

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ  
кандидата Вање Влајков, маг.инж.технологије

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
1. Датум и орган који је именовео комисију: <b>03.09.2021. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад</b>
2. Састав комисије у складу са Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду: <ul style="list-style-type: none"><li>• Председник: <b>др Јелена Додић, редовни професор</b>, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Биотехнологија, 15.10.2017.</li><li>• Члан: <b>др Јована Граховац, ванредни професор</b>, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Биотехнологија, 1.10.2017.</li><li>• Члан: <b>др Снежана Вучетић, доцент</b>, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Инжењерство материјала, 1.10.2018.</li><li>• Члан: <b>др Мила Граховац, ванредни професор</b>, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, Фитопатологија, 26.12.2019.</li><li>• Члан: <b>др Драган Милић, ванредни професор</b>, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, Рачунарство и економика пољопривредних газдинстава, 24.09.2020.</li></ul>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Вања, Радослав, Влајков</b>
2. Датум рођења, општина, држава: <b>24.02.1992. Нови Сад, Република Србија</b>
3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: <b>Технолошки факултет Нови Сад, Биотехнологија, мастер инжењер технологије</b>
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2016. година, Биотехнологија</b>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<b>Развој технологије производње агенаса биолошке контроле токсигених изолата рода <i>Aspergillus</i></b>
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b> Навести кратак садржај са знаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.
Докторска дисертација је написана на српском језику, латиничким писмом, на 251 страни А4 формата, са 57 слика, 59 табела и 379 литературних навода. Садржај дисертације подељен је у 8 поглавља на следећи начин: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Увод (стр. 2–3)</li><li>2. Циљеви истраживања (стр. 5–6)</li><li>3. Преглед литературе (стр. 8–40, 5 слика, 6 табела)</li><li>4. Материјал и методе (стр. 42–71, 1 слика, 11 табела)</li><li>5. Резултати и дискусија (стр. 73–176, 39 слика, 37 табела)</li><li>6. Закључци (стр. 178–181)</li><li>7. Литература (стр. 183–215)</li><li>8. Прилози (стр. 217–244, 12 слика, 5 табела)</li></ol> Дисертацију чине и садржај, спискови слика, табела и скраћеница, кључна документацијска информација са сажетком на српском и енглеском језику, као и план третмана података.

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У *Уводу* докторске дисертације истакнута је актуелност и значај тематике која је предмет спроведеног истраживања. Сагледавањем водећих изазова пољопривредне производње и тренутних аспеката примене хемијских средстава за заштиту биља, указано је на потребу за дефинисањем решења које ће обезбедити контролу и превенцију биљних болести на еколошки прихватљив начин. Наведене су чињенице које говоре о потенцијалу биолошке контроле као алтернативне мере у сузбијању фитопатогених врста, и значај доприноса научно-истраживачке делатности на том пољу. Анализом последица контаминације усева афлатоксигеним плеснима, истакнута је потреба за проналаском ефикасног решења у погледу предузимања превентивних мера које ће минимизовати могућност развоја оваквог сценарија. У складу с изнетим ставовима о прогнозама које упућују на појаву контаминације и уласка афлатоксина у ланац исхране на територији Републике Србије, објашњен је значај изучавања агенаса биолошке контроле, са посебним освртом на представнике рода *Bacillus*. Недвосмислено је указано на значај развоја скалабилног биопроцесног решења за производњу агенаса биолошке контроле. Дефинисањем комплетног тока развоја технологије с акцентом на део истраживања који се тиче оптимизације медијума и процесних услова на нивоу лабораторијског биореактора, истакнут је допринос докторске дисертације и могућност имплементације научних сазнања изван академских оквира, у условима индустријске производње.

У поглављу *Циљеви истраживања*, на јасан и недвосмислен начин формулисан је основни циљ истраживања спроведеног у оквиру ове докторске дисертације, као и специфични циљеви истраживања неопходни за његову реализацију.

Научно доказане чињенице и подаци доступни у стручној литератури из области истраживања, обрађени су у оквиру поглавља *Преглед литературе*. Подаци су систематизовани у четири целине, при чему је сваким дефинисаним потпоглављем обухваћена засебна тематика. У оквиру прве целине под називом *Aspergillus flavus* као фитопатогена гљива, обрађен је економски утицај кукуруза као усева од стратешког значаја за државну економију, а који је истовремено култура високо подложна контаминацији афлатоксигеним плеснима. Такође, разматран је утицај климатских промена на развој афлатоксигених плесни и изнете опште карактеристике врсте *Aspergillus flavus*. У посебном потпоглављу, *Aspergillus flavus* као продуцер афлатоксина, дефинисан је потенцијал врсте за продукцију афлатоксина, ослањајући се на генетску основу и еколошке услове који фаворизују њихову синтезу. У оквиру истог потпоглавља обрађене су основне карактеристике афлатоксина, као и прописи који регулишу контролу њиховог присуства у храни за људе и животиње, на локалном и глобалном нивоу. У наредној целини сагледани су *Општи аспекти биолошке контроле* с освртом на тренутно, и предикција стања светског тржишта биопестицида. Такође, детаљно је обрађена тематика која се тиче микробиолошких биопестицида који се налазе у фокусу истраживања ове докторске дисертације. У последњем потпоглављу, *Развој технологије производње микробиолошких биопестицида*, разјашњени су кључни кораци дефинисања биопроцесног решења који обухватају одабир одговарајућег биокатализатора, оптимизацију услова производње микробиолошких биопестицида, њихову формулацију и производњу на индустријском нивоу, са посебном пажњом усмереном ка представницима рода *Bacillus* као производним микроорганизмима.

Поглавље *Материјал и методе*, сачињава 14 целина. У оквиру прве целине изнети су подаци о техникама изолације и идентификације припадника *Aspergillus flavus*, као тест микроорганизма. Наредно потпоглавље подразумева дефинисање поступка изолације ДНК и извођења молекуларне технике за процену генетског потенцијала изолата *Aspergillus flavus* за продукцију афлатоксина. У трећој целини дефинисан је начин извођења вештачке инокулације узорака. Четвртим потпоглављем дат је преглед примењених изолата *Aspergillus flavus* кроз фазе истраживања. У наредној целини дефинисан је потупак изолације потенцијалних производних микроорганизма *Bacillus* spp, док је у шестом потпоглављу дат преглед примењених изолата *Bacillus* spp. кроз фазе истраживања. Следећа целина дефинише начин извођења изолације геномске ДНК и молекуларних анализа *Bacillus* spp. које укључују детекцију гена за продукцију липопептидних једињења и филогенетску карактеризацију изолата. У осмом потпоглављу прецизирани су услови чувања и освежавања производних и тест микроорганизма. У деветом потпоглављу дате су формулације хранљивих подлога и култивационих медијума који су употребљени у различитим фазама истраживања као и начини њихове припреме. У наредном потпоглављу дефинисан је начин припреме инокулума и инокулација. Следећим потпоглављем дат је преглед процесних услова и

начин извођења култивације кроз различите фазе истраживања. У дванаестом потпоглављу дефинисан је експериментални поступак имобилизације ћелија производног микроорганизма на честице чврстог носача и услови снимања узорака применом скенирајуће електронске микроскопије. У претпоследњем потпоглављу наведени су аналитички поступци за одређивање садржаја афлатоксина, концентрације ћелија производног микроорганизма, резидуалних концентрација нутријената и идентификацију липопетидних једињења. Таксативно су наведене и ваљано цитиране све стандардне методе као и оне које се широко користе у научно-истраживачком раду. Примењене методе статистичке обраде података кроз различите фазе истраживања дате су у последњем потпоглављу. Наведене су примењене методе математичког моделовања и оптимизације, начин извођења анализе резултата анкете и испитивања стања домаћег тржишта биопестицида, уз прецизирање употребљених софтверских пакета.

**Резултати и дискусија** су поглавље у оквиру ког су сумирани експериментални резултати из појединачних фаза истраживања, као и резултати статистичке обраде података. Прво потпоглавље *Изолација, идентификација и процена потенцијала Aspergillus flavus за продукцију афлатоксина* обухвата резултате анализе садржаја афлатоксина у узорцима кукуруза узгајаног на различитим локалитетима у Републици Србији, изолације и идентификације фитопатогених изолата, дефинисање генетског потенцијала новоизолованих сојева за продукцију афлатоксина и потврду експресије гена одговорних за биосинтезу извођењем вештачке инокулације. Другим потпоглављем, *Потенцијал антагонистичког деловања Bacillus spp. против Aspergillus flavus*, обухваћена је изолација и скрининг новоизолованих сојева у погледу антагонистичке активности према представницима врсте *Aspergillus flavus*, као и дефинисање генетског потенцијала сојева за продукцију липопептидних једињења са антимикробним деловањем. У трећем потпоглављу, *Одабир оптималних извора основних компоненти хранљивог медијума*, поређен је утицај неколико извора угљеника и азота као компоненти хранљиве подлоге за производњу агенаса биолошке контроле. Након статистичке обраде експерименталних података, као оптимални извори основних нутријената који улазе у састав култивационог медијума одабрани су целулоза и уреа. Резултати наредне експерименталне фазе која је подразумевала генетску анализу одабраног производног микроорганизма сумирани су у потпоглављу *Одабир и филогенетска анализа 16S рРНК секвенце производног изолата Bacillus sp.* У петом потпоглављу *Моделовање и оптимизација састава хранљивог медијума* добијени експериментални подаци подвргнути су вишеструкој статистичкој анализи. Извршено је поређење генерисаних модела који описују утицај иницијалних концентрација нутријената на посматрани одзив, а потом је изведена оптимизација у складу са задатим циљевима. У следећом потпоглављу, *Анализа тока биопроцеса у лабораторијском биореактору*, продискутовани су резултати експеримената изведених при различитим условима процесних параметара производње агенаса биолошке контроле на нивоу лабораторијског биореактора укупне запремине 16 л. У оквиру седмог потпоглавља, *Оптимизација процесних параметара*, статистичком обрадом података дефинисани су оптимални услови производње агенаса биолошке контроле, у погледу интензитета аерације, брзине мешања и дужине трајања култивације. У осмом потпоглављу обрађена је *Идентификација антимикробних компоненти добијених извођењем биопроцеса у лабораторијском биореактору*. У наредном потпоглављу, *Формулација препарата за биолошку контролу*, анализирани су резултати испитивања могућности имобилизације ћелија производног микроорганизма на честице чврстог носача. У последњем потпоглављу извршена је *Анализа стања тржишта (био)пестицида у Републици Србији* и дискутовани резултати спроведене анкете о ставовима пољопривредних произвођача о употреби (био)пестицида. Резултати су систематизовани и адекватно приказани (табеларни приказ, графички приказ, слика). Дискусија резултата је концизна и аргументована, уз критичко тумачење и осврт на публиковане резултате других аутора.

У складу са дефинисаним општим и специфичним циљевима докторске дисертације, у поглављу **Закључци**, систематизована су закључна разматрања изведена из резултата и њихове дискусије.

Поглавље **Литература** садржи 379 литературних навода, који су прегледно систематизовани и правилно цитирани. Изабране референце су актуелне и примерене проучаваној тематици.

Поред наведених поглавља, дисертацију чине и **Садржај, Списак ознака, симбола и скраћеница, Списак табела и Списак слика** који претходе основном тексту и посебно су пагинирани, као и **Кључна документацијска информација са сажетком на српском и енглеском језику**. На крају докторске дисертације налази се **План третмана података**.

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

**M21**

1. Vanja Vlajkov, Mila Grahovac, Dragana Budakov, Marta Loc, Ivana Pajčin, Dragan Milić, Tihomir Novaković, Jovana Grahovac: Distribution, Genetic Diversity and Biocontrol of Aflatoxigenic *Aspergillus flavus* in Serbian Maize Fields.

Рад је прихваћен под бројем toxins-1296525 04. августа 2021. за објављивање у специјалном издању часописа Toxins (ISSN 2072-6651) - "Occurrence and Integrated Management of Mycotoxins".

**M34**

2. Vanja Vlajkov, Ivana Pajčin, Mila Grahovac, Marta Loc, Dragana Budakov, Jovana Grahovac, The Potential of Rhizospheric Bacteria for Mycotoxigenic Fungi Suppression, Soil Microorganisms, New York, United States (online worldwide) , 28-29. January 2022.

Рад је прихваћен за објављивање.

3. Vanja Vlajkov, Ivana Pajčin, Mila Grahovac, Marta Loc, Dragana Budakov, Jovana Grahovac: Genetic Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* for the Production of Bioactive Compounds Effective in *Aspergillus flavus* Suppression, World Microbe Forum, online worldwide, 20-24. June 2021. <https://wmf2021-asm.ipostersessions.com/default.aspx?s=F5-4D-89-BB-4C-7D-52-F4-F4-05-5B-82-D8-3E-23-8A>.

4. Mila Grahovac, Dragana Budakov, Marta Loc, Jovana Grahovac, Vanja Vlajkov, Dragan Milić, Tihomir Novaković: Aflatoxin Corn Contamination in Serbia and Aflatoxigenic Potential of *Aspergillus flavus* Strains, World Microbe Forum, online worldwide, 20-24. June 2021.

<https://wmf2021-asm.ipostersessions.com/Default.aspx?s=34-64-36-B6-00-E3-B6-C0-B2-93-70-09-B6-27-37-08&pdfprint=true&guestview=true>.

5. Dragan Milić, Tihomir Novaković, Grahovac Mila, Dragana Budakov, Jovana Grahovac, Vanja Vlajkov: Analysis of pesticide imports in the Republic of Serbia, X International Symposium on Agricultural Sciences AgroReS 2021 – Book of Abstracts, p. 120, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 27-29. May 2021.

[https://agrores.net/wp-content/uploads/2021/05/AgroReS\\_2021\\_Book\\_of\\_Abstracts-3.pdf](https://agrores.net/wp-content/uploads/2021/05/AgroReS_2021_Book_of_Abstracts-3.pdf)

**M64**

6. Vanja Vlajkov, Ivana Pajčin, Mila Grahovac, Marta Loc, Dragana Budakov, Dragan Milić, Jovana Grahovac: Antagonistički potencijal različitih sojeva roda *Bacillus* iz rizosfere povrtarskih biljaka u suzbijanju *Aspergillus* spp., XVI savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, Srbija, 22-25. februar, 2021.

**VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:**

Основни циљ истраживања из оквира ове докторске дисертације био је развој технологије производње агенаса биолошке контроле токсигених изолата рода *Aspergillus*. Како би се сагледала могућност решавања конкретне и актуелне проблеме токсигене популације рода *Aspergillus* присутних на територији Републике Србије, ефикасност биоконтролних агенаса проверавана је тестирањем њихове активности против изолата гљива узоркованих са кукуруза узгајаног на локалном подручју. Одабир потентног биокатализатора као носиоца биопроцеса подразумевао је неколико корака који су се темељили на испитивању генетског потенцијала новоизолованих сојева *Bacillus* spp. за продукцију антимикуробних компоненти и антагонистичке активности према изолатима врсте *Aspergillus flavus*. Даљи кораци развоја биопроцесног решења обухватили су дефинисање квалитативног и квантитативног састава медијума за продукцију биоконтролних агенаса припеченом одабраног производног микроорганизма. У наредној фази истраживања производња агенаса биолошке контроле скалирана је до нивоа лабораторијског биореактора како би се извршила оптимизација кључних процесних параметара и дефинисало идејно решење применљиво и на вишим производним скалама. Дизајн биопроцесног решења заокружен је испитивањем могућности формулације крајњег производа применом честица биокompatibilног чврстог носача. Последњи корак истраживања у оквиру ове докторске дисертације био је усмерен на сагледавање стања локалног тржишта и испитивање ставова пољопривредних произвођача о примени (био)пестицида у Републици Србији.

Реализацијом наведених специфичних циљева истраживања у оквиру ове докторске дисертације, дефинисани су следећи специфични закључци:

- Анализом распрострањености афлатоксигених гљива на пољима кукуруза у Републици Србији и

идентификацијом изолата издвојених из зрна кукуруза узгајаног током 2019. и 2020. производне године, изведен је закључак о високом нивоу дистрибуције сојева који припадају врсти *Aspergillus flavus* на различитим локалитетима широм земље. Генетска предиспозиција испитана применом молекуларне технике која подразумева мониторинг делеција у оквиру кластера гена за биосинтезу афлатоксина и потом испитана експресија гена у условима који фаворизују развој гљива и синтезу микотоксина, довели су до закључка о високом потенцијалу појединих изолованих представника *Aspergillus flavus* за продукцију афлатоксина, који су одабрани као тест организми за даља истраживања. Такође, потврђен је значајан утицај микроклиматских услова на продукцију микотоксина, те је утврђено да, упркос присуству токсигених сојева *Aspergillus flavus* на њивама, временски услови нису омогућили висок степен контаминације кукуруза афлатоксинима у 2019. и 2020. години. Међутим, у овој вегетационој сезони се, услед временских прилика, очекује виши степен контаминације.

- Изолацијом 76 представника рода *Bacillus* из ризосфере 12 биљних врста и скринингом њихове антагонистичке активности према припадницима *Aspergillus flavus* одабран је ужи избор изолата као потенцијалних производних микроорганизама. За наредну фазу евалуације потенцијала изолата као биоконтролних агенаса ефикасних у сузбијајну афлатоксигених *Aspergillus flavus* одабрани су: Махунарке 1а, Махунарке 1б, Кромпир 4а, Шаргарепа 3а и Парадајз 3. Даљи критеријум за селекцију подразумевао је испитивање генетске предиспозиције изолата за продукцију антимикуробних компоненти. Анализирањем присуства гена одговорних за синтезу липопептида, закључено је да се изолати Махунарке 1а и Кромпир 4а издвајају у односу на остале, по присуству свих шест испитиваних гена. На овај начин потврђен је значајан потенцијал изолата за продукцију липопептидних компоненти које су окарактерисане као припадници фамилија сурфактина, итурина и фенгицина. У наредном кораку евалуације потенцијала одабраних изолата као биоконтролних агенаса испитивана је способност испољавања супресивног деловања на тестиране представнике *Aspergillus flavus* након култивације у хранљивим медијумима са различитим изворима угљеника и азота. И овом случају као најбољи избор показао се сој Махунарке 1а. Сумирањем резултата из претходно дефинисаних фаза закључено је да највећи потенцијал као биоконтролни агенс ефикасан у сузбијајну афлатоксигених сојева *Aspergillus flavus* поседује изолат пореклом из ризосфере *Phaseolus vulgaris* (Махунарке 1а). Филогенетском анализом одабраног изолата, *Bacillus* sp. BioSol021, секвенцирањем 16С рРНК региона утврђена је највећа блискост са изолатима из оперативне групе *Bacillus amyloliquefaciens*.
- Оптимизација састава хранљивог медијума за производњу агенаса биолошке контроле афлатоксигених представника *Aspergillus flavus* започета је одабиром оптималног извора угљеника и азота, при чему су као најбољи избор дефинисани целулоза и уреа. Моделовање утицаја иницијалних концентрација компоненти хранљивог медијума на одабрани одзив – пречник зоне инхибиције, вршено је методологијом одзивне површине и вештачких неуронских мрежа. Поређењем резултата за моделе генерисане применом две методологије, где су вредности коефицијента детерминације износили за тестирани изолат *Aspergillus flavus* SA2BSS 0,96 (RSM), и 0,86 (ANN) односно изолат *Aspergillus flavus* PA2DSS 0,95 (RSM) и 0,84 (ANN), закључено је да су генерисане математичке релације дефинисане применом методологије одзивне површине адекватније за симулацију посматраног система. Даљи корак подразумевао је примену методологије жељене функције ради дефинисања оптималних вредности иницијалних концентрација основних нутријената медијума за производњу агенаса биолошке контроле ефикасних у сузбијању афлатоксигених изолата *Aspergillus flavus*. Дефинисано је оптимално решење у погледу састава подлоге: целулоза, 5 g/l, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3,77 g/l, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,3 g/l и MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,3 g/l.
- Валидација оптималног решења у погледу састава хранљивог медијума за производњу агенаса биолошке контроле применом *Bacillus* sp. BioSol021 извршена је извођењем биопроцеса у увећаним размерама, на нивоу лабораторијског биореактора укупне запремине 16 l. Резултати експеримената указали су на задовољавајући степен корелације између одзива предвиђених моделом и реалних вредности. Више вредности пречника зоне инхибиције у овој фази развоја технологије производње агенаса биолошке контроле приписују се бољим условима у лабораторијском биореактору за раст производног микроорганизама и метаболичку функцију у погледу синтезе антимикуробних компоненти. Додатно, ова фаза креирања биопроцесног решења подразумевала је оптимизацију основних процесних параметара: интензитет аерације, брзина мешања и култивационо време. Експериментални подаци генерисани извођењем биопроцеса у лабораторијском биореактору искоришћени су за оптимизацију применом Тагучи

метолодологије. Резултати статистичке анализе указали су да је за маскимизацију антагонистичке активности агенаса биолошке контроле против афлатоксигених изолата *Aspergillus flavus* оптимално решење извођење биопроцеса током 96 h при интензитету ареаије 1,5 vvm и брзини мешања 300 о/мин.

- Поред доказане компетитивне активности производног соја, детекцијом антимикуробних компоненти одговорних за супресивно деловање производног микроорганизма применом аналитичких метода HPLC–MS и MALDI–TOF MS дефинисан је додатни механизам деловања агенаса биолошке контроле (антибиоза) ефикасних у сузбијању афлатоксигених припадника *Aspergillus flavus*. Такође, идентификацијом липопептида из фамилија сурфактина, итурина и фенгицина потврђен је претходно утврђен генетски потенцијал производног изолата *Bacillus* sp. BioSol021 за њихову продукцију.
- Као финални корак развоја технологије производње агенаса биолошке контроле афлатоксигених изолата *Aspergillus flavus* испитана је могућност формулације препарата применом биокомпатибилних чврстих носача. Везивањем бенефитних микроорганизма за честице биоугља остварена је висока концентрација ћелија као активних компоненти по јединици масе финалног производа. Овакав резултат, употпуњен чињеницом о улози чврстог носача у очувању вијабилности агенаса биолошке контроле пружа одличну основу за дефинисање формулације која би погодовала добијању препарата с добрим приликама за ширу комерцијализацију.
- Након дефинисања кључних корака развоја биопроцесног решења за производњу агенса биолошке контроле ефикасних у сузбијању афлатоксигених представника *Aspergillus flavus*, у истраживање у оквиру ове докторске дисертације укључена је анализа домаћег тржишта биопестицида и испитивање ставова пољопривредних произвођача о употреби (био)пестицида. Закључак изведен након сумирања резултата анкете упутио је на потребу о улагању додатних напора стручних лица из области у погледу едукације пољопривредних произвођача о аспектима примене биолошких средстава за заштиту биља. С друге стране, целокупан утисак о перспективама даљег развоја тржишта биопестицида говори о позитивном ставу пољопривредних произвођача према променама у тренутно актуелној пољопривредној пракси и битном месту које ће заузети биолошка средства за заштиту биља у будућности.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:**

Приказ резултата докторске дисертације подељен је у адекватно конципиране целине у складу са дефинисаним циљевима истраживања. Резултати истраживања проистекли су из оригинално постављених лабораторијских експеримената, систематизовани су у логичне целине, адекватно обрађени рачунски и статистички, и приказани прегледно и јасно у виду табеларних приказа, графичких приказа и слика. На основу студиозне дискусије и тумачења добијених резултата које је изведено уз повезивање са резултатима других аутора из исте области истраживања, изведени су одговарајући закључци.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

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

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?  
Докторска дисертација садржи све битне елементе који се захтевају за радове овакве врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?  
Иако и даље чине мали део светског тржишта средстава за заштиту биља, интересовање за биопестициде као еколошке алтернативе синтетски добијеним препаратима, је у константном порасту, како од стране научне заједнице, тако и шире јавности. Ипак, научна истраживања бројних тимова ограничена су на строго академски приступ и усмерана изучавању извођеног сегмента развоја технологије производње агенаса биолошке контроле. Један од главних лимитирајућих фактора, када је реч о комерцијализацији биопестицида, односи се на, са једне стране проблеме приликом скалирања производње на индустријски ниво, а са друге стране,

неповерење пољопривредних произвођача у погледу ефикасности препарата овог типа. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације обухватају комплетан ток развоја технологије производње агенаса биолошке контроле, од почетног корака који подразумева изолацију циљаних фитопатогена до истраживања тржишта и процене могућности комерцијализације препарата. Као тест микроорганизи кроз фазе истраживања коришћени су новоизоловани сојеви врсте *Aspergillus flavus* са доказаним потенцијалом за продукцију афлатоксина. Испитивани сојеви су изоловани са усева узгајаних на локалном подручју током 2019. и 2020. године, што говори у прилог актуелности проблема изучаваног у оквиру докторске дисертације. Велики број публикација из области, бави се изолацијом потенцијалних производних изолата и оптимизацијом култивационог медијума на нивоу Ерленмајер судова. У оквиру ове докторске дисертације, истраживања су отишла и корак даље, укључујући извођење култивације на нивоу лабораторијског биореактора запремине 16 l и оптимизацију процесних параметара биотехнолошке производње. Прелазак са нивоа извођења култивације у ерленмајеру, коју карактерише примена спонтане аерације и екстерног мешања, на ниво лабораторијског биореактора са контролисаним аерацијом и интерним мешањем, је главни изазов трансфера технологије. Додатни допринос и значај истраживања у оквиру ове докторске дисертације односи се на креирање одрживог и економски подобног идејног решења применљивог у условима индустријске производње. У оквиру докторске дисертације испитана је могућност формулације препарата применом биокompatibilних носача, чиме је заокружен целокупан производни процес, од изолације биокатализатора до дефинисања финалне форме производа. Поред аспеката истраживања у погледу развоја технологије, последњи сегмент докторске дисертације посвећен је истраживању тржишта и заинтересованости циљане групе потенцијалних потрошача за овакав вид производа. Укупан утисак је да докторска дисертација представља мултидисциплинарни приступ актуелној проблематици. Поред оригиналног доприноса науци, који је потврђен кроз публикавање резултата у научним часописима и њиховим саопштавањем на научним скуповима, значај спроведеног истраживања је утолико већи услед истакнутог потенцијала да креирано биопроцесно решење заживи изван оквира лабораторије и академског достигнућа.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?  
Недостаци докторске дисертације нису уочени.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу наведеног, комисија предлаже да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.

Нови Сад, 6.9.2021.

---

Др Јелена Додић, редовни професор  
председник комисије

---

Др Јована Граховац, ванредни професор  
ментор, члан комисије

---

Др Снежана Вучетић, доцент  
члан комисије

---

Др Мила Граховац, ванредни професор  
члан комисије

---

Др Драган Милић, ванредни професор  
члан комисије

