

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ПРИРОДНО–МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Датум и орган који је именовao комисију: 10.12.2020. године, Наставно-научно веће Природно–математичког факултета, Универзитета у Новом Саду

2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:

- др Ружица Игић, редовни професор, ужа научна област: ботаника, датум избора у звање: 24.12.2004. год., Природно–математички факултет, Универзитета у Новом Саду, председник
- др Горан Аначков, редовни професор, ужа научна област: ботаника, датум избора у звање: 01.12.2019. год., Природно–математички факултет, Универзитета у Новом Саду, ментор
- др Биљана Божин, редовни професор, ужа научна област: фармакогнозија са фитотерапијом, датум избора у звање: 05.10.2019, године, Медицински факултет, Универзитета у Новом Саду, ментор
- др Неда Мимица Дукић, редовни професор, ужа научна област: биохемија, датум избора у звање: 01.08.2003, Природно–математички факултет, Универзитета у Новом Саду, члан
- др Гордана Томовић, ванредни професор, ужа научна област: екологија, биогеографија и заштита животне средине, датум избора у звање: 28.11.2019., Биолошки факултет, Универзитет у Београду, члан

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: Бојана, Славенко, Бокић

2. Датум рођења, општина, држава: 28.10.1987., Зрењанин, Зрењанин, СФРЈ

3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив:

Природно–математички факултет, мастер академске студије — Мастер биолог, модул ботаника

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2011., докторске академске студије – Доктор наука – биолошке науке

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Морфолошка и фитохемијска карактеризација представника секција *Pulegium* (Mill.) Lam. & DC. 1805 и *Mentha* (*Mentha* L., Lamiaceae) са Балканског полуострва и јужног дела Панонске низије

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација је написана на српском језику, латиничним писмом, са изводом на српском и енглеском језику. Обим докторске дисертације је 249 страна, организованих у осам поглавља: 1. Увод – 2 стране, 2. Општи подаци – 28 страна, 3. Циљеви истраживања – 1 страна, 4. Материјал и методе – 10 страна, 5. Резултати и дискусија – 138 страна, 6. Закључак – 4 стране, 7. Литература – 33 стране са 423 цитиране јединице и 8. Прилог – 26 страна. Поред наведених поглавља, докторска дисертација садржи и Захвалницу, Садржај, Листу слика, Листу табела и Листу прилога, Биографију, План третмана података и Кључне документацијске информације на српском и енглеском језику. Основни текст дисертације садржи 141 слику и 71 табелу, док се у прилогу налази још једна слика и 17 табела.

Докторска дисертација представља студију морфолошке и хемијске карактеризације представника рода *Mentha*, секција *Pulegium* и *Mentha*, са Балканског полуострва и јужног дела Панонске низије. Обухвата анализу морфолошких карактера органа вегетативног и генеративног региона јединки веома сродне и сличне групе врста са класоликим цвастима (група *Spicata*; *M. longifolia*, *M. microphylla* и *M. spicata*) са Балканског полуострва и јужног дела Панонске низије. Истраживање је спроведено на укупно 2.023 јединке пореклом из 95 самониклих популација са истраживаног подручја. Анализирано је 58 карактера, од чега су 47 били квантитативни, а 11 квалитативни. Статистичка анализа мерених карактера обухватила је уни- и мултиваријантне методе. Добијени резултати представљају преглед и компарацију морфолошке варијабилности анализираних врста у односу на карактере вегетативног и генеративног региона, по први пут урађену у оваквом обиму када је у питању величина узорка и географско подручје обухваћено истраживањем. Издвојени су морфолошки карактери који могу наћи примену у диференцијацији међу и унутар анализираних врста, а добијени резултати су указали и на независтан статус у рангу врсте таксономски спорног таксона означеног као *M. microphylla*. Поред тога, у склопу докторске дисертације анализирани су популације наведене четири врсте (*M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. spicata* и *M. microphylla*) у циљу откривања присуства и фреквенције функционално женских јединки, тј. постојања гинодиецких популација на подручју обухваћеном истраживањем, као и ради потврде разлика међу димензијама двополних и функционално женских цветова. Део докторске дисертације представља и примарна хемијска карактеризација 163 водено-алкохолна екстракта урађена на 11 таксона рода *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘*Ruska crna*’ и *M. × verticillata*), која је подразумевала одређивање приноса екстракције, као и садржаја укупних фенола и флавоноида, ради указивања на хемијско богатство рода, односно на потенцијално нове природне ресурсе биолошки активних молекула на истраживаном подручју. Такође, у оквиру дисертације урађена је и секундарна хемијска карактеризација која је укључила квалитативну и квантитативну анализу 12 једињења, и то седам фенолних киселина (ферулна, хлорогенска, кафена, *p*-кумаринска, рузмаринска, синапинска, ванилинска) и пет флавоноида (апигенин, нарингенин, епикатехин, кверцетин и рутин), у 138 водено-алкохолних екстраката 11 таксона рода *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘*Ruska crna*’ и *M. × verticillata*), применом високоефикасне течне фроматографије (HPLC). Терцијерна хемијска карактеризација обухватила је *headspace* гасно-масену спектрофотометрију (HS-GC-MS) ради утврђивања састава испарљивих једињења присутних у 12 узорака 11 таксона рода *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita* ‘*Alba*’, *M. × piperita* ‘*Crispa*’ и *M. × verticillata*). У оквиру хемијске карактеризације на сва три нивоа, поред самониклих популација, анализирани су и узорци гајених таксона рода. Добијени резултати представљају основу за даље анализе еволутивног феномена гинодицизма и морфолошке и хемијске варијабилности таксона рода *Mentha*, а указују и на потребу за ревизијом статуса *M. microphylla*.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

НАСЛОВ докторске дисертације дефинисан је јасно и прецизно и одражава спроведена истраживања, добијене резултате и изведене закључке. **Комисија сматра** да је наслов докторске дисертације одговарајући и у складу са спроведеним типовима истраживања, добијеним резултатима и изведеним закључцима.

Поглавље **УВОД** је јединствени део у коме су приказани општи разлози и потребе за морфолошком и хемијском карактеризацијом представника секција *Pulegium* и *Mentha*, рода *Mentha* са Балканског полуострва и јужног дела Панонске низије. **Комисија констатује** да су у уводу добро приказани општи разлози и потребе за спроведеним анализама рода *Mentha* на истраживаном подручју.

Поглавље **ОПШТИ ПОДАЦИ** организовано је у 12 тематских целина. У прве три, наведене су опште особине породице Lamiaceae, потпородице Nepetoideae и трибуса Mentheae, као и њихове морфолошке карактеристике и биологије, а дати су и правци еволуције и основна разматрања о њиховој таксономији и систематици. Четврта и пета целина су у потпуности посвећени истраживаном роду *Mentha*, тј. имену, класификацији, концепту, проблемима, општим карактеристикама, распрострањењу и екологији. У шестом, седмом и осмом делу поглављу изнесене су опште карактеристике анализираних секција *Pulegium* и *Mentha*, као и хибридне групе таксона издвојене у засебан део. Унутар сваке од њих, наведени су синоними, опис, станиште, опште распрострањење, слике и евентуалне напомене за све таксоне на којима су спроведена истраживања морфолошке варијабилности и/или хемијске карактеризације. Девети и десети део поглавља Општи подаци представљају приказ фенолних једињења, односно етарских уља рода *Mentha*, а за оба типа једињења наведене су опште карактеристике, претходна истраживања и владајући ставови. Једанаести део поглавља представља приказ досадашњих истраживања рода *Mentha* на истраживаном подручју. Последњи део поглавља, на основу претходних етноботаничких студија, сумира значај рода као природног ресурса и искуство у традиционалној употреби испитиваних таксона на истраживаном подручју. **Комисија закључује** да је у овом делу добро приказана проблематика истраживања, као и да су обрађене информације у вези са постављањем циљева приказане на систематичан начин.

ЦИЉЕВИ докторске дисертације су постављени на основу обимне литературне грађе и теренских истраживања. На основу свих доступних информација и поред многобројних вишедеценијских истраживања не постоји обједињена студија већег броја таксона рода *Mentha* на подручју Балканског полуострва и јужног дела Панонске низије у којој је разматрана његова морфолошка и хемијска варијабилност. Услед изузетно тешке детерминације помоћу постојећих кључева и велике варијабилности која се наводи за таксоне са класоликим цвастима (група *Spicata*), али и тренутно спорног статуса таксона *M. microphylla*, дефинисан је најважнији циљ дисертације тј. анализа и компарација интра- и интерспецијске варијабилности карактера вегетативног и генеративног региона. Поред тога, као циљ издвојена је прелиминарна анализа гинодицеизма четири врсте рода *Mentha* (*M. pulegium*, *M. microphylla*, *M. longifolia* и *M. spicata*), ради утврђивања појаве учесталости функционално женских цветова=јединки у популацијама. Ово је, упркос константном навођењу, генерално слабо истражен феномен код рода *Mentha*, а никада није био фокус истраживача на Балканском полуострву и у јужном делу Панонске низије. На крају, ради испитивања хемијске варијабилности на нивоу укупних фенола и флавоноида, одабраних фенолних и испарљивих једињења, као и њихове евентуалне примене у хемотаксономији представника рода *Mentha* на истраживаном подручју, у виду засебних циљева ове докторске дисертације издвојене су примарна, секундарна и терцијарна хемијска карактеризација. **Комисија констатује** да су циљеви јасно дефинисани и у складу са добијеним резултатима истраживања.

Поглавље **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ** организовано је у виду два потпоглавља. Прво потпоглавље се односи на морфолошке анализе и прелиминарну анализу гинодицеизма и у њему је приказана методологија узорковања биљног материјала, подручје узорковања, број узорака по анализираним таксонима, начин одабира карактера и мерења, процес рехидратације и дисековања цвета, модели реза на дисекцијама и засебни органи цвета у виду фотографија, док су мерени квантитативни и квалитативни карактери представљени табеларно. Друго потпоглавље односило се на хемијске анализе, где је дефинисана методологија узорковања и обраде биљног материјала, подручје узорковања, број узорака по типу анализе и испитиваним таксонима, процес припреме екстракта, методологија примарне, секундарне и терцијарне хемијске карактеризације и начин приказивања резултата. У оквиру оба потпоглавља дат је приказ статистичких анализа које су коришћене ради обраде добијених података, уз евентуално навођење значаја појединих анализа, као и начина на који ће резултати бити приказани. **Комисија сматра** да је узорак истраживања јасно дефинисан, локалитети узорковања добро одабрани и репрезентативни у односу на постављене циљеве, начин обраде биљног материјала и методологија мерења одговарајући, а да су предложене статистичке методе анализе примарних података мерења у складу са очекиваним резултатима представљеним у пријави теме.

Пратећи главне циљеве дисертације, **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** су организовани у три потпоглавља, од којих се прво односи на прелиминарну анализу гинодицеизма у популацијама четири врсте рода *Mentha*, друго на анализу морфолошке варијабилности квантитативних и квалитативних карактера вегетативног и генеративног региона три врсте рода *Mentha*, а последње на хемијску карактеризацију различитих таксона рода *Mentha*. Резултати првог потпоглавља дати су у виду једне табеле и девет слика и детаљно коментарисани у односу на досадашње, релевантне резултате у оквиру породице, односно рода. Квантитативни морфолошки карактери вегетативног и генеративног региона обрађени су дескриптивном статистиком, једнофакторском анализом варијансе, израчунати су коефицијенти корелације свих

карактера, а употребљене су и методе мултиваријантне статистике (анализа главних компоненти, канонијска дискриминантна анализа, мултифакторска анализа варијансе и кластер анализа). Квалитативни морфолошки карактери обрађени су методама вишеструке кореспондентне анализе на укупном узорку три дефинисане врсте, као и на популационом нивоу сваке засебно без дефинисаних инфраспецијских категорија, уз анализу варијабилних парова. Резултати анализа приказани су систематично, пратећи исти модел, најпре за целокупан узорак од три *a priori* дефинисане врсте, а потом за сваку врсту појединачно на популационом нивоу без *a priori* дефинисаних инфраспецијских категорија, уз анализу варијабилних парова, који су показали већу сличност у односу на квантитативне морфометријске и/или квалитативне карактере вегетативног, односно генеративног региона. Користећи добијене податке, дефинисани су паралелни дихотоми кључеви за идентификацију три варијабилне врсте (*M. microphylla*, *M. longifolia* и *M. spicata*) за сваки анализирани орган генеративног региона засебно, што је оригиналан допринос јасном разликовању ових врста на истраживаном подручју. Резултати трећег потпоглавља подељени су на засебне целине, према типу хемијске карактеризације, а у оквиру сваког дела резултати су приказани табеларно и у виду слика за све узорке заједно, као и према појединачном таксонима, критички анализирани и поређени са литературним подацима. Генерално, резултати спроведених анализа приказани су текстуално, табеларно (71) и графички (141 слика). У прилогу су кроз једну слику и 17 табела дата додатна објашњења добијених резултата или су приказани изворни, оригинални подаци великог обима. Све слике и табеле приказане су систематично за анализе морфолошке варијабилности и прате основни ток извођења резултата од нивоа укупног узорака три врсте до појединачних узорака врста, односно на нивоу укупног узорака, а потом и сваког таксона код хемијске карактеризације.

Добијени резултати и њихова интерпретација омогућили су: 1) потврду постојања феномена гинодиецизма и одређивање учесталости различитих јединки у популацијама четири анализираних врсте на истраживаном подручју, уз потврду да су функционално женски цветови мањих димензија у односу на двополне; 2) јасније дефинисање варијабилности морфолошких карактера три анализираних врсте и компарацију датих карактера на нивоу укупног и појединачних узорака, са издвајањем оних који у највећој мери доприносе варијабилности, односно могу послужити за диференцијацију анализираних врста; 3) јасније дефинисање анализираних врста на истраживаном подручју уз доказе о томе да таксон *M. microphylla* засигурно заслужује статус врсте; 4) потврђивање великог богатства рода *Mentha* у погледу количине укупних фенола и флавоноида, као и 12 фенолних једињења, код комерцијално гајених, али и код таксона који се за сада не експлоатишу уопште или се користе у недовољној мери; 5) потврђивање претходно објављених података о хемијском саставу фенолних и испарљивих једињења представника рода, али и добијање нових, 6) хемотаксономску анализу узорака представника рода *Mentha* са истраживаног подручја на основу састава 12 фенолних и 54 испарљива једињења.

Комисија је става да су сви резултати приказани на одговарајући начин пратећи циљеве докторске дисертације, детаљно су и аргументовано протумачени, уз критичко упоређивање са резултатима претходних истраживања.

У поглављу **ЗАКЉУЧАК** су на основу добијених резултата и њихове опсежне интерпретације у поглављу **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** изнесени закључци на јасан и концизан начин, те је **Комисија мишљења** да у потпуности дају одговоре на постављене циљеве истраживања.

ЛИТЕРАТУРА садржи 423 наведене библиографске јединице, које су на одговарајућим местима цитиране у оквиру докторске дисертације. **Комисија сматра** да је одабрана литература одговарајућа и у складу са тематиком.

Поглавље **ПРИЛОГ** је јединствени део докторске дисертације са укупно једном сликом и 17 табела. У табелама су дати додатни подаци о класификацији и распрострањењу свих представника рода *Mentha*, затим детаљни подаци о биљном материјалу (локалитет, датум, станиште, легатори) који је коришћен у морфолошким анализама квантитативних и квалитативних карактера вегетативног и генеративног региона, прелиминарној анализи гинодиецизма, као и у примарној, секундарној и терцијарној хемијској карактеризацији. Такође, табеларно су приказани коефицијенти корелације морфометријских фактора генеративног региона и брактеје испитиваних врста *M. longifolia*, *M. microphylla* и *M. spicata*, као и вредности карактеристичних вектора и проценти варијабилности које описују осе анализе главних компоненти наведених врста у виду укупног и појединачних узорака, на нивоу карактера вегетативног региона и цвасти, као и генеративног региона и брактеје, а потом и појединачних делова цвета (чашица, круница, прашници и плодник, стубић, жиг). Додатно, табеларно су приказане једначине калибрационих крива стандардних супстанци и резултати примарне и секундарне хемијске карактеризације водено-алкохолних екстраката. На слици су приказани одабрани хроматограми добијени приликом терцијерне

карактеризације одабраних таксона. **Комисија констатује** да је прилог добро организован, са изузетним подацима и да јасно приказује добијене резултате.

На основу свега приказаног, **Комисија позитивно оцењује** све делове докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

M22 – рад у истакнутом међународном часопису:

Vokić, B., Rat, M., Kladar, N., Anačkov, G., Božin, B. (2020): Chemical Diversity of Volatile Compounds of Mints from Southern Part of Pannonian Plain and Balkan Peninsula – New Data. *Chemistry and Biodiversity*, **17**(8): e2000211. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202000211>

M34 – саопштење са међународног скупа штампано у изводу:

Vokić, B., Kladar, N., Anačkov, G., Božin, B. (2019): Comparative chemical analysis of nine taxa of the genus *Mentha* L. by headspace gas chromatography-mass spectrometry. 13th Symposium on the Flora of Southeastern Serbia and Neighboring Regions, 20–23th June 2019. Stara planina, Serbia. Book of Abstracts, 36.

Vokić, B., Kladar, N., Rat, M., Anačkov, G., Božin, B. (2018): Phytochemical analysis of *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae) populations from Pannonian plain, the Carpathian Mt and Balkan peninsula. 7th Balkan Botanical Congress, 10–14th September 2018. Novi Sad, Serbia. *Botanica Serbica* (supplement 1), 7BBC Book of Abstracts, 145.

Vokić, B., Radak, B., Knežević, J., Božin, B., Anačkov, G. (2016): Variability of morphological characters of the genus *Mentha* L. in Republic of Macedonia. 5th Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation, 19–22nd October 2016. Ohrid Lake, Macedonia. Abstract book, 27–28.

Vokić, B., Radak, B., Rat, M., Božin, B., Anačkov, G. (2015): Hybrids of the genus *Mentha* L. in Vojvodina (Serbia) - Diversity and distribution. III Simpozijum biologa i ekologa Republike Srpske, 12-14th November, 2015. Banja Luka, Bosna i Hercegovina. Zbornik sažetaka, 150.

Комисија сматра, да на основу публикованих резултата добијених радом на докторској дисертацији, кандидат испуњава прописане услове за одбрану докторске дисертације.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

- На основу резултата прелиминарне анализе гинодицеизма, установљено је да су све популације врсте *M. pulegium* изграђене из хермафродитних јединки са двополним цветовима, чије су антере нормалне, крупне, недеформисане и богато испуњене поленом. За разлику од њих, 11 популација врста *M. longifolia*, *M. microphylla* и *M. spicata* укључивале су двополне јединке са двополним, нормалним цветовима и функционално женске јединке. У популацијама врсте *M. longifolia* детектовани су цветови и јединке нејасног статуса, који захтевају додатне анализе фертилности полена, али су претпоставке да то могу бити протандрични цветови, чија је мушка функција временски померена у односу на женску или цветови чији је полен само у одређеном проценту фертилан у односу на двополне цветове. На основу анализе заступљености гинодицеких популација врсте *M. longifolia* према станишту и надморској висини установљено је да нема правилности у односу на преференцију надморске висине, али да су ове популације чешће бележене на отвореним травнатим и влажним стаништима. Спроведена анализа указује на потребу за детаљним истраживањем феномена гинодицеизма у роду *Mentha*, које би обухватило како веће узорке јединки у популацијама, тако и праћење њихове фреквенције неколико година узастопно, анализу корелисаности датих фреквенција са еколошким факторима, као и квалитативну и квантитативну анализу продукције семена код различитих типова јединки, ради дефинисања образаца појављивања и адаптивне вредности различитих јединки у популацијама.
- На основу анализе морфолошких карактера вегетативног и генеративног региона показане су статистички значајне вредности варијабилности већине анализираних карактера, што указује на

правце варијабилности. Карактери вегетативног региона и цвасти имају изражену варијабилност у односу на карактере цвета, који је сличан и конзервативан код три испитиване врсте.

- Резултати спроведених анализа варијабилности морфолошких карактеристика генеративног органа у основи су променили приступ и статусну позицију спорног таксона означеног као *M. microphylla*. Несумњива потврда овакве тезе да се ради о три засебна таксона налази се и у анализи *a priori* класификације, где се јасно уочава да су јединке у процентима изузетно високе прецизности добро класификоване у односу на укупан варијабилни притисак који дају одабрани карактери, што указује да постоје јасно дефинисане групе. Све наведено упућује на неопходну ревизију и поновно разматрање статуса таксона означеног као „*M. microphylla*” који је према актуелној таксономској структури рода уврштен као синоним у *M. spicata* subsp. *condensata*, и то пре свега популација медитеранског и субмедитеранског региона Балканског полуострва. Са друге стране, добијени резултати морфологије вегетативног региона и цвасти потврдили су комплексност врста *M. longifolia* и *M. spicata*, која се огледа у њиховој великој сличности на истраживаном подручју, при чему се велики број популација карактерише заједничким особинама традиционално употребљаваним у кључевима за њихово раздвајање. С тога су дефинисани засебни кључеви искључиво са генеративним органима, који на много јаснији и прецизнији начин раздвајају хиперваријабилне врсте.
- Резултати примарне хемијске карактеризације потврдили су велико богатство рода *Mentha* на нивоу фенолних једињења.
- Идентификовано је присуство ферулне, *p*-кумаринске и синапинске киселине, као и апигенина, нарингенина, епикатехина, кверцетина и рутина код свих анализираних таксона, али са различитом заступљеношћу у узорцима. У погледу учесталости на нивоу укупног узорка, на првом месту се издваја кверцетин, а затим *p*-кумаринска и ферулна киселина, као и рутин и апигенин. Са нешто мањом заступљеношћу забележени су синапинска и ванилинска киселина, као и епикатехин и нарингенин, док су рузмаринска и кафена, а поготово хлорогенска киселина, иако најчешће одређиване киселине рода *Mentha*, забележене у много мањем проценту узорака. Узимајући у обзир садржај рузмаринске киселине, уочава се да узорци врсте *M. longifolia* премашују вредности добијене за *M. × piperita* ‘*Ruska crna*’. Све наведено указује на оправданост даљих студија у циљу експлоатисања мање коришћених представника рода и то у првом реду врсте *M. longifolia*.
- Код врста представљених већим бројем узорака, као што су *M. longifolia*, *M. pulegium* и *M. spicata*, а у мањој мери и *M. aquatica* и *M. microphylla*, прикупљених са великог географског подручја, уочљиво је постојање значајних разлика у измереним вредностима приноса, садржаја укупних фенола и флавоноида, као и 12 анализираних фенолних једињења. Дата варијабилност је пре свега последица великог узорка, али је и у вези са различитим географским пореклом биљног материјала, што указује на значај абиотичких еколошких фактора приликом синтезе фенолних једињења. Осим тога, на основу поређења добијених вредности садржаја укупних фенола и флавоноида, као и појединачних вредности анализираних фенолних једињења у представницима рода *Mentha*, са постојећом литературом, утврђено је да на њихов садржај велики утицај има избор растварача и примењени начин екстракције.
- Терцијарном хемијском карактеризацијом идентификовано је присуство 54 испарљива једињења, груписаних у пет класа. Већина једињења била је из класе терпеноида, међу којима су доминирали моно- и сесквитерпени, а у мањој мери и алифатична нетерпенска једињења. Узорци испитиваних таксона међусобно се разликују у односу на квалитативни и квантитативни састав испарљивих компоненти. Потврђени су претходно наведени резултати са других географских подручја о хемијском диверзитету и најзаступљенијим испарљивим компонентама таксона *M. aquatica*, *M. longifolia*, *M. pulegium*, *M. spicata* и *M. × gentillis*. Поред тога, добијени су и нови резултати о доминантним испарљивим једињењима таксона *M. microphylla*, *M. × dumetorum* и *M. × verticillata* у односу на претходно публиковане, а по први пут су издвојени подаци о хемијском диверзитету таксона означеног као *M. × piperita* ‘*Alba*’.
- На основу примарне, секундарне и терцијарне хемијске карактеризације генерисани су нови подаци о хемијском диверзитету рода *Mentha* на истраживаном подручју, у првом реду о слабије анализираним и хибридни таксонима. Сви резултати указују на богатство рода на истраживаном подручју, у смислу постојања неискоришћених природних ресурса, као и на потенцијалну примену фенолних једињења у хемитаксономске сврхе, али на нивоу популација једне врсте у односу на деловање различитих еколошких фактора којима су подложни.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидат Бојана Бокић је резултате истраживања адекватно обрадила и систематизовала у логичке целине. Изворни подаци мерења су анализирани одговарајућим статистичким методама. Резултати су приказани на конзистант и структурно добро организован начин и критички упоређени са релевантним подацима из литературе. Добијени резултати су у складу са постављеним циљевима докторске дисертације, детаљно су протумачени, а затим су изведени закључци који дају јасне одговоре на постављене циљеве докторске дисертације.

Комисија оцењује позитивном оценом начин приказа и тумачења резултата истраживања.

Напомена: докторска дисертација је прошла проверу оригиналности применом софтвера за детекцију плагијаризма iThenticate, који је показао да „индекс сличности“ (енг. *similarity index*) износи 7% (према упутству произвођача софтвера, све вредности испод 15% представљају оригиналан рад).

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Комисија оцењује да је докторска дисертација у целини урађена и написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

У уводу и општим подацима су аргументовано наведени разлози и потребе спроведених истраживања. Дат је преглед анализираних таксона, дефинисани су проблематика и подручје истраживања, а наведен је и детаљан преглед досадашњих истраживања. Циљеви и методологија докторске дисертације су јасно дефинисани. Резултати су систематично приказани, анализирани и детаљно дискутовани. На основу интерпретираних резултата, закључци су правилно изведени и дају одговоре на постављене циљеве дисертације. У списку литературе налазе се све литературне јединице цитиране у тексту дисертације. На основу изнетог, **Комисија закључује** да докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Морфолошка и хемијска варијабилност рода *Mentha* до сада није истраживана у овом обиму на подручју обухваћеном анализама. Ова студија се од међусобно сличних издваја у односу на величину географског подручја који обухвата, обиму узорка и различитим типовима спроведених анализа. Резултати представљају значајан допринос проучавању варијабилности вегетативних и генеративних органа таксономски критичне групе *Spicata*. Дефинисани су карактери који могу имати примену у интер- и интраспецијској диференцијацији анализираних врста. Резултати су показали да таксон спорног статуса, означен као *M. microphylla* показује све особине врсте, што је супротно у односу на резултате последње важеће поделе рода. Докторска дисертација представља прву студију која се бави постојањем еволутивног феномена гинодицеизма у природним популацијама четири врсте рода на истраживаном подручју, чији резултати нуде нови увид у биологију и систем размножавања рода. Резултати су указали на присуство јединки са функционално женским и двополним цветовима, односно постојање гинодицеичких популација у оквиру *M. longifolia*, *M. microphylla* и *M. spicata*, али не и код *M. pulegium*. Такође, показано је да фреквенција ових функционално женских јединки варира међу популацијама, а потврђено је и правило да су дати цветови ситнији у односу на двополне и то у погледу димензија прашника, чашице и крунице, али не и плодника, стубића и жига. Резултати примарне и секундарне хемијске карактеризације потврдили су велико богатство рода у погледу садржаја фенола и флавоноида, као и 12 фенолних једињења, указујући на постојање потенцијалних природних ресурса на Балканском полуострву и у јужном делу Панонске низије, који до сада нису били у довољној мери експлоатисани. Резултати секундарне и терцијарне хемијске анализе указали су на постојање варијабилности испитиваних једињења на истраживаном подручју, потврдили раније публиковане, али дали и потпуно нове податке о хемијском саставу испитиваних таксона, чиме се оправдава потенцијална примена ових једињења у хемотаксономским анализама популација једног таксона уз корелацију са деловањем еколошких фактора.

Комисија сматра да докторска дисертација поседује све одговарајуће елементе оригиналног научно-истраживачког рада, а да добијени резултати значајно доприносе бољем схватању система размножавања и феномена гинодицеизма, морфолошкој варијабилности и међусобним односима, као и хемијском саставу фенолних и испарљивих једињења, те представљају оригинални допринос бољем познавању представника рода *Mentha* на истраживаном подручју.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија није утврдила формалне ни суштинске недостатке који су могли утицати на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, **Комисија предлаже** да се прихвати позитивна оцена докторске дисертације под насловом „Морфолошка и фитохемијска карактеризација представника секција *Pulegium* (Mill.) Lam. & DC. 1805 и *Mentha* (*Mentha* L., Lamiaceae) са Балканског полуострва и јужног дела Панонске низије“ и да се кандидату **Бојани Бокић одобри одбрана.**

У Новом Саду,

02.02.2021. године

др Ружица Игић, редовни професор
Природно–математички факултет
Универзитет у Новом Саду
председник комисије

др Горан Аначков, редовни професор
Природно–математички факултет
Универзитет у Новом Саду
ментор

др Биљана Божин, редовни професор
Медицински факултет
Универзитет у Новом Саду
ментор

др Неда Мимица Дукић, редовни професор
Природно–математички факултет
Универзитет у Новом Саду
члан

др Гордана Томовић, ванредни професор
Биолошки факултет
Универзитет у Београду
члан