

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

PREDMET: Predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada

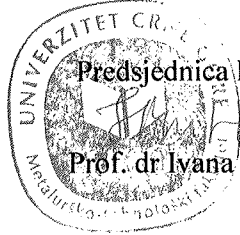
Shodno dopisu broj 808 od 20. 4. 2023. godine, a nakon dobijanja pozitivnog mišljenja Odbora za monitoring master studija UCG i izvršenih konsultacija sa kandidatkinjom, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada pod nazivom: " **Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus* L.)**", kandidatkinje Ivane Kasalice, Spec. Sci. Hem. Tehnologije:

1. Prof. dr Sladjana Krivokapić, redovni profesor PMF-a, predsjednica
2. Prof. dr Biljana Damjanović-Vratnica, redovni profesor MTF-a, mentorka
3. Prof. dr Svetlana Perović, redovni profesor PMF-a, član

U dogovoru sa kandidatkinjom, Komisija predlaže prof.dr Biljanu Damjanović-Vratnicu za mentorku.

Predsjednica Komisije,

Prof. dr Ivana Bošković





Univerzitet Crne Gore
Centar za unapređenje kvaliteta

telefon: +382 20 414 252
e-mail: office@qas.ac.me



Broj: 01/3-2045/1

Podgorica, 18.04.2023 godine

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: 801
Podgorica, 20.04 2023 god. METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

KOMISIJI ZA MASTER STUDIJE

PREDSJEDNIKU KOMISIJE

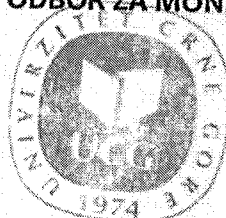
U skladu sa nadležnostima definisanim članom 13 Pravilnika o organizaciji i radu sistema za osiguranje i unapređenje kvaliteta na Univerzitetu Crne Gore (Bilten UCG, broj 343/15) i članom 17 Pravila master studija (Bilten UCG, broj 493/20), a u vezi sa prijavom teme master rada pod nazivom „Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus* L.)“ kandidatkinje **Ivane Kasalice**, Odbor za monitoring master studija, na sjednici održanoj 13.04.2023. godine, daje sljedeće

MIŠLJENJE

Prijava teme master rada pod nazivom „Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus* L.)“ kandidatkinje **Ivane Kasalice**, sadrži elemente propisane Formularom za prijavu teme master rada.

Odbor predlaže sprovođenje dalje procedure, uz obavezu Komisije za master studije da prati dalji tok izrade master rada i usklađenost sa predloženom prijavom teme.

ZA ODBOR ZA MONITORING MASTER STUDIJA



Prof. dr Svetlana Perović

broj 613/1
20.03.23
20. god.

UNIVERZITET CRNE GORE

ODBORU ZA MONITORING MASTER STUDIJA

PREDMET: Saglasnost

Shodno članu 17. Pravila studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a je razmotrila dostavljenu dokumentaciju za prijavu teme master rada Ivane Kasalice, Spec. Sci Hemijske tehnologije, i saglasna je da je dostavljena dokumentacija u skladu sa Pravilima studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, kao i da navedena tema ispunjava uslove za izradu master rada.

Predsjednica Komisije



Prof. dr Ivana Bošković

UNIVERZITET CRNE GORE

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

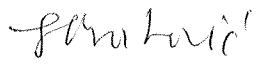
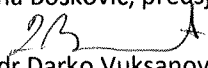
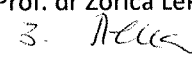
Broj 613 23
Podgorica, 20.03 20. god.

PREDMET: Saglasnost

Shodno dopisu broj 433 od 20.2.2023. godine, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a, dostavlja Izvještaj za davanje saglasnosti na podnesenu prijavu teme za izradu master rada kandidatkinje Ivane Kasalice, Spec. Sci Hemijske tehnologije, pod nazivom: " **Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus L.*)**".

Prema članu 17. Pravila studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a je razmotrila dostavljenu dokumentaciju za prijavu teme master rada kandidatkinje Ivane Kasalice, Spec. Sci Hemijske tehnologije i nakon usvojenih sugestija i izvršenih ispravki u tekstu Prijave od strane kandidatkinje, daje saglasnost da je dostavljena dokumentacija u skladu sa Pravilima studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, kao i da navedena tema ispunjava uslove za izradu master rada.

Komisija u sastavu:

- 
1. Prof. dr Ivana Bošković, predsjednica
 2. Prof. dr Darko Vuksanović, član
 3. Prof. dr Zorica Leka, član
- 


PRIJAVA TEME MASTER RADA (popunjiva magistrand u saradnji sa mentorom)		Crna Gora UNIVERZITET CRNE GORE METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET Broj <u>427/1</u> <u>23</u> Podgorica, <u>16.03</u> 20 <u> </u> god.	Studijska godina 2022/2023
OPŠTI PODACI MAGISTRANDA			
Ime i prezime:	Ivana Kasalica		
Fakultet:	Metalurško-tehnološki fakultet		
Studijski program:	Hemijska tehnologija		
Godina upisa master studija:	2021.		

LIČNE INFORMACIJE

Ivana Kasalica



📍 Ulica 11 br. 1, Žabljak, 84 220, Crna Gora

☎ 069/987/211

✉ ivanakasalica42@gmail.com

Pol	Datum rođenja	Državljanstvo
ž	19/08/1997	Crnogorsko

RADNO ISKUSTVO

(01. 09. 2021-)

OŠ "Dušan Obradović" & SMŠ "17. Septembar"

Profesor hemije

OBRAZOVANJE I OSPOBLJAVANJE

2016-2021

Specijalista hemijske tehnologije
Metalurško – tehnološki fakultet
Univerzitet Crne Gore

2021-

Master studije,
Studijski program – hemijska tehnologija



BIOGRAFIJA - CV

LIČNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJE

Maternji jezik

Crnogorski jezik

Ostali jezici

Engleski jezik

RAZUMJEVANJE		GOVOR		PISANJE
Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
B1	B1	B1	B1	B1

Komunikacione vještine

Mogućnost rada u timu kao i sposobnost za samostalan rad, orijentisanost ka postizanju ciljeva, odlične pismene i komunikacione vještine, uključujući aktivno slušanje i govor, organizacione vještine, strpljenje u rješavanju problema, fleksibilnost, odgovornost, kreativan i inovativan pristup u poslu i rješavanju problema bilo koje prirode, poslovna komunikacija, poslovna korespondencija, posvećenost poslu, perfekcionizam u radu.

Digitalna
kompetencija

SAMOPROCJENA				
Obrada informacija	Komunikacija	Stvaranje sadržaja	Sigurnost	Rješavanje problema
Samostalna upotreba	Samostalna upotreba	Samostalna upotreba	Samostalna upotreba	Samostalna upotreba

• Odlično poznavanje MC Office paketa

Vozačka dozvola

B kategorija

Naslov rada <i>Tema mora biti aktuelna, nova, naslov treba precizno da odražava cilj i predmet istraživanja.</i>	Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz ploda borovnice (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)
---	--

I UVOD

U uvodnom dijelu dati obrazloženje naziva rada
(≤ 1200 karaktera)

Argumentovanim naučnim stilom obrazložiti aktuelnost i primjerenost predložene teme.

Biljni fenoli su hemijski raznovrsna grupa jedinjenja i pripadaju sekundarnim materijama u biljnom metabolizmu. Fenoli se razlikuju po strukturi, i u prirodi se javljaju u obliku od prilično jednostavnih molekula do polifenola i polimera izvedenih iz različitih grupa. Neki od njih su rastorljivi samo u organskim rastvaračima, a neki u vodi. Uloge biljnih fenola su razne: odbrana biljke od herbivornih organizama, učestvovanje u mehaničkoj podršci, privlačenje oprašivača i rasprostranjivača sjemena, redukcija rasta susjednih biljaka itd.

Divlja borovnica (*Vaccinium myrtillus* L.), član porodice Ericaceae, je niskorastući žbun porijeklom sa sjevera Evrope i Sjeverne Amerike. U narodnoj medicini i farmaceutskoj industriji koriste se specifične osobine jedinjenja koja su prisutna u plodu i listu borovnice.

Ekstrakcija je ravnotežno odvajanje jedne ili više komponenata iz čvrste ili tečne smješe, uz pomoć drugog rastvarača, koji se ne miješa sa rastvaračem polazne smješe ili se miješa u ograničenoj mjeri, dok ostale komponente nisu rastvorljive ili su manje rastvorljive u njemu.

U ovom radu biće ispitana kinetika i efikasnost ekstrakcije ukupnih fenola i flavonoida iz ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus* L.) postupkom maceracije pri različitim operativnim uslovima (koncentracija vodenog rastvora etanola, hidromodul, vrijeme i temperatura).

Predmet istraživanja
(≤ 1200 karaktera)

Koncizno obrazložiti predmet istraživanja.

Borovnica (*Vaccinium myrtillus* L.) pripada voćnoj vrsti biljnog svijeta, čiji je intenzivni uzgoj započeo dosta kasno u odnosu na mnoge druge ljekovite biljke. U našim krajevima nema veliku tradiciju uzgoja iako sama, kao divlja, raste na većim nadmorskim visinama. Plod borovnice je veoma cijenjeno i ukusno voće. Ima visok sadržaj šećera, posebnu hranljivost ploda, veliki procenat ukupnih organskih kiselina, zatim proteina, celuloze, pektina, fenola, antocijana, vitamina i dr.

U ovom radu biće uzorkovani plodovi borovnice i izvršiće se analiza mehanizma, modela kinetike i efikasnosti ekstrakcije čvrsto-tečno. Radi utvrđivanja najpogodnijih uslova ekstrakcije izvršiće se optimizacija procesa ekstrakcije primjenom metode jednofaktornog eksperimenta.

Izvršiće se i matematičko modelovanje dobijenih rezultata po empirijskom modelu Niak i sar. (1988). Sadržaj antioksidativnih jedinjenja u dobijenim ekstraktima ploda borovnice ispitivaće se primjenom UV-VIS spektrofotometrijskih metoda, a DPPH testom biće ispitana njihova potencijalna antioksidativna aktivnost.

Motiv i cilj istraživanja

(≤ 4000 karaktera)

Jasno i nedvosmisleno definisati razloge, svrhu i glavne ciljeve u procesu istraživanja.

Fenolna jedinjenja koja se nalaze u biljnim ekstraktima smatraju se glavnim bioaktivnim jedinjenjima sa antioksidativnim djelovanjem, te tako mogu smanjiti rizik od nekih bolesti modernog doba, u prvom redu dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti, a mogu usporiti i starenje.

Šumska borovnica (lat. *Vaccinium myrtillus*) je prepoznata kao vrlo važna karika u lancu zdravstvene indrustije i praktične medicine. Plod borovnice ima veoma povoljan hemijski sastav, budući da sadrži značajnu količinu različitih biološki aktivnih jedinjenja. Sadrži vitamine, fenolna jedinjenja, ali i minerale, pa se zbog toga borovnici pripisuju različiti pozitivni učinci na ljudsko zdravlje. Utvrđeno je da su plodovi borovnice jako dobri hvatači slobodnih radikala i da se antiradikalna aktivnost mijenja u zavisnosti od ekoloških i antropoloških činilaca.

Sadržaj fenolnih jedinjenja u ekstraktu direktno zavisi od više faktora, kao što su metoda ekstrakcije, rastvarač, stepen usitnjenosti biljnog materijala, dužina trajanja procesa, temperatura na kojoj se vrši ekstrakcija. Matematički modeli omogućavaju uopštavanje eksperimentalnih rezultata, i mogu biti primjenjeni na nove parametre procesa ili druge materijale. Još, oni su veoma korisni u planiranju i prenosu procesa sa laboratorijskog na nivo pilot postrojenja ili industrijski nivo.

Iako je borovnica veoma atraktivna ljekovita biljka za savremenu medicinu i farmaceutsku indutriju, kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz borovnice nije podvrgnuta sistematskom istraživanju.

Cilj ovog rada je da se, na primjeru ekstrakcije ukupnih fenola i flavonoida iz ploda borovnice, izvrši analiza mehanizma, modela kinetike i efikasnosti ekstrakcije čvrsto-tečno, koja će za rezultat imati izbor optimalnih uslova ekstrakcije čvrsto-tečno i mogućnost primjene primjenjenog matematičkog modela.

II PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA/LITERATURE IZ NAVEDENE OBLASTI

Pregled dosadašnjih istraživanja

(pozvati se na najmanje 10 primarnih referenci na kojima se istraživanje bazira, od toga minimum 5 iz posljednjih 10 godina)

**Izuzetak se odnosi na stručne radove za koje nije moguće navesti literaturu novijeg datuma, pa je u tom slučaju potrebno pozvati se na relevantne literaturne izvore. Takođe, izuzetak se odnosi i na master radove iz oblasti umjetnosti za koje nije moguće navesti isključivo teorijske reference, pa je potrebno pozvati se na relevantna umjetnička istraživanja i umjetničke reference (djela u oblasti likovnih, muzičkih, dramskih i interdisciplinarnih umjetnosti).*

≤ 6000 karaktera)

Pregled dosadašnjih istraživanja je narativan. Prikazati stanje u oblasti nauke i umjetnosti u vezi sa predmetom istraživanja.

Prema istraživanju koje je sproveo Američko udruženje (USDA, 2020), hemijski sastav ploda borovnice je u velikoj mjeri definisan faktorima životne sredine, stepenom zrelosti, kao i uslovima skladištenja. Hemijski sastav ploda borovnice ima veliki uticaj na ukus, miris i boju, u kojoj preovlađuje voda sa 84,21%, a ugljeni hidrati sa samo 14,49%. Energetska vrijednost ploda borovnice je niska – oko 60 kcal/100 g, a zbog visokog udjela dijetetskih vlakana (5,3 g/100 g), ima pozitivan efekat na glukozu u krvi, tjelesnu težinu i kolesterol, čime značajno utiče na zdravlje ljudi. (Roopchand i sar., 2013)

Määttä-Riihinen i sar. (2005) su analizirali frakcije monomernih katehina i frakcije dimernih i trimernih procijanidina koje su ekstrahirane i koncentrovane iz šumskih plodova roda *Vaccinium* (divlja brusnica, brusnica, borovnica i močvarna borovnica) u cilju proučavanja njihovih antioksidativnih aktivnosti. Dobijeni rezultati su pokazali da su frakcije katehina i procijanidina iz brusnice, kao i frakcija katehina iz močvarne borovnice bile dobri hvatači radikala u testu 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) i efikasniji od odgovarajućih frakcija borovnice. Nalazi su generalno pokazali da se, osim malih odstupanja, antioksidativna aktivnost frakcija *Vaccinium* plodova mogu pripisati sadržaju katehina i procijanidina.

Osim što predstavljaju biljne pigmente, fenolna jedinjenja, konkretno, flavonoidi doprinose ukusu, najčešće gorčini, i oporosti biljaka u kojima se nalaze. Ova klasa jedinjenja nesumnjivo učestvuje i u odbrambenom sistemu biljaka, jer su oporost i gorčina koju daju biljkama neprijatni biljojedima, a takođe štite biljku i od štetnog dejstva UV zračenja. Harborne i sar. (2000) su dokazali da se ova jedinjenja sintetišu kao odgovor na povećanu koncentraciju nekih metala u zemljištu (npr., aluminijuma). Tipične aromatične supstance, koje daju ukus plodu, nastaju tek na kraju faze sazrijevanja. Bjelkasti sloj koji se formira na plodu pri promjeni boje od zelene, ljubičaste do plave, su sitne čestice voska koje imaju značajnu zaštitnu ulogu, čime sprečavaju prekomjerni uticaj sunčeve svjetlosti, gubitak vode i štite plod od prodiranja mikrobnih patogena (Ebert, 2008).

Zoratti i sar. (2015) sproveli su studiju čiji je cilj je bio utvrditi sastav antocijana u divljim borovnicama i borovnicama visokog grma (*V. myrtillus* L i *V. corimbosum* L.) koje rastu u Alpima sjeverne Italije. Rezultati su ukazali na povećanje akumulacije antocijanina u borovnicama duž visinskog gradijenta od oko 650 m nadmorske visine. Sadržaj antocijana se mijenjao i usljed sezonskih temperaturnih razlika.

Pozitivni efekti fenola i flavonoida na zdravlje ljudi doprinijeli su naglom porastu upotrebe biljnih antioksidanata kao konstituenata funkcionalne hrane. Međutim, povećan i nekontrolisan unos flavonoida može da ima prooksidativnu aktivnost, prouzrokuje mutagene procese i inhibira ključne

enzime u metabolizmu hormona (Skibola i Smit, 2000).

Antioksidativni mehanizmi koji su karakteristični za flavonoide su otpuštanje vodonika, "hvatanje" radikala i helatizacija metala. Havsteen (2002) utvrdio je da, kao i kod ostalih polifenolnih antioksidanasa, broj i položaj hidroksilnih grupa u flavonoidima utiču na antioksidativnu aktivnost. Fenolna jedinjenja, kao snažni antioksidansi, neutrališu slobodne radikale u ćelijama i umanjuju lipidnu peroksidaciju ćelijske membrane. Tako mogu da spriječe oksidativna oštećenja DNK i širenje tumora. Osim toga, flavonoidi mogu uticati i na primarni proces starenja, biti efikasni inhibitori oksidacije LDL, a epidemiološka proučavanja pokazuju inverzni odnos između unosa hrane bogate flavonoidima i kardiovaskularnih oboljenja. (Havsteen, 2002).

Karčeva-Bahčevanska i sar. (2017) su na osnovu kvalitativnih HPLC analiza, utvrdili je da su galna kiselina i hlorogenska kiselina najvažnije fenolne kiseline koje su prisutne u borovnicama. U radu je ukazano da inhibiciona aktivnost ekstrakta borovnice prema α -glukozidazi može biti iskorišćena da reguliše nivo glikemije kod pacijenata sa dijabetesom tipa 2.

Istraživanje koje je sproveo Wu (2011) pokazalo je da su ekstrakti bogati antocijaninima uspješno korišćeni za liječenje hipertenzije, bolesti jetre, dizenterije, dijareje, infekcija urinarnog trakta i kamena u bubregu.

Tumbas (2010) navodi da raste interesovanje za efikasnim metodama izolovanja i upotrebu antocijana, ne samo zato što su netoksični prirodni pigmenti, rastvorljivi u vodi i mogu zamijeniti sintetičke boje, već i zbog njihovih bioaktivnih svojstava.

III HIPOTEZA/ISTRAŽIVAČKO PITANJE

**Hipoteza/e i/ili
istraživačko/a pitanje/a sa
obrazloženjem**

(≤ 2400 karaktera)

Jasno definisati hipotezu/e i/ili istraživačka pitanja. Hipoteza treba da sadrži ključne riječi iz naslova, odnosno predmeta istraživanja.

Postupkom maceracije ploda borovnice, izvršiće se analiza mehanizma, modela kinetike i efikasnosti ekstrakcije čvrsto-tečno.

Postavlja se pitanje kako tehnika ekstrakcije, koncentracija rastvarača i solvo modul utiču na izolovanje bioaktivnih materija iz ploda borovnice?

Takođe, istraživačko pitanje je i da li primjenjeni model može dovoljno dobro predvidjeti prinos ekstrahovanih bioaktivnih materija iz ploda borovnice?

Prinos ekstrakcije nekih komponenata kao što su antioksidansi, koji su uglavnom polarnog karaktera, povećava se sa povećanjem polarnosti upotrijebljenog ekstragensa.

Povećanjem udjela vode u ekstragensu povećava se i njegova polarnost, pa se različite koncentracije etanola kao ekstragensa mogu smatrati pogodnim za ekstrakciju jedinjenja ovog tipa.

Na osnovu dostupnih podataka iz literature očekuje se da će veća zapremina rastvarača za ekstrakciju, kao i viša temperatura ekstrakcije povećavati efikasnost ekstrakcije ukupnih fenola i flavonoida iz ploda borovnice.

--	--

IV METODE

**Naučne/istraživačke/umjetničke/
projektne metode koje će biti
primijenjene u istraživanju**
(≤ 3000 karaktera)

*Detaljno navesti i obrazložiti koje će se
metode koristiti kako bi se testirale hipoteza/e
i/ili istraživačka pitanja.*

Maceracija - klasična i jednokratna ekstrakcija propisano usitnjene droge sapropisanim rastvaračem na sobnoj temperaturi. U istraživanju će se ekstrakcija iz biljne sirovine vršiti vodom, etanolom i vodenim rastvorima etanola koncentracije 30, 50 i 70 % (v/v), pri solvomodulu 1:30, 1:40, 1:50 i 1:60 (g/V), na temperaturama 25, 35 i 45 °C. Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja ploda borovnice biće praćena u vremenu, poslije odabira optimalnih parametara ekstrakcije, i izvršiće se modelovanje ekstrakcije odabranim empirijskim modelom.

Određivanje ukupnih fenola

Ukupni fenoli biće određeni spektrofotometrijskom metodom Folin-Ciocalte, koja se zasniva na oksidaciji fenolnih grupa dodatkom Folin-Ciocalte reagensa i formiranju obojenih proizvoda. Dodavanjem smeše molibdofosfatnih i volframfosfatnih anjona fenolne grupe se oksiduju u hinon, a ovi anjoni se redukuju. Redukovan Folin-Ciocalteu reagens ima stabilnu plavu boju, a neredukovan žutu. Određivanjem apsorpcija na 765 nm, mjeri se intenzitet boje u odnosu na slijepu probu koja ne sadrži uzorak (Krstić, 2017).

Određivanje ukupnih flavonoida

Sadržaj ukupnih flavonoida u ekstraktima biće određen modifikovanom spektrofotometrijskom metodom sa aluminijum(III)-hloridom. Određuje se udio flavonoida u uzorcima u odnosu na slijepu probu mjerenjem na talasnoj dužini od 420 nm (Marinova i sar., 2005).

Određivanje antioksidativne aktivnosti

DPPH test je najrasprostranjenija metoda za ispitivanje antioksidativne aktivnosti mnogih prirodnih antioksidanasa. DPPH• je stabilan slobodni radikal zbog delokalizacije nesporenog elektrona u cijelom molekulu, tako da molekuli ne dimerizuju, kao što bi to bio slučaj sa ostalim vrstama slobodnih radikala. Ovaj molekul ima tamnoljubičastu boju, koja se karakteriše apsorbancijom u etanolnom rastvoru na 515-517 nm. Kada antioksidans reaguje sa DPPH•, u prisustvu vodonika kao donora elektrona, ovaj radikal se redukuje u DPPH i posljedica toga je apsorpcija na manjim talasnim dužinama nego DPPH•. Pritom dolazi do obezbojavanja, što je proporcionalno prisutnim elektronima- veći stepen obezbojavanja označava veću redukcionu sposobnost (Vitković, 2017).

V OČEKIVANI REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NAUČNI/UMJETNIČKI/STRUČNI DOPRINOS

Očekivani rezultati istraživanja, primjena i naučni/umjetnički/ stručni doprinos

(≤ 3000 karaktera)

Koncizno navesti važnije očekivane rezultate. Ukazati na eventualnu praktičnu primjenu rezultata istraživanja. Sažeto navesti očekivani doprinos rada u odnosu na postojeća istraživanja.

S obzirom na to da su ljekovite biljke važan izvor prirodnih antioksidanata očekuje se da će ekstrakti dobijeni iz ploda borovnice biti značajan izvor fenolnih jedinjenja.

Očekuje se i da će na sadržaj fenolnih jedinjenja u ispitivanim ekstraktima veliki uticaj imati primjenjeni postupak ekstrakcije, kao i ekstragens. Shodno tome, očekuje se da ekstrakti dobijeni primjenom 70% rastvora etanola budu bogatiji fenolnim komponentama i sa većim efektom u odnosu na ekstrakte dobijene primjenom vode kao rastvarača.

Ova ispitivanja mogu dati značajne podatke koji bi mogli da se iskoriste kao osnova za buduća istraživanja kinetike ekstrakcije bioaktivnih jedinjenja iz ljekovitih biljaka. Na osnovu dobijenih rezultata biće moguće izvršiti izbor optimalnog modela kinetike i optimalnih uslova ekstrakcije ploda borovnice.

VI DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Ograničenja i dalji pravci u istraživanju

(≤ 1800 karaktera)

Diskusija o mogućim prijedlozima za buduća istraživanja u ovoj oblasti i njihovoj opravdanosti (putem rezultata istraživanja ili literature). Identifikovati i opisati potencijalna ograničenja istraživanja. Rezultate i doprinose istraživanja je potrebno razmotriti u svjetlu ograničenja – npr. teorijski i konceptualni problemi, problemi metodoloških ograničenja, nemogućnost odgovora na istraživačka pitanja i tome slično.

Kako su rijetki podaci o kinetici ekstrakcije borovnice, upoređivanje podataka koji se dobiju ovim ispitivanjima vršiće se sa dostupnim literaturnim podacima za druge ljekovite biljne vrste.

Na osnovu dobijenih rezultata očekivanje je da se mogu definisati mogućnosti primjene korišćenog modela i za druge ljekovite biljne vrste.

Dalji pravci u istraživanju mogu biti usmjereni ka ispitivanju polifenolnog profila dobijenih ekstrakata ploda borovnice kao i njihov antimikrobni potencijal.

Takođe, praćenjem uticaja ulaznih promjenljivih na odabrane izlazne promjenljive za različite tehnike ekstrakcije pojedinačno mogu biti utvrđeni optimalni uslovi ekstrakcije ploda borovnice. Na taj način može biti povećan kvalitet dobijenih ekstrakata i utvrđen optimalni kinetički model ekstrakcije ploda borovnice, što će otvoriti mogućnost daljih sistematskih istraživanja roda *Vaccinium*.

VII STRUKTURA RADA

Struktura rada po poglavljima:

Voditi računa da naslovi poglavlja budu jasno formulisani.

Dati opis sadržaja rada po poglavljima.

UVOD

1. TEORIJSKI DIO

- 1.1. Osnovne karakteristike roda *Vaccinium*
- 1.2. Hemijski sastav i upotreba vrste ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus*)
- 1.3. Antioksidativna aktivnost ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus*)
- 1.4. Ekstrakcija antioksidativnih jedinjenja iz ploda borovnice

2. EKSPERIMENTALNI DIO

- 2.1. Materijali i metode
- 2.2. Eksperimentalna procedura
- 2.3. Proces ekstrakcije
- 2.4. Ispitivanje sadržaja ukupnih fenola
- 2.5. Ispitivanje antioksidativne aktivnosti

REZULTATI I DISKUSIJA

ZAKLJUČAK

LITERATURA

VIII LITERATURA

Literaturu citirati u APA, MLA, Harvard, Čikago, Vankuver ili nekom drugom stilu, primjenjivijem za određenu oblast nauke, pritom voditi računa da navođenje literature bude dosljedno. Sve navedene reference moraju biti citirane u tekstu prijave.

1. Ayaz, F. A., Hayirlioglu-Ayaz, S., Gruz, J., Novak, O., Strnad, M. (2005) Separation, Characterization, and Quantitation of Phenolic Acids in a Little-Known Blueberry (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Fruit by HPLC-MS. *J. Agr. Food Chem.* 53, 8116-8122.
2. Azar, M., Verette, E., Brun, S. (1987) Identification of some phenolic compounds in bilberry Juice *Vaccinium myrtillus*. *J. Food Sci.* 52, 1255-1257.
3. Baj, A., Bombardelli, E., Gabetta, B., Martinelli, E. B. (1983) Qualitative and quantitative evaluation of *Vaccinium myrtillus anthocyanins* by high-resolution gas chromatography and high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.* 279, 365-372.
4. Chen, B., Xu, M. (2018) Natural Antioxidants in Foods. U: (Melton, L., Varelis, P., Shahidi, F., ured.), *Encyclopedia of Food Chemistry Elsevier*, Amsterdam, str. 180-188.
5. Cignarella, A., Natasi, M., Cavalli, E., Puglisi, L. (1996) Novel lipid-lowering properties of *Vaccinium myrtillus* L. leaves, a traditional antidiabetic treatment, in several models of rat dyslipidaemia: a comparison with ciprofibrate. *Thromb. Res.* 84, 311-322.
6. Coqueiro, A., Verpoorte, R. (2015) Alkaloids. in: *Encyclopedia of Analytical Science*, in (Worsfold, P., Townshend, A., Poole, C., Miró, M) *Elsevier*, 3rd edition. Amsterdam, str. 77-84.
7. De la Rosa, L. A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-García, J., Alvarez-Parrilla, E. (2019) Phenolic Compounds. U: (Yahia, E. M., ured.), *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*:253-271.
8. De Souza, V. R., Pimenta Pereira, P. A., Teodoro da Silva, T. L., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R., Queiroz, F. (2014) Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chem.* 156, 362-368.
9. Decker, E. A. (2003) Natural Antioxidants In Foods. U: (Meyers, R. A., ured.), *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 3. izd. Academic Press, Cambridge, str. 335-342.
10. Ebert, G. (2008). *Uzgoj borovnica i brusnica*. ITD Gaudeamus, Požeg
11. Ehlenfeldt, M. K., Prior, R. L. (2001) Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Phenolic and Anthocyanin Concentrations in Fruit and Leaf Tissues of Highbush Blueberry. *J. Agr. Food Chem.* 49, 2222-2227
12. Griffiths, H. R. (2016) Antioxidants: Characterization and Analysis. U: (Caballero, B., Finglas, P. M., Toldrá, F.) *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, Cambridge, str. 221- 226.
13. Harborne B., Williams A. (2000) Advances in flavonoid research since 1992. In: *Phytochemistry*, 55, 481-504
14. Havsteen BH. (2002) The biochemistry and medical significance of the flavonoids. In: *Pharmacology & Therapeutics*, 96, 67-202.
15. Jakobek, L., Šeruga, M., Novak, I., Medvidović-Kosanović, M., Lukačević, I. (2008) Antioksidacijska aktivnost polifenola iz borovnice i jagode. *Pomologia Croatica*. 14, 13-26.
16. Karcheva-Bahchevanska, D., Lukova, P., Nikolova, M. & Mladenov, R., (2017) Effect of Extracts of Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) on Amyloglucosidase and α -Glucosidase Activity. In: *Folia Medica*. 59(2), 197-202.
17. Kazazić, S. P. (2004) Antioksidacijska i antiradikalna aktivnost flavonoida: Review. *Arh. Hig. Rada Toksiko*. 55, 279-290.
18. Knekt, P., Kumpulainen, J., Järvinen, R., Rissanen, H., Heliövaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T., Aromaa, A. (2002) Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 76, 560-568.
19. Krstić N. J. (2017): *Mineralni i polifenolni profil zelenog, crnog, biljnih i voćnih filter čajeva i njihov antioksidativni kapacitet*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Niš, Srbija
20. D. Marinova, F. Ribarova, M. Atanassova- Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian

- fruits and vegetables, 2005, Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 40 (3), 255-260.
21. Määttä-Riihinen, K., Kähkönen, M., Törrönen, R., Heinonen, M. (2005) Catechins and Procyanidins in Berries of Vaccinium Species and Their Antioxidant Activity. In: *J. Agric. Food Chem.* 53, (22) 8485–8491
 22. Morandi Vuolo, M., Lima, V. S., Maróstica Junior, M. R. (2019) Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power. U: (Segura Campos, M., R., ured.), *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications* Woodhead Publishing, Cambridge, str. 33-50.
 23. Može, Š., Polak, T., Gašperlin, L., Koron, D., Vanzo, A., Poklar Ulrih, N., Abram, V. (2011) Phenolics in Slovenian bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *J. Agr. Food Chem.* 59, 6998-7004
 24. Naik S.N., Lentz H., Maheshwari R.C. (1989) Extraction of perfumes and flavours from plant materials with liquid carbon dioxide under liquid-vapor equilibrium conditions. *Fluid Phase Equilib.* 49, 115-126
 25. Okan, O. T., Deniz, I., Yayli, N., Şat, I. G., Öz, M., Hatipoğlu Serdar, G. (2018) Antioxidant Activity, Sugar Content and Phenolic Profiling of Blueberries Cultivars: A Comprehensive Comparison. *Not. Bot. Horti. Agrobo.* 46, 639-652.
 26. Patil, B. S., Jayaprakasha, G. K., Chidambara Murthy, K. N., Vikram, A. (2009) Bioactive Compounds: Historical Perspectives, Opportunities, and Challenges. *J. Agr. Food Chem.* 57(18), 8142-8160.
 27. Pejić M., Duraković A., (1991) *Plantažna proizvodnja lekovitog bilja na zemljoradničkim gazdinstvima u Polimlju*, NVO Da zaživi selo, Beograd, Srbija
 28. Piirronen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Tiovio, J., Lampi, A.M. (2000) Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition: Review. *J. Sci. Food Agr.* 80, 939-966.
 29. Queiroz Zepka, L., Jacob-Lopes, E., Roca, M. (2019) Catabolism and bioactive properties of chlorophylls. *Current Opinion in Food Science.* 26, 94-100.
 30. Ramasammy, C. (2006) Emerging role of polyphenolic compounds in the treatment of neurodegenerative diseases: A review of their intracellular targets. *Eur. J. Pharmacol.* 545, 51-64.
 31. Rao, A. V., Rao, L. G. (2007) Carotenoids and human health: Invited review. *Pharmacol. Res.* 55, 207-216.
 32. Roopchand Diana E., Kuhn Peter, Rojo Leonel E., Lila Mary Ann, Raskin Ilya. (2013). Blueberry polyphenol-enriched soybean flour reduces hyperglycemia, body weight gain and serum cholesterol in mice. *Pharmacological Research.* 68(1), 59-67.
 33. Santos-Buelga, C., Scalbert, A. (2000) Proanthocyanidins and tannin-like compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health: Review. *J. Sci. Food Agr.* 80, 1094-1117.
 34. Scheer, H. (2013) Chlorophylls and Carotenoids. U: (Lennarz, W. J., Lane, M. D., ured.) *Encyclopedia of Biological Chemistry* Academic Press, Cambridge, str. 498-505.
 35. Seeram, N. P., Adams, L. S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H. S., Heber, D. (2006) Blackberry, Black Raspberry, Blueberry, Cranberry, Red Raspberry, and Strawberry Extracts Inhibit Growth and Stimulate Apoptosis of Human Cancer Cells In Vitro. *J. Agr. Food Chem.* 54, 9329-9339.
 36. Skibola, F., Smith, T., (2000) Potential health impacts of excessive flavonoid intake. In: *Free Radic. Biol. Med.*, 29(3-4), 375-383.
 37. Tumbas V. (2010). *Antiradikalna i antiproliferativna aktivnost ekstraktata odabranih biljaka iz familija Rosaceae i Ericaceae. Doktorska disertacija.* Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija
 38. Veberic, R., Slatnar, A., Bizjak, J., Stampar, F., Mikulic-Petkovsek, M. (2015) Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species. *Lwt-Food Sci. Technol.* 60, 509- 517.
 39. Vitković, A. (2017) *Odredjivanje antioksidativnih karakteristika odabranih gljiva roda*

- Lactarius*, Master rad Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju,
40. Wu X., Liang L., Zou Y., Zhao T., Zhao J., Li F., Yang L. (2011). Aqueous two-phase extraction, identification and antioxidant activity of anthocyanins from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.). *Food Chemistry*, 129, 443-453.
 41. Yilmaz, C., Gökmen, V. (2015) Chlorophyll. U: (Caballero, B., Finglas, P. M., Toldrá, F.) *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, Cambridge, str. 37-41.
 42. Zhao, C., Zhang, C., He, F., Zhang, W., Leng, A., Ying, X. (2019) Two new alkaloids from *Portulaca oleracea* L. and their bioactivities. *Fitoterapia*. 136, 1-5.
 43. Zoratti, L., Jaakola, L., Häggman, H & Giongo, L., (2015) Anthocyanin profile in berries of wild and cultivated *Vaccinium spp.* along 2 altitudinal gradients in Alps. *J.Agric Food Chem.* 63(39), 8641-50.
 44. Zoratti, L., Klemettilä, H., Jaakola, L. (2015) Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) - Ecotypes. U: (Simmonds, M. S. J., Preedy, V. R., ured.) *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*—, Academic Press, Cambridge, str. 83-99.

PRIJEDLOG ZA MENTORA:

U skladu sa članom 15 stav 1 i članom 16 Pravila studiranja na master studijama,
predlažem prof dr. Biljanu Damjanović-Vratnicu za mentora i podnosim prijavu teme master rada
pod nazivom

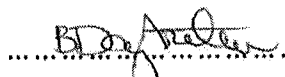
Kinetika ekstrakcije fenolnih jedinjenja iz ploda borovnice (*Vaccinium myrtillus* L.)

Potpis studenta:

.....
Ivana Kasalica 21/21

SAGLASNOST MENTORA ZA PRIHVATANJE MENTORSTVA I PRIJAVE TEME MASTER RADA:

Potpis mentora:

.....
Prof. dr Biljana Damjanović-Vratnica

Potpis komentora:

.....
Prof. dr / Doc. dr, ime i prezime (dopunite)

*** NAPOMENE:**

- Definirati termine – objašnjenje svih termina koji su upotrijebljeni u prijavi teme master rada, a koji nisu uobičajeni, po mogućnosti pronaći i sličnu interpretaciju koja bi bila razumljivija;
- Koristiti opciju *italic* za naslove slika, tabela, crteža i grafikona; kao i za sve strane riječi i izraze;
- Navesti reference za sve ideje, koncepte, djelove teksta i podatke koji nijesu lični i nijesu nastali kao rezultat istraživanja. Neadekvatno navođenje referenci može izazvati sumnju da je rad plagijat;
- Strogo voditi računa o pravopisu i gramatici;
- Naziv rada (radni), hipoteze i ciljevi istraživanja moraju biti usklađeni.

Napominjemo da se nepotpuna dokumentacija neće razmatrati – dostavljene prijave tema master radova moraju sadržati sve navedene elemente. Nadležni na fakultetskoj jedinici, kao i studenti, u obavezi su da se pridržavaju dostavljene forme za izradu prijave teme master rada.