna vrsta pokazuje slabija antioksidacijska svojstva u usporedbi s ostalim sortama u istraživanju. Sadržaj galne kiseline (polifenolni spoj) u divlje jarebrike u prosjeku je bio 4,27 grama galne kiseline kg^{-1} svježeg ploda, dok se u uzgajanim sortama kretao između 5,5 do 10,14 g kg^{-1} ovisno o sorti. Na dobivene vrijednosti utječu razni čimbenici kao što je sorta jarebrike, uvjeti tokom godine, utjecaj tla, klimatski uvjeti itd. Isto tako dobivene su vrijednosti za aktivnost uklanjanja reaktivnih kisikovih vrsta (ROS) i reaktivnih dušikovih vrsta (RNS) ekstrakta plodova jarebrike. Prikazani rezultati upućuju na umjerenu inhibicijsku sposobnost na hidroksilni radikal (16,12-24,73 %), superoksidni anion (26,74-34,02 %), dušikov oksid (24,75-31,39 %) i lipidnu peroksidaciju (7,93-13,12 %). U usporedbi s drugim biljnim vrstama poput jabuke i duda, jarebrika pokazuje veću aktivnost uklanjanja ROS-a i RNS-a. Jarebrika predstavlja namirnicu koja sadrži znatnu količinu polifenolnih spojeva s antioksidacijskom sposobnosti te pokazuje visoku aktivnost u uklanjanju slobodnih radikala (Mlcek i sur., 2014).

Tablica 2. Antioksidacijska aktivnost različitih sorti jarebike (prema Mlcek i sur., 2014)

Kultivar	Ukupan sadržaj fenola	Antioksidacijski kapacitet	Ukupan sadržaj flavonoida	Askorbinska kiselina
Divlja jarebika	4,27 ± 0,59 ^a	6,73 ± 0,35 ^a	3,11 ± 0,27 ^a	1,19 ± 0,21 ^a
Burka	7,89 ± 0,47 ^b	8,29 ± 0,40 ^b	4,89 ± 0,34 ^b	1,63 ± 0,19 ^b
Dezertnaya	6,52 ± 0,51 ^c	7,96 ± 0,59 ^b	4,18 ± 0,36 ^b	2,18 ± 0,23 ^c
Granatina	8,11 ± 0,71 ^b	9,62 ± 0,52 ^c	5,65 ± 0,25 ^c	2,10 ± 0,22 ^c
Granatnaya	8,19 ± 0,56 ^b	9,50 ± 0,57 ^c	5,35 ± 0,27 ^{bc}	2,15 ± 0,20 ^c
Likernaya	4,35 ± 0,60 ^a	6,58 ± 0,37 ^a	3,37 ± 0,20 ^a	1,54 ± 0,20 ^b
Titanovaya	6,28 ± 0,45 ^c	7,39 ± 0,39 ^{ab}	4,70 ± 0,25 ^b	1,51 ± 0,25 ^b

*Ukupan sadržaj fenola (grami galne kiseline kg⁻¹ svježe mase); antioksidacijski kapacitet (grami askorbinske kiseline kg⁻¹ svježe mase); ukupan sadržaj flavonoida (grami rutina kg⁻¹ svježe mase); askorbinska kiselina (grami askorbinske kiseline kg⁻¹ svježe mase) u plodovima određene sorte jarebike, n = 10.

Napomena: različiti nadnatpisi u svakom stupcu ukazuju na značajne razlike u srednjoj vrijednosti pri P < 0,05.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

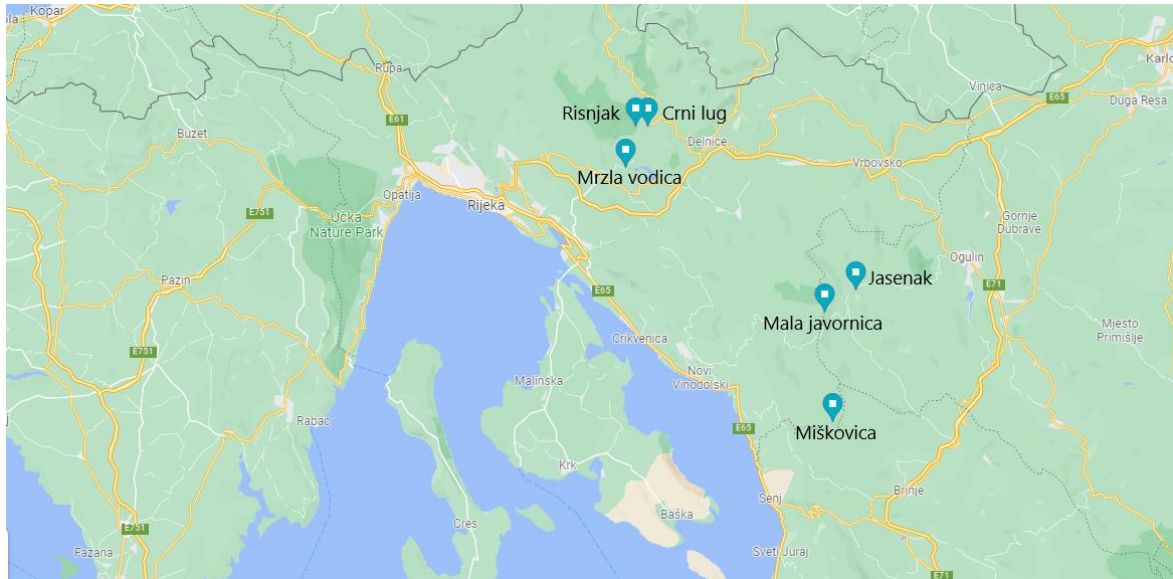
3.1. MATERIJALI

Eksperimentalni dio rada sastojao se od određivanja kemijskog sastava plodova biljke jarebike (*Sorbus aucuparia* L.). Plodovi ove biljke prikupljeni su na području Gorskog kotara u listopadu 2020. godine kada su plodovi dosegli odgovarajuću zrelost za branje. Uzorci su prikupljeni na 6 različitih lokaliteta na području Gorskog kotara: Crni Lug, Jasenak, Miškovića, Mala Javornica, Mrzla Vodica i Risnjak (Slika 3). Na svakom pojedinom lokalitetu prikupljeno je od minimalno 3 do maksimalno 7 različitih uzoraka stoga ukupan broj uzoraka na kojima se određivao kemijski sastav ploda jarebike iznosi 33 uzorka. Uzorci su bili razvrstani i preneseni u plastične vrećice te su odgovarajuće označeni obzirom na lokalitet i broj uzorka. Čuvanje uzoraka odvijalo se u zamrzivaču kako bi se gubitak svih prisutnih tvari u plodovima potpuno zaustavio ili maksimalno umanjio.

Radi lakšeg pregleda i rukovanja s uzorcima svakom uzorku je dodijeljena kratica obzirom na lokalitet i redni broj. Navedena podjela prikazana je u tablici 3:

Tablica 3. Podjela uzoraka obzirom na lokalitet

Lokalitet	Kratica	Redni broj uzorka
Crni Lug	CL	1.-6.
Jasenak	JA	7.-11.
Miškovića	M	12.-14.
Mala Javornica	MJ	15.-20.
Mrzla Vodica	MV	21.-26.
Risnjak	R	27.-33.



Slika 3. Raspodjela lokaliteta na području Gorskog kotara (vlastiti izvor)

3.2. METODE RADA

Nakon prikupljanja potrebnih uzoraka za analizu kemijskog sastava jarebice, plodovi biljke su prebačeni u plastične vrećice, razvrstani po uzorcima te spremljeni u zamrzivač. Plodovi jarebice su prije provođenja analiza usitnjeni pomoću miksera na sitne komadiće kako bi se analiza što bolje mogla provesti. Usitnjeni komadići plodova su homogenizirani te pomoću špatule prenijeti u plastične čašice označene s navedenom lokacijom i brojem uzorka. Nakon što bi se jedan uzorak usitnio, mikser se potpuno očistio kako ne bi došlo do miješanja različitih uzoraka te time do pogrešnih rezultata analize. Masa uzorka iznosila je otprilike 50 g, međutim kod 2 uzorka nije bilo dovoljne količine plodova stoga je njihova masa bila nešto manja. Plastične čašice spremljene su u zamrzivač za vrijeme cijelog eksperimenta. Kada su određeni uzorci bili potrebni za analizu odmrzavali su se na sobnoj temperaturi i tada koristili za rad.

3.2.1. Određivanje udjela vode

Udjel vode u namirnicama se može odrediti fizikalnim ili kemijskim metodama. Udjel vode u plodovima jarebice određivao se sušenjem, metodom koja spada u grupu fizikalnih indirektnih metoda. Izuzima se uzorak plodova jarebice čija nam je masa poznata i koja se

suši na temperaturi od 105 °C u zračnoj sušnici. Time dolazi do isparavanja vode iz uzorka čime dolazi do smanjenja mase uzorka. Postupak traje nekoliko sati dok se ne dobije konstantna masa uzorka.

Princip: Metoda spada u grupu indirektnih metoda jer količinu vode u namirnici ne dobivamo direktno, nego se mjeri ostatak koji zaostaje nakon sušenja. Udjel vode izračunava se iz razlike u masi uzorka prije i poslije procesa sušenja (AOAC 925.40, 2000).

Postupak: Aluminijske posudice prije procesa sušenja s uzorkom trebaju se osušiti bez uzorka. Posudice s kvarcnim pijeskom i staklenim štapićem stavljaju se u zračnu sušnicu (tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb) 30 minuta na temperaturu od 105 °C. Stakleni štapić služi za bolju homogenizaciju uzorka unutar posudica. Nakon sušenja posudice se prebacuju u eksikator gdje se hlade te slijedi vaganje ohlađenih posudica bez uzorka. U označene aluminijske posudice poznate mase odvagano je 2 g prethodno odmrznutih i homogeniziranih plodova jarebike. Pomoću staklenog štapića uzorak je homogeniziran te pomiješan s kvarcnim pijeskom. Posudice s uzorkom su smještene u zračnu sušnicu na proces sušenja koji se odvijao pri temperaturi od 105 °C, a proces sušenja je trajao 4 sata. Poklopci posudica nisu se nalazili na posudicama već su bili naslonjeni sa strane posudica. Posudice su zatim prebačene u eksikator kako bi se ohladile do sobne temperature nakon čega se važu na analitičkoj vagi (tip 2615, Tehnica, Železniki). Iz dobivenih rezultata izračunava se količina prisutne vode u uzorcima.

Račun:

$$\% \text{ vode} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100 \quad [1]$$

gdje je:

m_1 – masa prazne aluminijske posudice (g)

m_2 – masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g)

m_3 – masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja (g)

3.2.2. Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)

Namirnice biljnog i životinjskog podrijetla u svom sastavu sadrže mineralne tvari. Poznavanjem njihovog udjela dobivaju se važni podaci o podrijetlu, načinu prerade te o patvorenju namirnica. Ukupni udio mineralnog ostatka može se odrediti kao udjel pepela u namirnicama što predstavlja preostali anorganski dio koji se dobiva spaljivanjem čitave organske tvari. Tehnikom atomske apsorpcijske spektrofotometrije (spektrofotometrijski) iz otopine pepela mogu se odrediti pojedine mineralne tvari te njihov ukupni udjel i međusobni odnosi. Analizom namirnica pojedinim analitičkim metodama poput određivanja udjela pepela ispituju se zdravstvena ispravnost i kvaliteta prehrambenih proizvoda.

Princip: Prethodno usitnjeni i homogenizirani uzorak se prvo karbonizira spaljivanjem na plameniku, nakon čega se mineralizira (suhim putem) u mufolnoj peći pri određenoj temperaturi. Postupak mineralizacije traje do postizanja jednoličnog svijetlo sivog pepela ili do pepela konstantne mase (AOAC 923,03, 2000).

Reagensi:

- Destilirana voda

Postupak: Porculanska zdjelica bez uzorka se prvo žari, zatim se hladi u eksikatoru do sobne temperature te važe na analitičkoj vagi (tip 2615, Tehtnica, Železniki). Odvagne se 3 g homogeniziranog uzorka u porculansku zdjelicu nakon čega se zagrijava na plameniku. Proces zagrijavanja traje dok uzorak potpuno ne pougljeni, odnosno dok se ne provede karbonizacija (Slika 4). Slijedi zagrijavanje u mufolnoj peći (tip Heraeus KR-170, W. C. Heraeus GmbH, Hanau) na temperaturi od 550 °C dok se ne postigne jednolična svijetlo siva boja uzorka bez crnih točkica. Ukoliko ostanu određene crne čestice, uzorak se može navlažiti s malo vode kako bi se soli otopile nakon čega se suši u sušnici i nastavlja se proces mineralizacije u mufolnoj peći. Nakon mufolne peći zdjelice s pepelom se prenose u eksikator na hlađenje do sobne temperature. Ohlađeni uzorci se važu na analitičkoj vagi te se računa količina preostalog pepela.

Račun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * 100 \quad [3]$$

gdje je:

m_1 – masa prazne porculanske zdjelice (g)

m_2 – masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g)

m_3 – masa porculanske zdjelice i pepela (g)



Slika 4. Uzorci plodova jarebike nakon karbonizacije (vlastiti izvor)

3.2.3. Određivanje udjela masti metodom po Soxhletu

Skupinu masti najvećim dijelom čine triacilgliceroli, a u manjem postotku zastupljeni su monoacilgliceroli, diacilgliceroli, voskovi, fosfolipidi te ugljikovodici, steroli, vitamini, pigmenti, prirodni antioksidansi, nosioci okusa i mirisa. Određivanje masti u namirnicama moguće je zbog njihove nemogućnosti otapanja u vodi, odnosno mogućnosti otapanja u

organskim otapalima. Osim toga ne sadrže određena zajednička kemijska svojstva na temelju kojeg bi se mogli određivati u hrani.

Princip: Višekratna kontinuirana ekstrakcija masti organskim otapalom u posebno načinjenoj Soxhletovoj aparaturi (AOAC 989.05, 2000).

Reagensi:

- Medicinski benzen

Postupak: Prethodno odmrznuti uzorci plodova jarebice su izvagani na tehničkoj vagi. Uzeto je oko 15 g uzorka iz plastičnih čašica. Za dva uzorka nije preostalo dovoljno količine plodova stoga se za njih nije određivao udio masti (Crni Lug 1, Risnjak 1). Uzorci su prenijeti u označene porculanske zdjelice i stavljeni u zračnu sušnicu (tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb) na sušenje kako bi se smanjila količina vode. Nakon što su uzorci osušeni i ohlađeni na sobnu temperaturu prebacuju se špatulom u označene i prethodno izvagane papirnate čahure. Papirnate čahure se zatvaraju s odmašćenom suhom vatom iza kojeg slijedi vaganje čahure zajedno s osušenim uzorkom. Pripremljena čahura postavlja se u srednji dio Soxhletove aparature (INKO tip SK6 ESS, Zagreb) koji se naziva ekstraktor te se spaja s hladilom i tikvicom u kojoj se nalazi nekoliko staklenih kuglica. Prije procesa ekstrakcije tikvica je također osušena u zračnoj sušnici na 105 °C, ohlađena u eksikatoru i izvagana na analitičkoj vagi (tip 2615, Tehnica, Železniki). Pomoću lijevka u ekstraktor se dodaje otapalo dok se ne napuni te se preko kapilarne cjevčice pusti u tikvicu. Količina otapala je oko polovice tikvice, a volumen otapala ne smije prelaziti $\frac{3}{4}$ ukupnog volumena tikvice. Putem hladila pušta se mlaz vode te počinje zagrijavanje u pješčanoj kupelji. Potrebno je regulirati temperaturu zagrijavanja i ona bi trebala biti takva da kondenzirane kapljice otapala padaju tako da se jedva mogu brojati. Proces ekstrakcije (Slika 5) traje 5 sati i prekida se u trenutku kada se otapalo prelije iz ekstraktora u tikvicu. Slijedi rastavljanje aparature po Soxhletu, a tikvice se premještaju u zračnu sušnicu i suše 1 sat nakon čega se hlade u eksikatoru i važu na analitičkoj vagi iz čega se dobivaju rezultati o količini masti u uzorcima plodova jarebice.

Račun:

$$\% \text{ masti} = \frac{b-a}{m} * 100 \quad [4]$$

gdje je:

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane mase (g)

m – masa uzorka (g)



Slika 5. Ekstrakcija masti u aparaturi po Soxhletu (vlastiti izvor)

3.2.4. Određivanje udjela proteina metodom po Kjeldahlu

Većina metoda udio proteina u namirnicama ne određuje direktno već indirektno iz udjela dušika. Razlog tomu je to što proteini čine dosta veliku skupinu strukturno složenih spojeva. Metoda koja se najčešće koristi za određivanje udjela proteina u namirnicama je metoda po Kjeldahlu u kojoj se utvrđuje ukupni dušik prisutan u NH- skupinama. Dobiveni udio dušika se preračunava u udio proteina u hrani množenjem s odgovarajućim faktorom F koji je različit za različite vrste namirnica.

Princip: Dolazi do razaranja organske tvari u uzorku zagrijavanjem uz dodatak sumporne kiseline i Kjeldahlovih tableta koje djeluju kao katalizator u reakciji. Ubrzavaju reakciju tako što povisuju temperaturu vrelišta kiseline čime dolazi do oslobađanja proteinskog i neproteinskog dušika koji zaostaje u obliku amonijevih soli (amonijev sulfat). Dodatkom natrijeva hidroksida dolazi do oslobađanja amonijaka iz amonijeva sulfata koji se zatim predestilira bornom kiselinom pri čemu nastaje amonijev borat koji se titrira klorovodičnom kiselinom (AOAC 992.15, 2000).

Reagensi:

- 95 % -tna sumporna kiselina (H_2SO_4)
- Kjeldahlove tablete
- 40 % -tni natrijev hidroksid (NaOH)
- 4 % -tna borna kiselina (H_3BO_3)
- Klorovodična kiselina (HCl)
- 30 % -tni vodikov peroksid (H_2O_2)

Postupak: Na analitičkoj vagi (tip 2615, Tehnica, Železniki) na komadiću aluminijske folije odvagano je 5 g homogeniziranog uzorka plodova jarebike. Uz pomoć veće pincete aluminijska folija s uzorkom je prebačena u kivetu od 500 mL kako bi grlo kivete ostalo čisto. U kivetu su dodane dvije Kjeldahlove tablete, 10 mL koncentrirane sumporne kiseline i 5 mL 30 % -tnog vodikova peroksida nakon čega se kiveta lagano protresla kako bi se uzorak pomiješao s kiselinom. Kivete s uzorcima su premještene u blok za spaljivanje gdje je proveden proces zagrijavanja. Prvo je provedeno lagano zagrijavanje iza kojeg bi se reakcija u kiveti smirila te je slijedilo zagrijavanje pri većoj temperaturi. Reakcija spaljivanja se odvijala sve dok u kivetama nije ostala bistra zeleno-plava tekućina koja nije sadržavala ostatke neizgorelih crnih čestica.

Nakon hlađenja kivete su premještene do sustava za destilaciju koji se provodio u destilacijskoj jedinici Kjeltec sustava (Foss Kjeltec8100). U Erlenmeyerovu tikvicu je dodano 25 mL borne kiseline te je smještena na postolje uređaja za destilaciju. Foss Kjeltec8100 je pripremljen za destilaciju tako što je namješten program koji dodaje 80 mL vode i 50 mL lužine. U sustav za destilaciju je postavljena kiveta s uzorkom te započinje proces destilacije. U tikvici za sakupljanje dolazi do pojave tekućine zelene boje što je znak prisutnosti NH_4^+ iona. Nakon destilacije sadržaj u tikvici je titriran s $0,1 \text{ mol L}^{-1} \text{ HCl}$ -om do pojave ružičaste

boje. Iz utrošenog volumena kiseline za titraciju uzorka i titraciju slijepe probe izračunava se postotak ukupnog dušika iz čega se dobiva ukupna količina proteina u uzorku.

Račun:

$$\% \text{ ukupnog N} = \frac{(T-B) * N * 14,007 * 100}{m} \quad [5]$$

$$\% \text{ proteina} = \% \text{ N} * F \quad [6]$$

gdje je :

T – volumen HCl utrošenog za titraciju uzorka (mL)

B – volumen HCl utrošenog za titraciju slijepe probe (mL)

N – molalitet kiseline

m – masa uzorka (mg)

F – faktor za preračunavanje % dušika u proteine (za jarebiku iznosi 6,25)

3.2.5. Određivanje udjela reducirajućih šećera

Obzirom na broj ugljikovih atoma i složenosti strukture ugljikohidrati se dijele na monosaharide (ne mogu se hidrolizirati u jednostavnije spojeve), disaharide (mogu se hidrolizirati na dvije molekule monosaharida) i polisaharide (hidrolizom daju više molekula monosaharida). Ugljikohidrati imaju sposobnost redukcije metala iz alkalnih otopina njihovih soli koje proizlazi iz prisutnosti slobodne aldehidne ili ketonske skupine ugljikohidrata. Alkalna otopina bakrova (II) sulfata pentahidrata i kalijeva natrijeva tartarata tetrahidrata (Fehlingova otopina) predstavlja reagens za određivanje ugljikohidrata na osnovi redukcijske sposobnosti ugljikohidrata. Određeni šećeri mogu izravno reducirati Fehlingovu otopinu pri čemu nastaje bakrov (I) oksid koji se taloži i koji se može odrediti gravimetrijski ili titracijski. Šećeri koji ne mogu izravno reducirati Fehlingovu otopinu nazivaju se nereducirajući šećeri i

oni se prvo moraju hidrolizirati na reducirajuće monosaharide te se onda određuju uz pomoć Fehlingove otopine. Njihova hidroliza se odvija djelovanjem kiseline ili odgovarajućih enzima.

Princip: Glukoza i fruktoza spadaju u skupinu izravno reducirajućih šećera (prirodni invert) koji se određuju na temelju njihovih reducirajućih svojstava. Dolazi do redukcije bakrova sulfata (CuSO_4), odnosno Fehlingove otopine u bakrov (I) oksid (Cu_2O) pri određenim uvjetima. Dobiveni talog Cu_2O se odvaja te se može odrediti gravimetrijski (vaganjem) ili titracijski nakon čega se iz empirijskih tablica očitavaju pripadajući udjeli šećera. Nereducirajući šećeri se prvo moraju hidrolizirati na reducirajuće monosaharide djelovanjem kiseline ili odgovarajućih enzima te iza slijedi određivanje pomoću Fehlingove otopine. Time se dobiva informacija o ukupnoj količini šećera u uzorku, odnosno ukupni invert (AOAC 925.35, 2000).

Reagensi:

- Zasićena otopina neutralnog olovog acetata
- Kalijev ili natrijev oksalat
- 20 % -tna klorovodična kiselina (HCl)
- 30 % -tni natrijev hidroksid
- Fenolftalein
- Otopina Fehling I
- Otopina Fehling II

Postupak: U laboratorijsku čašu od 250 mL odvagano je 10 g homogeniziranog uzorka plodova jarebice. Dodano je 100 mL destilirane vode u čašu te se sadržaj zagrijavao na plameniku uz povremeno miješanje staklenim štapićem. Proces zagrijavanja je trajao dok tekućina nije postala homogena. Sadržaj laboratorijske čaše je kvantitativno prenijet preko staklenog štapića u odmjernu tikvicu od 250 mL i ohlađen pomoću mlaza hladne vode. Zatim je u tikvicu u suvišku dodana otopina neutralnog olovog acetata u količini od oko 2 mL, sadržaj je promiješan te je do oznake dopunjena tikvica s destiliranom vodom. Sadržaj u tikvici se filtrira u drugu odmjernu tikvicu pri čemu se prvih nekoliko mililitara filtrata odbacuje. U tikvicu je dodan suhi kalij oksalat koji služi da se istaloži višak olova koji je korišten u procesu bistrenja, tikvica se ponovno promiješa i filtrira, također odbacujući prvih nekoliko mililitara filtrata. U odmjernu tikvicu od 100 mL prenijeto je 25 mL dobivenog filtrata te je dodano 10 mL 20 % -tne klorovodične kiseline i 20 mL vode nakon čega je

tikvica stavljena u vodenu kupelj na 10 minuta pri temperaturi od 60 °C (prve 3 minute sadržaj tikvice se mućka u kupelji). Nakon 10 minuta zagrijavanja u vodenoj kupelji tikvica je ohlađena te se sadržaj neutralizira s 30 % -tnom otopinom natrijeva hidroksida uz dodatak indikatora iza čega se tikvica dopuni do oznake. U Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL dodano je 25 mL pripravljene Fehling I otopine, 25 mL pripravljene Fehling II otopine, 25 mL filtrata i 25 mL vode nakon čega se tikvica zagrijavala na plameniku preko azbestne mrežice pri čemu je tikvica prekrivena satnim stakalcem. Važno je da se plamenik namjesti tako da sadržaj u tikvici zavrije u vremenu od 4 minute, a vrenje se nastavlja još 2 minute. Dobiveni sadržaj tikvice, dok je još vruć, se filtrira kroz osušeni, ohlađeni i izvagani porculanski filter određene poroznosti. Filtracija se odvija pomoću odsisne boce i sisaljke uz vodeni mlaz, a zaostali talog u tikvici se ispire vrućom destiliranom vodom. Porculanski filter s talogom je prebačen u zračnu sušnicu (tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb) na sušenje pri temperaturi od 100 °C na 30 minuta nakon čega je ohlađen u eksikatoru i izvagan na analitičkoj vagi (tip 2615, Tehnica, Železniki). Na temelju dobivenih vrijednosti iz Hammondovih tablica očitana je udio invertnog šećera.

Račun:

$$\% \text{ šećera} = \frac{a * 100}{b * 1000} \quad [7]$$

gdje je:

a – očitani udjel šećera iz Hammondovih tablica (mg)

b – masa uzorka u alikvotnom dijelu filtrata uzetom u konačni postupak (g)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je ispitati kemijski sastav plodova jarebike. Uzorci plodova sakupljeni su na području Gorskog kotara odakle su dopremljeni u prostorije Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta. Sakupljanje je provedeno na nekoliko lokacija u Gorskom kotaru, a svaki lokalitet se sastojao od različitog broja uzoraka. Lokalitet Crni Lug sadržavao je 6 uzoraka, Jasenak 5 uzoraka, Miškovica 3 uzorka, Mala Javornica 6 uzoraka, Mrzla Vodica 6 uzoraka i Risnjak 7 uzoraka, što ukupno čini broj od 33 korištena uzorka. Ispitivanje kemijskog sastava plodova jarebike obuhvaćao je određivanje udjela vode metodom sušenja, određivanje mineralnog ostatka (pepela) metodom mineralizacije, zatim određivanje udjela masti Soxhletovim postupkom, određivanje udjela proteina Kjeldahlovim postupkom te određivanje udjela šećera gravimetrijskim postupkom. Nakon analize uzoraka na temelju dobivenih rezultata provedena je statistička analiza podataka kako bi se dobiveni rezultati usporedili međusobno te s dostupnim literaturnim podacima. Istraživanja u kojima se provode ispitivanja kemijskog sastava plodova jarebike nisu česta stoga je provedena usporedba dobivenih rezultata s rezultatima istraživanja kemijskog sastava jarebike provedenog u Finskoj.

4.1. REZULTATI ISPITIVANJA KEMIJSKOG SASTAVA PLODOVA JAREBIKE

Ukupan broj uzoraka podijeljen je prema lokalitetima odakle su uzorci izuzeti te se prema tome radila deskriptivna analiza. Unutar svakog lokaliteta ispitivao se kemijski sastav plodova jarebike koji je obuhvaćao maseni udio vode, maseni udio pepela, maseni udio masti, maseni udio proteina i maseni udio šećera. Za svaki lokalitet dobivene su vrijednosti za prosječni udio svake od ispitivanih sastojaka plodova jarebike. Osim toga prikazani su podaci o rasponu za svaki lokalitet, odnosno sastojak ploda koji se ispitivao, standardna devijacija te koeficijent varijabilnosti. Uzorci unutar svakog lokaliteta su međusobno uspoređeni obzirom na ispitivane sastojke plodova jarebike.

Tablica 4. Rezultati ispitivanja kemijskog sastava jarebice s lokaliteta Crni Lug, Gorski kotar

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE						
LOKALITET	BROJ UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]
Crni Lug	1	80,40	1,48	/	2,63	4,21
	2	79,46	0,77	1,04	3,13	3,95
	3	81,09	0,57	1,12	3,19	4,72
	4	78,26	0,88	0,94	2,69	3,65
	5	77,80	0,72	1,00	3,13	5,10
	6	77,07	1,52	0,79	2,50	4,68
PROSJEK		79,01	0,99	0,98	2,88	4,39
RASPON		4,02	0,95	0,33	0,69	1,45
STANDARDNA DEVIJACIJA		1,57	0,41	0,41	0,30	0,54
KOEFIČIJENT VARIJABILNOSTI		1,98%	41,17%	42,37%	10,58%	12,37%

Najveći udio u sastavu plodova jarebice s lokaliteta Crni Lug čini voda koja u prosjeku obuhvaća 79,01 %. Ostalih komponenti koje su se određivale ima u znatno manjem postotku u odnosu na udio vode. Šećeri su, nakon vode, najzastupljeniji i obuhvaćaju u prosjeku 4,39 % ukupnog sadržaja plodova. Udio proteina je nešto manji i iznosi prosječno 2,88 %, dok masti i pepela ima manje od jedan posto, 0,98 % odnosno 0,99 %. Prvog uzorka s lokaliteta Crni Lug nije bilo dovoljno kako bi se odredio udio masti stoga za taj uzorak nije obavljena analiza određivanje udjela masti Soxhletovim postupkom.

Među ispitivanim sastojcima kemijskog sastava najveći raspon u dobivenim mjerenjima pokazuje voda gdje iznosi 4,02 %, dok je za mast on najmanji i iznosi 0,33 %. Ostali ispitivani sastojci sastava također nisu pokazali veliki raspon u dobivenim rezultatima mjerenja. Od ostalih mjera disperzije pokazalo se kako voda ima najmanji koeficijent varijabilnosti od svega 1,98 %, međutim za pepeo i masti ono je dosta veće i prelazi 40 % (Tablica 4).

Tablica 5. Rezultati ispitivanja kemijskog sastava jarebice s lokaliteta Jasenak, Gorski kotar

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE						
LOKALITET	BROJ UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]
Jasenak	7	73,70	1,25	1,01	2,63	5,06
	8	80,39	1,34	1,58	3,31	4,21
	9	79,71	1,13	1,93	3,19	4,55
	10	77,60	0,69	1,05	2,69	5,17
	11	75,09	0,52	1,12	4,13	6,60
PROSJEK		77,30	0,99	1,34	3,19	5,12
RASPON		6,69	0,82	0,92	1,50	2,39
STANDARDNA DEVIJACIJA		2,88	0,36	0,40	0,60	0,92
KOEFIČIJENT VARIJABILNOSTI		3,73%	35,59%	30,06%	18,95%	17,88%

Analizom sastava uzoraka s lokaliteta Jasenak dobiveni su rezultati koji pokazuju da najveći udio u plodovima zauzima voda čiji prosjek iznosi 77,30 %, dok najmanji udio čini pepeo koji se nalazi u prosjeku od 0,99 %. Udio šećera nalazi se u rasponu od 4,21 % do 6,60 %, a prosječno iznosi 5,12 %, zatim slijede proteini s 3,19 % udjela u sastavu te masti kojih prosječno ima 1,34 %.

Prema prikazanim rezultatima najveći raspon među uzorcima ima voda sa 6,69 %, iza kojeg slijede šećeri s rasponom od 2,39 %, a najmanji raspon među ispitivanim uzorcima je za pepeo i iznosi 0,82 %. Koeficijent varijabilnosti najmanji je za vodu i iznosi 3,37 %, za parametre proteine i šećere ima sličnu vrijednost od 18,95 %, odnosno 17,88 %. Najveći koeficijent varijabilnosti izračunat je za pepeo gdje iznosi 35,59 %, dok je za masti nešto manji i iznosi 30,06 % (Tablica 5).

Tablica 6. Rezultati ispitivanja kemijskog sastava jarebice s lokaliteta Miškovića, Gorski kotar

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE						
LOKALITET	BROJ UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]
Miškovića	12	80,90	0,64	1,27	2,81	3,65
	13	74,47	0,90	1,08	2,94	3,53
	14	79,23	0,80	2,59	3,50	2,08
PROSJEK		78,20	0,78	1,65	3,08	3,09
RASPON		6,43	0,26	1,51	0,69	1,57
STANDARDNA DEVIJACIJA		3,33	0,13	0,82	0,37	0,87
KOEFIČIJENT VARIJABILNOSTI		4,27%	16,81%	49,95%	11,98%	28,31%

S lokaliteta Miškovića izuzeta su 3 uzorka kod kojih udio vode predstavlja najveći maseni udio te iznosi 78,20 %, dok šećeri i proteini čine gotovo jednake udjele u sastavu. Udio šećera je 3,09 %, a udio proteina iznosi 3,08 %. Slijede masti s nešto manjim udjelom čiji prosjek iznosi 1,65 % te pepeo kojeg ima najmanje u udjelu od prosječno 0,78 %.

Najmanji raspon među uzorcima sadrži pepeo koji iznosi 0,26 %, dok proteini imaju nešto veći te iznosi 0,69 %, a najveći raspon među sastojcima sastava ima voda te on iznosi 6,43 %. Međutim koeficijent varijabilnosti najmanji je za vodu te iznosi 4,27 %. Za proteine i pepeo ima veće vrijednosti i iznosi 11,98 %, odnosno 16,81 %, dok je najveći za masti gdje iznosi 49,95 % (Tablica 6).

Tablica 7. Rezultati ispitivanja kemijskog sastava jarebike s lokaliteta Mala Javornica, Gorski kotar

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE						
LOKALITET	BROJ UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI[%]
Mala Javornica	15	78,52	0,94	1,58	3,19	3,12
	16	79,19	0,74	1,46	2,81	3,32
	17	80,87	0,75	2,67	3,63	3,32
	18	82,63	1,14	1,30	3,63	2,71
	19	78,56	1,50	1,06	3,00	3,65
	20	77,96	1,26	1,19	2,75	3,58
PROSJEK		79,62	1,06	1,54	3,17	3,28
RASPON		4,67	0,76	1,61	0,88	0,94
STANDARDNA DEVIJACIJA		1,78	0,30	0,58	0,39	0,34
KOEFIČIJENT VARIJABILNOSTI		2,24%	28,52%	37,73%	12,29%	10,38%

U tablici 7 prikazani su rezultati kemijskog sastava plodova jarebike s lokaliteta Mala Javornica gdje je vidljivo da većinski maseni udio predstavlja voda koja prosječno čini 79,62 %. Od ostalih komponenti, čiji udio je dosta manji od udjela vode, najveći dio zauzimaju šećeri kojih ima 3,28 % te proteini s 3,17 %. Najmanje zastupljeni udio čini pepeo koji prosječno sadrži 1,06 %.

Raspon između uzoraka je najmanji za pepeo te iznosi 0,76 %, dok su za proteine i šećere nešto veći i iznose 0,88 % i 0,94 %. Najveći raspon nalazi se kod vode i čini 4,67 %. Koeficijent varijabilnosti najveći je za masti i iznosi 37,73 %, pepeo sadrži nešto manji koeficijent od 28,52 %. Najmanja varijabilnost izračunata je za vodu i iznosi 2,24 %, šećeri imaju 10,38 % te za proteine iznosi 12,29 %.

Tablica 8. Rezultati ispitivanja kemijskog sastava jarebike s lokaliteta Mrzla Vodica, Gorski kotar

KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE						
LOKALITET	BROJ UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]
Mrzla Vodica	21	76,01	0,56	1,03	2,00	5,70
	22	76,78	1,07	0,73	3,31	5,29
	23	76,23	0,92	1,12	3,63	5,06
	24	79,15	0,57	1,53	3,00	4,55
	25	76,43	0,71	1,78	3,25	4,41
	26	75,74	0,80	1,17	2,63	5,70
PROSJEK		76,72	0,77	1,23	2,97	5,12
RASPON		3,41	0,51	1,05	1,63	1,29
STANDARDNA DEVIJACIJA		1,24	0,20	0,37	0,58	0,55
KOEFIČIJENT VARIJABILNOSTI		1,62%	25,99%	30,46%	19,56%	10,82%

Maseni udio plodova jarebike s lokaliteta Mrzla Vodica najvećim dijelom otpada na vodu koje prosječno ima 76,72 %, a najmanji udio čini pepeo s 0,77 %. Drugi po zastupljenosti su šećeri kojih u prosjeku ima 5,12 %, dok proteini čine 2,97 %, a masti u prosjeku obuhvaćaju 1,23 % masenog udjela plodova.

Prema vidljivim rezultati najveći raspon među ispitivanim uzorcima od sastojaka plodova jarebike ima voda te iznosi 3,41 %. Pepeo ima najmanji raspon od 0,51 %, a proteini, šećeri i masti sadrže relativno slične raspone od 1,63%, 1,29 % te 1,05 %. Koeficijent varijabilnosti pokazao se najvećim za masti i iznosi 30,46 %, dok je za pepeo nešto manji 25,99 %. Koeficijent varijabilnosti za vodu ima najmanju vrijednost od 1,62 %, a za šećere i proteine ima veće vrijednosti koje iznose 10,82 % te 19,56 % (Tablica 8).

Tablica 9. Rezultati ispitivanja kemijskog sastava jarebice s lokaliteta Risnjak, Gorski kotar

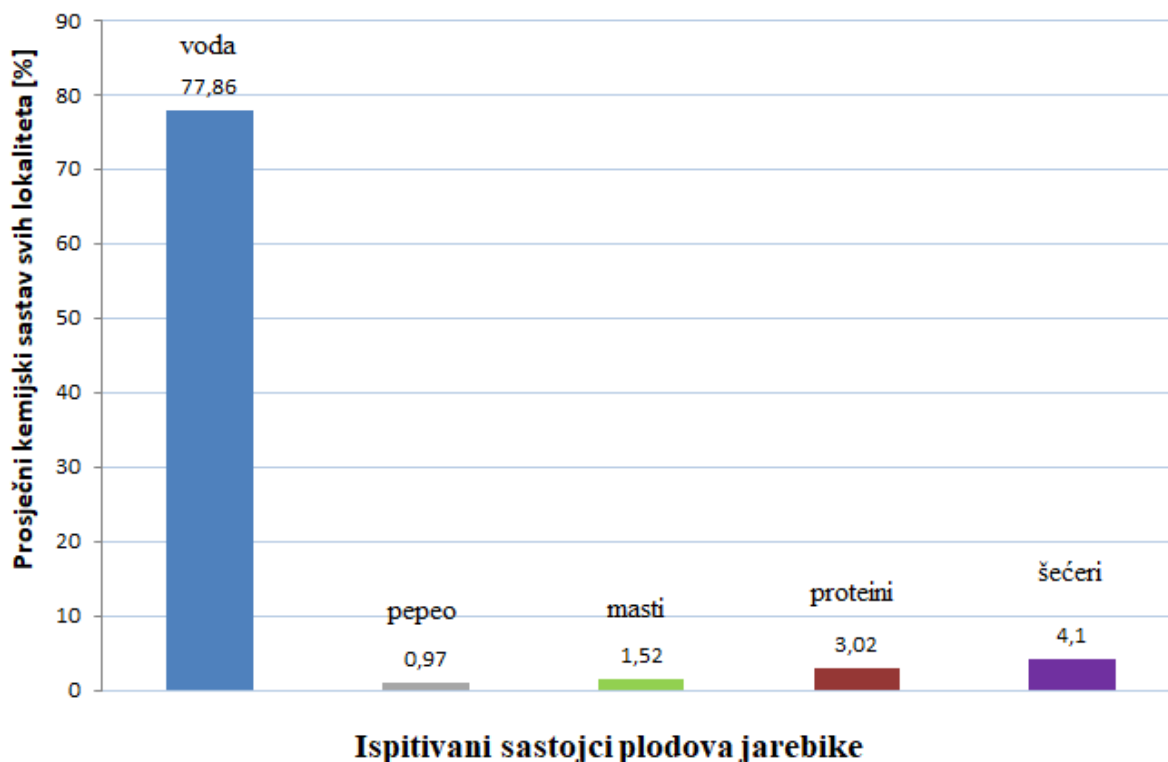
KEMIJSKI SASTAV JAREBIKE						
LOKALITET	BROJ UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]
Risnjak	27	78,17	1,19	/	0,45	4,19
	28	74,30	1,23	2,90	3,31	2,66
	29	77,24	1,28	2,12	3,63	3,32
	30	73,48	1,19	2,38	3,25	2,97
	31	77,39	0,96	2,92	3,31	3,53
	32	76,91	1,00	1,84	2,69	4,57
	33	76,83	1,87	1,97	3,31	3,77
PROSJEK		76,33	1,25	2,36	2,85	3,57
RASPON		4,69	0,91	1,08	3,18	1,91
STANDARDNA DEVIJACIJA		1,74	0,30	0,99	1,09	0,67
KOEFIČIJENT VARIJABILNOSTI		2,28%	24,07%	41,89%	38,41%	18,69%

Prosječni maseni udio u plodovima jarebice s lokaliteta Risnjak najvećim dijelom čini voda koje ima 76,33 %, dok je količina šećera druga po zastupljenosti i iznosi 3,57 %. Slijede proteini kojih prosječno ima 2,85 % te masti s 2,36 %. Najmanji maseni udio čini pepeo s 1,25 %.

Prema deskriptivnoj analizi sastava plodova s lokaliteta Risnjak najveći raspon među uzorcima ima voda sa 4,69 %, nakon čega su proteini koji iznose 3,18 %. Raspon za šećere iznosi 1,91 %, dok je za masti nešto niži 1,08 %. Najmanji raspon među uzorcima ima pepeo s 0,91 %. Koeficijent varijabilnosti najveći je za masti i iznosi 41,89 % te je nešto manji kod proteina 38,41 %. Najmanji koeficijent varijabilnosti vidljiv je kod vode i iznosi 2,28 %, kod šećera je 18,69 %, a kod pepela 24,07 % (Tablica 9).

Promatrajući dobivene vrijednosti za sve uzorke, sa svih lokaliteta najveći koeficijent varijabilnosti zabilježen je kod masti gdje je najviša vrijednost iznosila 49,95 % s lokaliteta Miškovića. Međutim, na tom lokalitetu izuzeta su 3 uzorka što svako odstupanje čini izraženijim. Stoga bi veći broj uzoraka dao bolji uvid prilikom određivanja kemijskog sastava plodova jarebice s lokaliteta Miškovića. Koeficijent varijabilnosti najmanje je iznosio za parametar vodu, odnosno kod uzoraka na lokalitetu Mrzla Vodica gdje iznosi 1,62 %.

Prilikom deskriptivne analize kemijskog sastava plodova jarebike s različitih lokaliteta prikazano je da najveći udio zauzima voda. Njen udio u ukupnom sastavu predstavlja u prosjeku 77,86 %. Slijede šećeri, kojih ima relativno dosta manje u odnosu na udio vode, te oni u prosjeku obuhvaćaju 4,10 % u ukupnom sastavu ploda. Od ostalih komponenti proteini prosječno zauzimaju 3,02 %, masti 1,52 % te najmanji udio u kemijskom sastavu čini pepeo s 0,97 % ukupnog sastava (Slika 6).



Slika 6. Prosječni kemijski sastav uzoraka jarebike sa svih lokaliteta

Kao što je vidljivo iz rezultata dobivenih analizom kemijskog sastava plodova jarebike s različitih lokaliteta Gorskog kotara udjeli pojedinih sastojaka su različiti. Dobivene razlike nisu velike, ali do njih ipak dolazi. Usporedbom vlastitih rezultata istraživanja s rezultatima iz literaturnih podataka (Raspe i sur., 2000) također se mogu uočiti određene razlike u sastavu plodova jarebike.

Maseni udio vode u plodovima jarebike predstavlja sastojak kojeg ima najviše i prosječno ga ima 77,86 %. Od ispitanih lokaliteta plodovi s lokaliteta Mala Javornica sadrži najveći prosječni postotak vode s 79,62 %, uzorci s lokaliteta Crni Lug slijedeći su prema prosječnoj količini vode s 79,01 % dok najmanji prosječni udio vode od svih lokaliteta sadrži Risnjak

gdje iznosi 76,33 % (Slika 7; Tablica 4-9). Prema Raspe i sur. (2000) uzorci korišteni prilikom ispitivanja kemijskog sastava plodova jarebike prikupljeni su na području Finske. Prosječni udio vode u tim uzorcima iznosi 73,50 % (Raspe i sur., 2000) ploda što je nešto manji udio u odnosu na prosječni udio vode kod uzoraka s područja Gorskog kotara. Vrijednost od 73,50 % udjela vode kod uzoraka iz Finske uzeta je kao srednja vrijednost izračunata na temelju podatka o rasponu postotka suhe tvari koja iznosi 19-34 % kod istih uzoraka.

Za razliku od vode koje ima najviše, količina pepela u sastavu plodova jarebike, obzirom na komponente sastava koje su se ispitivale, zauzima najmanji udio s 0,97 %. Lokaliteti Miškovića i Mrzla Vodica prosječno sadrže najmanji udio pepela u plodovima jarebike koji iznose 0,78 %, odnosno 0,77 %, dok uzorci izuzeti s lokaliteta Risnjak sadrže prosječno najveći udio pepela koji iznosi 1,25 % (Slika 7; Tablica 4-9). Uzorci izuzeti s područja Finske imaju nešto veći prosječni udio pepela u plodovima jarebike te on iznosi 1,125 % (Raspe i sur., 2000). Razlika u prosječnom udjelu pepela u uzorcima s područja Gorskog kotara i s područja Finske ne razlikuju se previše te ona iznosi 0,155 %.

Ostale vrijednosti kemijskog sastava za uzorke s područja Finske odnose se na njihov udio obzirom na suhu tvar ploda. Kako bi se te vrijednosti mogle usporediti s vrijednostima iz vlastitog istraživanja provedena je pretvorba prikazanih podataka obzirom na svježe plodove. Dobivene vrijednosti za udjele u kemijskom sastavu koji se odnose na svježe plodove iznosi: masti 1,643 %, proteini 2,4645 % i šećeri 1,749 %. Za izračunavanje navedenih vrijednosti koristila se srednja vrijednost raspona suhe tvari koja iznosi 19 – 34 % za prikazane uzorke, a srednja vrijednost raspona iznosi 26,5 % (Raspe i sur., 2000).

Masti, kao i pepeo, predstavlja jednu od komponenti plodova jarebike koja se nalazi u maloj količini u cjelokupnom kemijskom sastavu. Ukupni prosječni udio masti u plodovima jarebike s područja Gorskog kotara iznosi 1,52 %. Najmanji prosječni udio masti se nalazi u uzorcima s lokaliteta Crni Lug te iznosi 0,98 %, dok se nešto veći udio nalazi u plodovima izuzeti s lokaliteta Mrzla Vodica gdje prosječno zauzimaju 1,23 %. Od ostalih ispitanih lokaliteta najveća prosječna količina masti nalazi se u uzorcima s Risnjaka gdje iznosi 2,36 %, a nešto manji udio nalazi se u plodovima jarebike s lokaliteta Miškovića s 1,65 % (Slika 7; Tablica 4-9). Slično kao i za vrijednosti pepela, prosječni udjeli masti i s područja Gorskog kotara i s područja Finske su relativno slični. Vrijednost za prosječni udio masti za uzorke iz Finske

iznosi 1,643 % (Raspe i sur., 2000) što je nešto veći udio u odnosu na uzorke iz Gorskog kotara. Razlika između prosječnih vrijednosti s oba područja je relativno mala i iznosi 0,12 %.

Maseni udio proteina u plodovima jarebice s područja Gorskog kotara prosječno iznosi 3,02 %. Uzorci plodova izuzeti s lokaliteta Jasenak sadrže najveći prosječni udio proteina s 3,19 %, dok malo manji prosječni udio proteina u plodovima sadrže uzorci s lokaliteta Mala Javornica koji iznosi 3,17 %. Najmanju količinu proteina u plodovima imaju uzorci s lokaliteta Risnjak s 2,85 % te s lokaliteta Crni Lug s 2,88 % (Slika 7; Tablica 4-9). U uzorcima s područja Finske prosječni udio proteina u plodovima iznosi 2,4645 % (Raspe i sur., 2000) što predstavlja nešto manji udio obzirom na prosječni udio proteina u uzorcima iz Gorskog kotara. Razlika u prosječnim vrijednostima za udio proteina nije velika između oba područja te ona iznosi 0,56 % što čini relativno malu razliku.

Šećeri predstavljaju sastojak drugi po prosječnoj zastupljenosti u plodovima jarebice iza vode za uzorke izuzete s područja Gorskog kotara. Prosječni maseni udio šećera u tim uzorcima iznosi 4,10 %. U najvećoj količini se nalazi u uzorcima s lokaliteta Jasenak i Mrzla Vodica gdje prosječno iznose 5,12 %. Na lokalitetu Crni Lug nalazi se u nešto manjoj količini gdje čini 4,39 %, dok se u najmanjoj prosječnoj količini nalazi u uzorcima izuzetih s lokaliteta Mala Javornica, odnosno Miškovica s 3,28 % i 3,09 % (Slika 7; Tablica 4-9). Najveća razlika među uzorcima s područja Gorskog kotara i Finske vidljiva je kod udjela šećera. Za uzorke s područja Gorskog kotara udio šećera nalazi se drugi po zastupljenosti u svježim plodovima jarebice nakon vode dok kod uzoraka s područja Finske to nije slučaj te se udio šećera nalazi treći po zastupljenosti s 1,749 % (Raspe i sur., 2000). U uzorcima s područja Finske proteini zauzimaju drugo mjesto po zastupljenosti iza vode, nakon kojeg slijede šećeri. Razlika u prosječnom udjelu šećera između uzoraka iz Gorskog kotara i uzoraka iz Finske iznosi 2,39 % što predstavlja relativno veliku razliku u kemijskom sastavu plodova jarebice.

Međusobno uspoređujući uzorke s područja Gorskog kotara, uzorci izuzeti s lokaliteta Risnjak sadrže najveće masene udjele pepela i masti u odnosu na druge lokalitete. Udio pepela od 1,25 % i udio masti od 2,36 % bili su najviši te se po tome razlikuju od ostalih uzoraka. Voda zauzima najveći udio u svim uzorcima sa svih lokaliteta, ali najveći udio zauzima u uzorcima s lokaliteta Mala Javornica gdje iznosi 79,62 % te s lokaliteta Crni Lug s 79,01 %. Udio proteina i šećera, kao i za pepeo i masti, nalazi se u najvećoj mjeri u uzorcima s istog lokaliteta, a to je Jasenak gdje udio proteina iznosi 3,19 % iza kojeg slijedi Mala Javornica s 3,17 % te udio šećera iznosi 5,12 % u istom postotku kao i kod lokaliteta Mrzla Vodica.

Međusobne razlike u uzorcima s pojedinih lokaliteta mogu biti posljedica različitih uzroka. Prilikom provođenja ispitivanja kemijskog sastava plodova jarebice s područja Gorskog kotara razlike su se mogle uočiti u boji i veličini samih plodova. S određenih lokaliteta plodovi su bili karakteristične svijetlocrvene boje dok su poneki plodovi bili nešto manji ili su bili tamnocrvene boje. Također uvjeti koji su bili prisutni tijekom rasta stabala imaju utjecaja na plodove. Dostupna količina svjetlosti, vode, mineralnih tvari i ostalih nutrijenata utječu na biljku i njen sastav. Isto tako rad u laboratoriju karakteriziran je radom ljudi koji su podložni pogreškama koje se događaju, a koje se pokušavaju u potpunosti spriječiti. Međutim do njih ipak dolazi te kao takve mogu utjecati na konačne rezultate dobivene ispitivanjem.

Također, kao što je vidljivo iz prikazanih rezultata kemijski sastav plodova jarebice s različitih područja ponešto se razlikuje. Uzorci korišteni u vlastitom istraživanju izuzeti su s područja Gorskog kotara, dok su uzorci prikazani u članku od Raspe i sur. (2000) prikupljeni na području Finske. Razlike u kemijskom sastavu među uzorcima s područja Gorskog kotara i uzorcima s područja Finske moguća su iz više razloga. Razlike među udjelima za masti, proteine te posebice šećere mogle su nastati jer su se uzorci s područja Finske prvo sušili nakon čega se provodilo određivanje ostalih sastojaka kemijskog sastava. Korištenje različitih metoda određivanja kemijskog sastava moguć je izvor razlika koji je potrebno uzeti u obzir prilikom usporedbe prikazanih uzoraka. Također razlike u klimatskim uvjetima, vrsti tla na kojoj stablo raste, količini sunčeve svjetlosti imaju utjecaja na količinu makronutrijenata koji se nalaze u plodovima jarebice.

4.2. STATISTIČKA OBRADA REZULTATA

ANOVA je jedna od metoda koja se koristi prilikom obrade podataka te služi kako bi se dobio uvid o tome postoji li statistički značajna razlika između aritmetičkih sredina različitih grupa. Na temelju toga se donosi zaključak da li uzorci unutar grupe pripadaju istoj populaciji. Time se također analizira utjecaj jedne ili više nezavisnih varijabli na jednu numeričku zavisnu varijablu. Prije same obrade podataka postavljaju se dvije hipoteze, nultom hipotezom pretpostavlja se da su prosjeci svih populacija jednaki, dok se alternativnom hipotezom pretpostavlja da su prosjeci svih populacija nisu jednaki. Slijedi sam postupak testiranja gdje se izračunava odgovarajuća testna veličina (Arnerić i Protrka, 2019).

4.2.1. Jednofaktorska analiza varijance

Cilj jednofaktorske analize varijance je ispitati odnos varijabilnosti podataka između uzoraka s varijabilnosti podataka unutar uzoraka, a broj uzoraka je određen s brojem grupa. F -omjer prikazuje odnos između opisanih varijabilnosti. Nulta hipoteza, odnosno pretpostavka da se aritmetičke sredine između grupa statistički značajno ne razlikuju, može se odbaciti ako je F -omjer statistički značajan. To nam zapravo govori da na promatranu slučajnu varijablu Y određeni faktor značajno ne djeluje. Pri tome se alternativnom hipotezom pretpostavlja da na promatranu slučajnu varijablu Y određeni faktor statistički značajno djeluje.

p - vrijednost definira se kao empirijska razina slučajnosti. Kako bi se donijela odluka o tome koja će se hipoteza odbaciti, a koja prihvatiti dolazi do usporedbe između empirijske razine značajnosti, odnosno p – vrijednosti i teorijske razine značajnosti α . Za teorijsku razinu značajnosti uzima se vrijednosti 0,05. Ukoliko je empirijska razina značajnosti veća od teorijske razine ($p > \alpha$) time se nulta hipoteza ne može odbaciti i zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika između uzoraka na razini značajnosti $\alpha = 0,05$ (Arnerić i Protrka, 2019).

Tablica 10. Analiza varijance podataka o udjelu vode u svim uzorcima

ANOVA						
<i>Izvor varijacije</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između lokaliteta	52,53531	5	10,50706171	2,589218977	0,048822	2,57188641
Unutar lokaliteta	109,5661	27	4,058004286			
UKUPNO	162,1014	32				

*SS – suma kvadrata odstupanja; df – stupnjevi slobode; MS – prosječna varijacija; F- Fisherov kvocijent

Analizom varijance podataka o udjelu vode u uzorcima s odabranih lokaliteta prikazano je da p – vrijednost iznosi 0,048822. Za razinu značajnosti od $\alpha = 0,05$, $p < 0,05$ čime se nulta hipoteza odbacuje, odnosno dolazi se do zaključka da postoji statistički značajna razlika u masenom udjelu vode između lokaliteta na razini značajnosti $\alpha = 0,05$ (Tablica 10).

Tablica 11. Analiza varijance podataka o udjelu pepela u svim uzorcima

ANOVA						
<i>Izvor varijacije</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između lokaliteta	0,900008571	5	0,18000171 4	1,884524263	0,13022291	2,571886
Unutar lokaliteta	2,578924762	27	0,09551573 2			
UKUPNO	3,478933333	32				

*SS – suma kvadrata odstupanja; df – stupnjevi slobode; MS – prosječna varijacija; F- Fisherov kvocijent

Iz tablice 11 vidljivo je da p – vrijednost za podatke o udjelu pepela u ispitanim uzorcima iznosi 0,13022291. Razina značajnosti jest $\alpha = 0,05$ iz čega proizlazi da je $p > 0,05$. Nulta hipoteza se ne odbacuje te se može zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika između lokaliteta prema udjelu pepela.

Tablica 12. Analiza varijance podataka o udjelu masti u svim uzorcima

ANOVA						
<i>Izvor varijacije</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između lokaliteta	6,384731	5	1,276946172	5,762139383	0,001138	2,6029874
Unutar lokaliteti	5,540243	25	0,221609733			
UKUPNO	11,92497	30				

*SS – suma kvadrata odstupanja; df – stupnjevi slobode; MS – prosječna varijacija; F- Fisherov kvocijent

Prema prikazanim podacima o udjelu masti u analiziranim uzorcima vidljivo je da p – vrijednost iznosi 0,001138. Prema tome nulta hipoteza se odbacuje jer je $p < 0,05$, odnosno može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika između lokaliteta prema udjelu masti u plodovima jarebike na razini značajnosti $\alpha = 0,05$ (Tablica 12).

Tablica 13. Analiza varijance podataka o udjelu proteina u svim uzorcima

ANOVA						
<i>Izvor varijacije</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između lokaliteta	0,62117273	5	0,124234545	0,28357257	0,918005	2,571886
Unutar lokaliteta	11,8288333	27	0,438104938			
UKUPNO	12,4500061	32				

*SS – suma kvadrata odstupanja; df – stupnjevi slobode; MS – prosječna varijacija; F- Fisherov kvocijent

Jednofaktorskom analizom varijance dobivena je p – vrijednost od 0,918005 za podatke o udjelu proteina u uzorcima. Iz toga slijedi da ne postoji statistički značajna razlika između ispitanih lokaliteta prema udjelu proteina te se nulta hipoteza ne odbacuje (Tablica 13).

Tablica 14. Analiza varijance podataka o udjelu šećera u svim uzorcima

ANOVA						
<i>Izvor varijacije</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između lokaliteta	20,8687	5	4,17373906 5	10,11710505	1,53E-05	2,571886
Unutar lokaliteta	11,13866	27	0,41254282 2			
UKUPNO	32,00735	32				

*SS – suma kvadrata odstupanja; df – stupnjevi slobode; MS – prosječna varijacija; F- Fisherov kvocijent

U tablici 14 je vidljivo da p –vrijednost iznosi 0,000053 za podatke o udjelu šećera za sve uzorke te se prema tome nulta hipoteza odbacuje. Može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika između lokaliteta obzirom na udio šećera u plodovima jarebice na razini značajnosti $\alpha = 0,05$.

Jednofaktorskom analizom varijance uzorci s različitih lokaliteta Gorskog kotara međusobno su uspoređeni obzirom na ispitane komponente kemijskog sastava plodova jarebice. Došlo se do zaključka da za udio pepela i udio proteina ne postoji statistički značajna razlika među uzorcima, odnosno u tim slučajevima nulta hipoteza se ne odbacuje. Za ostale udjele kemijskog sastava kao što su voda, masti i šećeri analizom se uvidjelo da je p – vrijednost $< 0,05$ stoga se nulta hipoteza odbacuje te postoji statistički značajna razlika između uzoraka

Sorbus aucuparia L. relativno je slabo istražena vrsta. Ispitivanja koja se provode najvećim dijelom istražuju antioksidacijska svojstva plodova ove biljke. Vrlo su rijetko ciljevi ispitivanja određivanje osnovnog kemijskog sastava plodova što uključuje udio vode, šećera, proteina, masti i pepela. Postoji određeni broj radova koji se bavi ispitivanjem osnovnog

kemijskog sastava plodova jarebrike međutim u tim ispitivanjima plodovi su prvo sušeni kako bi se dobila suha tvar nakon čega tako dobiveni plodovi budu korišteni u ispitivanju osnovnog kemijskog sastava.

Ispitivanja koja se bave određivanjem kemijskog sastava plodova jarebrike nisu zastupljena u velikoj mjeri. Ispitivanjem komponenti kemijskog sastava plodova jarebrike dobiva se uvid na raspodjelu makronutrijenata unutar ploda što pomaže u tome da se kvalitetnije sagleda ova biljna vrsta. Njenim daljnjim istraživanjem potiče se akumulacija većeg znanja vezanog uz biljke prisutne na području Hrvatske koje sadrže kvalitetan kemijski sastav i koje bi se u budućnosti mogle konzumirati kao dio pravilne prehrane ljudi. Saznanja dobivena ovim istraživanjem čine mali pomak prema novim spoznajama vezanih uz ovu šumsku voćkaricu te potiču na daljnja ispitivanja biljnih vrsta na području Hrvatske.

5. ZAKLJUČCI

Jarebika (*Sorbus aucuparia* L.) je biljna vrsta koja pripada rodu *Sorbus* L., a u Republici Hrvatskoj se najvećim dijelom nalazi na području Gorskog kotara i Velebita. Cilj istraživanja bio je odrediti kemijski sastav plodova jarebike s područja Gorskog kotara sa 6 različitih lokaliteta.

Na temelju provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- Plodovi jarebike s područja Gorskog kotara sadrže: maseni udio vode 77,86 %, maseni udio pepela 0,97 %, maseni udio masti 1,52 %, maseni udio proteina 3,02 %, maseni udio šećera 4,10 %
- Udio vode najveći je za sve uzorke obzirom na druge sastojke ploda, a najveći prosječni udio vode nalazi se u uzorcima s lokaliteta Mala Javornica gdje iznosi 79,62 %
- U plodovima jarebike najmanji udio zauzima pepeo. Najveći prosječni udio pepela iznosi 1,25 % i nalazi se u uzorcima s lokaliteta Risnjak.
- Također uzorci s lokaliteta Risnjak sadrže u prosjeku najveći udio masti u odnosu na uzorke s drugih lokaliteta gdje udio masti iznosi 2,36 %.
- Prosječni udio proteina u najvećoj mjeri nalazi se u uzorcima s lokaliteta Jasenak gdje iznosi 3,19 %
- Najveći prosječni udio šećera za uzorke s pojedinog lokaliteta iznosi 5,12 %, a nalazi se u uzorcima s lokaliteta Jasenak i lokaliteta Mrzla Vodica.
- Koeficijent varijabilnosti pokazao se najvećim za udio masti gdje je najveća vrijednost zabilježena u uzorcima s lokaliteta Miškovica, a iznosi 49,94 %. Najmanji koeficijent varijabilnosti utvrđen je za maseni udio vode gdje iznosi 1,62 %, a nalazi se u uzorcima s lokaliteta Mrzla Vodica.
- Jednofaktorskom analizom varijance zabilježene su statistički značajne razlike među lokalitetima obzirom na masene udjele vode, masti i šećera.
- Prilikom usporedbe s dostupnim literaturnim podacima uočene su razlike obzirom na maseni udio šećera u plodovima jarebike, dok za ostale sastojke ploda nisu uočene veće razlike.

6. LITERATURA

Anonymous 1 (2005) Flora Croatica Database

<<https://hirc.botanic.hr/fcd/DetailFrame.aspx?IdVrste=10330&taxon=Sorbus+aucuparia+L>>

Pristupljeno 3.8.2021.

AOAC 923,03:2000, Fruits and fruit products – Ash content in fruits and fruit products

AOAC 992,15:2000, Fruits and fruit products – Crude proteins in fruits and fruit products

AOAC 925,03:2000, Fruits and fruit products – Moisture in fruits and fruit products

AOAC 925,35:2000, Fruits and fruit products – Sucrose in fruits and fruit products

AOAC 989,05:2000, Fruits and fruit products – Total fat in fruits and fruit products

Amerić, J., Protrka, K. (2019) Modeli analize varijance (ANOVA). *Mat. fiz. list.* **70**, 25-32.

Bobinaitė, R., Grootaert, C., Van Camp, J., Šarkinas, A., Liaudanskas, M., Žvikas, V., Viškelis, P., Rimantas Venskutonis, P. (2020) Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of the extracts isolated from the pomace of rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.). *Food Res. Int.* **136**, 109310

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

Drvodelić, D., Oršanić, M., Grahovac-Tremški, M. (2020) Rasadnička proizvodnja šumskih voćkarica u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. *Šumar. List.* **11–12**, 597–606.

Enescu, C. M., de Rigo, D., Houston Durrant, T., Caudullo, G. (2016) *Sorbus domestica* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. U: European Atlas of Forest Tree Species, (San-Miguel-Ayán, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A., ured.), Publications Office of the European Union, Luxembourg, str. 178-179.

Lambers, H., Chapin, F. S., Pons, T. L. (2008). Photosynthesis. U: Plant Physiological Ecology, 2. izd., Springer, New York, NY, str. 11-99.

Mlcek, J., Rop, O., Jurikova, T., Sochor, J., Fisera, M., Balla, S., Baron, M., Hrabe, J. (2014) Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. *Cent. Eur. J. Biol.* **9**, 1078-1086.

Mrkonjić, Z. (2017) Fitohemijska karakterizacija i biohemijska ispitivanja plodova vrsta roda *Sorbus* L. 1753 (Rosaceae, Maloideae) kao izvora prirodnih nutraceutika (doktorska disertacija), Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.

Olszewska, M. A., Michel, P. (2009). Antioxidant activity of inflorescences, leaves and fruits of three *Sorbus* species in relation to their polyphenolic composition. *Nat. Prod. Res.* **23**, 1507–1521.

Raspe, O., Findlay, C., Jacquemart, A.-L. (2000) *Sorbus aucuparia* L. *J. Ecol.* **88**, 910-930.

Saebo, A., Johnsen, Ø. (2000) Growth and morphology differ between wind-exposed families of *sorbus aucuparia* (L.). *J. Arboric.* **26**, 255-263.

U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. USDA Classification for Kingdom *Plantae* Down to Species *Sorbus aucuparia* L. <<https://plants.usda.gov/home/classification/91754>>. Pristupljeno 13.5.2021.

Welk, E., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016) *Sorbus aria* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. U: European Atlas of Forest Tree Species, (San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A., ured.), Publications Office of the European Union, Luxembourg, str. 174-175.

Welk, E., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016) *Sorbus torminalis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. U: European Atlas of Forest Tree Species, (San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A., ured.), Publications Office of the European Union, Luxembourg, str. 180-181.