

# Kemijski sastav obične borovnice

---

**Martinović, Andrijana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:159:941968>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-09**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2019

Andrijana Martinović

1129/USH

**KEMIJSKI SASTAV OBIČNE  
BOROVNICE**

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 red.prof. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te uz pomoć ing. Renate Petrović i Valentine Hohnjec.

## 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:** Prehrambena tehnologija

### KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE

*Andrijana Martinović, 1129/USH*

**Sažetak:** U ovom diplomskom radu određen je kemijski sastav 35 uzoraka obične borovnice (*Vaccinium myrtillus* L) koji su izuzeti sa 7 različitih lokacija u Gorskom Kotaru, Republika Hrvatska. Rezultati su uspoređeni sa rezultatima sličnih istraživanja. Maseni udio vode u uzorcima obične borovnice iznosio je prosječno 87,01% , maseni udio pepela 0,24%, udio masti 0,45%, maseni udio proteina 0,96% te udio šećera 7,46 i maseni udio celuloze od 1%. Dobiveni rezultati kemijskog sastava borovnice su statistički obrađeni.

**Ključne riječi:** kemijski sastav, borovnica, obična borovnica, *Vaccinium myrtillus* L

**Rad sadrži:** 46 stranica, 10 slika, 18 tablica, 28 literaturnih navoda

**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, ing. Renata Petrović*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. prof.dr.sc. Branka Levaj
2. prof. dr. sc. Nada Vahčić
3. doc.dr.sc. Danijela Bursać Kovačević
4. prof.dr.sc. Ksenija Marković

**Datum obrane:** 18. srpanj 2019.

## 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:** Food Technology

### The chemical composition of bilberry

*Andrijana Martinović, 1129/USH*

**Abstract:** In this graduate thesis, a chemical composition of 35 samples of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) was excluded from 7 different locations in Gorski Kotar, Republic of Croatia. The results were compared with the results of similar researches. The content of moisture in the samples of bilberry was 87.01%, the ash content was 0.24%, the fat content was 0.45%, the crude protein content was 0.96%, the sugar content was 7.46 and the content of cellulose was 1%. The results of bilberry chemical composition were statistically processed.

**Keywords:** chemical composition, blueberry, bilberry, *Vaccinium myrtillus* L

**Thesis contains:** 46 pages, 10 figures, 18 tables, 28 references

**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:** *Nada Vahčić, prof. dr.sc.*

**Technical support and assistance:** *Valentina Hohnjec, Renata Petrović, ing.*

#### Reviewers:

1. PhD Branka Levaj, Full Professor
2. PhD Nada Vahčić, Full Professor
3. PhD Danijela Bursać Kovačević, Assistant Professor
4. PhD Ksenija Marković, Associate Professor (substitute)

**Thesis defended:** 18th July 2019

**KEMIJSKI SASTAV OBIČNE  
BOROVNICE**

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. KARAKTERISTIKE BOROVNICE .....	2
2.2. VRSTE BOROVNICE .....	2
2.3. LJEKOVITA SVOJSTVA BOROVNICE .....	3
2.4. TAKSONOMIJA BOROVNICE I RASPROSTRANJENOST U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	5
2.5. PARAMETRI ZA RAST BOROVNICA .....	7
2.5.1. Temperatura .....	7
2.5.2. Tlo.....	7
2.5.3. Voda i vlažnost zraka .....	7
2.6. KEMIJSKI SASTAV BOROVNICE .....	8
2.7. ANTIOKSIDACIJSKA SVOJSTVA BOROVNICA.....	11
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	12
3.1 Materijali .....	12
3.2 Metode rada .....	14
3.2.1. Određivanje udjela vode.....	15
3.2.2. Određivanje udjela mineralnog ostatka .....	16
3.2.3. Određivanje udjela masti metodom po Soxheltu .....	18
3.2.4. Određivanje udjela ukupnih proteina metodom po Kjeldahlu .....	20
3.2.5. Određivanje udjela celuloze metodom po Kürscher i Hanaku.....	22
3.2.6. Određivanje udjela reducirajućih šećera .....	23
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	26
5. ZAKLJUČCI .....	43
6. LITERATURA.....	44



# 1. UVOD

Borovnica je voćna vrsta poznata kao prastari narodni lijek te je još u drevnoj povijesti bila korištena za bojanje odjeće, vune te vina. Danas se sok borovnice upotrebljava u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji zbog povoljnog kemijskog sastava plodova. Plod sadrži katehinske tanine, pektine, flavonoide, jabučnu, folnu i limunsku kiselinu te brojne vitamine i minerale. U pokožici plodova borovnice nalaze se antocijani, crveno obojeni pigmenti poznati kao organsko bojilo. Listovi sadrže oko 18% prokatehinskih tanina, katehinske, flavonske i flavonolne glikozide, hidrokinonske glikozide mirtilin i neomirtilin te ostalne aktivne tvari koje doprinose ljekovitom svojstvu borovnice. Konzumacija borovnica povoljno utječe na zdravlje gastrointestinalnog trakta jer se u njegovom alkalnom mediju oslobađaju tanini koji neposredno u crijevima djeluju umirujuće te protuupalno sprječavajući rast bakterija. Antocijani iz borovnica također imaju baktericidno djelovanje na način da se prvo vežu na stjenke bakterija oslabe ih i tako sprječavaju njihov rast i razmnožavanje. Pored toga pripisuje im se da djeluju na smanjenje kolesterola, sprječavaju nastanak krvnih ugrušaka te pridonose oštrini vida.

Cilj ovog rada bio je određivanje kemijskog sastava 35 uzoraka obične borovnice, koji su sakupljeni sa 7 različitih lokacija Primorsko-Goranske županije i usporedba s rezultatima sličnih istraživanja.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. KARAKTERISTIKE BOROVNICE

Borovnica (Slika 1) je biljka koja pripada rodu listopadnih grmova (*Vaccinium*) iz porodice crnjuša (*Ericaceae*). Naziv roda *Vaccinium* potječe od latinske riječi bacca što znači bobica. Borovnica je listopadni grm, prosječno visok 20-30 cm, raširena je u gotovo cijeloj Europi, a u Alpama i Kavkazu raste na skoro 3000 m nadmorske visine. Kod nas je raširena u borovim, smrekovim i bukovim šumama, a kao acidofilna biljka dobro uspijeva u svakom kiselom tlu. (Volčević, 2005). Plod je okrugla bobica promjera 5-10 mm, ima tanku pokožicu, sočno kiselkasto-slatko i aromatično meso.

Svježi i zreli plodovi su ljubičasti, a ponekad mogu biti i tamnije, gotovo crne boje. Plod je prekriven voštanim zaštitnim slojem.

Cvjeta u svibnju i lipnju, a plodovi sazrijevaju u periodu od lipnja do kolovoza. Autohtone vrste roda su diploidi sa somatskim brojem kromosoma ( $2n=24$ ), a kod kultiviranih vrsta moguća je pojava tetraploida i heksaploida pa se kao takvi pojavljuju s novim nazivima vrsta. (Dujmović Purgar i sur. 2007).

Razmnožavanje se odvija sjemenom i vegetativno. Obična borovnica je listopadna, entomofilna i uglavnom acidofilna vrsta (Franjić i Škvorc, 2010).

### 2.2. VRSTE BOROVNICE

Postoji nekoliko vrsta borovnice:

- Šumska borovnica (*Vaccinium myrtillus*) – naziva se još i obična borovnica, raste samoniklo u listopadnim i crnogoričnim šumama, većinom u brdskim krajevima.
- Američka borovnica (*Vaccinium corymbosum*) – potječe iz Sjeverne Amerike gdje prirodno raste, može narasti u visinu do 2 metra. Za rast je neophodan osunčan geografski položaj.

Najlakši način razlikovanja bobica obične borovnice od kultivirane (američke borovnice) je taj da se plodovi kultivirane borovnice gotovo uvijek nalaze u grozdovima dok su plodovi obične borovnice individualno raspoređeni. Također su i manji, sočniji te mekši (Song i Hancock, 2011).

Obična borovnica ima široku ekološku rasprostranjenost te ima mogućnost rasta na različitim nadmorskim visinama. Raste po brdskim i planinskim bukovim i crnogoričnim šumama, osobito je česta u smrekovim šumama. U nizinama se pojavljuje u bukovim i kestenovim šumama. Brzo se širi jer iz korijena razvija duge podzemne izdanke pa tako ima mogućnost rasprostranjenja na velikim površinama zemlje.



**Slika 1.** Grm borovnice (Anonymous 2, 2015)

### **2.3. LJEKOVITA SVOJSTVA BOROVNICE**

Još u 1. stoljeću je prepoznato da borovnica ima ljekovita svojstva te se koristila kao lijek protiv želučanih i crijevnih tegoba u staroj Grčkoj. U 12. stoljeću spominje se kao lijek protiv kašlja i bolesti dišnog sustava, a u srednjem vijeku korištena je kao lijek za liječenje hemoroida (Anonymous 2, 2015).

U srednjem vijeku je također bila prepoznata kao djelotvoran medikament protiv bolesti proljeva, skorbuta, infekcija i opekline, također se smatra da pozitivno utječe na osobe

oboljele od dijabetesa. U ljekovite svrhe koriste se listovi i plodovi borovnice, a u literaturi je zabilježeno da i korijen borovnice ima potencijalna ljekovita svojstva (Glavaš, 2019).

U pučkoj medicini zabilježen je pozitivan učinak listova borovnice na zdravlje vlasišta i poticanje rasta kose, te učinkovitost kod liječenja hripavca (Lesinger, 2013).

Za optimalno korištenje listova borovnice neophodno je vrijeme sakupljanja lišća, oni se sakupljaju kada su potpuno razvijeni pa do početka zrenja ploda. Aktivna tvar listova borovnice mirtilin se tijekom zrenja plodova gubi iz listova jer prelazi u plodove. Zato je od iznimne važnosti na vrijeme obaviti sakupljanje listova koji će biti korišteni kao medikamenti i ljekoviti pripravci.

Mirtilin je djelotvoran u liječenju šećerne bolesti. Listovi borovnice pridonose dobrom radu svih organa. Imaju diuretična i antibiotska svojstva te jačaju i okrepljuju organizam (Glavaš, 2019). Listovi borovnice suše se na zraku ili djelovanjem umjetne topline, a 4 kg svježih listova daje približno 1 kg suhih. Od suhih listova moguće je pripremiti ljekoviti čaj, a od fermentiranih osvježavajući vitaminski napitak čiji okus podsjeća na zeleni čaj. Važno je napomenuti kako upotreba plodova borovnice ne uzrokuje nikakve štetne posljedice, dok su kod konzumacije veće količine pripravaka od listova borovnice zabilježene želučane i crijevne tegobe. Stoga se preporučuje nakon 3-4 tjedna uzimanja čaja od suhih listova borovnice napraviti pauzu od nekoliko tjedana (Anonymous 2, 2015).

Prikupljanje plodova borovnice vrši se u stanju potpune zrelosti, mogu se upotrebljavati u svježem stanju, sušeni ili zamrznuti. Sušenje plodova odvija se izuzetno sporo stoga se preporučuje temperatura sušenja od 40 - 50° C. Trajnost sušenih plodova je prilično duga stoga se mogu koristiti nekoliko godina. Sušeni plodovi osobito su učinkoviti kod tegoba probavnog trakta (Glavaš, 2019).

Svježe borovnice imaju pozitivan učinak na vid i prema nekim tvrdnjama poboljšavaju cirkulaciju i djeluju na poboljšanje stanja cjelokupnog krvožilnog sustava. Djelotvorne su kod ženskih bolesti, te pozitivno djeluju na kožu, kosti i zglobove (Glavaš, 2019).

## 2.4. TAKSONOMIJA BOROVNICE I RASPROSTRANJENOST U REPUBLICI HRVATSKOJ

Običnu borovnicu karakterizira jednostavni jajasto eliptični oblik, napiljenog ruba te kratkog šiljastog vrha (Idžojtić, 2013). Raste u visinu oko 30 cm. Stabljika je uspravna i ima oštre bridove. Vrijeme cvjetanja je razdoblje svibnja i lipnja, cvjetovi su blijedorozni u obliku zvončića, dvospolni su i oprašuju ih pčele. Vise pojedinačno na dršcima smještenim u pazušcima listova. Plodovi su tamne, ukusne bobice, okruglog oblika koje sazrijevaju od lipnja do kolovoza (Anonymous 2, 2016). U tablici 1. prikazana je taksonomska podjela borovnice.

**Tablica 1.** Taksonomija borovnice (USDA, 2018)

CARSTVO	<i>Plantae</i>
ODJELJAK	<i>Magnoliophyta</i>
KOLJENO	<i>Magnoliopsida</i>
RED	<i>Ericales</i>
PORODICA	<i>Ericaceae</i>
ROD	<i>Vaccinium</i>

Na području Hrvatske porodica *Ericaceae* obuhvaća 20 vrsta rodova koji uglavnom zahtijevaju kisela staništa te rastu u šumama i otvorenim prostorima. Biljke određene vrste najčešće dolaze u skupinama u svijetlim šumama na rubovima, krčevinama i čistinama jer je za njihov rast osobito važna svjetlost. U Republici Hrvatskoj rod *Vaccinium* je zastupljen s četiri vrste:

- *V. myrtillus* – obična (šumska) borovnica
- *V. vitis-idaea* – brusnica; nalazimo je kao samoniklu vrstu uglavnom u planinskom području, postala je poznata nakon populariziranja njenih ljekovitih svojstava u medijima. Grmovita biljka zimzelenih listova. Cvate od svibnja do kolovoza, sazrijeva tijekom rujna i kolovoza. Plodovi bogati različitim vitaminima i mineralima, dobar su

izvor polifenola, fitokemikalija antocijana, flavonoida. Lišće i plodovi koriste se za izradu čajeva, sokova, džemova, vina. Posjeduje antibiotsko djelovanje, smanjuje rizik od pojave različitih bolesti i infekcija, pomaže pri problemima vida te smanjuje količinu glukoze u krvi, što je korisno za dijabetičare.

- *V. uliginosum* – močvarna borovnica-trajnica s dugim podankom iz kojeg izbijaju grane koje oblikuju grmove, raste po močvarnim mjestima planinskih krajeva. Okus ovih bobica je gotovo bljutav u odnosu na aromatičnost prave borovnice, također sadrži ljekovita svojstva kao i ostale borovnice no znatno manje se koristi zbog sporijeg djelovanja. O ovoj vrsti zabilježeno je najmanje podataka
- *V. corymbosum* – kultivirana borovnica (američka borovnica) – vrsta je iz koje su oplemenjivači danas izdvojili veliki broj gospodarski vrijednih sorti. Višegodišnja drvenasta biljka čiji je uzgoj započeo u SAD-u 1893. godine, a u Hrvatskoj su prve američke bobice posađene 1964. godine. Za dobar uzgoj neophodno je kiselo tlo, izrazito je otporna prema niskim temperaturama (Dujmović Purgar i sur., 2007).

## **2.5. PARAMETRI ZA RAST BOROVNICA**

Biljke koje pripadaju rodu *Vaccinium* imaju karakteristične zahtjeve u pogledu parametara koji su uvjetovani klimom i tlom na kojem se uzgajaju.

### **2.5.1. Temperatura**

Rod *Vaccinium* ima vrlo izraženu varijabilnost koja je bitna za rast sorata u različitim klimatskim uvjetima. Borovnice koje rastu u umjerenom klimatskom pojasu, imaju afinitet za nižom temperaturom, te zahtijevaju oko 250 do 1200 sati rasta u temperaturnom rasponu od 0° C - +7 ° C (Ebert, 2008).

Većina sorti borovnice podnosi temperature do – 25 °C, a pupovi nekih sorata otporni su na temperaturu do čak – 35 °C. Otpornost na niske temperature i mraz povezuje se sa nastankom bjelančevina u pupovima. Takve su bjelančevine poznate kao Dehidrin proteini (DHN) koji nastaju pri niskim temperaturama i za vrijeme suša. Oni služe kao biomarkeri za toleranciju na stres ( Ebert, 2008).

### **2.5.2. Tlo**

Kada je u pitanju tlo vrste roda *Vaccinium* imaju zahtjeve za tlima koja imaju nizak pH, nemaju mnogo minerala ali su bogata organskom tvari. Tla pogodna za uzgoj borovnice odlikuju se visokim udjelom krupnih pora, ravnomjernom vlažnosti tijekom cijele godine, rahlosti tla, visokim udjelom organskim tvarima te takvo tlo mora biti prilično kiselo odnosno, odlikuje se niskom pH vrijednosti.

Najviše joj odgovaraju laka i plodna tla s udjelom humusa 5 – 7%, tla koja su dobro rastresita i propusna, te kiselosti od 4.3 - 4,8, iako je zabilježeno da može uspijevati na tlima u kojima je pH vrijednost u rasponu od 4,0 – 5,2 ( Kantoci, 2009), ( Trehane, 2004).

### **2.5.3. Voda i vlažnost zraka**

Borovnice nemaju izrazito duboko korijenje te su zbog toga dosta osjetljive na sušu. Imaju zahtjeve za oko 600 – 1000 mm padalina godišnje. Pri nepravilnoj raspodjeli padalina potrebno je navodnjavanje u sušnim razdobljima. Nedostatak vlage tijekom cvatnje može

uzrokovati slabije zametanje ploda te dolazi do opadanja mladih plodova. Karakterističan simbol nedostatka vlage su crveni listovi. Velika vlaga ima također negativan učinak jer guši biljku pri nedostatku kisika i ograničava izmjenu hranjivih tvari u korijenu, u takvim nasadima potrebno je osigurati drenažu (Kantoci, 2009).

Obična borovnica prirodni je pratitelj borovih šuma, odgovaraju joj različite nadmorske visine (Kantoci, 2009). Za podizanja nasada najbolja su tla s blagim nagibom kako bi se odvijala stalna cirkulacija zraka.

## **2.6. KEMIJSKI SASTAV BOROVNICE**

Borovnice po svom kemijskom sastavu predstavljaju bogat izvor raznih esencijalnih mikronutrijenata. Plodovi borovnice imaju ljekovita i hranjiva svojstva pa se od ove voćke spravlja džemovi, sokovi, sirupi, likeri, te je čest sastojak raznih slatkih jela i poslastica.

Najznačajniji kemijski sastojci u plodovima borovnica su:

- 83 % vode
- 15 % ugljikohidrata ( od kojih 12,5 % invertnog šećera; 1,4 % saharoze)  
0.7 % organskih kiselina (iskazanih kao jabučna kiselina)
- Oko 0.6% masti, bjelančevina i pektina (0.6 %)
- Vitamine A, B1, C i minerale (najzastupljeniji: kalcij, fosfor i željezo) (Miljković, 1991)

Šalica borovnica osigurava gotovo trećinu preporučene dnevne količine vitamina C i znatnu količinu kalija uz nisku kalorijsku vrijednost. Vitamin C djeluje kao antioksidans te može pomoći kod sprječavanja stvaranja ploča na arterijama kao i nastanka raznih vrsta raka, također povećava otpornost organizma na infekcije. Kalij pomaže u određivanju normalne ravnoteže tekućina u tijelu, kao i normalnog rada srca i krvnog tlaka (Mindell, 1998). Prosječni kemijski sastav 100 g borovnica prikazan je u tablici 2 i tablici 3.



**Tablica 2.** Kemijski sastav 100 g borovnice (USDA, 2018)

HRANJIVE TVARI	MJERNA JEDINICA	KOLIČINA
Energetska vrijednost	kcal/ kJ	57 / 283
Ukupno bjelančevina	g	0,74
Ukupno ugljikohidrata	g	14,49
Dijetalna vlakna	g	2,40
Ukupno masti	g	0,33

**Tablica 3.** Vitamini i minerali u 100g borovnice (USDA, 2018)

HRANJIVE TVARI	MJERNA JEDINICA	KOLIČINA
Vitamin A	IU	54,00
Tiamin	Mg	0,04
Riboflavin	Mg	0,04
Niacin	Mg	0,42
Vitamin B6	Mg	0,05
Pantotenska kiselina	Mg	0,12
Vitamin C	Mg	9,70
Vitamin E	<i>IU</i>	0,57
Vitamin K	μg	19,30
Kalcij (Ca)	Mg	6,00
Bakar (Cu)	Mg	0.06
Željezo (Fe)	mg	0,28
Magnezij (Mg)	Mg	6,00
Fosfor	Mg	12,00
Kalij	Mg	77,00
Natrij	Mg	1,00
Cink	Mg	0,16
Mangan	Mg	0,34
Selen	Mg	0.10

Borovnice se, od ostalog jagodastog i bobičastog voća iz porodica *Rosaceae* i *Caprifoliaceae*, osobito ističu po količini polifenola. Najvažnije skupine fenola prisutne u ovom voću su flavonoli, flavan-3-oli, antocijani te proantocijanidini, te redovitom konzumacijom ovog voća i njegovih proizvoda znatno se utječe na smanjenje rizika od malignih bolesti i bolesti krvožilnog sustava (Jakobek i sur., 2008).

Listovi borovnice sadrže oko 18% prokatehinskih tanina, katehinske, flavonske i flavonolne glikozide mirtilin i neomirtilin, arbutin (0,5 – 1,5%), limunsku, jabučnu kiselinu, šećere, gumu i vitamin C (Glavaš, 2019).

Plodovi borovnica obiluju antocijanima i taninima koji se smatraju njihovim najljekovitijim tvarima. Tanini se oslobađaju u alkalnom mediju probavnog trakta i djeluju neposredno umirujuće na crijeva, djeluju na smanjenje peristaltike te protuupalno. Antocijani od kojih potječe boja borovnica, djeluju na način da se vežu na stijenke bakterija i tako ih inaktiviraju i sprječavaju njihov rast. Pripisuje im se i to da djeluju na smanjenje kolesterola i krvnih ugrušaka (Glavaš, 2019).

Uz osnovne nutritivne komponentne borovnice predstavljaju dobar izvor fitokemikalija kao što su fenolne kiseline, flavonoidi, fenoli, tanini i lignini koji pripadaju skupini polifenola (Seeram, 2008).

## **2.7. ANTIOKSIDACIJSKA SVOJSTVA BOROVNICA**

Nekoliko aktivnih sastojaka izolirano je iz bobica i listova biljke borovnice, uključujući antocijane, flavonoide (antocijanine), vitamine, šećere i pektine. Koncentracija antocijana u svježem voću je oko 0,1 do 0,25%, dok su koncentrirani ekstrakti borovnice obično standardizirani na 25% antocijana. Sadržaj antocijana se povećava kako plod sazrijeva, a obrnuto vrijedi za njegove sastavnice lista. Iako sastojci borovnice imaju višestruka farmakološka djelovanja, većina istraživanja je usredotočena na antocijane. Dokazano je da ekstrakti koji sadrže antocijane posjeduju snažna antioksidacijska svojstva, stabiliziraju kolagenska vlakna i potiču biosintezu kolagena, te smanjuju propusnost i krhkost kapilara i inhibiraju agregaciju trombocita.

Prema istraživanju Jakobek i sur., u usporedbi s jagodom, dokazano je da fenoli borovnice imaju veću antioksidacijsku aktivnost od fenola jagode, a flavonoli i fenolne kiseline iz borovnice gotovo 3 puta veću antioksidacijsku aktivnost. Antioksidacijsku aktivnost antocijanina iznosila je gotovo 3,5 puta više u odnosu na antioksidativnu aktivnost jagode. Ranija istraživanja istih autora također su pokazala da polifenoli borovnice imaju veoma snažnu antioksidativnu aktivnost, što je rezultat znatno veće količine polifenolnih spojeva u borovnicama (Jakobek i sur., 2008).

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1 Materijali

U eksperimentalnom dijelu diplomskog rada ispitivano je 35 uzoraka obične borovnice (*Vaccinium myrtillus*) koji su ubrani na 7 lokacija u Primorsko-goranskoj županiji (Slika 2) uzorci su prikupljeni u periodu 20.lipnja do 13.srpnja 2018. godine, tako da se na svakoj lokaciji s površine od 1 m<sup>2</sup> nabralo oko 50 g svježih borovnica. Borovnice su bile ubrane u stadiju konzumne zrelosti.



**Slika 2.** Područje Gorskog Kotara - Vrbovsko (Anonymous 3)

U uzorcima su se analitičkim postupcima utvrđivali sljedeći parametri:

- Određivanje udjela vode
- Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)
- Određivanje udjela masti
- Određivanje udjela proteina
- Određivanje udjela šećera
- Određivanje udjela celuloze

Uzorci su bili označeni prema lokalitetu s kojega su izuzeti, popis lokacija naveden je u tablici 4:

**Tablica 4.** Lokaliteti područja sa kojih su izuzeti uzorci (vlastiti izvor)

<b>REDNI BROJ UZORAKA</b>	<b>LOKALITET</b>
<b>1.-5.</b>	Vrbovsko GJ "Jelenski Jarak"
<b>6-10.</b>	Vrbovsko "Željezni most"
<b>11.-15.</b>	Skad "Bukov Vrh"
<b>16.-20.</b>	Ravna Gora "Javorova Kosa"
<b>21.-25.</b>	Mrkopalj "Tuk"
<b>26.-30.</b>	Mrkopalj "Matić Poljana"
<b>31.-35.</b>	Mrkopalj "Begovo Razdolje"

### **3.2 Metode rada**

Masa svakog uzorka iznosila je oko 50 grama. Svi uzorci bili su prikupljeni u PVC vrećicama s patentnim zatvaračem, vrećice su bile označene brojevima od 1 do 35. Svaki pojedinačni uzorak je usitnjavan i homogeniziran štapnim mikserom u čistim laboratorijskim čašama, pri usitnjavanju svakog novog uzorka, štapni mikser je bio detaljno očišćen. Zatim su se homogenizirani uzorci prenosili pomoću špatule u plastične, zatvorene i sterilne posudice, koje su bile označene brojem uzorka i skladištene u hladnjaku za vrijeme trajanja eksperimentalnog dijela. Svakodnevno, uzorci su prije samih pokusa bili izvađeni i odmrznuti na sobnoj temperaturi.

### 3.2.1. Određivanje udjela vode

Određivanje vode provedeno je metodom sušenja do konstantne mase. To je indirektna fizikalna metoda koja se koristi za određivanje udjela vode, izvodi se na principu sušenja uzorka pri određenoj temperaturi u određenom vremenskom periodu, kao rezultat dobiva se gubitak na masi koji se izražava kao udio vode.

Princip: Ovim fizikalnim postupkom udio vode određuje se indirektno, metodom se mjeri ostatak nakon sušenja te se iz razlike u masi prije i nakon sušenja izračuna udio vode u određenom uzorku (AOAC 925.40, 2000).

Postupak: Aluminijske zdjelice s poklopcem prethodno su bile pripremljene na način da su bile sušene u sušioniku pri temperaturi od 105° C uz dodatak kvarcnog pijeska i staklenog štapića koji služe za bolju homogenizaciju uzorka. Vrijeme sušenja zdjelica bilo je 30 min nakon čega su ohlađene u eksikatoru i izvagane. Odvagano je 2 g prethodno odmrznutog i homogeniziranog uzorka borovnice u označene aluminijske zdjelice s poklopcem poznate mase. Uzorci su bili homogenizirani i izmiješani sa kvarcnim pijeskom, sušeni su 4 h pri temperaturi 105°C u sušioniku, zatim su prebačene u eksikator da se ohlade na sobnu temperaturu. Po završetku hlađenja uslijedilo je vaganje i izračun.

Račun:

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

gdje je:

$m_1$  – masa prazne aluminijske zdjelice (g)

$m_2$  – masa aluminijske zdjelice s uzorkom prije sušenja (g)

$m_3$  – masa aluminijske zdjelice s uzorkom nakon sušenja (g)

$\% \text{ suhe tvari} = 100 - \% \text{ vode}$

[2]

### 3.2.2. Određivanje udjela mineralnog ostatka

Ukupni mineralni ostatak može se odrediti kao udjel pepela koji predstavlja anorganski dio koji zaostaje nakon spaljivanja organske tvari. Određivanje pepela važan je analitički postupak u analizi namirnica zato što se iz otopine pepela uz pomoć spektrofotometrije mogu odrediti pojedine mineralne tvari. Udjel i međusobni kvantitativni odnos, daju informaciju o ispravnosti i kakvoći prehrambenih proizvoda.

Princip: Uzorak se karbonizirao spaljivanjem na plameniku, nakon toga je uslijedila mineralizacija (suhim putem) u mufolnoj peći pri određenoj temperaturi do pojave jednolično sivog pepela ili pepela konstantne mase (AOAC 923,03, 2000).

Reagensi: Destilirana voda

Postupak: U prethodno izžarenu, ohlađenu u eksikatoru i izvaganu porculansku zdjelicu odvagano je 3 g usitnjenog i dobro homogeniziranog uzorka. Uzorak u zdjelici zatim je prenesen na plamenik gdje je zagrijavan do trenutka kada je potpuno karbonizirao. Nakon toga stavljen je u mufolnu peć zagrijanu na 580° gdje je došlo do spaljivanja uzorka (mineralizacije) sve dok nije postignut ujednačen svijetlo sivi pepeo bez crnih točkica. U slučaju da pepeo sadrži tamne čestice potrebno ga je navlažiti malom količinom vode kao bi se otopile soli zatim se suši u sušnici i nastavlja proces mineralizacije. Po završetku spaljivanja zdjelice su ohlađene u eksikatoru do sobne temperature, nakon čega je provedeno vaganje pri čemu se pazilo da se vaganje izvede odmah po završetku hlađenja zbog higroskopnosti pepela.



Račun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

[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)

### 3.2.3. Određivanje udjela masti metodom po Soxheltu

Princip: Metoda se bazira na višekratnoj kontinuiranoj ekstrakciji masti organskim otapalom u posebno načinjenoj Soxheltovoj aparaturi (AOAC 989.05, 2000).

Reagensi:

- Medicinski benzin

Postupak: Uzorak borovnice pripremljen je na način da je najprije 10-20 g uzorka (ovisno o dostupnoj količini kod pojedinih uzoraka) prebačeno u porculanske zdjelice i sušeno u sušioniku oko 5 sati. Nakon sušenja uzorak je špatulom poskidan sa zdjelica, osobito se pazilo na stijenke zdjelice kako ne bi došlo do gubitaka, te je prenesen u odmašćenu, izvaganu, papirnatu čahuru i potom opet izvagan. Zatim se čahura sa uzorkom sušila 1 sat u zračnoj sušnici pri 105 °C. Čahura je zatim poklopljena slojem omašćene suhe vate te stavljena u srednji dio Soxheltove aparature koju čini ekstraktor spojen s hladilom i tikvicom koja je prethodno sušena zajedno sa nekoliko kuglica za vrenje, te izvagana i ohlađena. Količina otapala potrebnog za ekstrakciju dodana je preko lijevka tako što se ekstraktor napunio i preko kapilarne cjevčice ispraznio u tikvicu, dodano je još otapala otprilike do polovine ekstraktora. Volumen otapala ne smije preći  $\frac{3}{4}$  od ukupnog volumena tikvice. Nakon toga kroz hladilo je pušten mlaz vode te je počelo zagrijavanje koje je provedeno u pješčanoj kupelji zbog zapaljivosti otapala. Ekstrakcija je trajala 5 h, prekinuta je u trenu kada se otapalo iz ekstraktora prelilo u tikvicu a čahura ostala ekstratoru bez otapala. Nakon toga aparatura uređaja je rastavljena i čahura s uzorkom je izvađena, potom se uređaj opet sastavio te se otapalo prodestiliralo iz tikvice u prazan ekstraktor. Tikvica s ekstraktom je sušena na 100 – 101 °C do konstantne mase, nakon toga je ohlađena u eksikatoru i zatim izvagana.

Račun:

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

Gdje je :

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m - masa uzorka (g)



**Slika 3.** Aparatura po Soxheltu (vlastiti izvor)

### 3.2.4. Određivanje udjela ukupnih proteina metodom po Kjeldahlu

Proteini se u namirnicama gotovo nikada ne određuju direktno, nego se odrede iz udjela dušika jer proteini predstavljaju skupinu složenih spojeva. Postupak koji se najčešće primjenjuje za određivanje udjela proteina i dušika je postupak po Kjeldahlu.

Princip: Razaranje organske tvari iz uzorka sumpornom kiselinom i Kjeldahlovim tabletama koje imaju ulogu katalizatora u reakciji, djeluju na način da povisuju vrelište kiseline te tako dolazi do oslobađanja proteinskog i neproteinskog dušika koji zaostaje u obliku amonijevih soli. Dodatkom natrijeva hidroksida iz amonijeva sulfata oslobađa se amonijak koji se zatim prodestilira u bornu kiselinu iz čega nastaje amonijev borat koji se titrira s 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% vodikov peroksid ( $H_2O_2$ )

Postupak: 1 g homogeniziranog uzorka se odvagao i uz pomoć aluminijske folije i pincete prebacio u kivetu tako da je grlo kivete ostalo čisto. Nakon toga dodana je 1 Kjeldahlova tableta, 10 mL koncentrirane sumporne kiseline i 5 mL 30 postotnog vodikovog peroksida. Kiveta se protresla da bi se uzorak ravnomjerno pomješao sa kiselinom. Zatim su kivete sa uzorcima bile prenesene u blok za spaljivanje gdje su se najprije lagano zagrijvale a nakon što se reakcija u kiveti smirila grijale su se pri većoj temperaturi. Spaljivanje je završilo kada je u bloku ostala bistra plavo-zelena tekućina bez neizgorenih crnih komadića uzorka. Kada se sadržaj u kiveti ohladio uslijedio je postupak destilacije.

Destilacija se odvijala u sustavu Floss Kjeltec 8100, najprije se u Erlenmayerovu tikvicu otpipetiralo 25 mL borne kiseline tikvica se postavila na postolje destilacijske jedinice, potom je uređaj stavljen na program koji dodaje 80 mL vode i 50 mL lužine.

Tada je pokrenut postupak destilacije koji je trajao do pojave zelene boje u predlošku za skupljanje  $\text{NH}_4^+$ . Po završetku destilacije sadržaj tikvice se titrirao sa 0,1 M HCl do pojave ružičaste boje. Postotak ukupnog dušika izračunat je iz volumena kiseline utrošene za titraciju uzorka i titraciju slijepe probe.

Račun:

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

$$\% \text{ proteina} = \% N \times 6,25 \quad [6]$$

Gdje je:

T – volumen HCl utrošen za titraciju uzorka (mL)

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

m – masa uzorka (mg)

N – molalitet kiseline

6,25 – faktor za preračunavanje postotka dušika u proteine

### 3.2.5. Određivanje udjela celuloze metodom po Kürscher i Hanaku

Princip: Razaranje namirnice smjesom nitratne i octene kiseline. Nitritna kiselina oksidira i nitrira sve tvari u namirnici osim celuloze, razgradni produkti otapaju se u octenoj kiselini (AOAC 973.18, 2000).

Reagensi:

- 80%-tna octena kiselina ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
- Koncentrirana nitritna kiselina ( $\text{HNO}_3$ )

Postupak: U okruglu tikvicu s ravnim dnom izvagan je 1 g homogeniziranog uzorka borovnice, zatim je dodano 25 mL 80 %-tne octene kiseline i 2,5 mL koncentrirane nitratne kiseline, uz oprez kako se sadržaj tikvice ne bi uhvatio na stijenke tikvice pri čemu bi došlo do gubitaka. Zatim su se uzorci kuhali na plameniku sa zračnim hladilom i vrući filtrirali kroz prethodno osušene, izvagane i izvagane staklene filtere koji su bili prethodno isprani s vrućim reagensom (25 mL octene kiseline + 2,5 mL nitratne kiseline). Filtracija je provedena uz slabu evakuaciju te je bilo potrebno voditi računa da se ne upotrijebi jaki vakuum jer bi to doprinijelo začepljenju pora filtra. Nakon filtracije filter je ispran vrućom vodom.

Račun:

$$\% \text{ sirove celuloze} = \frac{a \times 100}{m} \quad [7]$$

Gdje je:

a – masa sirove celuloze (g)

m – masa uzorka uzetog za analizu (g)

Određivanje udjela celuloze Kürscherovim i Hanakovim postupkom

### 3.2.6. Određivanje udjela reducirajućih šećera

Karakteristično svojstvo ugljikohidrata je sposobnost redukcije alkalnih metala iz otopina njihovih soli, ono je vezano uz postojanje aldehinske ili ketonske skupine kod pojedinih ugljikohidrata. Tipičan reagens za određivanje ugljikohidrata na osnovu njihove redukcijske sposobnosti je otopina bakar-(II)-sulfat-pentahidrat i kalij-natrij-tartarat tetrahidrat, poznata kao Fehlingova otopina. Reducirajući šećeri izravno reduciraju Fehlingovu otopinu u bakreni oksidul koji se taloži i potom određuje gravimetrijski ili titrimetrijski.

Nereducirajući šećeri se prvo moraju hidrolizirati pomoću kiseline ili odgovarajućih enzima, a onda se određuju pomoću Fehlingove otopine.

Princip: Reducirajući šećeri (prirodni invert) određuju se na osnovu reducirajućih svojstava tih monosaharida (glukoza i fruktoza). Oni pod određenim uvjetima reduciraju Fehlingovu otopinu u bakar-(I)-oksid koji se odvaja i kao taav može se odrediti gravimetrijski ili titrimetrijski. Nereducirajuće disaharide potrebno je najprije hidrolizirati na reducirajuće monosaharide koristeći se lužinom ili enzimima, a potom ih je moguće odrediti pomoću Fehlingove otopine na taj način dobiva se podatak o ukupnoj količini šećera u uzorku (ukupni invert) (AOAC 925.35, 2000).

Reagensi:

- zasićena otopina neutralnog olovo acetata
- kalij ili natrij oksalat
- 20%-tna kloridna kiselina (HCl)
- 30%-tni natrij hidroksid
- Fenolftalein
- Otopina Fehling I
- Otopina Fehling II

Postupak: 10 g homogeniziranog uzorka odvagano je u laboratorijsku čašu od 250 mL, nakon čega je dodano oko 100 mL destilirane vode i sadržaj je bio zagrijavan na plameniku uz povremeno miješanje staklenim štapićem sve dok tekućina nije postala homogena. Potom je homogenizirani uzorak kvantitativno prebačen preko staklenog lijevka u odmjernu tikvicu od 250 ml i ohlađen. Zatim je u suvišku dodana otopina olovo acetata (oko 2 mL), te se sadržaj pomješao, dopunio destiliranom vodom do oznake i profiltrirao, pri čemu je odbačeno nekoliko prvih mililitara filtrata. Nakon toga u filtrat je dodan suhi kalij oksalat da bi se istaložio višak olova, te se ponovno filtrirao. Uzeto je 25 mL dobivenog filtrata i prebačeno u odmjernu tikvicu od 100 mL, još je dodano 10 mL 20% - tne kloridne kiseline i 20 mL vode te sve zajedno stavljeno u vodenu kupelj na temperaturu od 60 °C, uz mućkanje u prve 3 minute. Nakon 10 minuta tikvica je izvađena iz kupelji i ohlađena. Potom se sadržaj tikvice neutralizirao sa 30 % -tnom otopinom natrij – hidroksida uz indikator i dopuni do markice. U Erlenmayerovu tikvicu od 100 mL je potom dodano 25 mL pripremljene Fehling I i Fehling II otopine i te doda 25 mL filtrata i 25 mL vode. Tikvica se zagrijala na plameniku preko azbestne mrežice te je sadržaj zavrio u 4 minute, potom je vrenje nastavljeno točno 2 minute te je za cijelo vrijeme zagrijavanja Erlenmayerova tikvica bila prekrivena satnim stakalcem. Nakon toga filtrirana je vruća otopina kroz osušeni, ohlađen i izvagan porculanski filter određene poroznosti, filtracija je provedena pomoću odsisne boce i sisaljke uz mlaz vode. Kvantitativno prebačeni talog je poto ispran vrućom destiliranom vodom i sušio se u zračnoj sušnici 30 minuta pri 100 °C. Nakon toga ohlađen je u eksikatoru i izvagan, prema čemu je iz Hammondovih tablica očitao udjel invertnog šećera.



Račun:

$$\% \text{ šećera} = \frac{a \times 100}{b \times 1000}$$

[8]

Gdje je:

a – očitani udjel šećera iz Hammondovih tablica (mg)

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



**Slika 4.** Postupak filtracije kod određivanja masenog udjela šećera (vlastiti izvor)

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Laboratorijskom analizom utvrđen je maseni udio šest značajnih sastojaka obične borovnice (voda, pepeo, masti, proteini, šećeri i celuloza). Analiza je provedena na sveukupno 35 uzoraka iz 7 nalazišta u Gorskom Kotaru. Iz svakog nalazišta je bilo po 5 uzoraka.

Rezultati osnovnog kemijskog sastava za uzorke borovnice izuzete s lokaliteta Vrbovsko – GJ "Jelenski Jarak" prikazani su u tablici 5.

**Tablica 5.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta Vrbovsko - GJ "Jelenski Jarak "

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE							
Nalaziše	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Vrbovsko- GJ " Jelenski Jarak"	1	88,21	0,24	0,47	0,76	8,68	1,31
	2	86,90	0,34	0,31	0,77	7,08	1,19
	3	88,14	0,29	0,37	0,73	7,29	1,12
	4	87,31	0,26	0,34	0,83	6,39	1,11
	5	87,51	0,28	0,52	0,94	6,62	1,38
PROSJEK		87,61	0,28	0,40	0,81	7,21	1,22
RASPON		1,31	0,10	0,21	0,21	2,29	0,27
STANDARDNA DEVIJACIJA		0,56	0,04	0,09	0,08	0,90	0,12
KOE.F.VARIJACIJE		0,64%	13,36%	22,21%	10,33%	12,41%	9,74%

Voda ima najznačajni maseni udio u običnoj borovnici. U prosjeku preko 85%. U uzorcima borovnice iz lokaliteta Vrbovsko - GJ "Jelenski Jarak" prosječni udio vode iznosio je 87,61%. Značajan udio sastava borovnice je šećer sa prosječnih 7,21%. Najmanji maseni udio u običnoj borovnici ima pepeo sa prosječnih 0,28%. Prosječan udio masti je 0,40%, proteina 0,81% te celuloze 1,22% (Tablica 5).

Jednostavna mjera disperzije pokazuje da najveći raspon varijacije ima voda, 1,31%, dok najmanji raspon ima pepeo, 0,10%.

Prema ostalim mjerama disperzije vidljivo je da voda ima najmanje odstupanje od prosjeka, 0,64%. Najveće odstupanje od prosjeka imaju masti, 22,21%, zatim pepeo 13,36%, šećeri 12,41%, proteini 10,33% te celuloza 9,74%.

**Tablica 6.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta "Željezni most" Vrbovsko

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE							
Nalazište	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Vrbovsko- "Željezni Most"	6	87,06	0,21	0,44	0,56	8,45	0,85
	7	85,07	0,23	0,36	0,69	8,58	0,76
	8	88,26	0,22	0,33	0,69	7,65	0,72
	9	86,30	0,23	0,37	0,88	7,78	0,77
	10	87,64	0,22	0,31	1,00	6,74	0,89
PROSJEK		86,87	0,22	0,36	0,76	7,84	0,80
RASPON		3,19	0,02	0,13	0,44	1,84	0,17
STANDARDNA DEVIJACIJA		1,24	0,01	0,05	0,17	0,74	0,07
KOEf. VARIJACIJE		1,42	3,77	13,73	22,83	9,39	8,75

U tablici 6 prikazan je kemijski sastav borovnice u nalazištu Vrbovsko "Željezni Most". U 5 uzoraka izuzetih s nalazišta "Željezni Most" voda ima prosječan udio od 86,87%. Prosječan udio šećera je 7,84%. Proteina ima nešto manje nego na lokalitetu Vrbovsko GJ "Jelenski Jarak", u prosjeku 0,76%. Prosječan udio udio celuloze je 0,80%, a pepela 0,22%.

Na temelju deskriptivne statističke analize uzoraka vidljivo je da najveći raspon varijacije ima voda, 3,19%, dok najmanji raspon ima pepeo, 0,02%. Iz ostalih parametara može se isčitati da voda ima najmanje odstupanje od prosjeka, 1,42%. Najveće odstupanje od prosjeka imaju proteini, 22,83%, zatim masti 13,73%, šećeri 9,39%, celuloza 8,75%, te pepeo 9,74%.

**Tablica 7.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta Skrad "Bukov Vrh"

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE

Nalaziše	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Skrad "Bukov Vrh"	11	86,89	0,26	0,35	0,82	6,76	1,10
	12	87,15	0,25	0,32	1,19	6,99	0,84
	13	86,36	0,23	0,63	1,01	7,21	0,81
	14	85,18	0,23	0,65	0,90	7,12	0,71
	15	87,39	0,27	0,62	0,93	6,30	1,06
PROSJEK		86,59	0,25	0,51	0,97	6,88	0,90
RASPON		2,21	0,04	0,33	0,37	0,91	0,39
STANDARDNA DEVIJACIJA		0,88	0,02	0,16	0,14	0,36	0,17
KOEf.VARIJACIJE		1,01	7,21	31,93	14,49	5,29	18,62

U nalazištu Skrad "Bukov Vrh" (Tablica 7) prosječan udio vode je 86,59%. Šećera ima nešto manje u odnosu na prethodna dva nalazišta, u prosjeku 6,88%. Mađutim, nalazište Skrad "Bukov Vrh" ima nešto više proteina u suhoj tvari borovnice od nalazišta Vrbovsko- "Željezni Most" i nalazišta Vrbovsko- GJ "Jelenski Jarak", u prosjeku 0,97%. Prosječni udio celuloze je 0,90%, masti 0,51% te pepela 0,25%.

Jednostavna mjera disprezije pokazuje da najveći raspon varijacije ima voda 2,21%, dok najmanji raspon varijacije ima pepeo, 0,04%. Relativna mjera disperzije, koeficijent varijacije pokazuje da voda ima najmanje odstupanje od prosjeka, 1,01%. Najveći koeficijent varijacije imaju masti, 31,93%, celuloza 18,62%, proteini 14,49%, pepeo 7,21% te šećeri 5,29%.

**Tablica 8.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta "Javorova Kosa" Ravna Gora

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE							
Nalaziše	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Ravna Gora "Javorova Kosa"	16	87,41	0,28	0,56	1,17	7,78	1,26
	17	86,77	0,27	0,66	1,05	7,94	1,27
	18	88,13	0,25	0,45	1,14	6,57	1,22
	19	86,39	0,24	0,48	0,94	7,47	1,18
	20	86,45	0,29	0,43	1,11	6,92	1,09
<i>PROSJEK</i>		<i>87,03</i>	<i>0,27</i>	<i>0,52</i>	<i>1,08</i>	<i>7,34</i>	<i>1,20</i>
<i>RASPON</i>		<i>1,74</i>	<i>0,05</i>	<i>0,23</i>	<i>0,23</i>	<i>1,37</i>	<i>0,18</i>
<i>STANDARDNA DEVIJACIJA</i>		<i>0,74</i>	<i>0,02</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,58</i>	<i>0,07</i>
<i>KOEF. VARIJACIJE</i>		<i>0,85</i>	<i>7,80</i>	<i>18,31</i>	<i>8,40</i>	<i>7,89</i>	<i>6,06</i>

U tablici 8 prikazani su rezultati kemijskog sastava borovnice za 5 uzoraka izuzetih s nalazišta "Javorova Kosa" u mjestu Ravna Gora, te je na istim uzorcima provedena deskriptivna statistička analiza.

Prosječan maseni udio vode iznosi 87,03%. Maseni udio pepela u ovim uzorcima iznosio je u prosjeku 0,27%, udio masti 0,52%. Udio proteina viši je nego u uzorcima s prethodnih nalazišta i iznosi 1,08%. Udio šećera kretao se u rasponu od 6,57% do 7,94% što je u prosjeku iznosilo 7,34%. Prosječan maseni udio celuloze je 1,20%.

Iz tablice je vidljivo da je raspon varijacije najveći kod masenog udjela vode iznosi 1,74%, najmanji je kod udjela pepela 0,05%. Koeficijent varijacije pokazuje da voda ima najmanje odstupanje od prosjeka sa 0,85%, dok je najveće odstupanje od prosjeka zabilježeno kod masenog udjela masti 18,31%.

**Tablica 9.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta "Tuk" Mrkopalj

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE							
Nalaziše	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Mrkopalj "Tuk"	21	87,08	0,19	0,55	0,63	8,65	0,83
	22	86,31	0,21	0,58	0,88	7,40	1,26
	23	87,02	0,19	0,35	0,75	7,69	0,98
	24	87,07	0,21	0,42	0,88	7,18	1,06
	25	86,48	0,22	0,34	0,81	8,58	1,14
<i>PROSJEK</i>		<i>86,79</i>	<i>0,20</i>	<i>0,45</i>	<i>0,79</i>	<i>7,90</i>	<i>1,05</i>
<i>RASPON</i>		<i>0,77</i>	<i>0,03</i>	<i>0,24</i>	<i>0,25</i>	<i>1,47</i>	<i>0,43</i>
<i>STANDARDNA DEVIJACIJA</i>		<i>0,37</i>	<i>0,01</i>	<i>0,11</i>	<i>0,10</i>	<i>0,68</i>	<i>0,16</i>
<i>KOEF.VARIJACIJE</i>		<i>0,42</i>	<i>6,58</i>	<i>24,93</i>	<i>13,25</i>	<i>8,58</i>	<i>15,41</i>

U tablici 9 prikazani su rezultati istraživanja kemijskog sastava uzoraka borovnice iz nalazišta Mrkopalj "Tuk". Prosječni maseni udio vode u ovim uzorcima iznosio je 86,79%. Maseni udio pepela je 0,20%. Udio masti 0,45%. Udio proteina u prosjeku je iznosio 0,79%. Udio šećera u borovnicama iz nalazišta "Tuk" Mrkopalj malo je veći u odnosu na uzorke iz drugih nalazišta i iznosi 7,90%. Udio celuloze u prosjeku je iznosio 1,05%.

U pregledu deskriptivne statističke analize zabilježeno je da voda ima raspon varijacije u iznosu od 0,77%, raspon varijacije za udio pepela iznosi 0,03%. U ovom nalazištu najveći raspon varijacije iznosio je 1,47% za maseni udio šećera.

Najmanje odstupanje od prosjeka zabilježeno je kod masenog udjela vode sa koeficijentom varijacije od 0,42%, najveći koeficijent varijacije imao je udio masti sa 24,93%.

**Tablica 10.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta "Matić Poljana" Mrkopalj

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE							
Nalaziše	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Mrkopalj "Matić Poljana"	26	88,67	0,19	0,42	1,19	7,76	0,81
	27	86,66	0,21	0,49	0,88	8,24	0,89
	28	88,25	0,26	0,46	1,06	8,70	0,90
	29	87,49	0,26	0,79	1,31	7,18	0,98
	30	89,39	0,28	0,68	1,13	7,16	1,15
<i>PROSJEK</i>		<i>88,09</i>	<i>0,24</i>	<i>0,57</i>	<i>1,11</i>	<i>7,81</i>	<i>0,95</i>
<i>RASPON</i>		<i>2,73</i>	<i>0,09</i>	<i>0,37</i>	<i>0,43</i>	<i>1,54</i>	<i>0,34</i>
<i>STANDARDNA DEVIJACIJA</i>		<i>1,06</i>	<i>0,04</i>	<i>0,16</i>	<i>0,16</i>	<i>0,67</i>	<i>0,13</i>
<i>KOEF.VARIJACIJE</i>		<i>1,20</i>	<i>15,87</i>	<i>28,04</i>	<i>14,34</i>	<i>8,59</i>	<i>13,63</i>

Rezultati kemijskog sastava za uzorke obične borovnice iz nalazišta Mrkopalj "Matić Poljana" prikazani su u tablici 10. Prosječan udio vode u ovim uzorcima iznosio je 88,09%, udio pepela bio je 0,24%, masti 0,57% a prosječan udio celuloze iznosio je 0,95%. Udio proteina iznosio je 1,11%, a udio šećera iznosio je 7,81%.

Prema deskriptivnoj statistici najveći raspon varijacije zabilježen je kod udjela vode 2,73%, najmanji kod udjela pepela u iznosu od 0,09%. Najmanji koeficijent varijacije ponovno je zabilježen kod udjela vode što ukazuje na najmanje odstupanje od prosjeka. Najveće odstupanje od prosječne vrijednosti zabilježeno je kod masenog udjela masti i iznosi 28,04%

**Tablica 11.** Rezultati ispitivanja kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta Mrkopalj "Begovo Razdolje"

KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE							
Nalaziše	BR. UZORKA	VODA [%]	PEPEO [%]	MASTI [%]	PROTEINI [%]	ŠEĆERI [%]	CELULOZA [%]
Mrkopalj "Begovo Razdolje"	31	86,34	0,25	0,55	0,94	7,38	0,84
	32	86,54	0,13	0,34	1,00	7,32	0,52
	33	85,82	0,22	0,33	1,19	6,52	0,98
	34	85,17	0,25	0,29	1,81	7,62	1,43
	35	86,37	0,21	0,31	1,19	7,28	0,74
<i>PROSJEK</i>		<i>86,05</i>	<i>0,21</i>	<i>0,36</i>	<i>1,23</i>	<i>7,22</i>	<i>0,90</i>
<i>RASPON</i>		<i>1,37</i>	<i>0,12</i>	<i>0,26</i>	<i>0,87</i>	<i>1,10</i>	<i>0,91</i>
<i>STANDARDNA DEVIJACIJA</i>		<i>0,56</i>	<i>0,05</i>	<i>0,11</i>	<i>0,35</i>	<i>0,42</i>	<i>0,34</i>
<i>KOEF. VARIJACIJE</i>		<i>0,65</i>	<i>23,20</i>	<i>29,05</i>	<i>28,15</i>	<i>5,75</i>	<i>37,63</i>

Kemijski sastav uzoraka obične borovnice sa nalazišta Mrkopalj Begovo razdolje iznosio je: prosječno 86,05% vode, 0,21% pepela, udio masti 0,36%, udio šećera 7,22%, udio celuloze 0,90%. Na ovom nalazištu zabilježena je najveća vrijednost za maseni udio proteina koja iznosi 1,23%.

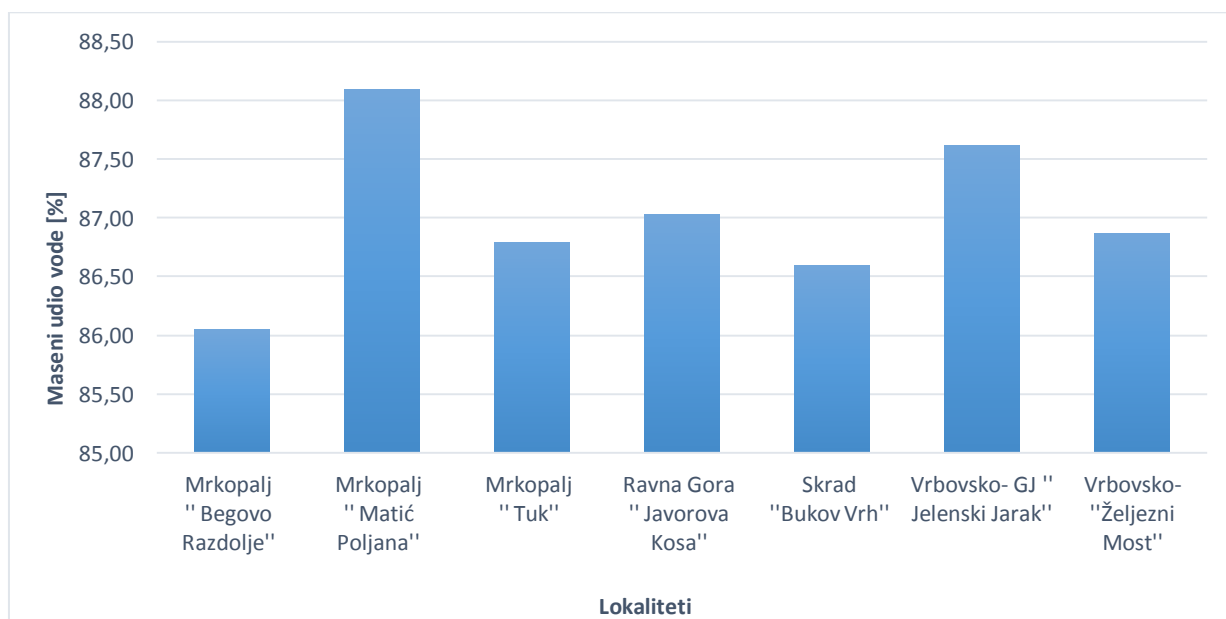
Deskriptivna statistička analiza za uzorke borovnice iz nalazišta Mrkopalj "Begovo Razdolje" pokazuje da najveći raspon varijacije, kao i kod prethodnih uzoraka zauzima voda sa 1,37%, zatim šećeri sa 1,10%, celuloza sa 0,91%, proteini sa 0,87% i masti 0,26. Dok najmanji raspon varijacije ima pepeo sa 0,12%. Koeficijent varijacije kao mjera odstupanja od prosjeka, ponovno je najmanji kod udjela vode sa 0,65%. Na ovom lokalitetu najveće odstupanje od prosjeka zabilježeno je za udio celuloze u iznosu 37,63% (Tablica 11).



Sumarno, rezultati deskriptivne statističke analize borovnice na ukupno 35 uzoraka pokazuju da najveći maseni udio u borovnici ima voda, u prosjeku 87,01%. Od ostalih značajnih sastojaka koji su bili dio laboratorijskog ispitivanja 7,46% se odnosi na šećere, 1% se odnosi na celulozu, 0,96% na proteine, 0,45% na masti, 0,24% pepeo.

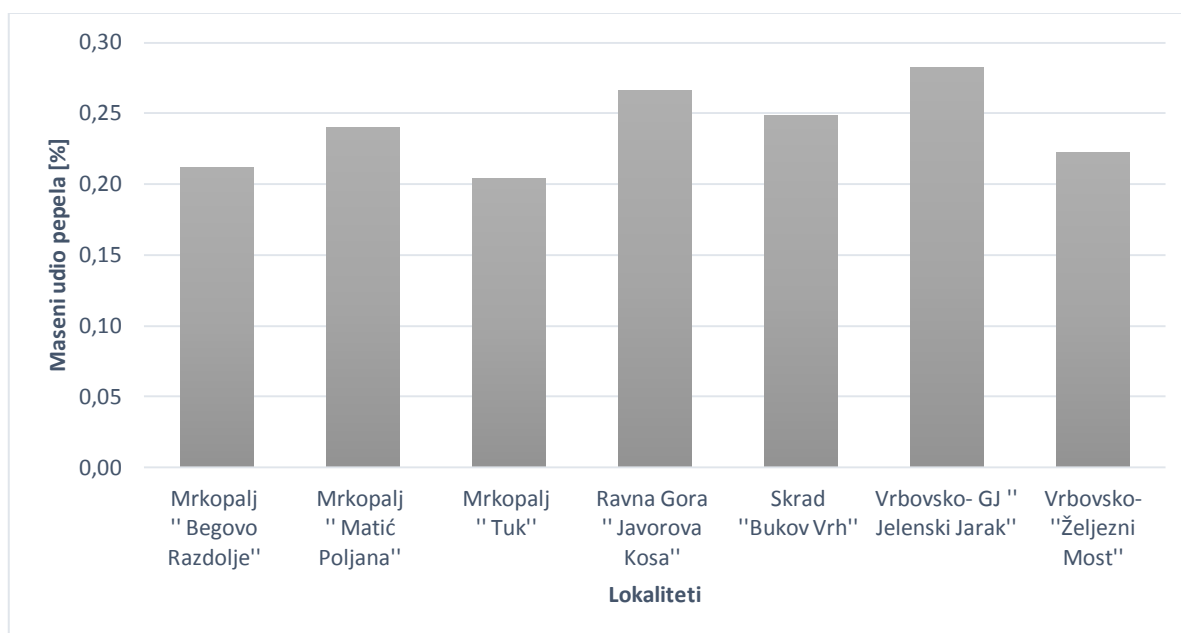
Koeficijent varijacije pokazuje da su najveća odstupanja sastava borovnice među uzorcima u nalazištu Mrkopalj "Begovo Razdolje" gdje celuloza ima relativno odstupanje od prosjeka 37,63%. Značajnije odstupanje od prosjeka u nalazištu Mrkopalj "Begovo Razdolje" imaju i masti, proteini i pepeo.

Najmanji koeficijent varijacije među uzorcima ima nalazište Ravna Gora "Javorova Kosa" i Vrbovsko - "Željezni Most".



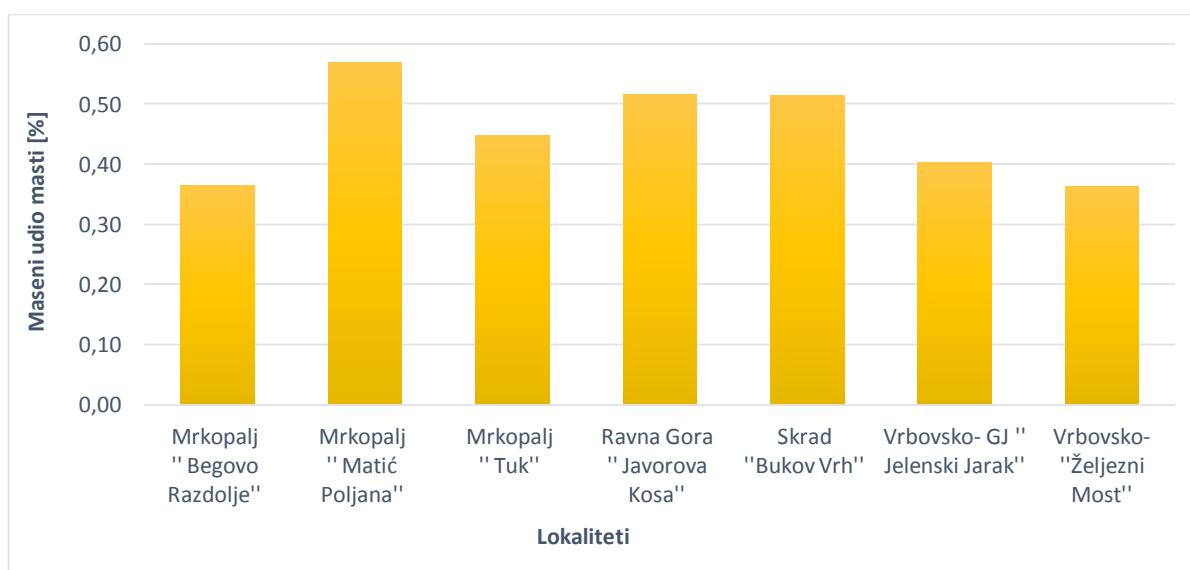
**Slika 5.** Grafički prikaz masenog udjela vode u borovnicama sa svih lokaliteta

Najveći maseni udio u borovnici zauzima voda sa prosječnom vrijednošću od 87,01%. iz grafičkog prikaza vidljivo je da je najveći udio vode zabilježen u nalazištu Mrkopalj "Matić poljana" od 88,09%, najmanji udio vode bio je u uzorcima izuzetim s nalazišta Mrkopalj "Begovo Razdolje" u iznosu od 86,05% (Slika 5).



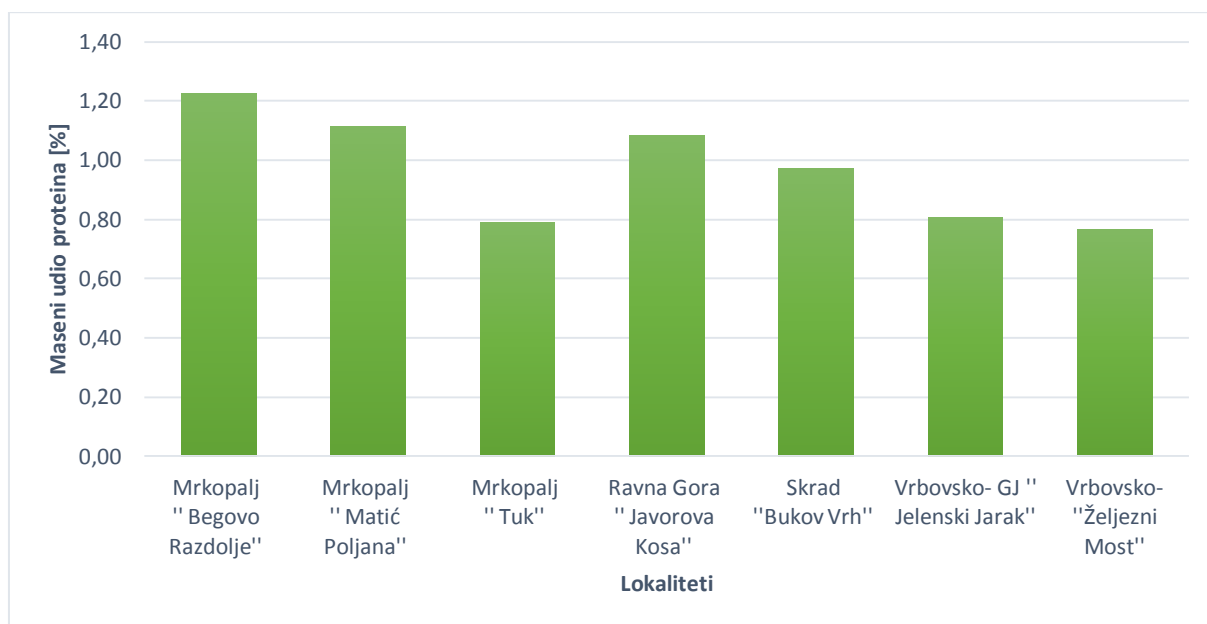
**Slika 6.** Grafički prikaz masenog udjela pepela u borovnicama sa svih lokaliteta

Prosječan udio pepela u ispitivanim uzorcima iznosio je 0,24%. Iz grafičkog prikaza (Slika 6) vidimo da nema značajnijih odstupanja među uzorcima. Najviše pepela zabilježeno je u uzorcima iz nalazišta GJ "Jelenski Jarak" Vrbovsko 0,28%, najmanje pepela imali su uzorci s nalazišta "Tuk" Mrkopalj.



**Slika 7.** Grafički prikaz masenog udjela masti u borovnicama sa svih lokaliteta

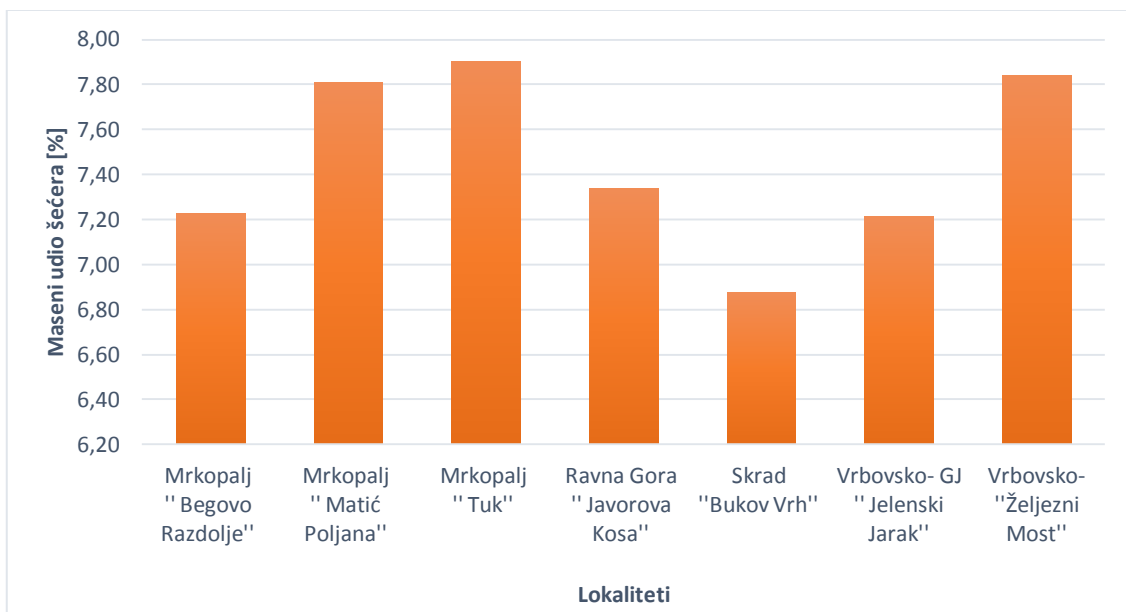
Raspon masenog udjela masti u ispitivanim uzorcima na 5 različitih lokacija (Slika 7) kretao se od 0,36 % za nalazišta "Begovo Razdolje" Mrkopalj i "Željezni most" do 0,57% u uzorcima izuzetim s nalazišta "Matić Poljana" Mrkopalj. Prosječan udio masti u uzorcima iznosio je 0,45%.



**Slika 8.** Grafički prikaz masenog udjela proteina u borovnicama sa svih lokaliteta

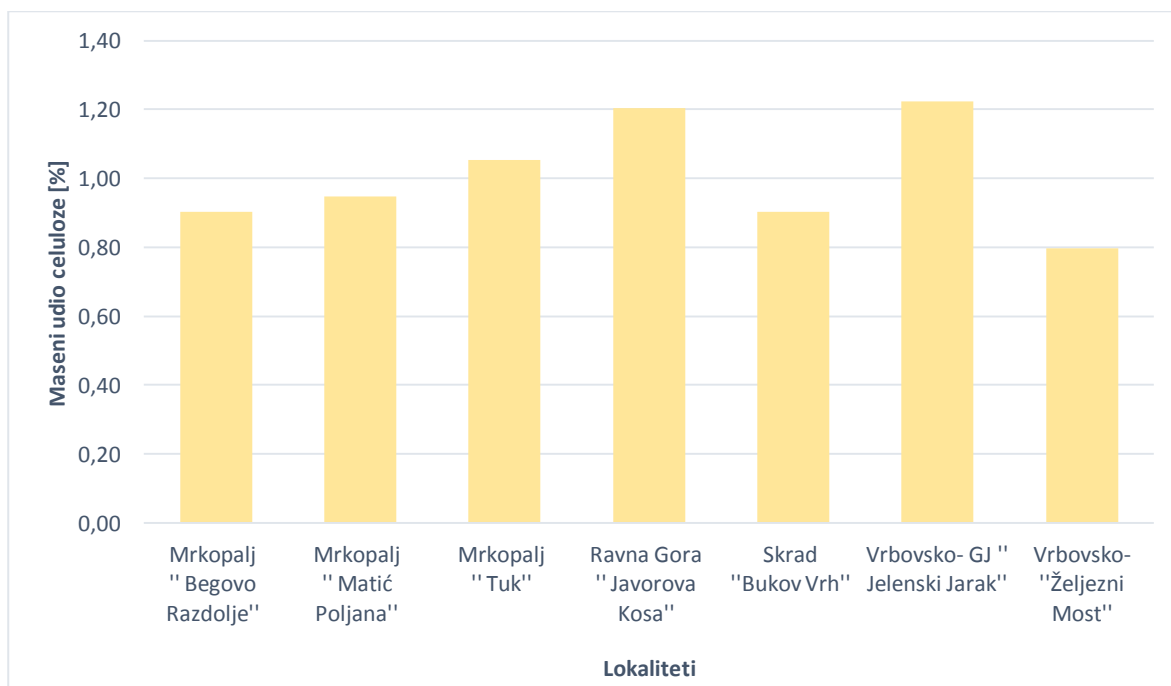
Najmanji udio proteina izmjeren je kod uzoraka iz Vrbovskog "Željezni Most", dok uzorci iz nalazišta Mrkopalj "Begovo Razdolje" imaju najviši maseni udio proteina 1,23%.

Prosječna vrijednost udjela proteina iznosi 0,96% (Slika 8).



**Slika 9.** Grafički prikaz masenog udjela šećera u borovnicama sa svih lokaliteta

Iz grafičkog prikaza masenog udjela šećera (Slika 9) vidljivo je da najveći udio šećera imaju uzorci izuzeti s mjesta Mrkopalj "Tuk" sa 7,90%. Najmanji udio šećera bio je u uzorcima iz nalazišta Skrad "Bukov Vrh" prosječno 6,88%.



**Slika 10.** Grafički prikaz masenog udjela celuloze u borovnicama sa svih lokaliteta

Najveći udio celuloze prema grafičkom prikazu (Slika 10) imaju uzorci iz nalazišta Vrbovsko GJ "Jelenski Jarak" 1,22%, najmanje celuloze nalazi se u uzorima iz nalazišta Vrbovsko "Željezni Most" sa 0,80%.

**Tablica 12.** Analiza varijance podataka o udjelu vode u svim istraživanim uzorcima borovnice

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>
Uzorci	7,230074	4	1,807519	3,724946	0,017024	2,776289
Lokaliteti	13,51267	6	2,252112	4,641168	0,002899	2,508189
Analitička pogreška	11,64593	24	0,485247			
UKUPNO	32,38867	34				

Iz tablice 12 vidljivo je da vrijednost p za uzorke iznosi 0,017024, budući da je izrečena vrijednost  $p < 0,05$ , može se zaključiti da između različitih uzoraka postoji statistički značajna razlika u masenom udjelu vode.

Vrijednost p za lokalitete je također manja od 0,05 te iznosi 0,00289, prema tome je vidljivo da postoji razlika između srednje vrijednosti masenog udjela vode između uzoraka i unutar različitih lokaliteta.

**Tablica 13.** Analiza varijance podataka o udjelu pepela u svim istraživanim uzorcima borovnice

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>
Uzorci	0,001931	4	0,000483	0,498893	0,736737	2,776289
Lokaliteti	0,024514	6	0,004086	4,221402	0,004878	2,508189
Analitička pogreška	0,023229	24	0,000968			
UKUPNO	0,049674	34				

Višefaktorska varijanca za maseni udio pepela (Tablica 13) pokazuje nešto drugačiji rezultat. Prikazana p vrijednost veća je od 0,05% unutar uzoraka, te je manja od 0,05% među lokalitetima. Prema tome, nema značajnih odstupanja između masenog udjela pepela u različitim uzorcima, dok postoji značajna razlika između masenog udjela pepela unutar lokaliteta.

**Tablica 14.** Analiza varijance podataka o udjelu masti u svim istraživanim uzorcima borovnice

ANOVA						
Izvor varijacije	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Uzorak	0,019131	4	0,004783	0,316965	0,863791	2,776289
Lokalitet	0,198709	6	0,033118	2,194774	0,079019	2,508189
Analitička pogreška	0,362149	24	0,01509			
UKUPNO	0,579989	34				

U tablici 14 prikazana je analiza varijance podataka o udjelu masti unutar svih ispitivanih lokaliteta i uzoraka. Vrijednost p za uzorak iznosi 0,863791, što ukazuje na to da unutar uzoraka nema značajnih razlika u vrijednosti masenog udjela masti. Također, p vrijednost za lokalitet veća je od 0,05, to je pokazatelj da ne postoje značajne razlike u masenom udjelu masti ni unutar različitih lokaliteta.

**Tablica 15.** Analiza varijance podataka o udjelu proteina u svim istraživanim uzorcima borovnice

ANOVA						
Izvor varijacije	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Uzori	0,19264	4	0,04816	1,671932	0,189271	2,776289
Lokaliteti	1,001709	6	0,166951	5,795918	0,000761	2,508189
Analitička pogreška	0,69132	24	0,028805			
UKUPNO	1,885669	34				

U tablici 15 vidljivo je da vrijednost p iznosi 0,189271, prema tome u uzorcima borovnice nisu zabilježena značajnija razlika budući da je vrijednost veća od 0,05.

Unatoč tome, p vrijednost za lokalitete manja je od 0,05 što ukazuje na to da ipak postoje statistički značajne razlike po udjelu proteina između različitih lokaliteta.

**Tablica 16.** Analiza varijance podataka o udjelu šećera u svim istraživanim uzorcima borovnice

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>
Uzorci	3,095217	4	0,773804	2,191743	0,100381	2,776289
Lokaliteti	4,663269	6	0,777211	2,201394	0,078254	2,508189
Analitička pogreška	8,473303	24	0,353054			
<b>UKUPNO</b>	<b>16,23179</b>	<b>34</b>				

Na temelju analize varijance za podatke o udjelu šećera (Tablica 16) može se zaključiti da unutar samih uzoraka, kao i unutar lokaliteta nisu zabilježene značajnije razlike budući da je p vrijednost u oba slučaja veća od 0,05.

**Tablica 17.** Analiza varijance podataka o udjelu celuloze u svim istraživanim uzorcima borovnice

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>
Uzorci	0,057343	4	0,014336	0,437522	0,780196	2,776289
Lokaliteti	0,781137	6	0,13019	3,973346	0,006696	2,508189
Analitička pogreška	0,786377	24	0,032766			
<b>UKUPNO</b>	<b>1,624857</b>	<b>34</b>				

Analizom varijance podataka o udjelu celuloze u uzorcima (Tablica 17) dokazano je da među uzorcima nije bilo značajne razlike, dok je unutar lokaliteta zabilježena određena razlika što je vidljivo iz p vrijednosti unutar tablice.

**Tablica 18.** Usporedba vlastitih rezultata sa literaturnim podacima (DTU, 2019), (Stajčić i sur., 2012), (Carvalho i sur., 2017)

<b>Kemijski sastav borovnice iz Gorskog Kotara</b>	<b>Voda [%]</b>	<b>Pepeo [%]</b>	<b>Masti [%]</b>	<b>Proteini [%]</b>	<b>Šećeri [%]</b>	<b>Celuloza [%]</b>
Mrkopalj "Matić Poljana"	88,09	0,24	0,57	1,11	7,81	0,95
Vrbovsko- GJ "Jelenski Jarak"	87,61	0,28	0,40	0,81	7,21	1,22
Ravna Gora "Javorova Kosa"	87,03	0,27	0,52	1,08	7,34	1,20
Vrbovsko- "Željezni Most"	86,87	0,22	0,36	0,76	7,84	0,80
Mrkopalj "Tuk"	86,79	0,20	0,45	0,79	7,90	1,05
Skrad "Bukov Vrh"	86,59	0,25	0,51	0,97	6,88	0,90
Mrkopalj "Begovo Razdolje"	86,05	0,21	0,36	1,23	7,22	0,90
<b>Prosječni rezultati vlastitog istraživanja</b>	<b>87,01</b>	<b>0,24</b>	<b>0,45</b>	<b>0,96</b>	<b>7,46</b>	<b>1,00</b>
<b>Tehnički Univerzitet u Danskoj</b>	<b>86,60</b>	<b>0,20</b>	<b>0,60</b>	<b>0,40</b>	<b>9,50</b>	<b>1,07</b>
<b>Tehnički fakultet u Novom Sadu</b>	<b>85,25</b>	<b>0,25</b>	<b>/</b>	<b>1,01</b>	<b>7,84</b>	<b>0,97</b>
<b>Carvalho i sur.</b>	<b>88,5</b>	<b>1,67</b>	<b>3,82</b>	<b>0,62</b>	<b>/</b>	<b>1,54*</b>

\*-određivana su ukupna vlakna

U usporedbi sa literaturnim podacima (Tablica 18) može se vidjeti da je prosječna vrijednost masenog udjela vode dobivena vlastitim istraživanjem veća za 0,41% od vrijednosti prikazane u tablici Tehničkog Univerziteta u Danskoj, te za 1,76% veća od vrijednosti dobivene sličnim istraživanjem provedenim na Tehničkom fakultetu u Novom Sadu (DTU, 2019), (Stajčić i sur., 2012).

U poređenju sa istraživanjem Carvalho i sur. iz 2017.godine gdje je određivan kemijski sastav bobica *Vaccinium padifolium* sa otoka Madeira (Portugal), zabilježena su nešto manja odstupanja u masenom udjelu vode, za razliku od ostalih ispitivanih parametara.

Udio vode u uzorcima obične borovnice *Vaccinium myrtilis* bio je za 1,49% manji od podataka zabilježenih u literaturi (Carvalho i sur., 2017).



Prosječna vrijednost masenog udjela pepela bila je približna literaturnim podacima, te je za 0,04% bila veća od rezultata na Tehničkom Univerzitetu u Danskoj, a za 0,01% bila je manja od istraživanja Stajčić i suradnika (DTU, 2019), (Stajčić i sur., 2012).

Prosječna vrijednost udjela pepela u vrsti *Vaccinium padifolium* iznosila je 1,67% što je znatno više od vrijednosti dobivene u eksperimentalnom dijelu ovog diplomskog rada (Carvalho i sur., 2017).

Prosječni maseni udio masti dobiven kao rezultat ovog istraživanja bio je za 0,15% manji od literaturnih podataka iz Danske (DTU, 2019).

U usporedbi sa borovnicama s otoka Madiera, dobivena vrijednost masenog udjela masti bila je mnogo manja od zabilježenih literaturnih podataka (Carvalho i sur., 2017).

Maseni udio proteina bio je više od dva puta veći od podatka zabilježenih na Tehničkom Univerzitetu u Danskoj, a za 0,05% u prosjeku manji od rezultata iz Novog Sada (DTU, 2019), (Stajčić i sur., 2012). U borovnicama iz Portugala maseni udio proteina bio je nešto manji od udjela proteina u borovnicama iz Gorskog Kotara, iznosio je prosječno 0,62% (Carvalho i sur., 2017).

Borovnice iz Gorskog Kotara imale su u prosjeku manje šećera od rezultata zabilježenih u literaturi, čak za 2,06% manje od rezultata u tablici DTU (DTU, 2019).

Prosječna vrijednost masenog udjela celuloze nije značajno odstupala od literaturnih podataka, za samo 0,03% bila je viša od vrijednosti dobivene istraživanjem u Novom Sadu iz 2012.godine (Stajčić i sur., 2012). U odnosu na podatak iz tablice Tehničkog Univerziteta u Danskoj, zabilježena je manja vrijednost za 0,07% (DTU, 2019). Udio ukupnih prehrambenih vlakana u borovnicama u portugalskom istraživanju iz 2017.godine iznosio je 1,54% (Carvalho i sur., 2017).

Iz dobivenih rezultata mjerenja može se iščitati da šumske borovnice s područja Gorskog kotara imaju vrlo bogat kemijski sastav. U uzorcima borovnica nalazi se najviše vode i šećera, dok se maseni udio proteina također posebno ističe budući da je zabilježen porast u odnosu na prijašnja ispitivanja zabilježena u tablici Tehničkog Univerziteta u Danskoj. Primjerice, udio proteina u uzorcima borovnice izuzeti s lokaliteta Mrkopalj "Matić Poljana" više od 3 puta je

veći od vrijednosti iskazane u tablici (DTU, 2019). Također, udio proteina je veći i u odnosu na ispitivanja na portugalskim borovnicama iz 2017.godine (Carvalho i sur., 2017).

Odstupanja između literaturnih podataka mogu se pripisati eksternim čimbenicima te različitom zemljopisnom podrijetlu borovnica, na što ukazuje približno slaganje rezultata sa literaturnim podacima s Tehničkog Fakulteta u Novom Sadu (Stajčić i sur., 2012).

U usporedbi s rezultatima novosadskih istraživanja uočena je bliskost slaganja rezultata mjerenja, to se može pripisati sličnom geografskom području s kojega su uzorci izuzeti te sličnim klimatskim uvjetima. Uzorci obične borovnice ispitivani na Tehničkom Fakultetu u Novom Sadu porijeklom su sa planine Kopaonik (Stajčić i sur., 2012).

## 5. ZAKLJUČCI

Iz dobivenih rezultata istraživanja mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Udio vode u ispitivanim uzorcima kretao se od 85,07% do 89,39%
2. Maseni udio pepela kretao se u rasponu od 0,13 % do 0,29%
3. Udio masti bio je u rasponu od 0,79 % do 0,21 %
4. Maseni udio proteina kretao se od 0,56% do 1,81 %
5. Maseni udio šećera kretao se od 6,30% do 8,68%
6. Maseni udio celuloze bio je u vrijednostima od 0,71% do 1,42%
7. Najveći maseni udio vode i masti zabilježen je na lokalitetima Mrkopalj "Matić Poljana", dok najmanji udio vode i masti ima lokalitet Mrkopalj "Begovo Razdolje".
8. Najveći udio šećera se nalazi u nalazištu Mrkopalj "Tuk" a najmanji udio u nalazištu Skrad "Bukov Vrh".
9. Borovnice najbogatije proteinima su s lokaliteta "Begovo Razdolje" sa ukupno 1,23% masenog udjela, dok najmanji udio proteina ima lokalitet Vrbovsko - "Željezni Most" sa masenim udjelom od 0,76%.
10. Borovnice najbogatije celulozom i pepelom su iz nalazišta Vrbovsko- GJ " Jelenski Jarak".
11. Najveća odstupanja sastava borovnice među uzorcima u nalazištu Mrkopalj "Begovo Razdolje" a najmanja u nalazištima Ravna Gora "Javorova Kosa" i Vrbovsko "Željezni Most".
12. Na temelju provedene statističke analize zabilježene su značajne razlike unutar lokaliteta u masenim udjelima vode, pepela, proteina i celuloze.
13. Nisu uočene veće razlike i odstupanja od rezultata dostupnih u literaturi.

## 6. LITERATURA

Anonymous 1 (2015) <http://www.ljekovite-biljke.hr/ljekovite-biljke/borovnica/>, Pristupljeno 21. Svibnja 2019.

Anonymous 2 (2016) <https://www.plantea.com.hr/borovnica/>, Pristupljeno 21. svibnja 2019.

Anonymous 3, Grad Vrbovsko, Službena internet stranica, <https://www.vrbovsko.hr/>, pristupljeno 20. lipnja.2019.

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

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

AOAC 973,18:2000, Fruits and fruit products – Cellulose in fruits and fruit products

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

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

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

Carvalho, M.J., Vieira, A., C., Pereira, A., C., Carvalho, M., A., Marques, J.,C. (2017) Nutritional and phytochemical composition of *Vaccinium padifolium* Sm wild berries and radical scavenging activity. *J. Food Sci.* **82**, 2554-2561.

Dujmović Purgar, D., Šindrak, Z., Mihelj, D., Voća, S., Duralija, B. (2007) Raspostranjenost roda *Vaccinium* u Hrvatskoj. *Pomol. Croat.* **13**, 219-228.

DTU - Foods public food database, <https://frida.fooddata.dk/food/16?lang=en>, Pristupljeno 25. svibnja 2019

Elbert G., (2008) Uzgoj borovnica i brusnica. ITD Gaudeamus d.o.o, Požega

Finglas, P., Roe M., Pichen, H., Berry, R., Church, S., Dodhia, S., Powell, N. (2015) McCance and Widdowson's the composition of food integrated dataset., Institute of Food Research, *Nutr. Bull.* **40**, str. 36-39.

Franjić, J., Škvorc, Ž. (2010) Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Denona d.o.o., Zagreb, str. 378.

Glavaš, M.. (2019) Enciklopedija domaćeg ljekovitog bilja. Naklada Ceres, Zagreb, str. 1268-1271.

Idžojić, M. (2013) Dendrologija-Cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilišni udžbenik, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, str. 820.

Jakobek, L., Šeruga, M., Novak, I., Medvidović – Kosanović, M., Lukačević I. (2008) Antioksidacijska aktivnost polifenola iz borovnice i jagode. *Pomol. Croat.* **14**, str. 13-26.

Kantoci, D. (2009) Uzgoj borovnice. *Glasnik zaštite bilja* **6**, str. 31-37.

Lesinger, I., (2013) Liječenje voćem, Adamić, Rijeka str. 30-33.

Miljković, I. (1991) Suvremeno voćarstvo, Znanje, Zagreb

Mindell, E., ( 1998) Hrana kao lijek, Mozaik knjiga, Zagreb str. 75.

Seeram, N. P. (2008) Berry fruits for cancer prevention: current status and future prospects. *J Agr. Food Chem.* **56** str. 630–635.

Song, G.Q., Hancock, J.F. (2011) *Vaccinium*. U: Wild Crop Relatives: Genomic and breeding resources (Kole, C., ured), Springer, Berlin, Heidelberg, str. 197-221.

Stajčić, M., S., Tepić, N.A., Djilas, M.S., Šumić, Z.M., Čanadanović – Brunet, J.M., Četković G.S., Vulić, J.J., Tumbas, V.T. (2012) Chemical composition and antioxidant activity of berry fruits. *Acta Period. Technol.* **43** str. 93-105.

Trehane J. (2004) Blueberries, Cranberries, and Other Vacciniums. Royal Horticultural Society plant collector guide. Timber press, England

USDA, National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/301068?manu=&fgcd=&ds=&q=Blueberries,%20raw>, pristupljeno 10. lipnja 2019.

Volčević B. (2005) Jagoda, malina, kupina, borovnica, ribiz, ogrozd, Neron, Bjelovar str.72

## IZJAVA O IZVORNOSTI

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

---

Ime i prezime studenta:

Andrijana Martinović

Andrijana Martinović