



Broj 07-3654/2
Podgorica 14.10.2021

UNIVERZITET CRNE GORE

- Centru za doktorske studije -

Poštovani,

U prilogu akta dostavljamo vam na dalju nadležnost:

- Mišljenje Vijeća Biotehničkog fakulteta o Izvještaju mentora studenta doktorskih studija mr Andreje Komnenić,
- Prijavu teme doktorske disertacije mr Andreje Komnenić,
- Odluku Vijeća Biotehničkog fakulteta o predlaganju Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata mr Andreje Komnenić.

S poštovanjem,



DEKAN

Prof. dr. Božidarka Marković

Dostaviti:

- Centru za doktorske studije
- a/a



Broj:	07-3654
Podgorica:	14.10.2021

Na osnovu člana 64 stav 2 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore i člana 33 stav 1 i 2 Pravila doktorskih studija, Vijeće Biotehničkog fakulteta je na 57. sjednici (petog saziva), održanoj dana 15.10.2021. godine, dalo:

MIŠLJENJE

I

Prihvata se Izvještaj mentora o radu doktoranda mr Andreje Komnenić na istraživanjima i postignutim rezultatima, koji je podnio prof. dr Zoran Jovović, sačinjen na IM obrascu.

II

Ovo Mišljenje i Izvještaj mentora o radu doktoranda mr Andreje Komnenić na istraživanjima i postignutim rezultatima, dostavljaju se Centru za doktorske studije.

Objasnenje

Prof. dr Zoran Jovović, redovni profesor na Biotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore, dostavio je Komisiji za doktorske studije Izvještaj o napredovanju doktoranda mr Andreje Komnenić (IM obrazac).

Predsjednik Komisije za doktorske studije je dana 08.10.2021. godine dostavio Vijeću pisani Izvještaj Komisije za doktorske studije, u kojem obavještava Vijeće da je Komisija elektronskim putem prihvatila prijavu teme, predlog Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i godišnji izvještaj mentor mr Andreje Komnenić, te da Komisija predlaže Vijeću da iste usvoji i prosljedi Odboru (Centru) za doktorske studije na dalje postupanje.

Imajući u vidu navedeno, dato je Mišljenje kao u dispozitivu.



PREDSJEDNIK VIJEĆA

Prof. dr Božidarka Marković, dekan

Dostaviti:

- Centru za doktorske studije
- a/a



Broj:	07-3655
Podgorica:	14.10.2021

Na osnovu člana 64 stav 2 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore i člana 34 stav 1 Pravila doktorskih studija, Vijeće Biotehničkog fakulteta je na 57. sjednici (petog saziva), održanoj dana 15.10.2021. godine, donijelo:

ODLUKU

I

Predlaže se Centru za doktorske studije da Senatu Univerziteta Crne Gore predloži imenovanje Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze pod nazivom „Ocjena biohemijskog sastava etarskog ulja smilja (*Helicrysum italicum* (Roth) G. Don fil) iz Crne Gore i nekih introdukovanih populacija gajenih po principima organske proizvodnje“ i kandidata mr Andreje Komnenić, u sastavu:

- Prof. dr Zoran Jovović, redovni profesor, Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: ratarstvo) – mentor,
- Dr Dejan Pljevljakušić, viši naučni saradnik, Institut za proučavanje ljekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ Beograd (naučna oblast: tehnologija gajenja ljekovitog bilja, hemotipizacija ljekovitih biljaka) – član,
- Doc. dr Milan Bigović, prirodno – matematički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: organska hemija) – član.

II

Ova Odluka dostavlja se Centru za doktorske studije, na dalju nadležnost.



PREDSJEDNIK VIJEĆA

Prof. dr Božidarka Marković, dekan

Dostaviti:

- Centru za doktorske studije
- a/a

PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	mr Andreja Komnenić
Fakultet	Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore
Studijski program	Biotehnika
Broj indeksa	1/20
Ime i prezime roditelja	Željko Komnenić
Datum i mjesto rođenja	13.06.1996. godine; Cetinje, Crna Gora
Adresa prebivališta	Ul. Jabučka, nas. Gipos 5/1, br.14, Cetinje
Telefon	+382 67 300 328
E-mail	andrea.komnenic@gmail.com
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	<p>2019 – 2020: Magistar (MSc) ratarstva i povrtarstva Magistarske akademske studije, smjer Ratarstvo i povrtarstvo – „A“ (10.00) Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore</p> <p>2018 – 2019: Specijalista (Spec.Sci) ratarstva i povrtarstva Specijalističke akademske studije, smjer Ratarstvo i povrtarstvo – „A“ (10.00) Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore</p> <p>2015 – 2018: Bachelor (BSc) biljne proizvodnje – „B“ (9,11) Osnovne akademske studije, smjer Biljna proizvodnja Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore</p>
Radno iskustvo	<p>Januar 2019 – Oktobar 2019: Rad u Centru za ratarstvo, povrtarstvo i krmno bilje; Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore – Program stručnog osposobljavanja lica sa stečenim visokim obrazovanjem (pripravnički staž).</p>
Popis radova	<p>Komnenić, A. (2021): Influence of different fertilization systems on the productivity of lemon balm (<i>Melissa officinalis</i> L.) grown according to the principles of organic production. <i>Proceedings book of the XII Conference of Agronomy Students with international participation</i>, Čačak, Srbija: pp. 194-203</p> <p>Komnenić, A., Jovović, Z., Velimirović, A. (2020): Impact of different organic fertilisers on lavender productivity. <i>Agriculture and Forestry</i>, 66(2): pp. 51-56</p> <p>Jovović, Z., Bročić, Z., Dolijanović, Ž., Komnenić, A. (2020): The influence of flooding on the main parameters of potato productivity. <i>VIII South-Eastern Europe Symposium on Vegetables and Potatoes</i>, Ohrid, Makedonija (odložen za 24.09.2021.) – objavljivanje rada potvrđeno od strane uredničkog časopisa “Acta Horticulturae”</p>

	Komnenić, A. (2019): Productive characteristics of local varieties of potato in Montenegro. <i>Proceedings book of the XI Conference of Agronomy Students with international participation</i> , Čačak, Srbija: pp. 162-166
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Ocjena biohemijskog sastava etarskog ulja smilja (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) iz Crne Gore i nekih introdukovanih populacija gajenih po principima organske proizvodnje
Na engleskom jeziku	The assessment of biochemical composition of essential oil of (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) from Montenegro and some introduced populations grown according to the principles of organic production
Obrazloženje teme	
<p>Proizvodnja ljekovitog bilja posljednjih decenija u svijetu doživljava pravi procvat. Zbog negativnih posljedica koje proizvodi sintetičkog porijekla imaju na zdravlje ljudi, potražnja za proizvodima biljnog porijekla iz dana u dan postaje sve veća. U Crnoj Gori je komercijalno sakupljanje i uzgoj ljekovitog bilja, uz česte uspone i padove, oduvijek bio ekonomski važan izvor prihoda stanovništva. Povoljni prirodni uslovi i bogatstvo resursa pružaju dobre mogućnosti za sakupljanje i plantažnu proizvodnju smilja. Ipak, zbog pretjerane eksploatacije, prirodne populacije na ovim prostorima nalaze se pod sve većim pritiskom. Uzimajući u obzir nepostojanje precizne karte raspostranjenja, kao ni podataka o brojnosti i hemizmu populacija, kroz njihovo mapiranje, opisivanje geografskog i ekološkog ambijenta, ocjenu brojnosti i vitalnosti populacija i izradu detaljne karte raspostranjenja utvrdiće se stvarni diverzitet i ukupni resursi smilja u Crnoj Gori.</p>	
Pregled istraživanja	
<p>Smilje (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) je višegodišnji aromatični polugrm koji prirodno raste na kamenitim terenima Sredozemlja (Britvec i sar., 2013). Rod <i>Helichrysum</i> pripada porodici Asteraceae i obuhvata oko 600 različitih vrsta od kojih je njih 25 rasprostranjeno duž Evrope i Mediterana (Aćimović i sar., 2021). U našem klimatskom području najveći značaj ima <i>Helichrysum italicum</i> sa podvrstama <i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil subsp. <i>italicum</i> i <i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>microphyllum</i> (Willd.) Nyman (Guinoiseu et al., 2013). U flori Crne Gore zastupljena je samo tipska podvrsta <i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>italicum</i>, a plantažno se gaji na površini od oko 50 ha (Jovović i sar., 2020). Smilje se u Crnoj Gori srijeće na sunčanim kamenjarima i padinama, u pukotinama stijena, napuštenim poljoprivrednim površinama i uz ivice puteva, od nivoa mora pa do više od 2000 m.n.v.</p> <p>Rastuće interesovanje za <i>Helichrysum italicum</i>, naročito u nekim zemljama južne Evrope, uključujući Balkan, Španiju i Francusku, može se pripisati visokoj cijeni njegovog eteričnog ulja (Andreani et al., 2019). Zbog povećane globalne tražnje, eksploatacija smilja na prirodnim staništima je sve veća zbog čega su mnoge prirodne populacije danas ozbiljno ugrožene ili im prijete opasnost od nestajanja (Jovović i sar., 2020). Međutim, potražnja za smiljem i visoka tržišna cijena etarskog ulja na međunarodnom i domaćem tržištu, uticale su na rast površina pod plantažama ove ljekovite vrste (Čagalj i sar., 2019). Uz to, biljna droga sa našeg područja jedna je od najkvalitetnijih u svijetu, te zbog toga veći dio ubrane sirovine završava u izvozu (Jovović i sar., 2020).</p> <p>Imajući u vidu veoma povoljnu klimu, još uvijek nedovoljno iskorišćene zemljišne resurse i nezagađenu životnu sredinu, može se reći da Crna Gora predstavlja veoma povoljno područje za intenzivno gajenje smilja po principima organske proizvodnje. Organska poljoprivreda koja</p>	

se često sprovodi pri gajenju smilja isključuje upotrebu sintetičkih đubriva i pesticida uz maksimalnu rotaciju usjeva, sjetvu leguminoza, mehaničku kultivaciju i primjenu različitih bioloških tehnika zaštite zasada (**Ivanković i sar., 2016**). Jedna od ključnih agrotehničkih mjera za postizanje visokog i kvalitetnog prinosa smilja je đubrenje, pa iz tih razloga količina i vrsta đubriva zauzimaju posebno mjesto. **Nurzynska-Wierdak (2013)** navodi da je uravnoteženo đubrenje u proizvodnji ljekovitog bilja jedan od najvažnijih činilaca koji utiče na prinos i sastav etarskog ulja. Prema **Lemma et Abewoy (2021)** đubrenje organskim đubrivima doprinosi prvenstveno povećanju sadržaja bioaktivnih komponenti i antioksidanata, dok mineralna đubriva dominantno utiču na povećanje prinosa herbe. **Ivanković i sar. (2016)** ističu da đubrenje smilja folijarnim organskim đubrivom značajno utiče na povećanje parametara produktivnosti, a **Jovović i sar. (2018)** da upotreba organskih đubriva u proizvodnji sadnica smilja ima značajan uticaj na povećanje svih važnijih parametara kvaliteta. Sa druge strane, đubrenje stajnjakom kao organskim đubrivom se ne preporučuje, jer ukoliko je stajnjak lošeg kvaliteta može dovesti do neželjenog povećanja zakorovljenosti (**Pohajda i sar., 2015**). Kada je riječ o zahtjevima smilja za pojedinim elementima, **Maričić i sar. (2017)** zaključuju da pojedinačno đubrenje N i P đubrivom do određenih koncentracija utiče na značajno povećanje visine biljke, broja izdanaka i količinu suve materije u smilju, dok K đubrivo nije značajnije uticalo na navedene parametre. Prema **Carrubba (2015)**, zahtjevi smilja za đubrivima u prvoj godini podizanja iznose 60-100 N (kg ha^{-1}), 80-100 P_2O_5 (kg ha^{-1}) i 80-100 K_2O (kg ha^{-1}), dok je narednih godina potrebno unositi samo N, u istoj količini kao i u prvoj godini. Brojna istraživanja koja su sprovedena na većem broju drugih ljekovitih, aromatičnih i začinskih biljaka (*Mentha x piperita* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Origanum vulgare* L., *Ocimum basillicum* L., *Matricaria chamomilla* L., *Melissa officinalis* L.) pokazala su da organsko đubrenje značajno utiče na povećanje prinosa herbe, visinu biljke, prinos i hemijski sastav etarskog ulja, organoleptičke osobine i povećanje sadržaja važnijih komponenti etarskog ulja (**Costa et al., (2013)**; **Matlok et al., (2020)**; **Abdelaziz et al., (2007)**; **El-Naggar et al., (2015)**; **Hendawy and Khalid (2001)**; **Sodre et al., (2011)**).

Najčešće korišćeni djelovi biljke su cvjetovi i listovi čijom se ekstrakcijom dobija izuzetno cijenjeno i kvalitetno etarsko ulje. Etarsko ulje smilja ima složen hemijski sastav i vrlo snažna biološka svojstva (**Mastelić i sar., 2008**). Zbog izuzetno kompleksnog hemijskog sastava vrlo teško se može proizvesti sintetičkim putem (**Talić i sar., 2019**). Posjeduje antimikrobna, antiinflamatorna i antioksidativna svojstva, a primjenjuje se u kozmetičkoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji (**Tzanova et al., 2018**). Sadržaj etarskog ulja smilja varira od 0,02% do 0,78% u zavisnosti od razvojnog stadijuma biljke. Karakteristična svojstva etarskih ulja, kao i kvalitet i cijena, zavise od njihovog hemijskog sastava (**Dobrnjac i sar., 2017**). Sastav etarskog ulja zavisi od: genotipa, geografskog porijekla, nadmorske visine, klimatskih uslova, faze razvoja biljke, zatim od dijela biljke koji se koristi u destilaciji (lista ili cvijeta), metoda ekstrakcije (**Aćimović i sar., 2021**). Kada je riječ o ljekovitom bilju gajenom na oranicama, onda količina ljekovitih sastojaka zavisi i od drugih faktora među kojima se kao najznačajniji izdvajaju: kvalitet proizvedenog rasada, efikasnost sprovedenih mjera u suzbijanju korova, bolesti i štetočina, količina i vrsta primijenjenih đubriva itd. (**Jovović i sar., 2020**).

Bianchini et al., 2009 navode da hemijski sastav etarskog ulja smilja pokazuje visok nivo unutarvrstnih razlika kao odgovor na faktore spoljašnje sredine, sa posebnim uticajem zemljišnih osobina. **Schipilliti et al. (2016)** ističu da osim tipa zemljišta, geografski položaj predstavlja glavni činilac koji je odgovoran za hemijske varijacije koje se ispoljavaju u eteričnom ulju smilja. **Tundis et al. (2005)** zaključuju da različita nadmorska visina takođe utiče na sadržaj pojedinih komponenti u ekstraktu smilja. Do sličnih rezultata došli su **Željковиć i sar. (2015)** i **Melito et al. (2016)** koji su uočili korelaciju između pojedinih hemijskih grupa sa planinskim/primorskim staništima smilja, što dokazuje da kompozicija etarskog ulja umnogome zavisi od nadmorske

visine i ekspozicije terena. Zahvaljujući istraživanjima koja se tiču hemijskog sastava etarskog ulja smilja dolazi se do zaključka da u okviru ove podvrste postoje najmanje tri različita hemotipa (**Morone-Fortunato et al., 2010**). Prvi hemotip karakteriše se povišenim procentom monoterpena kao što su neril-acetat, neril-propanoat i α -pinen (**Bianchini et al., 2001; Paolini et al., 2006**), drugi sa većim procentom geraniola i geranil-acetata (**Bianchini et al., 2001; Morone-Fortunato et al., 2010**) i treći hemotip sa većim sadržajem seskviterpena (**Bianchini et al., 2001; Morone-Fortunato et al., 2010**). Mnogi autori bavili su se izučavanjem hemijskog sastava etarskog ulja smilja u zavisnosti od njegovog geografskog porijekla (**Ninčević i sar., 2019**) pri čemu su se izdvojili pojedini tipovi koji vode porijeklo sa područja:

1. Korzike (preovladavaju: neril-acetat, neril-propionat, alifatični ketoni i β -diketoni) (**Bianchini et al., 2001**);
2. bivše Jugoslavije (preovladavaju α -pineni) i teritorije jadranske obale sa većim procentom: α -kurkumina, γ -kurkumina i α -pinena) (**Weyerstahl et al., 1986**);
3. Grčke (preovladavaju: geraniol, geranil-acetat nerolidol) (**Chinou et al., 1996**);
4. Toskane (preovladavaju: α -pinen, neril-acetat, kao i ugljovodonici seskviterpena) (**Bianchini et al., 2003**).

Mastelić i sar. (2008) su utvrdili da su glavne komponente etarskih ulja smilja iz mediteranskog dijela Hrvatske: α -pinen, neril-acetat, α -cedren, nerol, α -kurkumen, γ -kurkumin i geranil acetat. U izučavanju hemijskog sastava etarskog ulja smilja na teritoriji Bosne i Hercegovine kao glavne komponente ističu se α -pinen (15,5%) i γ -kurkumin (12,8%) (**Talić i sar., 2019**). U etarskom ulju smilja sa juga Crne Gore identifikovane su 23 komponente koje čine 67,32% etarskog ulja. Kao glavne komponente ističu se seskviterpeni, i to: γ -kurkumin (14,11%), β -selinene (11,31%) i α -kurkumin (10,42%) (**Šćepanović i sar., 2019**). U etarskom ulju komercijalno gajenog smilja na teritoriji opštine Tuzi, GC/MS metodom identifikovano je 25 komponenti, od kojih se kao glavne takođe ističu seskviterpeni: β -eudesmene (21,65%) i β -bisabolen (19,90%), a zatim slijede monoterpeni α -pinen (16,90%) i neril acetat (10,66%) (**Oliva et al., 2018**). Rezultati istraživanja hemijskog sastava etarskog ulja smilja prikupljenog na teritoriji Valdanosa (Ulcinj, Crna Gora) su ukazali da neril-acetat (28,2%) i γ -kurkumin (18,8) predstavljaju glavne komponente. U okviru istog istraživanja PCA i CA analizama obavljeno je poređenje između 16 već opisanih taksona i datog uzorka radi redefinisivanja prethodno opisanih hemotipova. Rezultati su ukazali na postojanje 6 glavnih hemotipova i 2 podhemotipa (**Kladar i sar., 2015**). Specifičan hemijski sastav (hemotip) biljnog ekstrakta je taj koji određuje pravac njegove dalje upotrebe u različitim industrijskim granama (**Arbetier et al., 2021**). Etarsko ulje za potrebe kozmetičke i parfemske industrije dobija se isključivo iz svježih biljaka i ima specifičan hemijski sastav sa karakterističnim jedinjenjima kao što su italodioni i β -diketoni (**Leonardi et al., 2013**). Ovakva jedinjenja često nijesu prisutna u etarskom ulju koje se dobija iz suve biljne mase, a koje se koristi kao biljni lijek (**Morone-Fortunato et al., 2010**). **Kladar i sar. (2015)** navode da nerol, njegovi derivati i etarska ulja koja ih sadrže u većim količinama se široko koriste u parfemskoj i kozmetičkoj industriji, dok se droga sa značajnim sadržajem kurkumina i njegovih derivata uglavnom koristi u prehrambenoj industriji.

Cilj i hipoteze

Cilj ovih istraživanja je da se uradi detaljan popis prirodnih populacija smilja u područjima njihovog prirodnog rasprostranjenja, utvrdi njihova brojnost i vitalnost i definišu granice rasprostranjenja. Pored toga, da se hemijskom karakterizacijom utvrdi stepen unutarvrstne raznolikosti, odnosno pripadnost određenom hemotipu. Takođe, jedan od pretpostavljenih ciljeva ovog istraživanja je da se u uslovima organske proizvodnje smilja ispituju optimalni sistemi ishrane i njihov uticaj na glavne parametre produktivnosti i kvalitet etarskog ulja. Polazne hipoteze u ovim istraživanjima su:

- Potvrđeno prisustvo različitih hemotipova unutar sakupljenih prirodnih populacija smilja u Crnoj Gori.
- Rezultati ovih istraživanja pokazaće i zavisnost hemotipske varijacije smilja od ekoloških faktora koji vladaju u glavnim zonama rasprostranjenja.
- Utvrđena efikasnost proučavanih organskih đubriva na prinos herbe, sadržaj i kvalitet eteričnog ulja smilja gajenog na plantažama

Materijali, metode i plan istraživanja

Uzimajući u obzir nepostojanje precizne karte raspostranjenja smilja u Crnoj Gori, kao ni podataka o brojnosti i hemizmu populacija u prvoj fazi realizacije ovog projekta izvršiće se mapiranje prirodnih populacija smilja, opisivanje geografskog i ekološkog ambijenta u kojem populacije rastu, ocjena brojnosti i vitalnosti populacija i izrada detaljne karte raspostranjenja. Terenska istraživanja će se realizovati u maju i junu 2022. godine (u zavisnosti od geografske pozicije, ekspozicije, nadmorske visine), u sezoni cvjetanja smilja i obuhvatiće mediteransku i submediteransku regiju Crne Gore. Uporedno sa izučavanjem distribucije i ekologije samoniklih populacija smilja, kao i ocjenjivanjem brojnosti i vitalnosti jedinki, vršiće se i uzorkovanje materijala za hemijsku karakterizaciju populacija. Vaučer primjerci će biti deponovani u hernaskoj zbirci Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta Crne Gore (TGU). U ovoj fazi planiranja istraživanja nije moguće predvidjeti konačan broj samoniklih populacija koje će se analizirati. Okvirno se može govoriti o nekih 10-15 populacija, ali konačan broj zavisiće od stvarne situacije na terenu. Broj terenskih dana potreban za ovu aktivnost je oko 15. Svi prikupljeni terenski podaci će se digitalizovati. Geopozicioniranje će se vršiti preko GPS uređaja ili mobilnih aplikacija. Granice areala populacija biće unešene u Google Earth i sačuvane u kmz formatu.

Određivanje relativnog sadržaja jedinjenja primenom GC-MS metode: Vazdušno suvi uzorak (200 g) nadzemnog dijela smilja (*Helichrysum italicum*) se melje i stavlja u balon za destilaciju (2 L). Destilacija će se obaviti na Klevendžer tipu aparata, a ulje prihvatiti u 1 mL heksana, prethodno dodatog u biretu. Nakon toga ulje rastvoreno u heksanu se odvaja u autosampler bočice i deponuje u frižider do dalje analize. Sadržaj sadržaj etarskog ulja (%) u biljnom materijalu biće izračunat putem formule:

$$\text{Sadržaj etarskog ulja (\%)} = \frac{\text{vrijednost ekstrahovanog ulja (g)}}{\text{količina suve biljna materije (g)}} \times 100$$

Prije injektovanja uzoraka, etarsko ulje u heksanu (500 uL) se rastvara u etanolu (1500 uL). Relativni sadržaj jedinjenja u ovako pripremljenim uzorcima biće određen gasnom hromatografijom (GC2010, Simadzu, Kyoto, Japan) u kombinaciji sa masenom spektrometrijom (MSQP2010, Simadzu, Kyoto, Japan). Za razdvajanje će se koristiti kapilarna kolona InertCap5 (60,0 m × 0,25 mm × 0,25 μm). Kao gas nosač koristiće se helijum (He) sa konstantnim protokom od 35,2 cm³/s. Temperaturni režim je sledeći: početna temperatura će biti 60 °C i zadržavaće se tokom 4 min, zatim će se povećati na 280°C brzinom 4°C/min, krajna temperatura će se zadržati 10 min. Temperature injektora i detektora će biti 250°C i 300°C, tim redom. Temperatura jonskog izvora će biti 200°C. Identifikacija jedinjenja prisutnih u ispitivanim uzorcima uradiće se poređenjem njihovih masenih spektra i retencionog indeksa (RI) sa onima dobijenim iz autentičnih uzoraka i/ili navedenih u bibliotekama masenih spektra NIST/Wiley, koristeći različite vrste pretraživanja (PBM/NIST/AMDIS) i dostupne literaturne podatke. Relativni sadržaj jedinjenja se izražava kao relativni maseni procenat (%).

Hidrolat će se izdvajati nakon destilacije hvatanjem vodenog stuba iz birete neposredno ispod etarskog ulja rastvorenog u heksanu. Napolarna jedinjenja će se zatim iz vodenog rastvora preuzimati u heksan višestrukim tečno-tečnim ekstrakcijama u partijama od po 1 mL. Spojeni ekstrakti će se upariti u struji azota do zapremine 1 mL, nakon čega će se hemijski sastav hidrolata analizirati gasnom i gasno-masenom hromatografijom po istoj metodi kao za analitiku

etarskih ulja. Kvantifikacija jedinjenja rastvorenih u hidrolatu vršice se metodom internog standarda.

Ispitivanje uticaja različitih organskih đubriva na produktivnost introdukovanih populacija smilja obaviće se tokom 2021 i 2022. godine na tri lokaliteta: Podgorica (Kopilje, 700 m n.v.), Tuzima (40 m n.v.) i Ulcinju (Vladimir, 40 m n.v.). Eksperiment će biti izveden u slučajnom blok sistemu u 3 ponavljanja, a veličina ogledne parcelice iznosiće je 10 m². Biće proučavana 3 organska đubriva: Idrogena (organski poliamini) (I), Amargerol Essence (AE) i Team F (organsko tečno đubrivo) (TF), primijenjena u split aplikaciji. U ogledu će biti uključena i kontrolna varijanta, bez đubrenja. Đubrenje će se obaviti zalivanjem biljaka sa po 500 ml vodenog rastvora đubriva u sljedećim količinama: Idrogena – 10 l ha⁻¹, Amargerol Essence – 1 ha⁻¹ i Team F – 30 l ha⁻¹. Efikasnost proučavanih đubriva pratiće se preko sljedećih parametara: visina biljke, prinosa svježeg i suve biomase i sadržaj etarskog ulja.

Za ocjenu značajnosti faktora i njihovih interakcija koristiće se two-way ANOVA, a razlike između aritmetičkih sredina pojedinih nivoa biće ocjenjivane post-hoc statističkim testom višestrukog ranga (Duncan's test). Jačina veze između pojedinih faktora sa komponentama etarskog ulja biće ocjenjivana Pirsonovim korelacionim koeficijentom. Analizom glavnih komponenti (PCA), na osnovu korelacione matrice, biće prepoznato kovariranje određenih svojstava ulja i omogućeno grafičko predstavljanje multivarijabilne statistike u dvodimenzionalnom prostoru (Gabriel biplot). Takođe, kao dodatak grupisanju populacija na osnovu korelisanih osobina, biće urađena klaster analiza sa grafičkom prezentacijom zastupljenosti određenih komponenti ulja (heatmap). Sva uzorkovanja populacija biće rađena u tri ponavljanja, a rezultati će biti predstavljani tabelarno i grafički preko izračunate aritmetičke sredine sa pratećom standardnom devijacijom. Statistička obrada podataka, kao i grafičko predstavljanje analiziranih podataka, biće rađena u R okruženju (The R Project for Statistical Computing) uz korišćenje odgovarajućih paketa.

Očekivani naučni doprinos

Rezultati ovih istraživanja omogućiće da se dobije jasan uvid u stanje diverziteta smilja, brojnost i vitalnost populacija i utvrdi precizan areal njihovog raspostranjenja, što će doprinijeti i njihovom boljem in situ očuvanju. Hemijska karakterizacija populacija smilja daće jasan odgovor o hemotipskom diverzitetu kao i o genetičkoj srodnosti crnogorskih i populacija introdukovanih iz regiona. Najbolje crnogorske populacije smilja biće preporučene široj proizvodnoj praksi, što će voditi većoj zastupljenosti lokalnih populacija u plantažnoj proizvodnji. Rezultati ovih proučavanja daće i precizne preporuke o vrsti i količini đubriva u organskoj proizvodnji smilja u proučavanim područjima. Dobijeni rezultati biće od velike koristi proizvođačima i sakupljačima ljekovitog bilja jer će dobiti dovoljno preciznih informacija o lokaciji i brojnosti prirodnih populacija smilja u Crnoj Gori, ali i stepenu njihove vitalnosti što će im biti od velike koristi prilikom pravljenja planova za njihovo sakupljanje. Proizvođači koji smilje uzgajaju na plantažama imaće na raspolaganju dosta korisnih praktičnih informacija iz oblasti tehnologije gajenja ove ljekovite biljke. Dobijeni rezultati će, takođe, biti validna osnova za buduća istraživanja iz oblasti ekologije i agrotehnike smilja.

Spisak objavljenih radova kandidata

- Komnenić, A.** (2019): Productive characteristics of local varieties of potato in Montenegro. *Proceedings book of the XI Conference of Agronomy Students with international participation*, Čačak, Srbija: pp. 162-166
- Komnenić, A., Jovović, Z., Velimirović, A.** (2020): Impact of different organic fertilisers on lavender productivity. *Agriculture and Forestry*, 66(2): pp. 51-56
- Komnenić, A.** (2021): Influence of different fertilization systems on the productivity of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) grown according to the principles of organic production..

Proceedings book of the XII Conference of Agronomy Students with international participation, Čačak, Srbija: pp. 194-203

Popis literature

1. Abdelaziz M., Pokluda, R., Abdelwahab, M. (2007): Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, shemical composition and essential oil production of rosmarinus officinalis L. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 35(1): pp. 86-90, [doi:10.15835/nbha351261](https://doi.org/10.15835/nbha351261).
2. Aćimović, M., Ljujić, J., Vulić J., Zheljaskov, V.D., Pezo, L., Varga, A., Tumbas Šaponjac, V. (2021): *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don Essential Oil from Serbia: Chemical Composition, Classification and Biological Activity—May It Be a Suitable New Crop for Serbia? Agronomy 2021, 11, p. 1282, <https://doi.org/10.3390/agronomy11071282>.
3. Andreani, S., Uehara, A., Blagojević, P., Radulović, N., Muselli, A., Baldovini, N. (2019): Key odorants of industrially-produced *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* essential oil. Ind. Crop. Prod. 2019, 132, pp. 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.02.008>.
4. Arbeiter, A., Hladnik, M., Jakše, J., Bandelj, D. (2021): First set of microsatellite markers for immortelle (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don): A step towards the selection of the most promising genotypes for cultivation. Industrial Crops and Products, 162(10):113298. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113298>.
5. Bianchini, A., Tomi, P., Costa, J., Bernardini, A.F. (2001): Composition of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. subsp. *italicum* essential oils from Corsica (France). Flav. Fragrance J. 16 (1), pp. 30-34. [https://doi.org/10.1002/1099-1026\(200101/02\)16:1<30::AID-FFJ941>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1099-1026(200101/02)16:1<30::AID-FFJ941>3.0.CO;2-F)
6. Bianchini, A., Tomi, P., Bernardini, A., Morelli, I., Flamini, G., Cioni, P.L., Usai, M., Marchetti, M. (2003): A comparative study of volatile constituents of two *Helichrysum italicum* (Roth) Guss. Don Fil subspecies growing in Corsica (France), Tuscany and Sardinia (Italy). Flav. Fragrance J. 2003, 18(6), pp. 487-491. <https://doi.org/10.1002/ffj.1231>.
7. Bianchini, A., Santoni, F., Paolini, J., Bernardini, A.F., Mouillot, D., Costa, J. (2009): Partitioning the relative contributions of inorganic plant composition and soil characteristics to the quality of *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* (Roth) G. Don fil. essential oil. Chem. Biodivers. 2009, 6(7): pp. 1014-1033. [doi:10.1002/cbdv.200800328](https://doi.org/10.1002/cbdv.200800328)
8. Britvec, M., Ljubičić, I., Šimunić, R. (2013): Medonosno bilje kamenjarskih pašnjaka otoka Krka, Cresa i Paga. Agronomski glasnik 2013, 1, pp. 31-41.
9. Carrubba, A. (2015): Sustainable fertilization in medicinal and aromatic plants. Medicinal and aromatic plants of the world, Springer, pp. 187-203, [doi: 10.1007/978-94-017-9810-5_10](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9810-5_10).
10. Chinou, I.B., Roussis, V., Perdetzoglou, D., Loukis, A. (1996): Chemical and biological studies on two *Helichrysum* species of Greek origin. Planta Med. 1996, 62(4), pp. 377-379. [doi: 10.1055/s-2006-957914](https://doi.org/10.1055/s-2006-957914).
11. Costa, A., Bertolucci, S., Chagas, J., Ferraz, E., Pinto, J. (2013): Biomass production, yield and chemical composition of peppermint essential oil using different organic fertilizer sources. Ciênc. Agrotec, 37 (3), pp. 202-210, <https://doi.org/10.1590/S1413-70542013000300002>.
12. Čagalj, M., Grgić, I., Sušac, M., Ivanković, M. (2019): Economic evaluation (efficiency) of investment in organically grown immortelle (*Helichrysum italicum* ssp.

- italicum*) in Bosnia and Herzegovina. The first report from Mediterranean. Journal of Central European Agriculture, 2019, 20(1), pp. 524-541, [doi:10.5513/JCEA01/20.1.2164](https://doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2164).
13. Dobrnjac, M., Hodžić, A., Dobrnjac, S., Dobrnjac, D. (2017): The new solution of the substance flow system in the steam distillation process of essential oil. Intern. J. Aer. Innov. 2017, 5(3): pp. 153–155.
 14. El-Naggar, A., Hassan, M., Shaban, E., Mohamed, M (2015): Effect of Organic and Biofertilizers on Growth, Oil Yield and Chemical Composition of the Essential Oil of *Ocimum basilicum* L. Plants. Alex. J. Agric. Res. 60(1), pp.1-16.
 15. Guinoiseau, E., Lorenzi, V., Luciani, A., Muselli, A., Costa, J., Casanova, J., Berti, L. (2013): Biological properties and resistance reversal effect of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don, Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education, pp. 1073-1080.
 16. Hendawy, S. and Khalid, A. (2011): Effect of Chemical and Organic Fertilizers on Yield and Essential Oil of Chamomile Flower Heads. Medicinal and Plant Science and Biotechnology, 5(1), pp. 43-48.
 17. Ivanković, M., Barbarić, M., Bogut, M. (2016): Uticaj organskog đubrenja na prinos smilja (*Helichrysum italicum* ssp. *italicum*). Lek. Sirov. 2016, 36, pp. 27-36.
 18. Jovović, Z., Salkić, B., Velimirović, A., Vukićević, P., Salk, A. (2018): Production of immortelle seedlings according to the principles of organic production. International Journal of Plant and Soil Science 2018, 21(6), pp. 1-5, [doi:10.9734/IJPSS/2018/39592](https://doi.org/10.9734/IJPSS/2018/39592).
 19. Jovović, Z., Muminović, Š., Baričević, D., Stešević, D. (2020): Tehnologija proizvodnje ljekovitog, aromatičnog i začinskog bilja, Univerzitet Crne Gore, pp. 163-170.
 20. Kladar, N., Anačkov, G., Rat, M., Srđenović, B., Grujić, N., Šefer, E., Božin, B. (2015): Biochemical Characterization of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum* (Asteraceae) from Montenegro: Phytochemical Screening, Chemotaxonomy, and Antioxidant Properties. Chem Biodivers. 2015, 12(3), pp. 419-431. [doi: 10.1002/cbdv.201400174](https://doi.org/10.1002/cbdv.201400174).
 21. Lemma, D. and Abewoy, D. (2021): Role of Organic and Inorganic Fertilizers on the Performance of Some Medicinal Plants. International Journal of Plant Breeding and Crop Science, 8(1), pp. 1016-1024.
 22. Leonardi, M., Ambryszewska, K., Melai, B., Flamini, G., Cioni, P., Parri, F., Pistelli, L. (2013): Essential-Oil Composition of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* from Elba Island (Tuscany, Italy). Chem. Biodivers. 2013, 10(3), pp. 343-355, [doi: 10.1002/cbdv.201200222](https://doi.org/10.1002/cbdv.201200222).
 23. Maričić, B., Skelin, M., Skelin, I., Franin, K., Marčelić, Š., Samodol, F., Kos, T. (2018): Utjecaj gnojidbe na rast i razvoj presadnica smilja (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don). Agronomski glasnik, 5-6, pp. 275-284, [doi:10.33128/AG.79.5-6.3](https://doi.org/10.33128/AG.79.5-6.3).
 24. Mastelić, J., Jerković, I., Blažević, I., Poljak-Blazi, M., Borović, S., Ivančić-Baće, I., Smrecki, V., Žarković, N., Brcić-Kostić, K., Vikić-Topić, D., Müller, N. (2008): Comparative study on the antioxidant and biological activities of carvacrol, thymol, and eugenol derivatives. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56 (11), pp. 3989-3996. <https://dx.doi.org/10.1021/jf073272v>.
 25. Matłok, N., , Stepien, A., Gorzelany, J., Wojnarowska-Nowak, R., Balawejder, M. (2020): Effects of Organic and Mineral Fertilization on Yield and Selected Quality Parameters for Dried Herbs of Two Varieties of Oregano (*Origanum vulgare* L.). Appl. Sci., 10(16), 5503, [doi:10.3390/app10165503](https://doi.org/10.3390/app10165503).
 26. Melito, S., Petretto, G.L., Podani, J., Foddai, M., Maldini, M., Chessa, M., Pintorem G. (2016): Altitude and climate influence *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum* essential

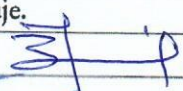
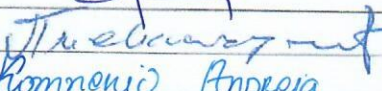
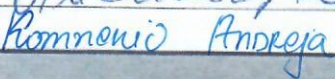
- oils composition. *Industrial Crops and Products* 2016, 80, pp. 242-250, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.11.014>.
27. Morone-Fortunato, C., Montemurro, C., Ruta, C., Perrini, R., Sabetta, W., Blanco, A., Lorusso, E., Avato, P. (2010): Essential oils, genetic relationships and *in vitro* establishment of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* from wild Mediterranean germplasm. *Industrial Crops and Products* 2010, 32(3), pp. 639-649. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.07.023>
 28. Ninčević, T., Grdiša, M., Šatović, Z., Dujaković, M. (2019): *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don: Taxonomy, biological activity, biochemical and genetic diversity. *Industrial crops and products* 2019, 138.
 29. Nurzyeska-Wierdak, R. (2013): Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants? *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 2013, 12(5), pp. 3-16, [doi:10.1016/j.indcrop.2019.111487](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111487).
 30. Oliva, A., Garzoli, S., Sabatino, M., Tadić, V., Costantini, S., Ragno, R., Božović, M. (2018): Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. (Asteraceae) from Montenegro. *Natural Product Research* 2018, 34(3), pp. 1-4, [doi: 10.1080/14786419.2018.1538218](https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1538218).
 31. Paolini, J., Desjobert, J., Costa, J., Bernardini, A., Castellini, C., Cioni, P., Flamini, G., Morelli, I. (2006): Composition of essential oils of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil subsp. *italicum* from Tuscan archipelago islands. *Flav. Fragrance J.* 21(5), pp. 805-808, <https://doi.org/10.1002/ffj.1726>.
 32. Pohajda, I., Dragun, G., Puharić-Visković, N. (2015): *Smilje*. Savjetodavna služba, Zagreb.
 33. Schipilliti, L., Bonaccorsi, I., Ragusa, S., Cotroneo, A., Dugo, P. (2016): *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. subsp. *italicum* oil analysis by gas chromatography – carbon isotope ratio mass spectrometry (GC-C-IRMS): a rapid method of genotype differentiation? *Journal of Essential Oil Research* 2016, 28(3), pp. 1-9, [doi: 10.1080/10412905.2015.1129993](https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1129993).
 34. Sodré, A., Luz J.M.Q., Haber, L., Marques, M., Rodrigues, C., Blank, A. (2012): Organic and mineral fertilization and chemical composition of lemon balm (*Melissa officinalis*) essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22(1): pp. 40-44, <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000186>.
 35. Šćepanović, A., Krivokapić, S., Šćepanović, V., Živković, V., Perović, S. (2019): Chemical constituents and biological potential of essential oils of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don from Montenegro. *Agriculture & Forestry* 2019, 65 (2), pp. 53-58, [doi: 10.17707/AgricultForest.65.2.04](https://doi.org/10.17707/AgricultForest.65.2.04).
 36. Talić, S., Odak, I., Bevanda, A., Crnjac, N., Paštar, M. (2019): *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum* from Herzegovina: Volatile Composition, Variations during Seasons, Total Polyphenols, Acetylcho-linesterase Inhibition and Antioxidant Activity. *Croat. Chem. Acta* 2019, 92(1), pp. 69–77, [doi: 10.5562/cca3475](https://doi.org/10.5562/cca3475).
 37. Tundis, R., Statti, G.A., Conforti, F., Bianchi, A., Agrimonti, C., Sacchetti, G., Muzzoli, M., Ballero, M., Menichini, F., Poli, F. (2005): Influence of environmental factors on composition of volatile constituents and biological activity of *Helichrysum italicum* (Roth) Don (Asteraceae). *Nat. Prod. Res.* 2005, 19(4), pp. 379-387, [doi: 10.1080/1478641042000261969](https://doi.org/10.1080/1478641042000261969).
 38. Tzanova, M., Grozeva, N., Gerdzhikova, M., Atanasov, V., Terzieva, S., Prodanova, R. (2018): Biochemical composition of essential oil of Corsican *Helichrysum italicum*

(Roth) G. Don, introduced and cultivated in South Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science 2018, 24(6), pp. 1071–1077.

39. Weyerstahl, P., Marschall-Weyerstahl, H., Weirauch, M., Meier, N., Manteuffel, E., Leimner, J., Sholtz, S. (1986): Isolation and synthesis of compounds from essential oil of *Helichrysum italicum*. In: Brunke, E.S. (Ed.). Progress in Essential Oil Research. Walter de Gruyter, Berlin, pp. 178-195.

40. Željковић, S., Šolić, M., Maksimović, M. (2015): Volatiles of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don from Croatia. Natural Product Research 2015, 29(19), pp. 1874-1877, <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1009458>.

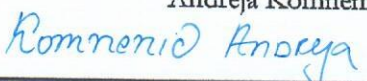
Odgovorno potvrđujem da sam saglasan sa temom koja se prijavljuje.

Prvi mentor	Prof. dr Zoran Jovović	
Drugi mentor	Dr Dejan Pljevljakušić	
Doktorand	mr Andreja Komnenić	

IZJAVA

Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavila ni na jednom drugom fakultetu.

U Podgorici,
22.09.2021. godine

Ime i prezime doktoranda
Andreja Komnenić


UNIVERZITET CRNE GORE
Biotehnički fakultet Podgorica

Komisiji za doktorske studije

Predmet: Predlog Komisije za ocjenu podobnosti teme doktorske disertacije i kandidata

Predlažem Komisiji za doktorske studije Biotehničkog fakulteta da imenuje komisiju za ocjenu podobnosti doktorske disertacije pod nazivom: **Ocjena biohemijskog sastava etarskog ulja smilja (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil.) iz Crne Gore i nekih introdukovanih populacija gajenih po principima organske proizvodnje kandidata mr Andreje Komnenić.**

Kao članove za sastav komisije predlažem sledeće:

1. Prof. dr Zoran Jovović, redovni profesor, Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: ratarstvo) - mentor
2. Dr Dejan Pljevljaković, viši naučni saradnik, Institut za proučavanje ljekovitog bilja "Dr Josif Pančić" Beograd (naučna oblast: tehnologija gajenja ljekovitog bilja, hemotipizacija ljekovitih biljaka) – član i
3. Doc. Dr Miljan Bigović, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: organska hemija) – član.

Mentor

Prof. dr Zoran Jovović



U Podgorici, 06.10.2021.