

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Бошка Борковића, дипл. инж. – мастер

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију Наставно-научно веће Пољопривредног факултета, Универзитета у Новом Саду 08. 02. 2017.</p> <p>2. Састав комисије са знаком 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:</p> <p>1. Др Вера Стојшин, редовни професор за ужу научну област Фитопатологија, 16. 12. 2013., Пољопривредни факултет Нови Сад, председник</p> <p>2. Др Ђорђе Маленчић, редовни професор за ужу научну област Хемија и биохемија, 17. 11. 2011., Пољопривредни факултет Нови Сад, ментор</p> <p>3. Др Дејан Првуловић, ванредни професор за ужу научну област Хемија и биохемија, 05. 10. 2017., Пољопривредни факултет Нови Сад, члан</p> <p>4. Др Мирјана Љубојевић, доцент за ужу научну област Хортикултура и пејзажна архитектура, 13. 05. 2013., Пољопривредни факултет Нови Сад, члан</p> <p>5. Др Биљана Кипровски, научни сарадник за ужу научну област Хемија, 28. 05. 2014. Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, члан</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Бошко, Предраг, Борковић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 20. 08. 1987., Бачка Паланка, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Основне академске студије: Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет студијски програм Фитомедицина, дипломирани инжењер пољопривреде Дипломске академске студије - мастер: Студијски програм Земљиште и исхрана биљака, дипломирани инжењер пољопривреде - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2011/2012 година, Агрономија</p>

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:

Фитохемијска анализа и антиоксидантни капацитет плодова трешње инфицираних гљивом *Monilinia laxa* Aderh. и Ruhl.

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација садржи 120 страна, 8 поглавља, 18 табела, 16 слика, 20 графикона и 272 литературна навода. Дисертација садржи уобичајена поглавља:

- 1. Увод** написан на 4 страна;
- 2. Преглед литературе** написан на 25 страна;
- 2. Циљеви истраживања** написани на 2 стране;
- 3. Радне хипотезе** написане на 1 страни;
- 4. Материјал и методе** написани на 20 страна;
- 6. Резултати и дискусија** су приказани на 44 стране;
- 7. Закључак** написан на 2 стране;
- 8. Литература** написана на 17 страна

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **УВОДНОМ ДЕЛУ** представљен је значај воћарства у пољопривредној производњи са посебним освртом на значај трешње. Представљени су најзначајнији патогени трешње заступљени од фазе цветања до пуне зрелости плода. Укратко су описани симптоми и еколошки чиниоци који утичу на развиће биљних болести. У наставку текста представљен је хемијски састав плода и значај биомолекула у биотехнологији. Такође, описан је утицај патогена (биотичког стреса) на хемијски састав плода, са посебним акцентом на примарне и секундарне метаболите као и на ензимске антиоксиданте.

ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ: Обухвата разматрања о распрострањености, економском значају трешње у производњи воћа у свету и код нас, класификацији сорти. Поред тога, представљен је утицај патогена на развиће биљке као и литературни преглед хемијског састава плода.

Описана је симптоматологија и епидемиологија важнијих патогена трешње, са посебним фокусом на *Monilinia spp.*

Детаљно је представљен опис примарних биомолекула као и детаљни подаци о класама секундарних биомолекула. У овом поглављу описано је стање оксидативног стреса у биљкама. Наведени су фактори који доводе до овог „стања“, као и системи који се активирају под овим условима (ензимски и неензимски антиоксиданти).

У овом смислу, јасно су дефинисани задаци и циљеви истраживања. На овај начин су јасно презентована публикована сазнања у испитиваној области коришћена приликом постављања хипотеза и тумачења резултата.

У делу **ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА** дефинисани су циљеви истраживања и то:

- Одређивање садржаја растворљивих протеина, као и активност супероксид дисмутазе (SOD), гвајакол-пероксидазе (GPx) и пирогалол-пероксидазе (PPx) у неинокулисаним (здравим) и инфицираним плодовима трешње у фази физиолошке зрелости.
- Други циљ је био одређивање интегритета ћелијских мембрана у неинокулисаним (здравим) и инфицираним плодовима трешње у фази физиолошке зрелости, тј. одређивање интензитета липидне пероксидације.
- Следећи циљ овог рада био је утврђивање разлика у примарном метаболизму (органске киселине и шећери) плодова девет сорти трешње, као и разлика између неинокулисаних (здравих) и инфицираних плодова.
- Потом, циљ је био идентификација и одређивање садржаја укупних и појединачних полифенолних компонената (неензимски антиоксидантни систем) неинокулисаних (здравих) и инфицираних плодова трешње фитопатогеном гљивом *M. laxa*.
- Следећи циљ је процена антиоксидантног потенцијала, односно укупне неензимске антиоксидантне активности – DPPH тест, FRAP тест, ABTS тест, TRC тест неинокулисаних (здравих) и инфицираних плодова трешње у фази физиолошке зрелости).

- Као крајњи циљ било је тестирање корелације између ензимских и неензимских антиоксиданата и антиоксидантних тестова, како би се установило који од тестираних параметара највише доприноси антиоксидантном капацитету, тј. антиоксидантној активности здравих и инфицираних плодова.

У делу **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ** дат је детаљан опис примењених метода коришћених током 2013-2015 године. Описано је сакупљање узорака, изолација патогена, карактеризација сорти, инструменталне анализе.

Детаљно је описана метода одређивања садржаја растворљивих протеина и интензитета липидне пероксидације.

Поред неензимских испитиван је садржај и ензимских антиоксиданата. Детаљно су описане методе за одређивање активности ензимског антиоксидантног система (активност супероксид-дисмутазе (SOD), активност гвајакол-пероксидазе (GPx) и пирогалол-пероксидазе (PPx)).

Садржај укупних органских киселина, простих шећера (моносахарида), полифенолних компоненти, садржај цијаногеног гликозида амигдалина одређени су помоћу течне хроматографије високе ефикасности (HPLC).

За квантификацију класа фенолних једињења (укупни феноли, танини, флавоноиди, антоцијанини, проантоцијанидини) и одређивање антиоксидантне активности водених и ацетонских екстраката описане су спектрофотометријске методе које су коришћене у истраживању.

У поглављу **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** приказани су и дискутовани добијени резултати. Редослед приказаних резултата прати ток научног истраживања. Остварени резултати тумаче се јасно и пореде се са великим бројем литературних навода.

Најпре су приказани резултати који показују интензитет заразе у природној инфекцији и применом вештачке инокулације 9 сорти трешње. Детаљно су описани симптоми заразе, дати резултати основних морфолошких (изглед колоније) и одгајивачких одлика добијених изолата.

Даљим истраживањем приказана је ензимска активност у здравим и инфицираним плодовима трешње испитивањем активности SOD, PPx, GPx као и интензитет липидне пероксидације

У наставку су дати резултати спектрофотометријског одређивања укупних фенола, флавоноида, танина, укупних проантоцијанидина, укупних антоцијанина и антиоксидантне активности екстраката плодова трешње (DPPH тест, ABTS тест, TRC тест, FRAP тест). Урађена је корелација резултата антиоксидативне активности са хемијским саставом испитиваних екстраката.

Приказани су резултати HPLC анализа примарних (шећери и органске киселине) и секундарних метаболита (фенолна једињења).

Резултати су обрађени поузданим статистичким методама и јасно су приказани табеларно и графички.

У **ЗАКЉУЧКУ** су сумирани и истакнути најзначајнији резултати.

У поглављу **ЛИТЕРАТУРА** су приказани литературни цитати, који су коришћени за писање „УВОДА“, „ПРЕГЛЕДА ЛИТЕРАТУРЕ“ и „РЕЗУЛТАТА И ДИСКУСИЈЕ“

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

Kiprovski, B., **Borković, B.**, Malenčić, Đ., Mikulič-Petkovšek, M., Štampar, F., Veberič, R. (2018): Postharvest changes in primary and secondary metabolism of sweet cherry cultivars induced by *Monilinia laxa*. *Postharvest Biology and Technology*, ISSN: 0925-5214, Vol. 144, 46-54. - **M 21a**

Malenčić, Đ., Kiprovski, B., **Borković, B.**, Prvulović, D., Mikulič-Petkovšek, M., Veberič, R. (2017): Hydroxycinnamic acids profile of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L.) infected with *Monilinia laxa*. 28th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Sarajevo, september 27-29, Book of Abstracts, 122. - **M 34**

Borković B., Malenčić Đ., Prvulović D., Kiprovski B., Barać G. (2016): Correlation between phenolic content and antioxidant activity in fruits of *Prunus avium* infected with *Monilinia laxa*. 9th International Conference on Integrated Fruit Production, September 4-8th, Thessaloniki, Greece - **M 34**

Borković B., Malenčić Đ., Stojšin V., Grahovac M., Prvulović D., Kiprovski B., Budakov D. (2014): Polyphenol content and antioxidant activity in sweet cherry fruits under biotic stress, Congress on plant protection, Zlatibor, Srbija - **M 34**

Borković, B., Malenčić, Đ., Prvulović, D., Kiprovski, B., Stojšin, V., Iličić R. (2017): Screening for polyphenol compounds and antioxidant capacity of sweet cherry fruits infected with *Monilinia laxa*. *Contemporary Agriculture* Vol. 66, No. 3 - 4, 46 – 52. - **M 51**

Borković, B., Malenčić, Đ., Prvulović, D., Šučur, J., Grahovac, M., Kiprovski, B., Manojlović, A: (2017): Biotic stress (brown rot) induces changes in enzymatic activity and antioxidant capacity in sweet cherry fruits (*Prunus avium* L.), *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta* Vol. 41, No 2, 21-31. - **M 52**

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Према тесту процене болести, сорте се могу поделити у две групе отпорности на испитиваног патогена:

У природној инфекцији:

- а) до 50% оболелог ткива: сорте Суе, Мерчант, Јунска рана, Ш/ВАЛ, Бурлат, Лионска рана.
- б) више од 50% оболелог ткива: сорте Самит, Приусадебнаја, Асенова рана

У условима вештачке инокулације:

- а) до 50% оболелог ткива: сорте Мерчант, Лионска рана, Јунска рана и Суе
- б) више од 50% оболелог ткива: сорте Самит, Асенова рана, Приусадебнаја, Ш/ВАЛ и Бурлат.

Присуство гљиве *M. laxa* је статистички значајно утицало на примарне, секундарне метаболите, антиоксидантни капацитет и ензимску активност у плодовима трешње.

Ензимска активност је у условима инфекције била повећана код већине сорти.

Ензимски и неензимски антиоксиданти су у већини случајева били у позитивној корелацији са антиоксидантним тестовима.

Код већине сорти значајно је смањен садржај органских киселина након инфекције, с тим да су сорте Суе и Ш/ВАЛ реаговале на инфекцију акумулацијом органских киселина, посебно фумарне киселине. За разлику од свих испитиваних сорти једино је винска киселина детектована у плоду сорте Бурлат.

Резултати су показали да је код већине сорти дошло до смањења садржаја полифенолних компоненти у условима инфекције осим код сорти Ш/ВАЛ и Лионска рана код којих је у условима инфекције забележен пораст у садржају укупних фенола и укупних танина.

Садржај укупних флавоноида је био различит у зависности од сорти, али већина ранијих сорти зрења је показала већи садржај у условима инфекције. Код сорта Суе забележен је за 52% већи садржај у условима инфекције, затим код сорте Приусадебнаја (за 23% већи садржај), код Јунске ране (за 42% већи садржај), Ш/ВАЛ (2,2 пута већи садржај).

Од свих фенолних киселина, чији се садржај смањио код заражених плодова, уочава се да су отпорније сорте Мерчант, Лионска рана и Суе акумулирале само 3-ферулоилхинску киселину. Такође, код сорте Суе забележена је значајна синтеза процијанидин димера, нарингенин-хексозида, већине флавонола и антоцијанина. Слично томе, сорте Лионска рана и Јунска рана су значајно повећавале садржај већине антоцијанина након инокулације, али ни у здравим ни у инфицираним плодовима сорте Лионска рана није детектован цијанидин глукозид.

Сорта Ш/ВАЛ је акумулирала већину утврђених фенолних једињења, изузев 3-ферулоилхинске киселине и антоцијанина, што би могао бити параметар за већу подложност инфекцији у условима инфекције.

Имајући у виду добијене резултате, 3-ферулоилхинска киселина, флавоноли и антоцијанини могу се сматрати кључним једињењима од значаја за сузбијање болести.

Ако се литературни и добијени подаци о подложности на механичке повреде и отпорности на патогена упореде са фитопатолошким и биохемијским резултатима, уочава се да морфологија покожице (кутикуле) није кључни фактор отпорности плодова према патогену *M. laxa*.

Испитивање у оплемењивању тј. селекцију сорти као потенцијалног родитеља и донора гена отпорности на *M. laxa* треба усмерити и према “метаболизму” фенолих једињења.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидат је веома рационално приступио обради и анализи великог броја експерименталних података који су подељени у логичке целине. Резултати истраживања су јасно, прегледно и систематично изложени, статистички обрађени, детаљно дискутовани и добро илустровани помоћу прегледних хистограма и табела. На основу резултата и дискусије изведени су закључци који дају одговоре на постављене циљеве у овој докторској дисертацији.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE 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

Комисија оцењује да је докторска дисертација урађена у складу са образложењима наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе – дефинисане теме истраживања, преглед познатих истраживања, приказ експерименталних метода, јасан приказ резултата и њихову дискусију, списак литературе и закључак.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

На основу комплетног увида у докторску дисертацију, постављене циљеве истраживања и добијених резултата, Комисија закључује да ова докторска дисертација има све елементе оригиналног научног рада. Коришћењем савремених метода које су прилагођене и модификоване за примењена истраживања, добијени су научни резултати из којих је било могуће извести поуздане, репродуцибилне и валидне закључке. Добијени резултати могу дати значајан допринос у развоју идеје о примени биохемијских параметара у одабиру сортимената толерантног или отпорног на фитопатогене гљиве. Такође, овај рад може дати велики допринос у одабиру сорти квалитетних нутритивних својстава (примарни и секундарни метаболити).

Треба истаћи да би добијени резултати који показују реакцију на биотички стрес били од великог значаја за гајење воћака у органској производњи.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања: По мишљењу комисије ова докторска дисертација нема значајнијих недостатака.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом: „Фитохемијска анализа и антиоксидантни капацитет плодова трешње инфицираних гљивом *Monilinia laxa* Aderh. и Ruhl.“, прихвати, а кандидату дипл. инж. - мастер Бошку Борковићу одобри одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Вера Стојшин, редовни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, председник

др Ђорђе Маленчић, редовни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, ментор

др Дејан Првуловић, ванредни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, члан

др Мирјана Љубојевић, доцент
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, члан

др Биљана Кипровски, научни сарадник
Научни институт за Ратарство и повртарство, Универзитет у Новом Саду, члан

У Новом Саду, 10. 10. 2018.