

Пољопривредни факултет

32/22-8.1.
(Број захтева)
01.12.2023.
(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области

биотехничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану

Молимо да, сходно члану 48 ст. 5 тач. 4) Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ Јелена, Мирољуб, Луковић
(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму Пољопривредне науке

уписана на докторске студије 2017/2018 године,

пријавила је тему докторске дисертације дана 05.04.2019. године, под називом: „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива“

из научне области: Фитомедицина.

Универзитет је дана 09.07.2019. године својим актом под бр. 02-08 Број: 61206-2869/2-19 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива“.

Име и презиме првог ментора др Ивана Вицо

Име и презиме другог ментора др Ивана Поточник

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 27.09.2023. године одлуком факултета под бр. 32/20-5.1., у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. др Наташа Дудук	редовни професор	Фитопатологија	Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет;
2. др Рада Ђуровић-Пејчев	научни саветник	Хемија пестицида	Институт за пестициде и заштиту животне средине у Београду;

3. др Емил Рекановић научни саветник Фитофармација
Институт за пестициде и
заштиту животне средине у Београду;

4. др Александра Булајић редовни професор Фитопатологија минералологија
Универзитет у Београду –
Пољопривредни факултет;

5. др Милан Стевић редовни професор Пестициди
Универзитет у Београду –
Пољопривредни факултет;

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 05.10.2023. год.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана 01.12.2023. године.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној 01.12.2023. године одлуком факултета под бр. 32/22-8.2., у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. др Наташа Дудук	редовни професор	Фитопатологија	Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет;
2. др Рада Ђуровић-Пејчев	научни саветник	Хемија пестицида	Институт за пестициде и заштиту животне средине у Београду;
3. др Емил Рекановић	научни саветник	Фитофармација	Институт за пестициде и заштиту животне средине у Београду;
4. др Александра Булајић	редовни професор	Фитопатологија минералологија	Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет;
5. др Милан Стевић	редовни професор	Пестициди	Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет;

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Проф. др Душан Живковић

Прилози:

1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/22-8.1.
Датум: 01.12.2023. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 44. Статута Пољопривредног факултета (2018. година) и члана 62. Правилника о правилима докторских академских студија, Наставно - научно веће факултета на седници одржаној 01.12.2023. године, донело је

ОДЛУКУ

I УСВАЈА СЕ Извештај Комисије о позитивној оцени докторске дисертације коју је поднела **ЈЕЛЕНА ЛУКОВИЋ, мастер** и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«АНТИФУНГАЛНО ДЕЛОВАЊЕ ЕТАРСКИХ УЉА ЛЕКОВИТОГ И АРОМАТИЧНОГ БИЉА НА ВРСТЕ РОДА *Trichoderma* – ПАТОГЕНЕ ЈЕСТИВИХ ГЉИВА».**

II Универзитет је дана 09.07.2019. године, актом 02-08 број: 61206-2869/2-19, дао сагласност на одлуку Наставно - научног већа факултета о прихватању теме докторске дисертације.

III Радови кандидата у научном часопису који га квалификују за одбрану докторске дисертације:

Luković, J., Milijašević-Marčić, S., Hatvani, L., Kredics, L., Szűcs, A., Vágvolgyi, C., Duduk, N., Vico, I., Potočnik, I. (2021): Sensitivity of *Trichoderma* strains from edible mushrooms to the fungicides prochloraz and metrafenone. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food, Contaminants and Agricultural Wastes*, 56(1): 54-63. <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1838821>

Луковић, Ј., Јовановић, М., Милијашевић-Марчић, С., Вицо, И., Дудук, Н., Ђуровић-Пејчев, Р., Поточник, И. (2022): Антифунгално деловање етарских уља дивље и питоме нане на *Trichoderma guizhouense* Q.R. Li, McKenzie & Yong Wang bis, проузроковача зелене плесни шиитаке. Зборник резимеа XVII Саветовања о заштити биља, 28.11-1.12.2022., Златибор, Србија, стр. 68.

Луковић, Ј., Драјић, Т., Милијашевић-Марчић, С., Вицо, И., Дудук, Н., Ђуровић-Пејчев, Р., Поточник, И. (2022): Антифунгално деловање етарских уља дивље и питоме нане на *Trichoderma pleuroti* S.H. Yu & M.S. Park и *Trichoderma pleuroticola* S.H. Yu & M.S. Park, проузроковача зелене плесни буковаче. Зборник резимеа XVII Саветовања о заштити биља, 28.11-1.12.2022., Златибор, Србија, стр. 69.

Образложење

Наставно-научно веће факултета разматрало је и усвојило Извештај Комисије о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела Јелена Луковић, мастер.

Наставно-научно веће факултета је приликом доношења одлуке оцењивало да ли је завршена докторска дисертација у складу са одобреном темом и да ли наводи садржани у реферату потврђују да су се стекли услови за одбрану докторске дисертације.

Сходно изнетом одлучено је као у диспозитиву.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

Доставити: кандидату, ментору, Институту за фитомедицину, Студентској служби и архиви.

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/22-8.2.
Датум: 01.12.2023. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 44. Статута Пољопривредног факултета (2018. година) и члана 63. Правилника о правилима докторских академских студија, Наставно - научно веће факултета на седници одржаној 01.12.2023. године, донело је

О Д Л У К У

I У Комисију за одбрану докторске дисертације коју је поднела **ЈЕЛЕНА ЛУКОВИЋ, мастер**, под насловом: **«АНТИФУНГАЛНО ДЕЛОВАЊЕ ЕТАРСКИХ УЉА ЛЕКОВИТОГ И АРОМАТИЧНОГ БИЉА НА ВРСТЕ РОДА *Trichoderma* – ПАТОГЕНЕ ЈЕСТИВИХ ГЉИВА»**, именују се:

1. др Наташа Дудук, редовни професор
Универзитета у Београду – Пољопривредног факултета,
2. др Рада Ђуровић-Пејчев, научни саветник
Института за пестициде и заштиту животне средине у Београду,
3. др Емил Рекановић, научни саветник
Института за пестициде и заштиту животне средине у Београду,
4. др Александра Булајић, редовни професор
Универзитета у Београду – Пољопривредног факултета и
5. др Милан Стевић, редовни професор
Универзитета у Београду – Пољопривредног факултета.

II На ову одлуку, о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације, сагласност даје одговарајуће Веће научних области Универзитета у Београду.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

Доставити: кандидату, члановима Комисије, Институту за фитомедицину, Студентској служби и архиви.

**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**

Београд-Земун

Датум: 28.09.2023. године

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА

Предмет: Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Јелене Луковић, мастер инжењера пољопривреде

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду број 32/20-5.1. од 27.09.2023. године именована је Комисија за оцену урађене докторске дисертације под насловом „**Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива**” кандидата Јелене Луковић, мастер инжењера пољопривреде. На основу прегледа и анализе докторске дисертације Комисија у саставу др Наташа Дудук, редовни професор, Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет, др Рада Ђуровић-Пејчев, научни саветник, Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд-Земун, др Емил Рекановић, научни саветник, Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд-Земун, др Александра Булајић, редовни професор, Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет и др Милан Стевић, редовни професор, Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет, подноси Наставно-научном већу Пољопривредног факултета следећи извештај.

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и дисертацији

Основни подаци о кандидату. Јелена М. Луковић рођена је 16. јуна 1993. у Крушевцу. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Одсек за Фитомедицину, студијски програм Биљна производња, модул Фитомедицина уписала је школске 2012/13. године, а завршила 30. септембра 2016. године са општим успехом 9,07 (девет, 07/100). Завршни рад под насловом: „Антифунгална активност етарских уља цимета и каранфилића на *Cladobotryum dendroides* (Bull.) W. Gams & Hooz., проузроковача паучинасте плесни шампињона” одбранила је са оценом 10. Мастер академске студије, студијски програм Фитомедицина, модул Фитомедицина, уписала је школске 2016/17. године и одбранила Мастер рад под називом „Антифунгална активност комбинација одабраних етарских уља према *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* Samuels & W. Gams, проузроковачу зелене плесни шампињона” 28. септембра 2017. године са оценом 10. Мастер академске студије завршила је са просечном оценом 9,50 (девет и 50/100). Школске 2017/18. године уписала је докторске академске студије на студијском програму Пољопривредне науке, модул Фитомедицина на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду. Од 1. јуна 2018. године запослена је на одређено време у Институту за пестициде и заштиту животне средине, Београд-Земун у Лабораторији за примењену фитопатологију, где је током 2018. и 2019. године била ангажована на пројекту ТР 31043 у оквиру ког је започела са

реализацијом докторске дисертације. Испите на докторским студијама положила је са просечном оценом 9,88 (девет и 88/100). Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду (број: 32/9-6.2 од 26.06.2019. године) и Већа научних области биотехничких наука (број: 61206-2869/2-19 од 09.07.2019. године) одобрена јој је израда докторске дисертације под називом „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива”, а за менторе су одређене др Ивана Вицо, редовни професор, Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет и др Ивана Поточник, научни саветник, Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд-Земун. У звање истраживач приправник изабрана је 22. маја 2018. године, а у звање истраживач сарадник 28. јануара 2021. године. До сада је у сарадњи са другим ауторима објавила и саопштила 22 научна рада, од тога два из категорије М23, осам из категорије М24, пет из категорије М34 и седам из категорије М64.

Основни подаци о дисертацији. Докторска дисертација Јелене М. Луковић, мастер инжењера пољопривреде, под насловом „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива” написана је у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду, као и у складу са пријавом теме која је одобрена од стране Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и Већа научних области биотехничких наука Универзитета у Београду. Докторска дисертација садржи: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о менторима и члановима Комисије, сажетак на српском и енглеском језику, садржај и текст дисертације организован по поглављима. Дисертација је написана на укупно 144 стране писаног текста укључујући 19 оригиналних фотографија, 19 графикана и 28 табела, а цитирано је 357 извора литературе.

Докторска дисертација садржи осам основних поглавља: Увод (стр. 1), Преглед литературе (стр. 2-18), Циљеви истраживања (стр. 19), Материјал и методе (стр. 20-30), Резултати (стр. 31-85), Дискусија (стр. 86-102), Закључак (стр. 103-105), Литература (стр. 106-124). Наведена поглавља садрже више потпоглавља. На крају текста дисертације налазе се Прилози (стр. 125-139), Биографија (стр. 140), Изјава о ауторству (стр. 141), Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације (стр. 142) и Изјава о коришћењу (стр. 143-144).

2. Предмет и циљ дисертације

Врсте рода *Trichoderma* су сапротрофне и некротрофне гљиве које насељавају земљиште. Телеоморфни стадијум ових врста припада разделу Ascomycota, класи Sordariomycetes, реду Нуроскреале, фамилији Нуроскреасеае и роду *Нуроскреа*. Род је први пут описан крајем XVIII века. Због сличности у морфолошким особинама дуго се сматрало да у оквиру овог рода постоји само једна врста - *Trichoderma viride* Pers., али је развој молекуларних метода омогућио разликовање и описивања мноштва врста, као и брзу и специфичну детекцију и идентификацију изолата. Данас је познато преко 400 врста овог рода, које се могу поуздано идентификовати применом молекуларних метода и биоинформатичких алгоритама *TrichOKey* и *TrichoBLAST*. Врсте рода *Trichoderma* могу бити корисне као агенси биолошке заштите гајених биљака, али и штетне као патогени гајених гљива изазивајући појаву болести зелене плесни. Болест зелена плесан се манифестује појавом симптома пегавости и трулежи на карпофорама јестивих гљива. Мицелија *Trichoderma* spp. је густа, у почетку беличасте боје, а након спорулације постаје тамнозелена, по чему је болест добила име. Различите врсте рода *Trichoderma* су идентификоване као агресивни и доминантни проузроковачи зелене плесни јестивих гљива. Проузроковачи зелене плесни

шампињона [*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach] су: *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* Samuels and W. Gams, *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum* Samuels and W. Gams и припадници *Trichoderma harzianum* комплекса врста; буковаче [*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Singer]: *Trichoderma pleuroti* S.H. Yu and M.S. Park, *Trichoderma pleuroticola* S.H. Yu and M.S. Park и припадници *T. harzianum* комплекса врста; и шиитаке [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler]: припадници *T. harzianum* комплекса врста.

Заштита јестивих гљива од зелене плесни обухвата низ превентивних мера и примену фунгицида и биофунгицида, али упркос тим мерама мало је података о успешном сузбијању ове болести. Прохлораз је једини фунгицид који се званично препоручује према Протоколу ЕППО организације за употребу у заштити јестивих гљива у Европи, а недавно је у појединим земљама уведен и метрафенон за сузбијање *Cladobotryum* spp. и *Lecanicillium fungicola* (Preuss) Hassebrauk. У Србији се тренутно у промету за заштиту печурака може наћи једино фунгицид метрафенон, регистрован за друге намене. Због малог броја доступних фунгицида, развоја резистентности и заштите животне средине и нециљних организама, у заштити гајених гљива од болести пажња се све више усмерава на откривање алтернативних мера заштите и примени биофунгицида. Комерцијално су доступни препарати на бази различитих *Bacillus* врста и препарат на бази уља чајног дрвета и азадирактина (компоненте уља ним дрвета).

Циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације био је да се идентификују и окарактеришу врсте рода *Trichoderma* проузроковачи зелене плесни јестивих гљива у Србији и Северној Македонији. Затим, циљ је био да се из одабраног лековитог и ароматичног биља, прикупљеног на подручју Србије, хидродестилацијом екстрахују етарска уља и утврди њихов хемијски састав и антифунгални потенцијал према врстама рода *Trichoderma* пореклом из Србије и земаља региона (Северна Македонија, Хрватска и Мађарска). Циљ је био да се у лабораторијским условима применом разичитих метода испита антифунгално деловање етарских уља, појединачно или у комбинацији. Следећи циљ истраживања у оквиру ове дисертације био је да се одаберу етарска уља са најјачим деловањем *in vitro* и да се испита њихова ефикасност у гајилишту шампињона. Осим тога, циљ је био и да се упоређи ефикасност етарских уља са ефикасношћу фунгицида који се примењују или се могу применити у гајилиштима, да се одреди селективна токсичност фунгицида и најефикаснијег етарског уља, да се испита природа међусобног дејства (синергистичко или антагонистичко), као и да се испита могућност заједничке примене фунгицида и најефикаснијег етарског уља за сузбијање зелене плесни шампињона како би се дао допринос у развоју успешније и еколошки прихватљивије стратегије сузбијања проузроковача зелене плесни јестивих гљива.

3. Основне хипотезе од којих се полазило у истраживању

Основне хипотезе од којих се полазило у оквиру ове докторске дисертације биле су: да болест зелене плесни јестивих гљива - шампињона, буковаче и шиитаке изазивају различите врсте рода *Trichoderma*, да етарска уља лековитог и ароматичног биља са подручја Србије, примењена контактано и/или фумигантно, могу испољити инхибиторни и/или фунгицидни ефекат на врсте рода *Trichoderma*, затим да комбинације одабраних етарских уља лековитог и ароматичног биља могу испољити синергистички, адитивни или антагонистички ефекат антифунгалног деловања према *Trichoderma* spp, као и да етарска уља добијена хидродестилацијом лековитог и ароматичног биља нису токсична за јестиве гљиве. Затим, да врсте рода *Trichoderma*, проузроковачи зелене плесни јестивих гљива могу испољити различиту осетљивост на фунгициде прохлораз и метрафенон, да заједничко дејство фунгицида и етарског

уља може бити синергистичко, адитивно или антагонистичко и да одабрана етарска уља лековитог и ароматичног биља са најјачим антифунгалним дејством примењена у гајилиштима шампињона, појединачно или у комбинацији, могу смањити појаву симптома зелене плесни, као и да ће спроведена испитивања допринети развоју успешније стратегије сузбијања проузроковача зелене плесни јестивих гљива засноване на повећаној употреби биолошких агенаса и смањеној употреби хемијских средстава.

Све наведене хопотезе су научно потврђене. Идентификоване су различите врсте рода *Trichoderma* које изазивају болест зелене плесни у гајилиштима јестивих гљива у Србији и региону, потврђено је фумигантно и контактано деловање са фунгицидним и инхибиторним ефектима одабраних етарских уља лековитог и ароматичног биља из Србије према идентификованим и окарактерисаним врстама *Trichoderma* применом различитих метода, као и синергистички и адитивни ефекат антифунгалног деловања три комбинације етарских уља. Потврђена је осетљивост врста рода *Trichoderma* према два фунгицида – метрафенону и прохлоразу, као и да етарско уље мирођије примењено у гајилишту шампињона у две дозе појединачно и у комбинацији са фунгицидом прохлоразом може смањити појаву симптома болести зелене плесни. Иако је етарско уље мирођије у лабораторијским условима деловало токсично на мицелију шампињона, у гајилишту није забележен негативан утицај на принос и квалитет шампињона, па се може рећи да је и хипотеза да етарска уља нису токсична за јестиве гљиве потврђена. Сви ови резултати и нова сазнања допринеће развоју успешније стратегије сузбијања проузроковача зелене плесни јестивих гљива, засноване на повећаној употреби биолошких агенаса и смањеној употреби хемијских средстава.

4. Кратак опис садржаја дисертације

Увод. У уводном поглављу је указано на значај проучавања проузроковача болести зелене плесни јестивих гљива. Приказани су најзначајнији проузроковачи зелене плесни шампињона, буковаче и шиитакe, економски губици и симптоми које изазивају, као и мере заштите јестивих гљива од болести и значај примене биофунгицида у заштити од проузроковача болести.

Преглед литературе. У овом поглављу, које се састоји од шест потпоглавља, приказани су доступни литературни подаци о истраживању других аутора уско повезаних са предметом проучавања докторске дисертације. У првом потпоглављу **Основне карактеристике јестивих гљива** указано је на значај и производњу јестивих гљива у свету и Србији. Издвојене су и описане најзначајније индустријске врсте – шампињон, буковача и шиитакe. Таксономија, изглед, састав, значај и технологија гајења приказани су за сваку врсту посебно. У другом потпоглављу **Прозуоковачи микоза јестивих гљива** приказане су најзначајније патогене гљиве проузроковачи болести мокре и суве трулежи, као и паучинасте и зелене плесни јестивих гљива: *Mycogone perniciosa* (Magnus) Delacroix, *Lecanicillium (Verticillium) fungicola*, *Cladobotryum* spp. и *Trichoderma* spp. Треће потпоглавље **Под *Trichoderma*** указује на значај овог рода и приказује његове опште одлике, идентификацију и класификацију. Ово потпоглавље обухвата више поднастова у оквиру којих су описане најзначајније врсте рода *Trichoderma* - патогени шампињона (*T. aggressivum* f. *europaeum*, *T. aggressivum* f. *aggressivum* и *Trichoderma harzianum* Rifai односно припадници *T. harzianum* комплекс врста), буковаче (*T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и припадници *T. harzianum* комплекса врста) и шиитакe (припадници *T. harzianum* комплекса врста). Указано је на распрострањеност, економске штете и симптоме које изазивају, а такође је описана и њихова интеракција са наведеним домаћинима. У потпоглављу **Примена етарских уља у биолошкој заштити гајених култура** говори се о употреби, облицима примене и

доступним комерцијалним препаратима на бази етарских уља у биолошкој заштити, са посебно издвојеним поднасловом у оквиру ког је дат преглед досадашњих истраживања и података о употреби етарских уља у заштити јестивих гљива. Потпоглавље **Етарска уља лековитог и ароматичног биља** садржи више подналова у оквиру којих су дате опште карактеристике 11 лековитих и ароматичних биљних врста (питоме нане, дивље нане, мајчине душице, босилка, јеле, бора, тује, клеке, хајдучке траве, кантариона и мирођије), опште карактеристике, заступљеност и локализација етарских уља, затим методе добијања и чувања етарских уља, као и хемијски састав етарских уља. Такође, указано је на значај биолошке активности етарских уља и посебно наглашен значај антифунгалне активности етарских уља и значај међусобне интеракције етарских уља и њихових компоненти. У последњем шестом потпоглављу **Заштита јестивих гљива од проузроковача зелене плесни** наведене су најзначајније мере сузбијања врста рода *Trichoderma* које изазивају болести зелене плесни јестивих гљива.

Циљеви истраживања. Циљеви истраживања у оквиру ове докторске дисертације били су: идентификација и карактеризација врста рода *Trichoderma* проузроковача зелене плесни јестивих гљива у Србији и Северној Македонији; добијање етарских уља из одабраног лековитог и ароматичног биља, пореклом из Србије и одређивање њиховог хемијског састава; испитивање антифунгалног деловања етарских уља, појединачно или у комбинацији применом разичитих метода *in vitro*; утврђивање осетљивости врста рода *Trichoderma* према фунгицидима *in vitro*; одређивање селективне токсичности фунгицида и најефикаснијег етарског уља за јестиве гљиве; испитивање ефикасности и утицаја на принос одабраног етарског уља *in vivo*, као и могућности заједничке примене фунгицида и најефикаснијег етарског уља у гајилишту шампињона у циљу развоја успешније и еколошки прихватљивије стратегије сузбијања проузроковача зелене плесни јестивих гљива.

Материјал и методе. У оквиру овог поглавља наведени су материјали коришћени за рад, као и методе рада кроз осам потпоглавља. У првом потпоглављу наведени су сви изолати врста рода *Trichoderma* коришћени у истраживању (**Порекло изолата коришћених у истраживању**) обухвативши изолате из колекције Института за пестициде и заштиту животне средине (6), изолате из колекције Универзитета у Сегедину (4) и изолате добијене у оквиру ових истраживања применом стандардних миколошких метода за изолацију (12). Затим је у оквиру другог потпоглавља **Провера патогености изолата** детаљно описан поступак провере патогености изолата изолованих у оквиру ових истраживања на карпофорама буковаче и шиитак. Молекуларна идентификација одабраних изолата детаљно је описана у потпоглављу **Молекуларна идентификација изолата**. Кроз више подналова описан је поступак екстракције ДНК коришћењем комерцијалног кита *DNeasy Plant Mini Kit* (Qiagen, Hilden, Germany), амплификација два генска региона (ITS и *tef-1α*) помоћу ланчане реакције полимеразе (PCR), услови реакције, визуелизација реакције, као и секвенцирање PCR производа и филогенетске анализе. У оквиру потпоглавља **Испитивање морфолошких карактеристика добијених изолата** приказане су методе испитивања макроскопских одлика (изглед, облик и боја колоније, пигментација у подлози, спорулација и присуство зонираности, брзина пораста колоније) и микроскопских одлика (облик, боја и величина конидија), док је метода испитивања утицаја различитих температура (17, 20, 22, 25, 30 и 35°C) на пораст колоније одабраних изолата на КДА подлози описана у оквиру потпоглавља **Испитивање еколошких карактеристика изолата**. У потпоглављу **Испитивање вирулентности изолата *Trichoderma* spp.** описан је поступак испитивања и оцене вирулентности *Trichoderma* spp. изолата на карпофорама три јестиве гљиве – буковаче, шиитак и шампињона. Седмо потпоглавље **Испитивање антифунгалног деловања етарских уља и фунгицида према *Trichoderma* spp.** обухвата више

поднаслова. Прво су наведене и описане методе за добијање етарских уља и методе хемијске анализе етарских уља, као и порекло лековитих и ароматичних биљака коришћених за добијање етарских уља. Затим су описане *in vitro* методе за одређивање антифунглног деловања етарских уља према изолатима *Trichoderma* spp. – микродилуциона, макродилуциона контактна (са суспензијом спора и са исечком мицелије) и макродилуциона фумигантна метода (са суспензијом спора и са исечком мицелије), као и *Checkerboard* метода за утврђивање синергистичке активности одабраних комбинација етарских уља према *Trichoderma* spp. Такође, описана је и *in vitro* метода за одређивање токсичности два фунгицида – метрафенона и прохлораза према изолатима *Trichoderma* spp. У огледном гајилишту шампињона описани су *in vivo* тестови за процену ефикасности у сузбијању *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* и ефективности (утицаја на принос шампињона) етарског уља мирођије, биопестицида на бази азадирактина и фунгицида прохлораза, као и тест за утврђивање адитивног, синергистичког или антагонистичког дејства етарског уља мирођије и фунгицида прохлораза. У последњем потпоглављу **Статистичка анализа** приказане су статистичке методе примењене у раду.

Резултати. Резултати истраживања приказани су јасно и прегледно кроз 12 потпоглавља са више поднаслова, уз одговарајућа јасна и концизна текстуална тумачења, табеле, графиконе и слике које илуструју добијене резултате истраживања. У потпоглављу **Симптоми болести, изолација и одабир изолат** дат је опис симптома и знакова присуства болести у гајилиштима буковаче и шиитак, а описани симптоми и знаци присуства патогена су употпуњени оригиналним фотографијама. Од 26 изолата са буковаче из гајилишта у Србији и Северној Македонији, за даља испитивања одабрано је 9 изолата, док је од пет изолата са шиитак из гајилишта у Србији за даља истраживања одабрано три изолата. Резултати успешне провере патогености одабраних изолата и реизолације патогена приказана је и документована оригиналним фотографијама у потпоглављу **Патогеност одабраних изолата**. У потпоглављу **Молекуларна идентификација и филогенетске анализе изолата** приказани су резултати молекуларне идентификације осам врста из рода *Trichoderma* кроз умножавање два генска региона ITS и *tef-1α*, анализу добијених секвенци, њихово међусобно поређење, као и поређење са секвенцама из света депонованих у NCBI GenBank бази података. На основу анализе ITS региона идентификоване су три врсте (*T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и *T. cf. harzianum*). Додатним анализама изолата врста *T. harzianum* комплекса (врсте *T. cf. harzianum* добијене у овим истраживањима и врсте *T. harzianum* из колекције Института за пестициде), на основу генског региона *tef-1α* идентификовано је пет врста рода *Trichoderma* (*Trichoderma afroharzianum* P. Chaverri and F.B. Rocha, *Trichoderma atrobrunneum* F.B. Rocha, P. Chaverri and W. Jaklitsch, *Trichoderma guizhouense* Q.R. Li, E.H.C McKenzie and Yong Wang, *Trichoderma simmonsii* P. Chaverri, F.B. Rocha, Samuels, Degenkolb and W. Jaklitsch и *Trichoderma pholiotae* Z.J. Cao and W.T. Qin). Филогенетским анализама заснованим на *tef-1α* региону јасно су се раздвојиле врсте у оквиру *T. harzianum* комплекса. У потпоглављу **Морфолошке карактеристике изолата *Trichoderma* spp.** приказане су одлике колонија испитиваних изолата и међусобним поређењем врста забележене су минималне разлике у изгледу и боји колонија, пигментацији подлоге, спорулацији и присуству зонираности, што није довољно за јасно разликовање врста. Такође, забележене су и минималне разлике у величини конидија, као и односу дужине и ширине конидија, како између испитиваних врста тако и између изолата једне врсте, што такође није довољно за јасно разликовање врста. Испитивањем брзине пораста колонија на КДА при 22°C забележене су разлике између врста, где је врста *T. pleuroti* имала најбржи пораст (19,27 mm/дан), а врста *T. atrobrunneum* најспорији (12 mm/дан). Утицај различитих температура (17, 20, 22, 25, 30 и 35°C) на брзину пораста колонија изолата *Trichoderma* врста на КДА подлози након 72 h инкубације приказан је у потпоглављу **Еколошке карактеристике изолата**

Trichoderma* spp.** Оптимална температура за раст изолата свих тестираних врста била је између 25 и 30°C. У потпоглављу **Вирулентност изолата *Trichoderma* spp.** приказани су резултати испитивања вирулентности одабраних изолата на шеширима карпофора буковаче и шиитакe, где су вирулентнији били изолати са шиитакe према истоименом домаћину. Провером унакрсне вирулентности изолата врста из *T. harzinaum* комплекса на различитим домаћинима (буковачи, шампињону и шиитакама), сви изолати врста из *T. harzinaum* комплекса са шампињона и шиитакe испољили су слабу вирулентност на шеширима буковаче, док су изолати са буковаче и шампињона, као и буковаче и шиитакe били знатно вирулентнији на шеширима шиитакe, односно шампињона. Резултати квантитативне и квалтитативне анализе хемијског састава 11 лековитих и ароматичних биљних врста из Србије приказани су кроз више поднаслова у потпоглављу **Хемијски састав етарских уља**. Доминантне компоненте у саставима етарских уља биле су: мирођија – карвон, лимонен и α -феландрен; мајчина душица – гераниол, карвакол и тимол; питома нана – ментол и ментон; дивља нана – 1,8-цинеол, линалол и ментил ацетат; босиљак – линалол и метил кавикол, туја – α -пинен и β -3-карен; клека – α -пинен, мирцен и сабинен; јела – p-мента-2,4(8)-диен, трициклен и камфен; бор – α -пинен и β -пинен; хајдучка трава – β -пинен, 1,8-цинеол, β -кариофилен и камфор и кантарион – β -кариофилен, 2-метил октан, (E)- β -фарнесен и α -пинен. У осмом потпоглављу **Антифунгално деловање етарских уља *in vitro су кроз више поднаслова приказани резултати деловања 11 етарских уља према изолатима *Trichoderma* spp. применом различитих метода. Применом контактне микродилуционе методе тестирани су сви изолати, док је применом макродилуционе фумигантне методе тестирано шест одабраних изолата, три агресивне врсте са шампињона и буковаче и три врсте из *T. harzinaum* комплекса са шиитакe, буковаче и шампињона. Прво су приказани резултати контактнoг и фумигантнoг деловања групе уља четири биљакe из фамилије Lamiaceae (мајчине душице, питоме нане, дивље нане и босиљка). Применом контактне микродилуционе методе забележен је инхибиторни ефекат према свим тестираним изолатима *Trichoderma* spp., док је фунгицидни ефекат према свим тестираним изолатима испољило једино етарско уље мајчине душице. Етарска уља дивље и питоме испољила су фунгицидно деловање према свим изолатима *Trichoderma* spp. са буковаче и шиитакe, док је етарско уље босиљка испољило фунгицидно дејство само према мађарским изолатима са буковаче. Применом макродилуционе фумигантне методе, потпуну инхибицију одабраних изолата дејством гасовите фазе испољила су сва четири уља и према клијању спора и према порасту мицелије са исечака колоније. Најбољу инхибицију деловањем гасовите фазе испољило је етарско уље босиљка. Применом фумигантне методе није забележен фунгицидни ефекат наведених уља, а проценти инхибиције пораста мицелије за свако уље појединачно приказани су на оригиналним графиконима. Затим су у оквиру следећих поднаслова представљени резултати деловања етарских уља четири зимзелене (јеле, бора, тује и клеке) и две лековите (хајдучке траве и кантариона) биљке према свим тестираним изолатима *Trichoderma* spp. Набројана уља, осим етарског уља кантариона, испољила су само делимично инхибиторно деловање (само према одређеним изолатима врста *Trichoderma*), док је за етарско уље кантариона забележено стимулативно деловање на пораст мицелије патогених гљива. Фунгицидно деловање применом контактне методе није забележено ни за једно уље. Применом фумигантних метода нису забележене нити минималне фунгицидне нити инхибиторне концентрације. Проценти инхибиције пораста мицелије на тестираним концентрацијама били су знатно нижи од 50% за уља четири зимзелене биљке према свим тестираним врстама, осим према *T. cf. harzianum*. За етарско уље хајдучке траве забележени су проценти инхибиције пораста мицелије већи од 50% и графички су приказани, док су резултати за етарско уље кантариона и применом фумигантне методе потврдили стимулативно дејство према патогеним гљивама. Резултати деловања етарског уља мирођије приказани су посебно кроз више поднаслова, јер је деловање овог уља испитано применом свих пет метода (контактних –

микродилуционе, макроделуционе контактне са суспензијом спора и макроделуционе контактне са исечком мицелије, као и фумигантних – макроделуционе фумигантне са суспензијом спора и макроделуционе фумигантне са исечком мицелије) према свим изолатима врста рода *Trichoderma*. Микродилуционом контактном методом приказани су резултати прелиминарних испитивања контактне деловања овог уља, а применом макроделуционе контактне методе су ти резултати и потврђени. Етарско уље мирођије показало се као уље са најјачим антифунгалним деловањем, јер су забележене минималне фунгицидне и инхибиторне концентрације према свим тестираним изолатима врста *Trichoderma*, као и високи проценти инхибиције приказани на оригиналним графиконима. Такође, резултати процената инхибиције пораста мицелије добијени применом макроделуционе контактне методе искоришћени су за пробит анализу, чиме су одређене и ЕС₅₀ и ЕС₉₀ вредности за ово етарско уље. Применом фумигантне методе са исечцима мицелије нису забележене минималне инхибиторне нити фунгицидне вредности, али су забележени високи проценти инхибиције пораста мицелије при тестираним концентрацијама (просечно у опсегу од 6,69 до 88,68%). Такође, ни применом макроделуционе фумигантне методе са суспензијом спора нису забележене минималне фунгицидне концентрације, али је утврђена потпуна инхибиција пораста одређених изолата и врста. Просечни преоценци инхибиције пораста мицелије били су у опсегу од 19,43 до 95,57%. На крају овог потпоглавља дата је упоредна анализа деловања свих 11 етарских уља, где су истакнути најзначајнији резултати који су употребљени оригиналним фотографијама. У следећем деветом потпоглављу **Антифунгално деловање комбинација етарских уља *in vitro*** приказани су резултати деловања три одабране комбинације етарских уља: мирођија-мајчина душица, мирођија-питома нана и мирођија-дивља нана применом *Checkerboard* методе. Кроз више подналова приказани су резултати деловања за сваку комбинацију посебно према свим изолатима, као и упоредна анализа деловања комбинација. За све три комбинације забележено је међусобно синергистичко или адитивно деловање етарских уља према свим тестираним изолатима и врстама. Комбинација етарских уља мирођије и дивље нане је била најефикаснија, јер је уочен међусобни синергистички ефекат деловања према осам од укупно девет тестираних врста из рода *Trichoderma*. Уопштено, најосетљивије врсте према све три комбинације уља биле су *T. aggressivum* f. *europaeum* и *T. simmonsii*, док је најотпорнија била врста *T. pholiotae*. Резултати *in vitro* токсичности два фунгицида – прохлораза и метрафенона применом макроделуционе методе и пробит анализе, приказани су у оквиру потпоглавља **Осетљивост изолата *Trichoderma* spp. према фунгицидима**. Сви тестирани изолати *Trichoderma* spp. показали су високу осетљивост према оба фунгицида. Одређена је и селективна токсичност кроз индексе селективности за фунгициде прохлораз и метрафенон, као и етарско уље мирођије на основу токсичности ових једињења за патогене гљиве (*Trichoderma* spp.) са једне и јестиве гљиве (домаћине) са друге стране у оквиру потпоглавља **Селективна токсичност антифунгалних једињења за јестиве гљиве**. Најбољу селективност за буковачу и шиитак показује прохлораз, док је метрафенон био бољи за шампињон. У последњем потпоглављу ***In vivo* деловање антифунгалних једињења у огледном гајишту шампињона** приказани су резултати ефикасности и ефективности (утицаја на принос шампињона) етарског уља мирођије, биопестицида на бази азадирактина и фунгицида прохлораза према *T. aggressivum* f. *europaeum* на основу процене интензитета појаве обољења (симптома болести) на карпофорама шампињона. Највећа ефикасност постигнута је применом фунгицида прохлораза и биопестицида на бази азадирактина у стандардним дозама примене. Етарско уље мирођије у дози примене од 2% испољило је статистички значајно већу ефикасност у поређењу са етарским уљем мирођије примењеним у дози од 1%. Сва тестирана антифунгална једињења у огледном гајишту су деловала позитивно на принос шампињона. Испитивањем природе међусобног дејства уља мирођије и фунгицида прохлораза забележен је адитивни ефекат код ефикасности у сузбијању

патогена и синергистички у утицају на принос. Резултати *in vivo* испитивања употпуњени су оригиналним фотографијама и графиконима.

Дискусија. Добијени резултати дискутовани су у оквиру седам потпоглавља. У оквиру првог потпоглавља *Trichoderma spp.* – **проузроковачи зелене плесни јестивих гљива** истакнути су најзначајнији резултати молекуларних, морфолошких и еколошких карактеристика, који су били у сагласности са резултатима бројних других истраживања. Указано је на разлике у симптомима болести зелене плесни у гајилишту шиитаке и гајилишту буковаче, а дат је и увид у присутне врсте проузроковача зелене плесни у гајилиштима јестивих гљива у Србији и региону. Затим су у оквиру другог потпоглавља **Вирулентност изоата *Trichoderma spp.*** продискутовани резултати вирулентности на карпофорама буковаче и шиитаке, као и унакрсне вирулентности врста из *T. harzinaum* комплекса на карпофорама различитих домаћина (шампињона, буковаче и шиитаке). Истакнуто је да су изолати били вирулентнији према карпофорама шампињона и шиитаке, што се може приписати томе да се симптоми зелене плесни веома ретко јављају на карпофорама буковаче. Такође, сагласно другим истраживањима изведен је закључак да су врсте из *T. harzinaum* комплекса биле вирулентније од агресивних форми, које своју агресивност испољавају као компетитори колонизујући супстрат за гајење печурака. Резултати хемијске анализе етарских уља продискутовани су у оквиру потпоглавља **Квантитативни и квалитативни састав етарских уља лековитог и ароматичног биља.** Приноси, број компоненти у удео компоненти сваког уља појединачно упоређени су са доступним литературним подацима из Србије и света. Углавном су забележени резултати који су били у сагласности са резултатима других аутора, са мањим или већим квантитативним одступањима. За поједина уља квалитативни резултати нису били у сагласности са резултатима добијеним у другим истраживањима, што се може приписати утицају геоклиматских фактора. Геоклиматски фактори су од великог значаја када је у питању варијабилност хемијског састава етарских уља, како квантитативног тако и квалитативног, што је такође потврђено у бројним истраживањима. Резултати антифунгалног деловања 11 етарских уља *in vitro*, укључујући и антифунгално деловање три комбинације етарских уља продискутовани су са доступним литературним подацима у оквиру потпоглавља **Антифунгално деловање етарских уља према *Trichoderma spp.* *in vitro*.** Највећи број истраживања са којима су поређени резултати из дисертације односио се на испитивања етарских уља биљака из фамилије Lamiaceae и углавном су били у сагласности са резултатима овог истраживања. Такође, потврђено је и антифунгално деловање осталих уља из истраживања према различитим фитопатогеним врстама, али и другим микопатогеним врстама. У сагласности са другим истраживањима су били и резултати деловања комбинација етарских уља, где је у свим наведеним публикацијама истакнуто да је дејство комбинација уља било значајно боље него активност појединачних уља према патогенима. У оквиру потпоглавља **Антифунгално деловање етарских уља према *Trichoderma spp.* *in vivo*** дискутовано је о резултатима деловања етарског уља мирођије *in vivo*, али и других етарских уља примењених у огледном гајилишту шампињона. У доступним литературним подацима наводи се висок фунгицидни потенцијал етарског уља мирођије према одређеним земљишним патогенима, што је у сагласности са резултатима овог истраживања, где је потврђено значајна ефикасност овог уља у гајилишту шампињона према *T. aggressivum* f. *europaeum*. У оквиру овог потпоглавља дискутовано је и о резултатима испитивања интеракције етарског уља мирођије и фунгицида прохлораза одређивањем природе међусобног дејства у истовременој примени, где је добијено појачавајуће дејство – синергистички ефекат. Насупрот овим резултатима, други аутори су у испитивањима интеракције неких других антифунгалних једињења утврдили антагонистички ефекат. У оквиру шестог потпоглавља **Осетљивост изоата *Trichoderma spp.* према фунгицидима** дискутовано је о резултатима токсичности два фунгицида, прохлораза и

метрафенона, према врстама рода *Trichoderma*. За оба фунгицида забележена је висока токсичност, где је прохлораз био токсичнији од метрафенона, што је потврђено и у радовима других аутора. На крају, у оквиру седмог потпоглавља **Селективна токсичност антифунгалних једињења за јестиве гљиве** приказани су резултати селективности фунгицида прохлораз, метрафенона и етарског уља мирођије за шампињон, буковачу и шиитаке, и упоређени са резултатима истраживања других аутора. Доступни литературни подаци указују да већу селективност у поређењу са етарским уљима испољавају фунгициди, што је у сагласности са резултатима ових истраживања, али такође има и радова где се етарска уља наводе као селективнија једињења. Иако је у овом раду селективност етарског уља мирођије била ниска у *in vitro* тестовима, негативан утицај на принос и квалитет шампињона у огледном гајилишту (*in vivo*) није забележен.

Закључак. Закључци су правилно изведени и произилазе из добијених резултата. Прво су на основу молекуларних, морфолошких и еколошких карактеристика идентификовани проузроковачи болести зелене плесни буковаче и шиитаке у Србији и Северној Македонији: *T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и *T. cf. harzianum* (*T. harzianum* комплекс врста). Након тога су додатним молекуларним анализама идентификоване следеће врсте у оквиру *T. harzianum* комплекса у Србији: *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. guizhouense*, *T. simmonsii*, *T. cf. harzianum* и *T. pholiotae*. Врсте *T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и *T. cf. harzianum* представљају прве налазе у Србији и Северној Македонији на буковачи, док врсте *T. atrobrunneum* и *T. pholiotae* представљају прве налазе у Србији односно Европи на шампињону. Затим је испитивањем вирулентности на карпофорама шиитаке и буковаче утврђено да су изолати шиитаке били вирулентнији, а испитивањем унакрсне вирулентности да је буковача била најотпорнија као домаћин. Испитивањем еколошких особина закључено је да су оптималне температуре за раст свих изолата *Trichoderma* spp. биле између 25 и 30°C. Праћењем брзине пораста колонија на КДА при 22°C забележен је најбржи пораст за врсту *T. pleuroti* (19,27 mm/дан), а најспорији за врсту *T. atrobrunneum* (12 mm/дан). Просечне димензије конидија изолата врста из *T. harzianum* комплекса са шиитаке биле су (2,1)-3,0-(3,6) × (1,9)- 2,7-(4,1) μm, док су за врсте са буковаче биле (2,4)-3,2-(4,4) × (2,1)- 2,9-(4,5) μm. Димензије врста рода *Trichoderma* пореклом са буковаче биле су сличне, за изолате *T. pleuroti* (1,8)-2,7-(5,4) × (1,7)-2,6-(5,1) μm, а за изолате *T. pleuroticola* (1,8)-3,0-(5,4) × (1,7)- 2,9-(5,4) μm. Анализом хемијског састава 11 етарских уља лековитог и ароматичног биља из Србије, утврђене су следеће доминантне компоненте: карвон, лимонен и α-феландрен за етарско уље мирођије; гераниол, карвакол и тимол за етарско уље мајчине душице; ментол и ментон за етарско уље питоме нане; 1,8-цинеол, линалол и ментил ацетат за етарско уље дивље нане; линалол и метил кавикол за етарско уље босиљка; α-пинен и β-3-карен за етарско уље тује; α-пинен, мирцен и сабинен за етарско уље клеке; р-мента-2,4(8)-диен, трициклен и камфен за етарско уље јеле; α-пинен и β-пинен за етарско уље бора; β-пинен, 1,8-цинеол, β-кариофилен и камфор за етарско уље хајдучке траве и β-кариофилен, 2-метил октан, (Е)-β-фарнесен и α-пинен за етарско уље кантариона. Антифунгално деловање етарских уља према изолатима врста рода *Trichoderma* (*T. aggressivum* f. *europaeum*, *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. guizhouense*, *T. pholiotae*, *T. simmonsii*, *T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и *T. cf. harzianum*) потврђено је применом различитих метода. Применом контактне микродилуционе методе, фунгицидно деловање према свим тестираним изолатима испољила су етарска уља мирођије и мајчине душице, док су етарска уља дивље и питоме нане фунгицидно деловала само према врстама изолованим из гајилишта буковаче и шиитаке (*T. afroharzianum*, *T. guizhouense*, *T. simmonsii*, *T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и *T. cf. harzianum*). Најбоље контактано инхибиторно деловање испољило је етарско уље мирођије, затим следе уља мајчине душице, дивље нане, питоме нане и босиљка. Етарска уља хајдучке траве, бора, јеле клеке и тује

испољила су делимично (само према одређеним изолатима и врстама) контактено инхибиторно деловање, док је за етарско уље кантариона забележено стимулативно деловање. Применом контактне макродилуционе методе потврђени су резултати након примене макродилуционе методе за етарско уље мирођије, а такође је пробит анализом утврђен висок ниво осетљивости *Trichoderma* spp. изолата према овом уљу ($EC_{50} = 0,96 - 3,44 \mu g/ml$). Применом макродилуционе фумигантне методе утврђено је деловање гасовите фазе етарских уља према одабраним изолатима и врстама (*T. aggressivum* f. *europaeum*, *T. atrobrunneum*, *T. guizhouense*, *T. pleuroti*, *T. pleuroticola* и *T. cf. harzianum*), док је деловање етарског уља мирођије утврђено према свим изолатима *Trichoderma* spp. Најјачу активност гасовите фазе са потпуном инхибицијом клијања спора и пораста мицелије испољила су етарска уља босилка, мајчине душице, дивље нане, питоме нане, као и етарско мирођије. Испитивањем деловања три комбинације етарских уља, комбинација мирођија-дивља нана показала је најјачу антифунгалну активност, јер је за осам од девет тестираних врста забележен синергистички ефекат деловања. Испитивањем осетљивости *Trichoderma* spp. изолата према фунгицидима метрафенону и прохлоразу, утврђена је висока осетљивост према оба фунгицида. Најбољу селективност за буковачу и шиитак показује фунгицид прохлораз, а за шампињон фунгицид метрафенон. Селективност етарског уља мирођије није била задовољавајућа у лабораторијским испитивањима, док применом овог уља у гајилишту шампињона није забележен негативан утицај на принос шампињона. Највећу ефикасност у сузбијању *T. aggressivum* f. *europaeum* у огледном гајилишту шампињона постигнута је применом фунгицида прохлораза и биопестицида азадирактина у стандардним дозама примене (~75%), док је етарско уље мирођије испољило задовољавајућу ефикасност у обе дозе примене (~70% у дози примене од 2% и ~60% у дози примене од 1%). Сва три тестирана једињења у гајилишту деловала су позитивно на принос шампињона. Испитивањем природе међусобног деловања уља мирођије и фунгицида прохлораза, утврђен је њихов адитивни ефекат у сузбијању *T. aggressivum* f. *europaeum* и синергистички у утицају на принос шампињона. На основу свих добијених резултата, етарско уље мирођије може се препоручити за формулисање препарата који би се користио као део успешне и еколошке оправдане стратегије сузбијања проузроковача зелене плесни јестивих гљива, док се етарска уља мајчине душице, дивље нане, питоме нане и босилка препоручију за даља *in vivo* испитивања како би се могла користити као додаци комерцијалним препаратима или главне компоненте нових формулација.

Литература. У дисертацији је наведено 356 извора литературе. Референце су цитиране на правилан начин, а избор референци је актуелан и одговара проучаваној проблематици.

Прилози. У оквиру пет прилога приказани су допунски материјали који су од значаја за боље разумевање овог рада: подаци о изолатима коришћеним у филогенетским анализама (Прилог 1), табеле са приносима и компонентама свих етарских уља (Прилог 2), графикон са приказом процената инхибиције пораста мицелије *T. cf. harzianum* за етарска уља тује, јеле, бора и клеке применом макродилуционе фумигантне методе (Прилог 3), оригиналне фотографије резултата примене макродилуционе методе (Прилог 4) и графички приказ резултата очекиваних и уочених вредности утицаја на принос и ефикасности у сузбијању патогена у испитивању интеракције етарског уља мирођије и фунгицида прохлораза (Прилог 5).

5. Остварени резултати и научни допринос дисертације

Резултати истраживања ове дисертације дају увид у врсте рода *Trichoderma* патогене шампињона, буковаче и шиитак у Србији и буковаче у Северној Македонији, а научни допринос огледа се у њиховој идентификацији и карактеризацији на основу морфолошких, молекуларних и патогених одлика. Као резултат ове докторске дисертације утврђен је

антифунгални потенцијал етарских уља дивље нане (*Mentha spicata* L.), питоме нане (*Mentha piperita* L.), мајчине душице (*Thymus serpyllum* L.), босиљка (*Ocimum basilicum* L.), кантариона (*Hypericum perforatum* L.), хајдучке траве (*Achillea millefolium* L.), тује (*Thuja* sp. L.), јеле (*Abies alba* Mill.), бора (*Pinus silvestris* L.) и клеке (*Juniperus comunis* L.), прикупљених са подручја Србије, према врстама рода *Trichoderma* spp. применом различитих метода, као и њихов хемијски састав. Утврђена је осетљивост врста рода *Trichoderma* са шампињона, буковаче и шиитаке из Србије и са буковаче из региона (Северне Македоније, Хрватске и Мађарске) према испитиваним етарским уљима, као и фунгицидима у условима *in vitro* и *in vivo* и потврђено да је примена испитиваних етарских уља могућа и оправдана у сузбијању врста рода *Trichoderma*, проузроковача зелене плесни јестивих гљива.

Поред доприноса у идентификацији и карактеризацији патогених врста рода *Trichoderma* и сагледавању антифунгалног потенцијала етарских уља 11 врста лековитог и ароматичног биља из Србије *in vitro* који ће бити основа за даља *in vivo* испитивања, резултати ове дисертације имају и практични значај, јер је у огледном гајилишту шампињона процењена висока ефикасност етарског уља мирођије у сузбијању проузроковача зелене плесни шампињона у контролисаним условима, што доприноси унапређењу ове производње, засноване на већој употреби биолошких агенаса и смањеној употреби хемијских средстава.

6. Објављени и саопштени резултати

Luković, J., Milijašević-Marčić, S., Hatvani, L., Kredics, L., Szűcs, A., Vágvolgyi, C., Duduk, N., Vico, I., Potočnik, I. (2021): Sensitivity of *Trichoderma* strains from edible mushrooms to the fungicides prochloraz and metrafenone. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food, Contaminants and Agricultural Wastes*, 56(1): 54-63. <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1838821>

Луковић, Ј., Јовановић, М., Милијашевић-Марчић, С., Вицо, И., Дудук, Н., Ђуровић-Пејчев, Р., Поточник, И. (2022): Антифунгално деловање етарских уља дивље и питоме нане на *Trichoderma guizhouense* Q.R. Li, McKenzie & Yong Wang bis, проузроковача зелене плесни шиитаке. Зборник резимеа XVII Саветовања о заштити биља, 28.11-1.12.2022., Златибор, Србија, стр. 68.

Луковић, Ј., Драјић, Т., Милијашевић-Марчић, С., Вицо, И., Дудук, Н., Ђуровић-Пејчев, Р., Поточник, И. (2022): Антифунгално деловање етарских уља дивље и питоме нане на *Trichoderma pleuroti* S.H. Yu & M.S. Park и *Trichoderma pleurotica* S.H. Yu & M.S. Park, проузроковача зелене плесни буковаче. Зборник резимеа XVII Саветовања о заштити биља, 28.11-1.12.2022., Златибор, Србија, стр. 69.

7. Закључак и предлог комисије

Докторска дисертација Јелене М. Луковић, мастер инжењера пољопривреде, под насловом: „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива” представља оригинални научни рад, свестрано и савремено урађену студију из области фитопатологије, а спроведена истраживања су у сагласности са планом који је прихваћен при пријави теме докторске дисертације. Кандидаткиња је успешно обавила експериментални део истраживања примењујући и савладавши адекватне и савремене методе, а добијени резултати, уз осврт на обимну и значајну литературу, потврђују хипотезе од којих се полазило у истраживању. У закључку се предлаже

стратегија примене етарског уља мирођије у заштити шампињона од болести зелене плесни и дају смернице за будућа истраживања. Дисертација је написана прегледно и јасним језиком, технички је добро организована и уређена, изражавајући спој кандидаткињих знања и умећа.

Имајући у виду све изнето, а нарочито остварене резултате и њихов оригиналан научни и практични значај и допринос познавању проузроковача болести зелене плесни шампињона, буковаче и шиитаке и њиховог сузбијања, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидата Јелене М. Луковић под насловом „**Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива**” и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, да ову позитивну оцену усвоји и тиме омогући кандидаткињи да јавно брани докторску дисертацију.

Београд-Земун

Дана 28.09.2023. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Наташа Дудук, редовни професор
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет
(ужа научна област Фитопатологија)

др Рада Ђуровић-Пејчев, научни саветник
Институт за пестициде и заштиту животне средине Београд-Земун
(ужа научна дисциплина Хемија пестицида)

др Емил Рекановић, научни саветник
Институт за пестициде и заштиту животне средине Београд-Земун
(ужа научна дисциплина Фитофармација)

др Александра Булајић, редовни професор
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет
(ужа научна област Фитопатологија)

др Милан Стевић, редовни професор
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет
(ужа научна област Пестициди)

Предмет: Изјава о оригиналности докторске дисертације „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива”, аутора Јелене Луковић

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и Извештаја из програма *iThenticate* којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Антифунгално деловање етарских уља лековитог и ароматичног биља на врсте рода *Trichoderma* – патогене јестивих гљива”, аутора Јелене Луковић, дана 31.08.2023. године, константујемо да утврђена количина подударања текста износи 13%. Овај степен подударности последица је личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, цитата, као и претходно публикованих резултата истраживања докторанда, који су проистекли из њене дисертације, што је у складу са чланом 9. овог Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8., став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 28.09.2023. године

Ментори:

др Ивана Вицо, редовни професор
Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет

др Ивана Поточник, научни саветник
Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд-Земун