



Broj 07-625/2  
Podgorica 18.02.2022

**UNIVERZITET CRNE GORE**  
-Centru za doktorske studije -

Poštovani,

U prilogu akta dostavljamo vam na dalju nadležnost Odluku (Mišljenje) Vijeća Biotehničkog fakulteta na Izvještaj - Ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata mr Andreje Komnenić.

S poštovanjem,

Dostaviti:  
- Centru za doktorske studije  
- a/a



DEKAN

Prof. dr Božidarka Marković



Broj:	07-625
Podgorica:	18-01-2022

Na osnovu člana 64 stav 2 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore i člana 35 stav 3 Pravila doktorskih studija, Vijeće Biotehničkog fakulteta je na 69. sjednici (petog saziva), održanoj dana 15.02.2022. godine, donijelo:

### ODLUKU

I

Daje se pozitivno mišljenje na Izvještaj – Ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata mr Andreje Komnenić, 10.02.2022. godine (naslov predložene teme „Ocjena kvaliteta sredozemnog smilja (*Helicrysum italicum* (Roth) G. Don fil.) u prirodnim i populacijama gajenim po principima organske proizvodnje u Crnoj Gori“), koji je, nakon sprovedene procedure javnog izlaganja prijave doktorske teze, održanog dana 22.01.2022. godine, pred Komisijom u sastavu:

- Prof. dr Nataša Mirecki, predsjednica, Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore, Podgorica,
- Dr Dejan Pljevljakušić, komentor, viši naučni saradnik, Institut za proučavanje ljekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ Beograd,
- Prof. dr Miljan Bigović, član, Prirodno-matematički fakultet, Univerziteta Crne Gore, Podgorica,
- Prof. dr Danijela Stešević, član, Prirodno-matematički fakultet, Univerziteta Crne Gore, Podgorica,
- Prof. dr Zoran Jovović, mentor, Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore, Podgorica,

sačinila navedena Komisija na obrascu D1.

II

Ova odluka, Ocjena podobnosti doktorske teze i kandidata mr Andreje Komnenić (potpisan obrazac D1 od 10.02.2022. godine) i tekst Prijave doktorske disertacije (obrazac PD od 10.02.2022. godine), dostavljaju se Centru za doktorske studije na dalju nadležnost.



PREDSJEDNIK VIJEĆA

Prof. dr Božidarka Marković, dekan



Dostaviti:

- Centru za doktorske studije
- u dosije
- a/a

## OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	Mr Andreja Komnenić
Fakultet	Biotehnički fakultet
Studijski program	Biotehnika
Broj indeksa	1/20
Podaci o magistarskom radu	„Proizvodnja matičnjaka ( <i>Melissa officinalis</i> L.) po principima organske proizvodnje“, smjer: Ratarstvo i povrtarstvo, Podgorica, Crna Gora, Cum maxima laude A (87,5/100)
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	<b>Ocjena kvaliteta sredozemnog smilja (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) u prirodnim i populacijama gajenim po principima organske proizvodnje u Crnoj Gori</b>
Na engleskom jeziku	<b>Quality assessment of Mediterranean immortelle (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) in natural and populations grown according to the principles of organic production in Montenegro</b>
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	14. oktobar 2021. godine (57. sjednica petog saziva Vijeća Biotehničkog fakulteta)
Naučna oblast doktorske disertacije	Tehnologija gajenja ljekovitog bilja, genetički resursi, hemotipizacija ljekovitih biljaka
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Biotehnički fakultet, Podgorica	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
<p>Odbrana polaznih istraživanja doktoranda mr Andreje Komnenić pod nazivom “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“ održana je na Biotehničkom fakultetu 22. januara 2022. godine pred komisijom za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata u sastavu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prof. dr Nataša Mirecki, Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: organska proizvodnja, povrtarstvo) – predsjednica.</li> <li>2. 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, komentor,</li> <li>3. Prof. dr Miljan Bigović, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: organska hemija) – član,</li> </ol>	

4. Prof. dr Danijela Stešević, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: opšta botanika) – član i
5. Prof. dr Zoran Jovović, redovni profesor, Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: ratarstvo) – član, mentor.

Prezentacija polaznih istraživanja održana je u sali 211, u periodu od 14:00 do 15:15 časova. Odbrani polaznih istraživanja prisustvovali su svi članovi komisije, osim dr Dejana Pljevljakušića, koji je prezentaciju pratio putem zoom platforme. Pristup prezentaciji bio je obezbijeđen preko linka <https://us05web.zoom.us/j/86994104472?pwd=emJpRmhkcEdRQzFwZUwvMUNQVzYwQT09>.

Kandidatkinja mr Andreja Komnenić je pripremila power point prezentaciju pomoću koje je detaljno obrazložila predloženu temu doktorske disertacije sa osvrtom na značaj proizvodnje ljekovitog bilja u svijetu i kod nas. Nakon toga, ukratko se osvrnula na dosadašnja istraživanja u ovoj oblasti i predstavila osnovna načela organske proizvodnje smilja. U nastavku odbrane polaznih istraživanja mr Komnenić je izložila naučni cilj i osnovne hipoteze doktorske disertacije, kao i naučne metode i plan koji će se koristiti u istraživanjima. Na samom kraju predstavila je očekivani naučni doprinos predloženih istraživanja, kao i spisak literature vezane za ovu problematiku.

Prezentacija polaznih istraživanja doktoranda mr Andreje Komnenić trajala je 30 minuta, a nakon toga članovi komisije su postavljali pitanja koja su se odnosila na polazne hipoteze, metodologiju istraživanja i na praktičnu primjenu dobijenih rezultata.

Imajući u vidu izlaganje i odgovore na postavljena pitanja komisija je bila jednoglasna da je doktorand mr Andreje Komnenić je veoma detaljno predstavila istraživanja predviđena ovom doktorskom tezom i dala zadovoljavajuće odgovore na postavljena pitanja.

Nakon svega, Komisija je, sa ciljem sveobuhvatnijeg predstavljanja predloženih istraživanja, predložila kandidatkinji da djelimično koriguje naslov doktorske teze, kao i da u korigovanoj prijavi doktorske teze jasnije definiše polazne hipoteze.

Na osnovu toga komisija je odbranu polaznih istraživanja doktoranda mr Andreje Komnenić ocijenila veoma uspješnom.

## B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

### B1. Obrazloženje teme

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. Smilje se gaji radi cvijeta i etarskog ulja. Na hemijski sastav etarskog ulja značajno utiču agroekološki uslovi područja, vrijeme berbe, kao i biljni dio koji se koristi za ekstrakciju. Rastuće interesovanje za *Helichrysum italicum*, naročito u nekim zemljama južne Evrope, uključujući Balkan, Španiju i Francusku, može se pripisati visokoj cijeni njegovog eteričnog ulja. 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. 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. Uz to, biljna droga sa našeg područja jedna je od najkvalitetnijih u svijetu, te zbog toga veći dio ubrane sirovine završava u izvozu. Za uspješnu proizvodnju smilja neophodni su odgovarajući metodi gajenja, koji uključuju i optimalne sisteme ishrane, jer od vrste i kvaliteta primijenjenih đubriva značajno zavisi prinos i kvalitet biljne droge. Imajući u vidu da se potrebe za smiljem iz organske proizvodnje iz godine u godinu značajno povećavaju nameće se potreba pronalaženja novih sistema ishrane prihvatljivih za ovaj vid proizvodnje.

**B2. Cilj i hipoteze**

Cilj ovih istraživanja je da se uradi pregled prirodnih populacija smilja u područjima njihovog prirodnog rasprostranjenja i utvrdi njihova brojnost i vitalnost. Pored toga, da se hemijskom karakterizacijom utvrdi stepen unutarvrnsne raznolikosti, odnosno pripadnost određenom hemotipu. Takođe, jedan od pretpostavljenih ciljeva ovog istraživanja je da se u uslovima organske proizvodnje smilja ispitaju neki novi načini ishrane i njihov uticaj na glavne parametre produktivnosti i kvalitet etarskog ulja.

Polazne hipoteze u ovim istraživanjima su:

- Prilikom ocjene prirodnih populacija očekuje se otkrivanje veza agroekoloških parametara sa prinosom i kvalitetom etarskog ulja smilja;
- Samonikle populacije smilja u Crnoj Gori neće pripadati istom hemotipu;
- Hemotip samoniklih populacija će biti uslovljen ekološkim parametrima lokaliteta;
- U poljskim ogledima očekuje se pozitivni uticaj primijenjenih organskih đubriva na prinos biomase i kvalitet sirovine smilja u odnosu na kontrolu, ali isto tako i razlike između primijenjenih đubriva;
- Gajenje smilja u različitim agroekološkim uslovima usloviće razlike u proizvodnim i kvalitativnim parametrima;
- Sume temperatura i količine padavina u dvije uzastopne godine gajenja ispoljiće uticaj na kvalitet etarskog ulja smilja;
- U više-faktorijalnom ogledu gajenja smilja očekuju se interakcija između pojedinih indukovanih faktora;
- Očekuje se otkrivanje veza indukovanih faktora sa ocjenom morfoloških i hemijskih osobina gajenog smilja;
- Prilikom optimizacije tečno-tečne ekstrakcije rastvorenih nepolarnih jedinjenja u hidrolatu smilja očekuju se razlike u kvantitativnosti u odnosu na primijenjeni rastvarač i broj ekstrakcija.

**B3. Metode i plan istraživanja**

S obzirom na nedostatak detaljnih podataka o raspostranjenju i brojnosti prirodnih populacija smilja u Crnoj Gori, broj analiziranih uzoraka biće definisan nakon obilaska terena. Terenska istraživanja će se realizovati u maju i junu 2022. godine (u zavisnosti od geografske pozicije, ekspozicije, nadmorske visine), u fenofazi punog cvjetanja smilja i obuhvatiće mediteransku i submediteransku regiju Crne Gore. Uzorkovanje materijala za hemijsku analizu vršiće se isključivo na lokalitetima sa brojnom i vitalnom populacijom, kako se ne bi narušio prirodni ekvilibrijum. Podaci o samom lokalitetu (GPS koordinata, nadmorska visina, ekspozicija, nagib), stanišnom tipu i vremenu uzorkovanja će biti sadržani na etiketi vaučer primjeraka, koji će biti deponovani u herbarskoj zbirci Prirodno-matematičkog fakuleta, Univerziteta Crne Gore (TGU). U herbarskoj zbirci će se takođe naći i vaučer primjerci gajenih populacija. U identifikaciji materijala će biti korišteni Clapham (1976) i Pignatii (1980) ključevi za određivanje. Geopozicioniranje će se vršiti preko GPS uređaja ili mobilnih aplikacija.

*Određivanje hemijskog sastava etarskog ulja primenom GC-MS metode:* Samljeveni vazdušno suvi uzorak (do 50g) nadzemnog dijela smilja (*Helichrysum italicum*) će se staviti u balon za destilaciju (2 L). Destilacija će se obaviti na Klevendžer tipu aparata, a ulje prihvatiti u izvornom obliku. Ulje će se dalje rastvoriti u etanolu (20 µL ulja u 2 mL EtOH) i deponovati u frižideru do dalje analize. 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 cm<sup>3</sup>/s. Temperaturni režim je sljedeći: početna temperatura će biti 60°C i zadržavaće se tokom 4 min, zatim će se povećati na 280°C brzinom 4°C/min, krajnja 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 (%). Sadržaj etarskog ulja (%) u biljnom materijalu biće izračunat putem formule:

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

Procenat etarskog ulja biće izražen na apsolutno suhu biljnu masu.

Hidrolat će se izdvajati nakon destilacije hvatanjem vodenog stuba iz birete neposredno ispod etarskog ulja. Napolarna jedinjenja će se zatim iz vodenog rastvora preuzimati u različitim rastvaračima 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 vršiće 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.), Tuzi (40 m n.v.) i Ulcinj (Vladimir, 40 m n.v.). Eksperiment će biti izveden u komercijalnom zasadu smilja u slučajnom blok sistemu u 3 ponavljanja, a veličina ogledne parcelice iznosiće 20,4 m<sup>2</sup> (3,4 m x 6 m). Biće proučavana 3 organska đubriva: Idrogena (organski poliamini) (I), Amalgerol 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 Lha<sup>-1</sup>, Amalgerol Essence – Lha<sup>-1</sup> i Team F – 30 Lha<sup>-1</sup>. Efikasnost proučavanih đubriva pratiće se preko sljedećih parametara: visina biljke, prinosa svježe 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 prinosa i kvalitetom 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 predstavljeni 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.

#### **B4. Naučni doprinos**

Doprinos ovakvog istraživanja je djelimični inventar morfološkog i hemijskog diverziteta sredozemnog smilja, postavljanje smjernica za dalji rad botaničko-hemijske deskripcije ove biljne vrste, kao i otvaranje mogućnosti za odabir hemijski superiornih populacija čijom bi se daljom kultivacijom mogla dobiti kvalitetnija standardizovana biljna sirovina za potrebe kozmetičke i farmaceutske industrije. Takođe, kultivacijom vrsta čiji je opstanak ugrožen prekomjernim i nesavjesnim sakupljanjem prirodnih populacija, postiže se *ex situ* zaštita vrste.

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. Proučavanjem primjene različitih vrsta đubriva u organskom modelu gajenja smilja u različitim agroekološkim uslovima

dobiće se precizniji odgovor o preporukama za ishranu i odabir lokaliteta što će biti od velike koristi budućim proizvođačima.

Odabirom optimalne metode ekstrakcije za kvalifikaciju i kvantifikaciju rastvorenih organskih jedinjenja u hidrolatima smilja osvojiće se tehnika kojom će moći da se ocijeni kvalitet ovog vrijednog sporednog proizvoda u proizvodnji etarskog ulja smilja.

### **B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja**

Predložena istraživanja biće u potpunosti finansirana stipendijom koju je doktorand mr Andreja Komnenić dobila od Ministarstva prosvjete, nauke, kulture i sporta Crne Gore.

### **Literatura**

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.
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
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.
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.
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.
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.
  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.
  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.
  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.
  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. Matlok, 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.
  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.
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.
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.
34. Sodr e, 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.
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.
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.
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. Željковиć, 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>.

### Mišljenje i prijedlog komisije

Na osnovu predloženog programa istraživanja, naučnog cilja i osnovnih hipoteza, metoda istraživanja i očekivanog naučnog doprinosa doktorske disertacije "Ocjena kvaliteta sredozemnog smilja (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil.) u prirodnim i populacijama gajenim po principima organske proizvodnje u Crnoj Gori" Komisija za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata smatra da je predložena tema aktuelna, kompleksna i da po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija. S obzirom da ovakva i slična

Istraživanja nisu bila zastupljena u Crnoj Gori, tema predstavlja originalan naučno-istraživački rad i u skladu je sa savremenim istraživanjima koja se sprovode u ovoj naučnoj oblasti. Iz prijave teze i javne odbrane iste, može se zaključiti da je doktorand Andreja Komnenić stekla zavid nivo znanja iz problematike predložene ovom tezom i da uz adekvatno mentorsko, odnosno komentorsko vođenje može u potpunosti realizovati postavljeni cilj i dokazati polazne hipoteze. Iz tih razloga Komisija jednoglasno konstatuje da je mr Andrea Komnenić uspješno odbranila polazna istraživanja predložene doktorske disertacije.

**Prijedlog izmjene naslova**

Ocjena kvaliteta sredozemnog smilja (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil.) u prirodnim i populacijama gajenim po principima organske proizvodnje u Crnoj Gori

**Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora**

Nema

**Planirana odbrana doktorske disertacije**



2023.

**Izdvojeno mišljenje**

Nema

**Napomena**

Nema

ZAKLJUČAK	
Predložena tema po svom sadržaju <b>odgovara</b> nivou doktorskih studija.	DA
Tema <b>je</b> originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	DA
Kandidat <b>može</b> na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljene ciljeve i dokaže hipoteze.	DA
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata	
Prof. dr Nataša Mirecki, redovni profesor Biotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore – predsjednica	<i>N. M.</i>
Dr Dejan Pljevljakušić, naučni savjetnik na Institutu za proučavanje ljekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd – član, komentor	<i>Dejan Pljevljakušić</i>
Prof. dr Miljan Bigović, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, član	<i>M. Bigović</i>
Prof. dr Danijela Stešević, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, član	<i>D. Stešević</i>
Prof. dr Zoran Jovović, redovni profesor Biotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, član, mentor	<i>Z. Jovović</i>
U Podgorici, 10.02.2022.	
  DEKAN	

## PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA	
Prof. dr Nataša Mirecki	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Na koji način je određena količina organskih đubriva koja će se primijeniti u istraživanjima?</li> <li>- Da li doze đubriva i broj tretiranja odgovara preporukama proizvođača?</li> </ul>
Dr Dejan Pljevljakušić	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Da li postoje precizni podaci o botaničkoj klasifikaciji populacija smilja gajenih na proučavanim lokalitetima?</li> <li>- Da li se očekuje uticaj primijenjenih đubriva na hemijski sastav etarskog ulja?</li> </ul>
Prof. dr Miljan Bigović	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Da li se na osnovu dosadasnjih istraživanja sastava etarskog ulja smilja i pregleda literature može dati orijentaciona hipoteza i procjena sastava etarskog ulja i hemotipova?</li> <li>- Kakva su očekivanja uticaja vrste i sastava vještačkih đubriva na sekundarni metabolizam biljaka?</li> </ul>
Prof. dr Danijela Stešević	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koliko detaljna inventarizacija prirodnih populacija smilja u mediteranskom i submediteranskom području Crne Gore je predviđena?</li> <li>- Koliko hemotipova se očekuje?</li> </ul>
Prof. dr Zoran Jovović	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Na kojim lokalitetima očekuje najveći prinos biomase i etarskog ulja?</li> </ul>
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
ZNAČAJNI KOMENTARI	
<p>Nakon detaljno izloženog plana istraživanja, kao i kasnijih pitanja i komentara došlo se do zaključka da postojeći naziv doktorske teze treba promijeniti u „Ocjena kvaliteta sredozemnog smilja (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) u prirodnim i populacijama gajenim po principima organske proizvodnje u Crnoj Gori“ čime bi se sveobuhvatnije saželo sve ono što je predviđeno ovim istraživanjima. Pošto je mapiranje prirodnih populacija smilja veoma zahtjevan i dugotrajan posao zaključeno je da se za potrebe ove disertacije odradi inventarizacija i uzorkovanje materijala za hemijsku analizu isključivo na lokalitetima sa brojnom i vitalnom populacijom, kako se ne bi narušio prirodni ekvilibrijum. Iz tih razloga treba iz ovih istraživanja izostaviti izradu detaljne karte raspostranjenja jer za tako nešto neće biti dovoljno podataka.</p>	

## 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	<a href="mailto:andrea.komnenic@gmail.com">andrea.komnenic@gmail.com</a>
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	<p><b>2019 – 2020: Magistar (MSc) ratarstva i povrtarstva</b>            Magistarske akademske studije, smjer Ratarstvo i povrtarstvo – „A“ (10.00)            Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore</p> <p><b>2018 – 2019: Specijalista (Spec.Sci) ratarstva i povrtarstva</b>            Specijalističke akademske studije, smjer Ratarstvo i povrtarstvo – „A“ (10.00)            Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore</p> <p><b>2015 – 2018: Bachelor (BSc) biljne proizvodnje – „B“ (9,11)</b>            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><b>Komnenić, A.</b> (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><b>Komnenić, A., Jovović, Z., Velimirović, A.</b> (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., <b>Komnenić, A.</b> (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>

	<b>Komnenić, A.</b> (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
<b>NASLOV PREDLOŽENE TEME</b>	
Na službenom jeziku	<b>Ocjena kvaliteta sredozemnog smilja (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) u prirodnim i populacijama gajenim po principima organske proizvodnje u Crnoj Gori</b>
Na engleskom jeziku	<b>Quality assessment of Mediterranean immortelle (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) in natural and populations grown according to the principles of organic production in Montenegro</b>
<b>Obrazloženje teme</b>	
<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. Smilje se gaji radi cvijeta i etarskog ulja. Na hemijski sastav etarskog ulja značajno utiču agroekološki uslovi područja, vrijeme berbe, kao i biljni dio koji se koristi za ekstrakciju. 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 (<b>Andreani et al., 2019</b>). Zbog povećane globalne tražnje, eksploatacija smilja na prirodnim staništima je sve veća zbog čega su mnoge prirodne populacije danas ozbiljno ugrožene ili im prijeti opasnost od nestajanja (<b>Jovović i sar., 2020</b>). 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 (<b>Čagalj i sar., 2019</b>). Uz to, biljna droga sa našeg područja jedna je od najkvalitetnijih u svijetu, te zbog toga veći dio ubrane sirovine završava u izvozu (<b>Jovović i sar., 2020</b>). Za uspješnu proizvodnju smilja neophodni su odgovarajući metodi gajenja, koji uključuju i optimalne sisteme ishrane, jer od vrste i kvaliteta primijenjenih đubriva značajno zavisi prinos i kvalitet biljne droge. Imajući u vidu da se potrebe za smiljem iz organske proizvodnje iz godine u godinu značajno povećavaju nameće se potreba pronalaženja novih sistema ishrane prihvatljivih za ovaj vid proizvodnje.</p>	
<b>Pregled istraživanja</b>	
<p>Smilje (<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.) je višegodišnji aromatični polugrm koji prirodno raste na kamenitim terenima Sredozemlja (<b>Britvec i sar., 2013</b>). Rod <i>Helichrysum</i> pripada porodici Asteraceae i obuhvata oko 600 različitih vrsta od kojih je njih 25 rasprostranjeno duž Evrope i Mediterana (<b>Aćimović i sar., 2021</b>). 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 (<b>Guinoiseu et al., 2013</b>). 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 (<b>Jovović i sar., 2020</b>). 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>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 se često sprovodi pri gajenju smilja, isključuje upotrebu sintetičkih đubriva i pesticida uz maksimalnu rotaciju usjeva, sjetvu leguminoza, mehaničku kultivaciju i primjenu različitih</p>	

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 ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), 80-100  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) i 80-100  $\text{K}_2\text{O}$  ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), 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 basilicum* 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 se kreće oko 0,4% u suvom cvijetu i oko 0,12-0,15% u svježoj herbi (**Dragojević, 2013**). 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 etarskom 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. 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  $\beta$ -diketoni) (**Bianchini et al., 2001**);
2. bivše Jugoslavije (preovladavaju  $\alpha$ -pineni) i teritorije jandranske obale sa većim procentom:  $\alpha$ -kurkumena,  $\gamma$ -kurkumena i  $\alpha$ -pinena) (**Weyerstahl et al., 1986**);
3. Grčke (preovladavaju: geraniol, geranil-acetat, nerolidol) (**Chinou et al., 1996**)
4. Toskane (preovladavaju:  $\alpha$ -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:  $\alpha$ -pinen, neril-acetat,  $\alpha$ -cedren, nerol,  $\alpha$ -kurkumen,  $\gamma$ -kurkumen geranil acetat. U izučavanju hemijskog sastava etarskog ulja smilja na teritoriji Bosne i Hercegovine kao glavne komponente ističu se  $\alpha$ -pinen (15,5%) i  $\gamma$ -kurkumen (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:  $\gamma$ -kurkumen (14,11%),  $\beta$ -selinen (11,31%) i  $\alpha$ -kurkumen (10,42%) (**Šćepanović i sar., 2019**). Rezultati istraživanja hemijskog sastava etarskog ulja smilja prikupljenog na teritoriji Valdanosa (Ulcinj, Crna Gora) su ukazali da neril-acetat (28,2%) i  $\gamma$ -kurkumen (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 redefinisavanja 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 italdioni i  $\beta$ -diketoni (**Leonardi et al., 2013**). **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 kurkumena i njegovih derivata uglavnom koristi u prehrambenoj industriji.

### Cilj i hipoteze

Cilj ovih istraživanja je da se uradi pregled prirodnih populacija smilja u područjima njihovog prirodnog rasprostranjenja i utvrdi njihova brojnost i vitalnost. 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 neki novi načini ishrane i njihov uticaj na glavne parametre produktivnosti i kvalitet etarskog ulja.

Polazne hipoteze u ovim istraživanjima su:

- Prilikom ocjene prirodnih populacija očekuje se otkrivanje veza agroekoloških parametara sa prinosom i kvalitetom etarskog ulja smilja;
- Samonikle populacije smilja u Crnoj Gori neće pripadati istom hemotipu;
- Hemotip samoniklih populacija će biti uslovljen ekološkim parametrima lokaliteta;
- U poljskim ogledima očekuje se pozitivni uticaj primijenjenih organskih đubriva na prinos biomase i kvalitet sirovine smilja u odnosu na kontrolu, ali isto tako i razlike između primijenjenih đubriva;
- Gajenje smilja u različitim agroekološkim uslovima usloviće razlike u proizvodnim i kvalitativnim parametrima;
- Sume temperatura i količine padavina u dvije uzastopne godine gajenja ispoljiće uticaj na kvalitet etarskog ulja smilja;
- U više-faktorijalnom ogledu gajenja smilja očekuju se interakcija između pojedinih indukovanih faktora;



- Očekuje se otkrivanje veza indukovanih faktora sa ocjenom morfoloških i hemijskih osobina gajenog smilja;
- Prilikom optimizacije tečno-tečne ekstrakcije rastvorenih nepolarnih jedinjenja u hidrolatu smilja očekuju se razlike u kvantifikaciji u odnosu na primijenjeni rastvarač i broj ekstrakcija.

### Materijali, metode i plan istraživanja

S obzirom na nedostatak detaljnih podataka o raspostranjenju i brojnosti prirodnih populacija smilja u Crnoj Gori, broj analiziranih uzoraka biće definisan nakon obilaska terena. Terenska istraživanja će se realizovati u maju i junu 2022. godine (u zavisnosti od geografske pozicije, ekspozicije, nadmorske visine), u fenofazi punog cvjetanja smilja i obuhvatiće mediteransku i submediteransku regiju Crne Gore. Uzorkovanje materijala za hemijsku analizu vršiće se isključivo na lokalitetima sa brojnom i vitalnom populacijom, kako se ne bi narušio prirodni ekvilibrijum. Podaci o samom lokalitetu (GPS koordinata, nadmorska visina, ekspozicija, nagib), stanišnom tipu i vremenu uzorkovanja će biti sadržani na etiketi vaučer primjeraka, koji će biti deponovani u herbarskoj zbirci Prirodno-matematičkog fakuleta, Univerziteta Crne Gore (TGU). U herbarskoj zbirci će se takođe naći i vaučer primjerci gajenih populacija. U identifikaciji materijala će biti korišteni Clapham (1976) i Pignatü (1980) ključevi za određivanje. Geopozicioniranje će se vršiti preko GPS uređaja ili mobilnih aplikacija.

*Određivanje hemijskog sastava etarskog ulja primenom GC-MS metode:* Samljeveni vazdušno suvi uzorak (do 50g) nadzemnog dijela smilja (*Helichrysum italicum*) će se staviti u balon za destilaciju (2 L). Destilacija će se obaviti na Klevendžer tipu aparata, a ulje prihvatiti u izvornom obliku. Ulje će se dalje rastvoriti u etanolu (20 µL ulja u 2 mL EtOH) i deponovati u frižideru do dalje analize. 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 cm<sup>3</sup>/s. Temperaturni režim je sljedeći: početna temperatura će biti 60°C i zadržavaće se tokom 4 min, zatim će se povećati na 280°C brzinom 4°C/min, krajnja 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 (%). Sadržaj etarskog ulja (%) u biljnom materijalu biće izračunat putem formule:

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

Procenat etarskog ulja biće izražen na apsolutno suhu biljnu masu.

Hidrolat će se izdvajati nakon destilacije hvatanjem vodenog stuba iz birete neposredno ispod etarskog ulja. Napolarna jedinjenja će se zatim iz vodenog rastvora preuzimati u različitim rastvaračima 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 vršiće 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.), Tuzi (40 m n.v.) i Ulcinj (Vladimir, 40 m n.v.). Eksperiment će biti izveden u komercijalnom zasadu smilja u slučajnom blok sistemu u 3 ponavljanja, a veličina ogledne parcelice iznosiće 20,4 m<sup>2</sup> (3,4 m x 6 m). Biće proučavana 3 organska đubriva: Idrogena (organski poliamini) (I),

Amalgerol 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: Hidrogena – 10 Lha<sup>-1</sup>, Amalgerol Essence – Lha<sup>-1</sup> i Team F – 30 Lha<sup>-1</sup>. 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 prinosa i kvalitetom 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 koreliranih 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 predstavljeni 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

Doprinos ovakvog istraživanja je djelimični inventar morfološkog i hemijskog diverziteta sredozemnog smilja, postavljanje smjernica za dalji rad botaničko-hemijske deskripcije ove biljne vrste, kao i otvaranje mogućnosti za odabir hemijski superiornih populacija čijom bi se daljom kultivacijom mogla dobiti kvalitetnija standardizovana biljna sirovina za potrebe kozmetičke i farmaceutske industrije. Takođe, kultivacijom vrsta čiji je opstanak ugrožen prekomjernim i nesavjesnim sakupljanjem prirodnih populacija, postiže se *ex situ* zaštita vrste. 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. Proučavanjem primjene različitih vrsta đubriva u organskom modelu gajenja smilja u različitim agroekološkim uslovima dobiće se precizniji odgovor o preporukama za ishranu i odabir lokaliteta što će biti od velike koristi budućim proizvođačima. Odabirom optimalne metode ekstrakcije za kvalifikaciju i kvantifikaciju rastvorenih organskih jedinjenja u hidrolatima smilja osvojiće se tehnika kojom će moći da se ocijeni kvalitet ovog vrijednog sporednog proizvoda u proizvodnji etarskog ulja 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

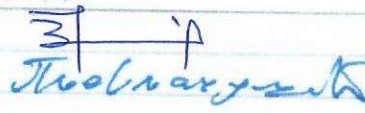
#### Popis literature

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.
2. Aćimović, M., Ljujić, J., Vulić J., Zheljzkov, 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 immortal (*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
  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.
  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.
  11. Clapham, A.R. (1976): Genus *Helichrysum* Mill., In: Tutin, V.H. et al. (Eds.), Flora Europaea, vol. 4: 128–131.
  12. 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>.
  13. Čagalj, M., Grgić, I., Sušac, M., Ivanković, M. (2019): Economic evaluation (efficiency) of investment in organically grown immortal (*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.

14. 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.
15. Dragojević, D. (2013): Ljekovito bilje i plodovi Danilovgrada. Centar za kulturu Danilovgrad, IVPE Cetinje
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Ivanković, M., Barbarić, M., Bogut, M. (2016): Uticaj organskog đubrenja na prinos smilja (*Helichrysum italicum* ssp. *italicum*). *Lek. Sirov.* 2016, 36, pp. 27-36.
20. 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.
21. Jovović, Z., Muminović, Š., Baričević, D., Stešević, D. (2020): Tehnologija proizvodnje ljekovitog, aromatičnog i začinskog bilja, Univerzitet Crne Gore, pp. 163-170.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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>.
27. Matlok, 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.
28. 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>.
29. 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.
  30. 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).
  31. Pignatti, S. (1980): *Flora d'Italia*, Edagricole.
  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. Sodr e, 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. Željko, 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	
<b>IZJAVA</b>		
Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavila ni na jednom drugom fakultetu.		
U Podgorici, 10.02. 2022. godine		
		Ime i prezime doktoranda Andreja Komnenić