

Kemijski sastav obične borovnice - sezona 2020.

Cišper, Lara

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:159:157201>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-26**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Lara Čišper
0058216261**

**KEMIJSKI SASTAV OBIČNE BOROVNICE – SEZONA
2020.**

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Analitika hrane

Mentor: prof. dr. sc. Nada Vahčić

Zagreb, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

Kemijski sastav obične borovnice – sezona 2020.

Lara Čišper, 0058216261

Sažetak: U ovom završnom radu određivan je kemijski sastav običnih borovnica (*Vaccinium myrtillus* L.) u 14 uzoraka s tri lokacije u Primorsko-goranskoj županiji, Republika Hrvatska. Određen je udio vode, mineralnog ostatka (pepela), proteina, masti, celuloze i šećera. Cilj istraživanja bio je utvrditi postoji li značajna razlika u udjelima pojedinih sastojaka u sakupljenim uzorcima te usporedba dobivenih rezultata s podacima iz sličnih istraživanja. Prosječni maseni udio vode dobiven analizom je 84,86 %, maseni udio mineralnog ostatka (pepela) 0,19 %, maseni udio proteina 1,03 %, maseni udio masti 0,16 % te maseni udio celuloze 1,11 %. Udio šećera izražen je kao razlika ukupnog udjela sastojaka (100 %) i zbroja udjela svih analiziranih sastojaka. Statističkom obradom nisu zabilježena značajna odstupanja u udjelima sastojaka u uzorcima različitih lokaliteta kao ni značajna odstupanja usporedbom s rezultatima drugih istraživanja.

Ključne riječi: obična borovnica, kemijski sastav

Rad sadrži: 24 stranica, 2 slika, 13 tablica, 25 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: prof. dr. sc. Nada Vahčić

Pomoć pri izradi: Valentina Hohnjec

Datum obrane: 18. srpnja 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality Control
Laboratory for Food Quality Control

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

Chemical composition of bilberry – season 2020.

Lara Čišper, 0058216261

Abstract: In this undergraduate thesis, a chemical composition of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) was defined in 14 samples from three locations in Primorsko-goranska country, Republic of Croatia. The proportion of water, mineral residue (ash), protein, fat, cellulose and sugar was defined. The aim of research was to determine if there is a significant difference in proportions of individual ingredients in the collected samples and to compare the obtained results with data from similar studies. The average contents were 84,86 % water, 0,19 % mineral residue (ash), 1,03 % protein, 0,16 % fat and 1,11 % cellulose. The sugar content is expressed as the difference between the total content of ingredients (100 %) and the sum of contents of all the analyzed ingredients. Statistical processing did not record significant deviations in the proportions of ingredients in samples from different locations nor significant deviations in comparison to the results of other studies.

Keywords: bilberry, chemical composition

Thesis contains: 24 pages, 2 figures, 13 tables, 25 references

Original in: Croatian

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

Mentor: Nada Vahčić, PhD, Full Professor

Technical support and assistance: Valentina Hohnjec

Thesis defended: July 18, 2022

Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	TEORIJSKI DIO	2
2.1.	Karakteristike obične borovnice	2
2.2.	Uzgoj obične borovnice	4
2.3.	Kemijski sastav obične borovnice	5
3.	EKSPERIMENTALNI DIO.....	8
3.1.	Materijali	8
3.2.	Metode	9
3.2.1.	Određivanje udjela vode	9
3.2.2.	Određivanje udjela mineralnog ostatka (pepela)	10
3.2.3.	Određivanje udjela proteina	10
3.2.4.	Određivanje udjela masti.....	12
3.2.5.	Određivanje udjela celuloze	13
4.	REZULTATI I RASPRAVA	14
5.	ZAKLJUČCI.....	22
6.	POPIS LITERATURE	23

1. UVOD

Obična borovnica (lat. *Vaccinium myrtillus* L.) nizak je grm prepoznatljiv po ukusnim bobicama tamne boje. U današnje vrijeme, borovnice imaju status „superhrane“ te su sve češće sastavni dio svakodnevne prehrane ljudi. Upotrebljavaju se na mnogo različitih načina pa se tako, osim svježih borovnica, koriste osušene bobice, džemovi, sokovi i vino od borovnica. Ove bobice sadrže mnogo antioksidansa pa se u tradicionalnoj medicini koriste već stoljećima za liječenje raznih bolesti poput povišene tjelesne temperature, kašlja i bubrežnih kamenaca. Iako se upravo plodovi biljke koriste u najvećem broj slučajeva, u ljekovite svrhe koriste se i listovi za pripremu čaja. Čaj je koristan protiv povraćanja, u ublažavanju grčeva, kašlja, upala respiratornog sustava i dijabetesa. Upravo se listovi obične borovnice smatraju odličnim izvorom bioaktivnih komponenata, osobito polifenolnih spojeva, te se mogu koristiti u proizvodnji dodatka prehrani. U bobicama borovnica, a osobito u njihovoj pokožici, nalaze se antocijani kojima se također pripisuju ljekovita svojstva poput jačanja oštine vida. Iako najveći udio u bobicama borovnica čine voda i ugljikohidrati, u sastavu su zastupljeni proteini i masti te vitamini i mineralne tvari.

U ovom završnom radu analiziran je kemijski sastav običnih borovnica koje su sakupljene tijekom 2020. godine u Primorsko-goranskoj županiji na tri lokacije, a s ciljem određivanja udjela vode, mineralnog ostatka (pepela), proteina, masti, celuloze i ukupnih šećera te usporedba dobivenih rezultata s literaturnim podacima drugih radova istog ili sličnog cilja istraživanja.

2. TEORIJSKI DIO

Obična borovnica (lat. *Vaccinium myrtillus* L.) biljka je koja pripada porodici vrjesovki (lat. *Ericaceae*). Ova porodica obuhvaća između 300 i 400 vrsta koje su rasprostranjene diljem svijeta. U Hrvatskoj su zastupljene četiri vrste iz roda *Vaccinium*, a to su: *V. myrtillus* (obična borovnica), *V. vitis-idaea* (brusnica), *V. uliginosum* (močvarna borovnica) i *V. corymbosum* (visokogrmna borovnica) (Dujmović Purgar i sur., 2007). Sistematika roda *Vaccinium* prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1. Sistematika roda *Vaccinium* (USDA, 2022)

carstvo	<i>Plantae</i>
koljeno	<i>Magnoliophyta</i>
razred	<i>Magnoliopsida</i>
red	<i>Ericales</i>
porodica	<i>Ericaceae</i>
rod	<i>Vaccinium</i>

2.1. Karakteristike obične borovnice

Obična borovnica (Slika 1) listopadni je grm prosječne visine između 20 i 30 cm, ali može postići visinu do 50 cm. Plodovi borovnice su okrugle, tamnoplave bobice promjera 5 - 10 mm, obavijene tankom pokožicom, a na vrhu im se nalazi kružna udubina (Dujmović Purgar i sur.). Gornji sloj bobica, koji nastaje tijekom promjene boje ploda iz zelene do ljubičasto-plave, bjelkaste je boje, a sastavljen je od mikroskopskih čestica voska. Ovaj sloj reflektira sunčevu svjetlost pa ima zaštitnu ulogu od raznih mikroorganizama, koji mogu narušiti poželjne senzorske karakteristike, te štiti od prevelike topline i dehidracije bobica. Meso borovnica je aromatično, sočno i slatko-kiselog okusa (Volčević, 2005).

Vrijeme sazrijevanja bobica traje između 8 i 16 tjedana, ali se ne odvija istovremeno. Prilikom sazrijevanja bobice borovnica prolaze tri razvojne faze u kojima dolazi do formiranja šećera, razgradnje organskih kiselina, nastanka karakterističnih aromatskih tvari te porasta na masi. Berba se provodi kada su bobice lako odvojive od grma što ukazuje na njihovu potpunu zrelost. Bobice je moguće upotrijebiti kao svježe, osušene ili prerađene u džemove, sokove i njima slične proizvode. Korijen biljke je vlaknast, vrlo tanak i razgranat te ne raste duboko u zemlju, a najviše mu pogoduju temperature od 14 °C do 18 °C dok se na temperaturama ispod 8 °C njegov rast značajno usporava (Ebert, 2008). S obzirom na to da ne posjeduje korijenove dlačice, korijen nije osobito djelotvoran pri uzimanju vode i hranjivih tvari iz zemlje pa grmovi borovnica u nepovoljnim uvjetima usporavaju rast. Listovi biljke su ovalno-eliptičnog oblika, svjetlozelene boje, a veličinom variraju do 3 cm duljine. Cvjetovi biljke su ružičaste boje i sferičnog oblika, a smješteni su u pazuhu lista (Dujmović Purgar i sur.). Cvjetanje obične borovnice traje od svibnja do lipnja, a sazrijevanje plodova od lipnja do kolovoza. Vrste roda *Vaccinium* su diploidi ($2n=24$) i tetraploidi ($2n=48$) (Volčević, 2005).



Slika 1. Obična borovnica (Vrtlarica, 2020)

<https://www.vrtlarica.com/borovnica/>

2.2. Rast obične borovnice

Obična borovnica uspijeva na području gotovo cijele Europe, a u Hrvatskoj je najzastupljenija vrsta iz roda *Vaccinium* (Dujmović Purgar i sur.). Raste u borovim, smrekovim i bukovim šumama, a za razvoj zahtijeva hladnije i toplije periode tijekom godine, točnije, potrebno joj je između 250 i 1200 sati provedenih pri temperaturama od 0 °C do 7 °C. Hladniji periodi potiču rast i razvoj cvjetova te korijena biljke (Ebert, 2008). S druge strane, nedovoljno topline tijekom godine uzrokuje neravnomjerno sazrijevanje plodova.

Godišnje potrebe za padalinama variraju između 600 i 1000 mm, a nedostatak padalina uzrokuje potrebu za navodnjavanjem te opadanje plodova sa grmova. Prevelika količina vode u tlu ometa pravilnu izmjenu tvari u korijenu biljke (Ebert, 2008). Još jedan parametar koji utječe na kvalitetu plodova i rast biljke je vjetar. Jak vjetar uzrokuje isušivanje grmova i oštećenje plodova borovnice (Ebert, 2008).

Za rast obične borovnice potreban je relativno nizak pH tla koji se kreće u rasponu od 3,4 do 5,8, a najpovoljnija su rastresita, dobro propusna i plodna tla s oko 5 - 7 % humusa (Kantoci, 2009). Rast je iznimno moguć na vapnenom tlu ukoliko u njemu postoji dovoljno dubok sloj humusa niske pH vrijednosti (Volčević, 2008). Tlo na kojem raste obična borovnica ne treba imati mnogo mineralnih tvari, ali mora biti bogato organskim tvarima (Ebert, 2008). Za optimalan rast i sazrijevanje plodova obične borovnice zahtijevaju vlažnost zraka od otprilike 75 % (Kantoci, 2009).

2.3. Kemijski sastav obične borovnice

S obzirom na kemijski sastav, borovnice su već stoljećima prepoznate kao voće sa brojnim pozitivnim učincima na ljudsko zdravlje. Tijekom 12. stoljeća korištene su u narodnoj medicini kao lijek protiv kašlja i tuberkuloze, a ljekovite su kao svježe i osušene bobice, u obliku soka, rakije ili ekstrakta dobivenih iz zrelih bobica (Volčević, 2005). Prosječan kemijski sastav u 100 g svježih borovnica prikazan je u Tablici 2.

Tablica 2. Prikaz kemijskog sastava u 100 g svježe borovnice (USDA, 2020)

Kemijski sastav	Vrijednost u 100 g
energijska vrijednost	57 kcal / 238 kJ
ukupna voda	84,2 g
ukupni proteini	0,74 g
ukupni ugljikohidrati	14,5 g
ukupni lipidi	0,33 g

Borovnice imaju nisku energijsku vrijednost pa tako 100 g svježih borovnica sadrži tek 57 kcal. Većinu mase bobica čini voda koja u prosjeku iznosi oko 84 %. Ugljikohidrati su drugi najzastupljeniji sastojci borovnica, a zastupljeni su u udjelu oko 14 %. Najveći dio ukupnih ugljikohidrata čine glukoza i fruktoza, dok je saharoza prisutna u manjem postotku. Od svih makronutrijenata, masti su zastupljene u najmanjem udjelu, tj. s manje od 1 %.

Nadalje, u običnim borovnicama određeni su vitamini, mineralne tvari i fenolni spojevi, a njihovi udjeli u 100 g svježih bobica prikazani su u Tablici 3. Budući da bobice sadrže značajnu količinu antioksidansa, tj. tvari koje neutraliziraju slobodne radikale u tijelu čovjeka, borovnice imaju veliku biološku važnost.

Tablica 3. Prikaz mikronutrijenata u 100 g svježe borovnice (USDA, 2020)

Kemijski sastav	Vrijednost u 100 g
vitamin A	3 µg
vitamin C	9,7 mg
vitamin E	0,57 mg
vitamin K	19,3 µg
tiamin (B ₁)	0,037 mg
riboflavin (B ₂)	0,041 mg
niacin (B ₃)	0,481 mg
piridoksin (B ₆)	0,052 mg
folat (B ₉)	6 µg
natrij (Na)	1 mg
bakar (Cu)	0,057 mg
kalcij (Ca)	6 mg
kalij (K)	77 mg
fosfor (P)	12 mg
magnezij (Mg)	6 mg
selen (Se)	0,1 µg
cink (Zn)	0,16 mg
željezo (Fe)	0,28 mg

U 100 g svježih borovnica nalazi se u prosjeku 9,7 mg vitamina C, tj. askorbinske kiseline, koji je jedan od najjačih antioksidansa pa tako pomaže u smanjenju rizika pojave raznih bolesti, poput upala i karcinoma, te sudjeluje u sintezi kolagena. Sposobnost vezanja i neutralizacije slobodnih radikala pripisuje se i vitaminu E koji ima ulogu u normalnom funkcioniranju imunosnog, reproduktivnog i živčanog sustava te u radu mišića. Vitamin A je, također, neophodan za normalnu funkciju imunosnog sustava te očuvanje oštine vida. Vitamini B kompleksa (B₁, B₂, B₃, B₆ i B₉) imaju bitnu ulogu u održavanju zdravlja kože i kose, pravilnom funkcioniranju probavnog sustava, u smanjenju rizika pojave bolesti srca i krvnih žila te u održavanju kognitivnih sposobnosti.

Osim vitamina, u sastavu borovnica određene su i mineralne tvari kao što su natrij, bakar, kalcij, kalij, fosfor, magnezij, željezo, selen i cink. Sve navedene mineralne tvari neophodne su za normalno funkcioniranje organizma pa se tako važnost bakra očituje u njegovoj sposobnosti poticanja apsorpcije željeza i održavanju normalnog krvnog tlaka. Željezo se nalazi u sastavu hemoglobina, tj. proteina u krvi koji je odgovoran za prijenos kisika do svih stanica u tijelu. Kalcij je mikronutrijent osobito bitan u izgradnji koštane mase, a kalij u kontroli rada srca. Magnezij je važan u metabolizmu ugljikohidrata, proteina i masti te u stvaranju i održavanju zdravlja kostiju i zuba, a cink u sintezi proteina, rastu i razvoju te normalnoj funkciji imunostnog sustava.

Prema istraživanju kojeg su proveli Aura i sur. (2015) borovnice sadrže 3 g prehrambenih vlakana, od kojih je 2,2 g netopivih i 0,8 g topivih, u 100 g svježih bobica. Prehrambena vlakna stvaraju osjećaj sitosti, blagotvorno djeluju na zdravlje probavnog sustava te sudjeluju u regulaciji razine glukoze i kolesterola u krvi. Dovoljan unos prehrambenih vlakana posebno je bitan kod osoba s poremećajima gastrointestinalnog sustava, poput ulkusa, konstipacije i gastroezofagealne refluksne bolesti.

Nadalje, borovnice sadrže visok udio fitokemikalija, točnije fenolnih spojeva i antocijana. Antocijani su odgovorni za plavo-ljubičastu boju bobica, a najvećim dijelom su sadržani u vanjskoj pokožici. Što je udio ovih polifenola veći, boja plodova je tamnija, a antioksidacijski potencijal jači. Udio antocijana u običnim borovnicama veći je u odnosu na ostalo bobičasto voće te prosječno iznosi između 300 i 700 mg u 100 g svježih bobica (Padmanabhan i sur., 2016). Njihova povećana prisutnost u ekstraktima zrelih bobica povoljno utječe na jačanje vida (Volčević, 2005). Prema istraživanju Može i sur. (2011) u uzorcima slovenskih običnih borovnica određeno je pet antocijanidina: delfinidin, cijanidin, petunidin, malvidin i peonidin. Antioksidacijska aktivnost pripisuje se i fenolnim spojevima. Istraživanjem koje su proveli Može i sur. (2011) određeni fenolni spojevi u uzorcima borovnica su: katehin, epikatehin, kvercetin i rutin. Antioksidansi smanjuju rizik pojave bolesti poput karcinoma, bolesti srca i krvnih žila te artritisa. Osim navedenih, u bobicama borovnica utvrđena je prisutnost i klorogenske, kofeinske, galne, ferulinske i p-kumarinske kiseline (Može i sur., 2011).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijali

Tijekom eksperimentalnog rada određivan je kemijski sastav obične borovnice u uzorcima sakupljenima u 2020. godini. Za analizu je korišteno 14 uzoraka uzetih s tri lokacije u Primorsko-goranskoj županiji. Uzorci su označeni rednim brojevima prema područjima uzorkovanja (Slika 2, Tablica 4).



Slika 2. Prikaz područja uzorkovanja (slika preuzeta s Google Maps-a i modificirana; crveno zaokružena mjesta predstavljaju lokalitete uzetih uzoraka)

Tablica 4. Prikaz lokaliteta uzorkovanja i oznaka uzoraka

Područje uzorkovanja	Redni broj uzorka
Ravna Gora	16. - 20.
Tuk Mrkopaljski	22. - 25.
„Matić Poljana“	26. - 30.

3.2. Metode

Prikupljeni uzorci usitnjeni su pomoću štapnog miksera u čistim laboratorijskim čašama. Svaki tako pripremljeni uzorak borovnica prenijet je pomoću čiste plastične žlice u sterilnu plastičnu posudicu koja je zatim označena rednim brojem uzorka i nazivom mjesta s kojeg je uzorak prikupljen te zatvorena pripadajućim plastičnim poklopcem. Uzorci su čuvani u zamrzivaču, a prije provođenja eksperimenata su odmrzavani na sobnoj temperaturi.

Svakom uzorku određivan je udio vode, mineralnog ostatka (pepela), proteina, masti i celuloze.

3.2.1. Određivanje udjela vode

Određivanje udjela vode provedeno je indirektnom fizikalnom metodom, tj. postupkom sušenja uzorka do konstantne mase pri 105 °C u zračnoj sušnici. Razlika u masi prije i nakon sušenja predstavlja udio vode u uzorku (AOAC 925,03, 2000).

2 g homogeniziranog uzorka izvagano je u prethodno osušenu i izvaganu aluminijsku posudicu sa kvarcnim pijeskom i staklenim štapićem. Uzorak je promiješan sa kvarcnim pijeskom pomoću staklenog štapića te sušen u zračnoj sušnici pri 105 °C tijekom četiri sata u nepokrivenoj aluminijskoj posudici. Nakon završetka sušenja, poklopljene aluminijske posudice s uzorcima ohlađene su na sobnu temperaturu u eksikatoru i izvagane. Udio vode izračunat je iz podataka o masi aluminijskih posudica prije i nakon sušenja. Udio vode predstavlja gubitak na masi prije i nakon sušenja.

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

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)

Mineralni ostatak može se odrediti kao udio pepela, tj. kao anorganski dio koji preostaje nakon spaljivanja organske tvari uzorka (AOAC 923,03, 2000). Iz otopine mineralnog ostatka (pepela) moguće je odrediti pojedinačne mineralne tvari primjenom spektrofotometrije ili atomske apsorpcijske spektrofotometrije.

3 g homogeniziranog uzorka izvagano je u prethodno osušenu i izvaganu porculansku zdjelicu. Zdjelica je zagrijavana na plameniku u digestoru do potpune karbonizacije, a zatim je prenijeta u mufolnu peć gdje je uzorak mineraliziran pri 550 °C do postizanja jednolično sivog pepela. Nakon završetka mineralizacije, posudica je hlađena u eksikatoru do sobne temperature, a potom izvagana. Udio pepela izračunat je iz razlike mase porculanske zdjelice prije i nakon spaljivanja uzorka.

$$\% \text{ pepelo} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \quad [2]$$

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 proteina

Za određivanje proteina u sakupljenim uzorcima korištena je jedna od najčešće primjenjivanih metoda za određivanje proteina, tj. metoda po Kjeldahlu. Ova metoda pripada indirektnim metodama kojima se udio proteina izračunava preko ukupnog udjela dušika u uzorcima (AOAC 992.15, 2000).

Reagensi:

- koncentrirana sumporna kiselina (H_2SO_4)
- Kjeldahl-ove tablete ($\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$)

- 4 % -tna borna kiselina (H_3BO_3)
- 40 % -tni natrijev hidroksid (NaOH)
- 30 % -tni vodikov peroksid (H_2O_2)
- klorovodična kiselina (HCl)

Na analitičkoj vagi izvagano je 2,5 g prethodno homogeniziranog uzorka koji je zatim pomoću prethodno napravljene aluminijske ladice i pincete prenesen u kivetu od 500 mL. U kivetu je stavljena jedna Kjeldahl-ova tableta, 5 mL vodikovog peroksida i 10 mL koncentrirane sumporne kiseline. Kiveta je zatim stavljena u blok za spaljivanje u digestoru te zagrijavana. Tijekom prvih nekoliko minuta kiveta je lagano zagrijavana dok se burna reakcija nije smirila, a potom se temperatura zagrijavanja povećala. Nakon nekoliko sati došlo je do pojave bistre plavo-zelene tekućine koja ukazuje na završetak reakcije. Nakon hlađenja, kiveta je podvrgnuta procesu destilacije u sustavu Floss Kjeltec 8100. U Erlenmeyerovu tikvicu otpipetirano je 25 mL borne kiseline te je, kao i kiveta, postavljena na predviđeno mjesto u Kjeltec sustavu. Postavljanjem programa na uređaju, u kivetu je dodano 50 mL natrijevog hidroksida i voda. Postupak destilacije trajao je pet do šest minuta ovisno o udjelu proteina u pojedinom uzorku. Nakon provedene destilacije, sadržaj Erlenmeyerove tikvice je titriran klorovodičnom kiselinom do promjene plavo-zelene u ružičastu boju. Udio ukupnog dušika, a zatim i proteina, izračunat je pomoću volumena klorovodične kiseline utrošene za titraciju uzorka i titraciju „slijepe probe“. S obzirom na to da u „slijepoj probi“ nije bilo proteina, volumen klorovodične kiseline utrošen za njenu titraciju iznosi 0 mL.

$$\% \text{ ukupnog } N = \frac{(T-B) \times N \times 14,007 \times 100}{m} \quad [3]$$

$$\% \text{ protein} = \% \text{ ukupnog } N \times 6,25 \quad [4]$$

T – volumen HCl utrošen za titraciju uzorka (mL)

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

N – molalitet kiseline

m – masa uzorka (mg)

6,25 – faktor za preračunavanje postotka dušika u postotak proteina

3.2.4. Određivanje udjela masti

Masti su određene Soxhletovim postupkom, odnosno postupkom višekratne kontinuirane ekstrakcije organskim otapalom u posebnoj aparaturi po Soxhletu (AOAC 989,05, 2000).

Reagensi:

- medicinski benzin

15 g homogeniziranog uzorka izvagano je na filter papir na satno staklo te je zatim stavljen na sušenje u zračnu sušnicu pri 105 °C na otprilike četiri sata. Osušeni uzorak je, zajedno s filter papirom, stavljen u prethodno odmašćenu, suhu, papirnatu čahuru koja je zatim pokrivena slojem suhe vate pa stavljena u srednji dio Soxhletove aparature. Srednji dio Soxhletove aparature naziva se ekstraktor, a tijekom postupka ovaj dio se spojio s vodenim hladilom i tikvicom koja je prethodno osušena pri 105 °C te izvagana. Za ekstrakciju je korišteno organsko otapalo, medicinski benzin, koji je u ekstraktor prenesen pomoću staklenog lijevka. Količina otapala nije točno mjerena, već ga je dodano toliko da se ekstraktor dva puta napunio i pomoću kapilarne cjevčice ispraznio u tikvicu, a zatim još jednom napunio do otprilike polovice. Kroz vodeno hladilo pušten je jak mlaz vode, a zagrijavanje je provedeno pomoću pješčane kupelji. Ekstrakcija je provedena u digestoru te prekinuta kada se otapalo iz ekstraktora u potpunosti prelilo u tikvicu, što se dogodilo nakon otprilike pet sati. Nakon prekida ekstrakcije, čahura je izvađena iz ekstraktora, a aparatura po Soxhletu se ponovno spojila kako bi se otapalo predestiliralo iz tikvice u ekstraktor. Tikvica s ekstraktom masti je osušena pri 105 °C tijekom jednog sata, ohlađena u eksikatoru do sobne temperature te izvagana. Udio masti izračunat je pomoću mase ekstrahirane masti i mase uzorka.

$$\% masti = \frac{b-a}{m} \times 100 \quad [5]$$

a – masa prazne tikvice (g)

b – masa tikvice i ekstrahirane masti (g)

m – masa uzorka (g)

3.2.5. Određivanje udjela celuloze

Celuloza je određivana smjesom dušične i octene kiseline Kürschnerovim i Hanakovim postupkom. Dušična kiselina ima ulogu oksidiranja i nitriranja svih tvari osim celuloze u uzorcima, dok octena kiselina služi kao otapalo tih razgradnih produkata (AOAC 973,18, 2000).

Reagensi:

- koncentrirana dušična kiselina (HNO_3)
- 80%-tna octena kiselina (CH_3COOH)

1 g homogeniziranog uzorka izvagan je u okruglu tikvicu s ravnim dnom pazeći kako bi grlo tikvice ostalo čisto. Pomoću pipeta dodano je 2,5 mL dušične kiseline i 25 mL octene kiseline. Sadržaj tikvice lagano je promiješan, a potom spojen sa zračnim hladilom te zagrijavan. Uzorak je kuhan pola sata nakon što je dosegnuo temperaturu vrenja, a potom vruć filtriran kroz prethodno osušen i izvagan stakleni filter uz slabu evakuaciju kako ne bi došlo do začepjenja pora filtera. Tikvica je dodatno isprana vrućom smjesom reagensa (2,5 mL dušične kiseline + 25 mL octene kiseline) dva do tri puta, a zatim toliko puta i vrućom vodom. Stakleni filter je potom osušen u zračnoj sušnici pri 105 °C tijekom jednog sata, ohlađen i izvagan. Udio celuloze izračunat je iz mase sirove celuloze i mase uzorka.

$$\% \text{ celuloza} = \frac{a}{m} \times 100 \quad [6]$$

a – masa sirove celuloze (g)

m – masa uzorka uzetog za analizu (g)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Utvrđivanje kemijskog sastava borovnica provedeno je na ukupno 14 uzoraka prikupljenih na tri lokacije u Primorsko-goranskoj županiji. Pet uzoraka je sakupljeno u općini Ravna Gora, pet sa lokaliteta „Matić Poljana“ u općini Mrkopalj te tri u naselju Tuk Mrkopaljski koji se također nalazi u općini Mrkopalj. U svakom uzorku analizirano je pet najzastupljenijih sastojaka običnih borovnica, a to su voda, mineralni ostatak (pepeo), ukupni proteini, celuloza i ukupne masti. Zbog nedostatka uzoraka, udio šećera izražen je iz razlike ukupnog udjela sastojaka (100 %) i zbroja svih analiziranih sastojaka. Kao najzastupljenija komponenta u analiziranim uzorcima običnih borovnica pokazala se voda s masenim udjelom između 83 % i 87 %. S druge strane, kao najmanje zastupljena analizirana komponenta pokazao se mineralni ostatak (pepeo) kojem se raspon u uzorcima kreće između 0,16 % i 0,22 %.

Tablica 5. Prikaz rezultata kemijskog sastava obične borovnice iz općine Ravna Gora

Ravna Gora						
broj uzorka	voda (%)	pepeo (%)	proteini (%)	masti (%)	celuloza (%)	šećeri (%)
16	86,13	0,22	1,23	0,18	1,32	10,92
17	86,06	0,17	1,22	0,14	1,33	11,08
18	84,74	0,20	1,17	0,18	1,21	12,5
19	87,03	0,19	1,21	0,14	0,89	10,54
20	84,4	0,21	1,30	0,15	0,52	13,42
prosjek	85,67	0,20	1,23	0,16	1,05	11,69
standardna devijacija	1,08	0,02	0,05	0,02	0,35	1,22
koeficijent varijacije	1,26	9,71	3,85	12,97	32,98	10,42

Tablica 5 prikazuje rezultate analiziranih sastojaka običnih borovnica pet uzoraka sakupljenih u općini Ravna Gora. Prosječni udio vode iznosi 85,67 % što je više u odnosu na druga dva lokaliteta uzorkovanja. Udio mineralnog ostatka (pepela) u prosjeku iznosi 0,20 % te je isti uzorcima borovnica koje su sakupljene u naselju Tuk Mrkopaljski, a nešto veći u odnosu na uzorke s lokaliteta „Matić Poljana“. Udio proteina u običnim borovnicama s ovog lokaliteta je viši kada ga se uspoređuje s uzorcima s ostala dva lokaliteta te iznosi 1,23 %. Prosječni udio celuloze je 1,05 %, a masti 0,16 %. Teorijski prosječni udio ukupnih šećera je 11,69 % te je najmanji u odnosu na uzorke sva tri lokaliteta.

Najmanje odstupanje od prosjeka zabilježeno je u udjelu vode i iznosi 1,26 %, zatim slijede udjeli proteina, mineralnog ostatka (pepela), šećera i masti. Najveće odstupanje zabilježeno u udjelu celuloze koje iznosi 32,98 %.

Tablica 6. Prikaz rezultata kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta Tuk Mrkopaljski

Tuk Mrkopaljski						
broj uzorka	voda (%)	pepeo (%)	proteini (%)	masti (%)	celuloza (%)	šećeri (%)
22	83,60	0,22	0,88	0,15	1,33	13,82
23	84,15	0,19	0,95	0,14	0,21	13,36
24	86,31	0,19	0,91	0,20	0,80	11,59
25	84,12	0,21	0,82	0,09	1,34	13,42
prosjek	84,55	0,20	0,89	0,15	1,17	13,05
standardna devijacija	1,20	0,02	0,05	0,05	0,25	0,99
koeficijent varijacije	1,42	7,41	6,15	31,09	21,68	7,61

U Tablici 6 prikazani su rezultati kemijskog sastava obične borovnice dobiveni analizom uzoraka koji su sakupljeni u naselju Tuk Mrkopaljski. Kemijska analiza provedena je na četiri uzorka. Očekivano, rezultati pokazuju najveću zastupljenost vode u uzorcima, a njen udio u prosjeku iznosi 84,55 %. Udio mineralnog ostatka (pepela) je 0,20 %.

U odnosu na uzorke s ostalih lokaliteta, prosječni udio proteina je najmanji te iznosi 0,89 %. Udio masti je, također, zastupljen u najmanjem postotku te iznosi 0,15 %. S druge strane, prosječni udio celuloze od 1,17 % je najveći u odnosu na uzorke sakupljene sa ostala dva lokaliteta. Teorijski prosječni udio ukupnih šećera iznosi 13,05 %.

Najmanji koeficijent varijacije od 1,42 % zabilježen je kod udjela vode. Odstupanje od prosjeka u udjelu proteina iznosi 6,15 %, mineralnog ostatka (pepela) 7,41 %, šećera 7,61 % i celuloze 21,68 %. Najveće odstupanje od prosjeka zabilježeno je u mastima te iznosi 31,09 %.

Tablica 7. Prikaz rezultata kemijskog sastava obične borovnice s lokaliteta „Matić Poljana“

„Matić Poljana“						
broj uzorka	voda (%)	pepeo (%)	proteini (%)	masti (%)	celuloza (%)	šećeri (%)
26	84,61	0,18	0,96	0,15	1,20	12,90
27	83,60	0,18	0,99	0,17	1,26	13,80
28	83,66	0,17	0,89	0,19	0,90	14,19
29	84,81	0,18	0,99	0,14	1,07	12,81
30	84,79	0,20	0,91	0,21	0,16	12,73
prosjeck	84,29	0,18	0,95	0,17	1,12	13,29
standardna devijacija	0,61	0,01	0,05	0,03	0,14	0,66
koeficijent varijacije	0,73	6,02	4,86	16,65	12,53	5,00

U Tablici 7 prikazani su rezultati pet uzoraka sakupljenih na području „Matić Poljana“. U ovim uzorcima nalazi se otprilike jednaka količina vode kao i kod uzoraka bobica s drugih lokaliteta, a njen prosječni udio dobiven analizom je 84,29 %. Količina mineralnog ostatka (pepela) je nešto manja u odnosu na ostale uzorke pa u prosjeku iznosi 0,18 %. Udio proteina je 0,95 %, a celuloze 1,12 %. Sitna razlika dobivena je prilikom analize ukupnih masti koje su u ovim uzorcima nešto više zastupljene nego u ostalim uzorcima, a prosjek iznosi 0,17 %. Teorijski prosječni udio ukupnih šećera u ovim uzorcima je najveći te iznosi 13,29 %.

Kao i u uzorcima s ostala dva lokaliteta, najmanje odstupanje od prosjeka ima voda od 0,73 %, potom proteini od 4,86 %, šećeri od 5,00 %, mineralni ostatak (pepeo) od 6,02 % te celuloza od 12,53 %. Najveće odstupanje od prosjeka je, kao i kod uzoraka iz naselja Tuk Mrkopaljski, u udjelu masti i iznosi 16,65 %.

Tablica 8. Prikaz rezultata analize varijance podataka o udjelu vode u analiziranim uzorcima

ANOVA						
Izvor varijacije	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između lokalitea	5,29533571	2	2,64766786	2,76539841	0,10642507	3,982297957
Između uzoraka	10,5317	11	0,95742727			
Ukupno	15,8270357	13				

Rezultati jednostruke analize varijance podataka o udjelu vode u analiziranim uzorcima običnih borovnica (Tablica 8) ukazuju da između uzoraka sakupljenih na različitim lokalitetima ne postoji statistički značajna razlika obzirom da p-vrijednost iznosi 0,10642507 te je veća od granične p-vrijednosti, tj. veća je od 0,05.

Tablica 9. Prikaz rezultata analize varijance podataka o udjelu pepela u analiziranim uzorcima

ANOVA						
Izvor varijance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između lokaliteta	0,00108643	2	0,00054321	2,26768772	0,14975803	3,98229796
Između uzoraka	0,002635	11	0,00023955			
Ukupno	0,00372143	13				

U prikazanim rezultatima jednostruke analize varijance o udjelu pepela (Tablica 9) vidljivo je da p-vrijednost iznosi 0,14975803 te je veća u odnosu na graničnu p-vrijednost koja je iznosila

$p < 0,05$. Zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika u udjelu pepela u sakupljenim i analiziranim uzorcima običnih borovnica obzirom na lokalitete.

Tablica 10. Prikaz rezultata analize varijance podataka o udjelu proteina u analiziranim uzorcima

ANOVA						
Izvor varijance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između lokaliteta	0,30409286	2	0,15204643	63,3526786	9,1924E-07	3,98229796
Između uzoraka	0,0264	11	0,0024			
Ukupno	0,33049286	13				

Obzirom na prikazane rezultate dobivene analizom varijance podataka (Tablica 10), primjećuje se značajna statistička razlika u udjelu proteina u sakupljenim uzorcima s tri različita lokaliteta. Dobivena p-vrijednost je značajno manja u odnosu na graničnu te iznosi $9,1924 \times 10^{-7}$.

Tablica 11. Prikaz rezultata analize varijance podataka o udjelu masti u analiziranim uzorcima

ANOVA						
Izvor varijance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između lokaliteta	0,00163286	2	0,00081643	0,81199948	0,46889601	3,98229796
Između uzoraka	0,01106	11	0,00100545			
Ukupno	0,01269286	13				

Prema rezultatima jednostruke analize varijance (Tablica 11) p-vrijednost je veća od granične p-vrijednosti te iznosi 0,4688960. Dobivena p-vrijednost ukazuje na to da u uzorcima običnih borovnica ne postoji statistički značajna razlika u udjelu masti s obzirom na lokalitete.

Tablica 12. Prikaz rezultata analize varijance podataka o udjelu celuloze u analiziranim uzorcima

ANOVA						
Izvor varijance	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između lokaliteta	0,0304	2	0,0152	0,22151563	0,80479228	3,98229796
Između uzoraka	0,7548	11	0,06861818			
Ukupno	0,7852	13				

U sakupljenim uzorcima običnih borovnica, također, ne postoji statistički značajna razlika u udjelu celuloze (Tablica 12). Provedenom jednostrukom analizom varijance dobivena je p-vrijednost koja iznosi 0,8047228 te je veća u odnosu na graničnu p-vrijednost, tj. iznosi više od 0,05.

Tablica 13. Usporedba dobivenih podataka ovog istraživanja s literaturnim podacima

Lokalitet	Prosječni rezultati					
	voda (%)	pepeo (%)	proteini (%)	masti (%)	celuloza (%)	šećeri (%)
Ravna Gora	85,67	0,20	1,23	0,16	1,05	11,69
Tuk Mrkopaljski	84,55	0,20	0,89	0,15	1,17	13,05
„Matić Poljana“	84,29	0,18	0,95	0,17	0,12	13,29
ukupni prosjek dobivenih rezultata	84,86	0,19	1,03	0,16	1,11	12,65
diplomski rad (Martinović A.)	87,01	0,24	0,96	0,45	1,0	7,46
Marjanović-Balaban i sur. (2011.)	85,12	0,15	0,72	0,27	-	9,16
Marjanović-Balaban i sur. (2012.)	79,37	0,28	0,95	0,98	-	11,48

Tablica 13 prikazuje usporedbu dobivenih rezultata ovog istraživanja s literaturnim podacima. U diplomskom radu (Martinović, 2019) uzorci običnih borovnica sakupljeni su, kao i u ovom radu, na području Primorsko-goranske županije tijekom 2018. godine, dok su analizirani uzorci u radu Marjanović-Balaban i sur. sakupljeni na području grada Srebrenice i općine Bratunac u Bosni i Hercegovini tijekom 2011. i 2012. godine. Iz prikazanog, prosječni udio vode dobiven ovim istraživanjem je za 5,49 % veći u odnosu na borovnice iz općine Bratunac te za 0,26 % manji u odnosu na borovnice iz grada Srebrenice. Veći udio vode, od 2,15 %, primjećuje se u analiziranim uzorcima diplomskog rada (Martinović, 2019) u odnosu na uzorke ovog istraživanja.

Najmanja odstupanja u svim prosječnim udjelima analiziranih sastojaka zabilježena je u udjelu mineralnog ostatka (pepela). Vrijednost udjela pepela dobivenog u ovom istraživanju najviše se razlikuje u odnosu na uzorke sakupljene tijekom 2012. godine iz istraživanja Marjanović-Balaban i sur., a razlika iznosi 0,09 %.

Prosječni maseni udio proteina dobiven ovim istraživanjem najveći je u odnosu na ostale literaturne podatke te iznosi 1,03 %. Unatoč tome što je udio proteina veći, odstupanja od ostalih analiziranih uzoraka nisu znatna te iznose svega 0,07 % u odnosu na borovnice Primorsko-goranske županije (Martinović, 2019) te 0,31 % i 0,08 % u odnosu na borovnice sakupljene na području Bosne i Hercegovine tijekom 2011. i 2012. godine (Marjanović-Balaban i sur., 2012).

Prosječni udio masti dobiven ovim istraživanjem manji je od navedenih literaturnih podataka, a najveća razlika primjećuje se u odnosu na uzorke iz Bosne i Hercegovine, koji su sakupljeni tijekom 2012. godine, te iznosi 0,82 %.

S obzirom na to da u provedenom istraživanju Marjanović-Balaban i sur. nije provedena analiza masenog udjela celuloze, maseni udio celuloze dobiven ovim istraživanjem usporediv je samo s diplomskim radom (Martinović, 2019). Udio celuloze dobiven ovim istraživanjem ne razlikuje se značajno te je za 0,11 % veći u odnosu na diplomski rad (Martinović, 2019).

U ovom radu, udio šećera nije laboratorijski određen već je izražen kao razlika ukupnog udjela sastojaka (100 %) i zbroja svih analiziranih sastojaka. Prema tome, uspoređujući teorijski postotak masenog udjela šećera u ovom istraživanju i ostalih literaturnih podataka, zaključuje se da je udio šećera najveći u uzorcima ovog rada, a najmanji u analiziranim uzorcima diplomskog rada (Martinović, 2019).

Usporedbom svih navedenih podataka o masenim udjelima vode, mineralnog ostatka (pepela), proteina, masti, celuloze i šećera nisu primijećena značajna odstupanja što ukazuje na slične klimatske uvjete geografskih područja u kojima su uzorci sazrijevali. Mala odstupanja u rezultatima pojedinih masenih udjela moguća su posljedica razlika u tlima na kojima su uzorci rasli, količini padalina i sličnim klimatskim uvjetima te mjesecu u godini u kojem su uzorci sakupljeni i vremenu smrzavanja kojem su bili podvrgnuti.

5. ZAKLJUČCI

Obzirom na dobivene rezultate provedenog istraživanja donijeti su navedeni zaključci:

1. Udio vode svih ispitivanih uzoraka nalazi se u rasponu od 83,6 % do 87,03 %, udio pepela u rasponu od 0,17 % do 0,22 %, udio proteina u rasponu od 0,82 % do 1,3 %, udio masti u rasponu od 0,09 % do 0,21 %, udio celuloze u rasponu od 0,52 % do 1,34 %, a teorijski udio ukupnih šećera nalazi se u rasponu od 10,54 % do 14,19 %.
2. Najveći prosječni udio vode i proteina utvrđen je u borovnicama sakupljenima na području Ravne Gore. Najveći prosječni udio mineralnog ostatka (pepela) i celuloze utvrđen je u plodovima sakupljenima na lokalitetu Tuk Mrkopaljski. Najveći prosječni udio masti utvrđen je u bobicama sa lokaliteta „Matić Poljana“, a najmanji s lokaliteta Tuk Mrkopaljski. Najveća odstupanja u sastavu običnih borovnica zabilježena su unutar uzoraka uzetih s područja Tuk Mrkopaljski, a najmanja unutar uzoraka uzetih s lokaliteta „Matić Poljana“.
3. Provedenim statističkim analizama varijance uzoraka zaključuje se da postoji statistički značajna razlika u udjelu proteina u uzorcima s tri različita lokaliteta, dok u udjelima ostalih sastojaka nije zabilježena statistički značajna razlika između lokaliteta. Nisu zabilježene značajne razlike analiziranih uzoraka i literaturnih podataka u udjelima određivanih sastojaka što upućuje na gotovo isti sadržaj makronutrijenata u bobicama borovnicama na području Hrvatske i Bosne i Hercegovine.

6. POPIS LITERATURE

1. AOAC 925,03:2000, Fruits and fruit products – Moisture in fruit and fruit products
2. AOAC 923,03:2000, Fruits and fruit products – Ash content in fruits and fruit products
3. AOAC 992,15:2000, Fruits and fruit products – Crude protein in fruit and fruit products
4. AOAC 989,05:2000, Fruits and fruit products – Total fat in fruits and fruit products
5. AOAC 973,18:2000, Fruits and fruit products – Cellulose in fruits and fruit products
6. Aura AM, Holopainen-Mantila U, Sibakov J, Kössö T, Morkkila M, Kaisa P (2015) Bilberry and bilberry press cake as sources of dietary fibre. *Food & nutrition research*, **59**. <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.28367>
7. Biggs M, McVicar J, Flowerdew B (2005) Enciklopedija voća, povrća i začinskog bilja, (prevela Travašić), Naklada Uliks, Rijeka.
8. Dujmović Purgar D, Šindrak Z, Mihelj D, Voća S, Duralija B (2007) Rasprostranjenost roda *Vaccinium* u Hrvatskoj. *Pomologia Croatica: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, **13**, 219-228.
9. Ebert G (2008) Uzgoj borovnica i brusnica, (preveli Dujmović i Zrinščak), Gaudeamus, Požega.
10. Kantoci D (2009) Uzgoj borovnice. *Glasnik zaštite bilja*, **6**, 30-37.
11. Marjanović-Balaban Ž, Grujić S, Jašić M, Vujadinović D (2012) Testing of chemical composition of wild berries. U: Proceedings of third International Scientific Symposium „Agrosym Jahorina 2012“, Jahorina, str. 154-161.
12. Martinović A (2019) Kemijski sastav obične borovnice (diplomski rad). Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
13. Mortas H, Sanlier N (2017) Nutritional evaluation of commonly consumed berries: composition and health effects. *Fruits*, **72**, 5-23.
<https://doi.org/10.17660/th.2017/72.1.1>
14. Može Š, Polak T, Gašperlin L, Koron D, Vanzo A, Poklar Urlih N i sur. (2011) Phenolics in Slovenian Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**, 6998-7004.
<https://doi.org/10.1021/jf200765n>

15. Padmanabhan P, Correa-Betanzo J, Paliyath G (2016) Berries and Related Fruits. *Encyclopedia of Food and Health*, **5**, 364-371. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00060-X>
16. Silova S, Costa EM, Veiga M, Morais RM, Calhau C, Pintado M (2020) Health promoting properties of blueberries: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **60**, 181-200. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1518895>
17. Stefanescu BE, Calinoiu LF, Ranga F, Fetea F, Mocan A, Vodnar DC i sur. (2020) Chemical Composition and Biological Activities of the Nord-West Romanian Wild Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Leaves. *Antioxidans*, **9**, 495. <https://doi.org/10.3390/antiox9060495>
18. Szajdek A, Borowska EJ (2008) Bioactive Compounds and Health-Promoting Properties of Berry Fruits: A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, **63**, 147-156. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0097-5>
19. Tundis R, Tenuta MC, Loizzo MR, Bonesi M, Finetti F, Trabalzirini L, i sur. (2021) *Vaccinium* Species (Ericaceae): From Chemical Composition to Bio-Functional Activities. *Applied Sciences*, **11**, 5655. <https://doi.org/10.3390/app11125655>
20. Urbonaviciene D, Bobinaite R, Viskelis P, Bobinas C, Petruskevicius A, Klavins L i sur. (2022) Geographic Variability of Biologically Active Compounds, Antioxidant Activity and Physico-Chemical Properties in Wild Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.). *Antioxidans*, **11**, 588. <https://doi.org/10.3390/antiox11030588>
21. USDA (2022) Blueberries. U.S. Department of Agriculture, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2263889/nutrients>. Pristupljeno 20. lipanj 2022.
22. Vahapoglu B, Erskine E, Gultekin Subasi B, Capanoglu E (2021) Recent Studies on Berry Bioactives and Their Health-Promoting Roles. *Molecules*, **27**, 108. <https://doi.org/10.3390/molecules27010108>
23. Volčević B (2005) Jagoda, malina, kupina, borovnica, ribiz, ogrozđ, Neron, Bjelovar.
24. Vrtlarica – digitalna enciklopedija biljaka (2020) <https://www.vrtlarica.com/borovnica/> pristupljeno 8. srpnja 2022.
25. Zoratti L, Klemettilä H, Jaakola L (2016) Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Ecotypes. *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, str. 83-99. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00004-0>

Izjava o izvornosti

Ja Lara Čišper izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Vlastoručni potpis