

03-397/1

(Број захтева)

31.01.2019.

(Датум)

Веће научних области
биотехничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Утицај биљних екстраката на својства и отпорност дрвета букве (*Fagus sylvatica ssp. moesiaca* (Maly) Czeczott.) према гљивама *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fries), *Coniophora puteana* (Schum.: Fries) Karst. и *Trametes versicolor* (Fr.) Pil.”

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ШУМАРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Мимица, Велимир, Стефановић

Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду – Шумарски факултет – основне студије - одсек Прерада дрвета

Година уписа на докторске студије: **2015.**

Година уписа на докторске студије: **2016.**

Назив студијског програма **ШУМАРСТВО – модул Технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и производа од дрвета – подмодул Заштита дрвета**

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: **др Небојаша Тодоровић**

Звање: ванредни професор Универзитет у Београду – Шумарски факултет

Референце које др Небојашу Тодоровића, ван.проф. квалификују за ментора су:

1. Todorović, N., Popović, Z., Milić, G.: Estimation of quality of thermally modified beech wood with red heartwood by FT-NIR spectroscopy, WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, Vol. 49, br. 3, 2015, str. 527-549. **(M21a)**
2. Milić, G., Kolin, B., Todorović, N., Gorisek, Z.: Energy Consumption of Beech Timber Drying in Oscillation Climates, DRVNA INDUSTRIJA, Vol. 65, br. 4, 2014, str. 309-314. **(M23)**
3. Popadić, R., Šoškić, B., Milić, G., Todorović, N., Furtula, M.: Influence of the Sawing Method on Yield of Beech Logs with Red Heartwood, DRVNA INDUSTRIJA; Vol.65, br. 1, 2014, str. 35-42. **(M23)**
4. Milić, G., Kolon, B., Lovrić, A., Todorović, N., Popadić, R.: Drying of beech (*Fagus sylvatica* L.) timber in oscillation climates: drying time and quality, HOLZFORSCHUNG, Vol. 67, br. 7, 2013, str. 805-813. **(M21)**
5. Todorović, N., Popović, Z., Milić, G., Popadić, R.: Estimation of Heat-Treated Beechwood Properties by Color Change, BIORESOURCES, Vol. 7, br. 1, 2012, str. 799-815. **(M21)**

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Шумарског факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 30.01.2019. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.др Ратко Ристић

Прилог: Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број: 01-2/14
Датум: 30.1.2019.
БЕОГРАД

На основу члана 154. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета бр. 01-1764/1 од 15.3.2012. год, а у складу са Извештајем Комисије бр. 3860/6 од 26.12.2018. год. и предлогом Већа одсека за технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и производа од дрвета бр. 01-296/1 од 24.1.2019. год, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 30.1.2019. год. доноси

О Д Л У К У

Усваја се научна заснованост теме докторске дисертације кандидата **Мимице Стефановић** под насловом: „Утицај биљних екстраката на својства и отпорност дрвета букве (*Fagus sylvatica ssp. moesiaca* (Maly) Czeaczott.) према гљивама *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fries), *Coniophora puteana* (Schum.: Fries) Karst. и *Trametes versicolor* (Fr.) Pil.“.

Одређује се ментор др Небојша Тодоровић, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета.

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Служби за наставу и студентска питања х2, декану, писарници.

Председник
Наставно-научног већа
Проф. др РАТКО РИСТИЋ

**ОЦЕНА НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
КАНДИДАТА МИМИЦЕ СТЕФАНОВИЋ**

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Катедра: Заштита дрвета**

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ТМП**

Предмет: Извештај комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата дипл.инж. Мимице Стефановић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум:

На основу члана 154. Статута Универзитета у Београду – Шумарског факултета, а на основу предлога Већа одсека Технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и производа од дрвета бр. 01-3860/5 од 22.11.2018. год., Наставно–научно веће Факултета на седници одржаној 28.11.2018. год. донело је одлуку бр. 01-2/203 да се образује Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Мимице Стефановић под радним насловом:

„Могућност очувања механичких и физичких својстава дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeaczott.) еколошки прихватљивим средством против неких гљива трулежница“

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

1. **др Небојша Тодоровић**, ванредни професор, Примарна прерада дрвета, 12.06.2018., Универзитет у Београду – Шумарски факултет.
2. **др Ненад Кеча**, редовни професор, Заштита шума и украсних биљака, 26.06.2016., Универзитет у Београду – Шумарски факултет.
3. **др Мирослава Марковић**, научни саветник, Заштита шума и украсног биља, 24.05.2017., Институт за шумарство – Београд.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Мимица Стефановић рођена је 21.04.1977. године у Лесковцу. Основну и средњу школу (Средња дрвопрерађивачка школа) завршила је у Грделици као ученик генерације. Након завршетка средње школе уписала је Шумарски факултет у Београду, школске 1995/1996 године, Одсек за обраду дрвета. Дипломирала је 30.09.2005. године са просечном оценом 8,94 на Катедри за примарну прераду дрвета, на предмету Заштита

дрвета са темом „Принципи заштите дрвета уграђеног у објекте од културно-историјског значаја, уметничке предмете и етно-збирке од дрвета“ са оценом 10 (десет). Током апсолвентског стажа радила је две школске године као демонстратор на предмету Дрвне конструкције. Након завршетка студија објавила је два стручна рада из области Заштите дрвета:

1. Мирић, М. и Стефановић, М. (2006). Принципи заштите дрвета уграђеног у објекте од културно-историјског значаја, уметничке предмете и етно-збирке од дрвета. Прерада дрвета. Год.IV, Бр.14: стр. 33-40
2. Мирић, М., Ивковић, С., Стефановић, М. (2006). Обавезна стерилизација дрвене амбалаже као мера спречавања ширења *Anoplophora glabripennis* и *bursaphelenchus xylophilus*. Прерада дрвета. Год. IV, Бр. 15-16: стр. 58-63

Радила је у дрвноиндустријском предузећу „Наша школа“ а.д. у Обреновцу као референт припреме производње, а затим као технички директор. Од 15.12.2013. ради као стручни сарадник у високом образовању на Катедри за заштиту дрвета, Шумарског факултета у Београду.

Докторанд Мимица Стефановић је уписала докторске студије школске 2016/2017 године на Шумарском факултету у Београду, на модулу Технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и производа од дрвета и подмодулу Заштита дрвета.

1. Име, име једног родитеља, презиме: Мимица, Велимир, Стефановић
2. Датум и место рођења, општина, држава: 21.04.1977., Лесковац, СФРЈ
3. Датум одбране, место и назив Дипломског рада: 30.09.2005., Београд, „Принципи заштите дрвета уграђеног у објекте од културно-историјског значаја, уметничке предмете и етно-збирке од дрвета“
4. Научна област из које је стечено звање дипломираног инжењера: Обрада дрвета
5. Стечено научно-истраживачко искуство:

Положени сви испити на докторским студијама са просечном оценом 10,00 (десет):

- a. Методологија научно-истраживачког рада, оцена 10 (десет), 25.01.2017. год., ЕСПБ 14
- b. Технике научно-истраживачког рада, оцена 10 (десет), 25.01.2017. год., ЕСПБ 8
- c. Анатомија дрвета, оцена 10 (десет), 30.01.2017. год., ЕСПБ 8
- d. Заштита дрвета, оцена 10 (десет), 20.06.2017. године, ЕСПБ 8
- e. Патологија дрвета – Лигниколне гљиве, 26.10.2018., ЕСПБ 8

Одбраћен Пројекат докторске дисертације 28.09.2018. год.

Списак објављених научних радова:

- 1) Mirić, M., Jelkić, V., Stefanović, M., Tešić, T.: Improving the resistance of beech wood – *Fagus moesiaca* (Domin, Mally / Czecczott.) to wood decaying fungi *Trametes versicolor* (Fr.) Quel and *Coniophora puteana* (Schum.: Fr.) Karst. by using controled heat treatment and subsequent treatment with an environmentally – friendly chemical, Šumarstvo, Vol. LXVIII, br. 3-4, 2016, str. 105-114. (M51)
- 2) Mirić, M. и Stefanović, M.: The impact of diferent sources of basic nutrients containing carbon, nitrogen and phosphorus on mycelial mass production of white rot fungus *Stereum hirsutum* (Wild. ex Fr.) S.F. Gray., Šumarstvo, Vol. LXIX, br.1-2, 2017, str. 101-108. (M51)
- 3) Jevtić, P. i Stefanović, M.: Prilog poznavanju ksilofagnih insekata – najčešćih destruktora suvog hrastovog drveta, Zbornik radova sa konferencije RIM 2017, Sarajevo 2017, str. 205-210. (M33)
- 4) Mirić, M. i Stefanović, M.: The spread of four wood - decaying fungi through artificially infected healthy trees of penduculate oak (*Quercus robur* L.) in vivo, Šumarstvo, Vol. LXX, br.1-2, 2018, str. 79-90. (M24)
- 5) Stefanović, M., Mirić, M.: Toksičnost nekih preparata za zaštitu drveta prema lignikolnim gljivama *Xylebolus frustulatus* i *Trametes versicolor*, Zbornik rezimea radova sa XV Savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor 2018, str.73. (M64).

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА РАД НА ПРЕДЛОЖЕНОЈ ТЕМИ

Кандидат Мимица Стефановић испуњава све услове (подобност) да може приступити изради предложене докторске теме. Била је најбољи ученик у основној и средњој школи; завршила Шумарски факултет у Београду са просечном оценом 8,94; положила све испите на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет); остварила максималних 120 ЕСПБ у прве две године докторских студија; коаутор је 2 рада у часопису категорије М51, једног рада у часопису категорије М24, саопштила један рад на међународном скупу категорије М33 и један на домаћем скупу категорије М64.

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

Предложени ментор: др Небојша Тодоровић, ванредни професор

Предложени ментор изабран је на ужој научној области Примарна прерада дрвета. До сада је објавио или саопштио, самостално или са другим ауторима, укупно 60 научних радова, укључујући магистарски рад и докторску дисертацију. Кандидат је објавио укупно 5 радова у часописима са SCI листе (од тога 3 рада у врхунским међународним часописима – категорије М21), од чега је на 2 рада први аутор, а на 3 је један од коаутора. др Небојша Тодоровић је објавио 3 рада на међународним скуповима који су штампани у изводу и 17 радова који су штампани у целини. Поред радова у међународним часописима кандидат је објавио и 10 радова из категорије водећег националног часописа и 22 рада из категорије часописа националног значаја. др Небојша Тодоровић успешно изводи предавања на предметима Анатомија дрвета и Технолошка својства дрвета као и вежбе на предмету Својства дрвета на Одсеку за

технологије, менаџмент и пројектовање намештаја и производа од дрвета (ТМП). Ангажован је и за извођење наставе на докторским студијама на Одсеку за ТМП на предметима Анатомија дрвета, Својства дрвета и Недеструктивне методе испитивања дрвета. Кандидат је укључен и у наставу на струковним студијама Технологије намештаја и производа од дрвета на истом одсеку на предметима Анатомија и хемија дрвета и Својства дрвета. Од школске 2017/18. год. ангажован је као предавач на предмету Анатомија и хемија дрвета и Својства дрвета II на Одсеку за прераду дрвета на Шумарском факултету Универзитета у Бањој Луци. Као коаутор објавио је Збирку задатака за предмет Својства дрвета, који се слуша на другој години студија на одсеку за ТМП и на одсеку за Шумарство. У оквиру наставних активности кандидат је био члан комисија за одбрану више израђених завршних радова на струковним и основним студијама као и завршних радова на мастер студијама (дипл.инж. Милан Илић, дипл.инж. Марко Веизовић, дипл.инж. Тамара Тешић и дипл.инж. Милица Глишић). Био је члан комисије за оцену и одбрану докторске дисертације (др Александар Ловрић и др Данијела Петровић). На докторским студијама кандидат је ментор докторандима Ивани Живановић и Марку Веизовићу (Катедра Примарне прераде дрвета) и Мимици Стефановић (Катедра Заштите дрвета).

СПИСАК НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА:

1. Todorović, N., Popović, Z., Milić, G.: Estimation of quality of thermally modified beech wood with red heartwood by FT-NIR spectroscopy, WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, Vol. 49, br. 3, 2015, str. 527-549. **(M21a)**
2. Milić, G., Kolin, B., Todorović, N., Gorisek, Z.: Energy Consumption of Beech Timber Drying in Oscillation Climates, DRVNA INDUSTRIJA, Vol. 65, br. 4, 2014, str. 309-314. **(M23)**
3. Popadić, R., Šoškić, B., Milić, G., Todorović, N., Furtula, M.: Influence of the Sawing Method on Yield of Beech Logs with Red Heartwood, DRVNA INDUSTRIJA; Vol.65, br. 1, 2014, str. 35-42. **(M23)**
4. Milić, G., Kolon, B., Lovrić, A., Todorović, N., Popadić, R.: Drying of beech (*Fagus sylvatica* L.) timber in oscillation climates: drying time and quality, HOLZFORSCHUNG, Vol. 67, br. 7, 2013, str. 805-813. **(M21)**
5. Todorović, N., Popović, Z., Milić, G., Popadić, R.: Estimation of Heat-Treated Beechwood Properties by Color Change, BIORESOURCES, Vol. 7, br. 1, 2012, str. 799-815. **(M21)**
6. Todorović N., Milić G., Popović Z. (2013). "Application of FT-NIR spectroscopy in chemometric modeling of heat-treated beechwood properties", COST FP0904 Evaluation, processing and predicting of THM treated wood behavior by experimental and numerical methods, Petru Poni Institute of Macromolecular Chemistry of Romanian Academy, pp. 105 - 106, Rumunija, Apr. 9-11. **(M34)**
7. Todorović N., Milić G., Popović Z. (2014). "Estimation of heat-treated beech wood properties by FT-NIR spectroscopy: effect of radial and cross sectional surface", Final Cost Action FP0904 Conference "Recent Advances in the Field of TH and THM Wood Treatment", Luleå University of Technology, Skellefteå, Division of Wood Technology, pp. 95 - 96, Sweden, 19. - 21. May **(M34)**
8. Todorović N., Popović Z., Kolin B., Popadić R., Milić G. (2015). "Properties of heat-treated beech with red heartwood", 2nd international scientific conference Wood technology & product design, Ss. Cyril and Methodius University – Skopje, Faculty of Design and Technology of Furniture and Interior - Skopje, pp. 24 - 24, Ohrid, Republic of Macedonia, 30. Aug - 02. Sep. **(M33)**
9. Milić G., Kolin B., Todorović N., Popadić R. (2013). "Rate of sorption of thermally treated beech (*Fagus moesiaca* C.) wood", 1st International scientific conference Wood Technology & Product Design, Ss. Cyril and Methodius University – Skopje, Faculty of Design and Technologies of Furniture and Interior - Skopje, pp. 23 - 27, Ohrid, Makedonija, 16. - 18. May. **(M33)**

10. Milić G., Todorović N., Popadić R. (2015). "Uticaj parenja na kvalitet sušenja i boju rezane građe bukve", Glasnik Šumarskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, 112, pp. 83 – 96. **(M51)**
11. Todorović N., Popović Z., Milić R. Popadić R. (2016). "Uticaj termičkog tretmana na promenu boje bukovog drveta sa lažnom srčevinom", Glasnik Šumarskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 114, pp. 239 – 256. **(M51)**
12. Milić G., Todorović N. (2016). "Analiza mehanosorpcionog efekta pri oscilatornom sušenju rezane građe bukve", Glasnik Šumarskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, 114, pp. 119 – 136. **(M51)**

Магистарски рад: „Аксијално утезање дрвета букве (*Fagus moesiaca* C.), храста китњака (*Quercus sessiliflora* S.) и смрче (*Picea excelsa* L.)“, одбрањен 01.03.2007. године на Шумарском факултету у Београду.

Докторска теза: „Примена блиске инфрацрвене спектроскопије у предвиђању својстава термички модификованог дрвета букве са лажном срчевином“, одбрањена 29.11.2012. год. на Шумарском факултету у Београду.

V ОЦЕНА НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ

1. Формулација радног назива (наслова) тезе:

„Могућност очувања механичких и физичких својстава дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeaczott.) еколошки прихватљивим средством против неких гљива трулежница,,

Предложени наслов тезе обухвата предмет и циљ истраживања. Буква, као најзаступљенија врста у Србији, има добра механичка својства, али поседује и слабу природну отпорност према биолошким деструкторима, нарочито према трулежницама. Ово је један од разлога зашто је примена дрвета букве ограничена у спољашњим варијабилним климатским условима. У циљу боље експлоатације буковине, за већи број производа, потребно је дрво превентивно заштити од гљива трулежница при чему не смеју бити нарушена физичка и механичка својства. Са друге стране, средства заштите морају бити потпуно нетоксична по људе и животну средину. Сузбијање гљива трулежница представља захтеван и компликован посао, тако да је превентивна заштита од њиховог напада прави начин борбе против ових деструктора дрвне материје.

2. Проблем и предмет истраживања

Дрво је природан, биолошки и еколошки материјал који истовремено представља и обновљиви ресурс. Захваљујући добрим механичким, звучним и топлотним својствима, дрво има веома важно место у грађевинарству и архитектури (конструктивни елементи, помоћне конструкције, оплате, облоге, подови, ...), али и другим индустријама.

Дрво као природни органски материјал може бити и често је деградирано под утицајем гљива, инсеката и бактерија. Због своје осетљивости према наведеним биолошким деструкторима, који утичу на промену структуре и својстава дрвета, његова употреба је ограничена. Нарочито су угрожене врсте дрвета које имају слабу природну отпорност,

што је одувек привлачило пажњу индустријским истраживачима да развију методе и средства које ће продужити њихов век трајања.

Буква (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeaczott.) је најзаступљенија у Србији и сматра се најзначајнијом врстом у дрвној индустрији (намештај, паркет, фурнир, шперовано дрво). Међутим, шира примена дрвета букве је ограничена због њене слабе природне отпорности. Према стандарду ЕН 350 – 2 (природна трајност дрвета и производа од дрвета и третирање) дрво букве спада у последњу, 5-у класу, као неотпорна врста чија је трајност мања од 5 година. Природна отпорност или природна трајност дрвета се према ЕН 350 - 1 дефинише као “инхерентна отпорност дрвета према нападу организама који врше декомпозицију дрвета” (Råberg et al., 2005).

Најважније биолошко пропадање дрвета изазвано је гљивама трулежницама. Најопаснији деструктори дрвета уграђеног у објекте су *Serpula lacrymans* (кућна гљива) и *Coniophora puteana* (подрумска гљива) – узрочници мрке призматичне трулежи као најдеструктивнијег облика разарања дрвне материје.

Serpula lacrymans се може развијати у дрвету стања влажности испод 20% јер формира ризоморфе (кончасте творевине настале уздужним спајањем хифа) којима спроводи воду са минералним материјама од места на којима се формирала до удаљених, крајњих ивица њеног раста. На овај начин успева да се шири на велике удаљености и напада дрво које је релативно суво.

Гљива *Coniophora puteana* која се иначе, због своје велике отпорности, користи као референтна гљива при испитивању ефикасности средстава за заштиту дрвета (ЕН 113) је ограничена на подручја са већим садржајем влаге, за разлику од кућне гљиве. Оптимална влажност дрвета је од 50 до 60%. Findlay (1956) је забележио да је подрумска гљива углавном одговорна за труљење дрвених подова који су директно постављени на бетон, без адекватне водоотпорне изолације.

Према истраживањима у јужној Норвешкој, за период од 2 године и 3 месеца, у 3161-ом прегледаном објекту, констатовано је 3434 појављивања гљива трулежница. Највише су били присутни изазивачи мрке трулежи (77,4%), а од тога најраспрострањеније врсте су биле *C.puteana* (16,3%) и *S.lacrymans* (16%). Најугроженији су били дрвени зидови (18,3%), подови (13,4%) и кровне конструкције (8,8%) (Alfredsen et al., 2005). Ови подаци су слични са ранијим подацима истраживања у Данској и Финској, с тим што су у овим земљама најугроженији од гљива *C.puteana* и *S.lacrymans* били дрвени подови (Alfredsen et al., 2005).

Гљива *Trametes versicolor*, изазивач беле трулежи свеже посеченог дрвета са повећаним садржајем влаге, због специфичног ензимског система (симултана деградација свих конституената зида дрвне ћелије) и отпорности према фенолним једињењима (Амага et al., 2018), представља референтну гљиву при испитивању антифунгалне ефикасности

средстава за заштиту дрвета лишћара. Заштита дрвета против гљива трулежница је током прошлог века била базирана на коришћењу разних хемијских средстава као што су једињења флора, једињења на бази живе, бакра, бора, цинка, арсена, соли натријума, нафтенати, тар уље, итд., а чији избор зависи да ли је дрво намењено употреби у ентеријеру или екстеријеру. Међутим, показало се да примена средстава базираних на наведеним хемијским једињењима утиче неповољно на животну средину и здравље људи. Многа хемијска средства су законским регулативама забрањена за употребу, а неким је ограничена употреба у већини економски развијених земаља (Reinprecht and Tiralová 2007a).

Последњих деценија се јавила потреба за применом заштитних средстава за дрво која немају негативне ефекте на живот и здравље људи и животну средину. Спроведена су бројна су истраживања која се односе на термичку модификацију, као и хемијски третман дрвета еколошки прихватљивим средствима у циљу очувања или евентуалног побољшања физичких и механичких својстава и отпорности дрвета према његовим биолошким деструкторима.

Многи истраживачи су видели решење у примени природних супстанци за превентивну заштиту дрвета од биолошких деструктора. Секундарни метаболити биљака као што су биљни екстракти, есенцијална уља, затим екстрактивне материје из срчевине природно отпорних врста дрвета, смоле и воскови из коре одређених врста, као и друге природне супстанце (китосан, капсаицин из чили папричице, прополис,...) представљају алтернативу у заштити дрвета. Секундарни метаболити настају као одговор метаболизма биљке на напад бактерија, вируса, гљива и негативни утицај разних других фактора спољне средине. Посебну пажњу привукли су екстракти и есенцијална уља биљака и њихова ефикасна једињења, са антифунгалним, антибактеријским и инсектицидним деловањем. Екстрактивне материје изоловане из одређених биљних врста која имају антимикробно дејство су феноли, фенолни естри и ароматични алдехиди (Voda et al., 2003).

Ова актуелна тема, односно превентивна заштита природно неотпорног дрвета букве еколошки прихватљивим средством од најдеструктивнијег облика његовог разлагања изазваног наведеним лигниколним гљивама, уз очување физичких и механичких својстава дрвета, биће предмет ових истраживања. Узимајући у обзир резултате истраживања бројних аутора одн. активна једињења биљних екстраката која инхибирају раст гљива трулежница и познавајући физиологију и ензимски систем лигниколних гљива *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana* и *Trametes versicolor*, као и анатомску грађу и својства дрвета мезијске букве, дрво букве намењено употреби у ентеријеру, биће третирано растворима сувих екстраката три врсте биљака (кора кинеског цимета, херба ртањског чаја и мајчине душице) чија доминантна једињења у хемијском саставу имају антифунгални ефекат према резултатима досадашњих истраживања бројних аутора. Кора цимета (*Cinnamomum cassia* (L.) J.Presl.) као главна хемијска једињења

садржи цимет алдехид (и његове деривате) и еугенол са антифунгалним деловањем против патогених и гљива изазивача мрке и беле трулежи, чак и ксилофагних инсеката (Wang et al., 2005; Hsu et al., 2007; Cheng et al., 2008; Axinte et al., 2011; Yen and Chang, 2008; Yingprasert et al., 2015; Medeiros et al., 2016). Цимет алдехид може бити водеће једињење за развој средстава за заштиту дрвета од гљива (Wang et al., 2005).

Врсте из рода *Thymus* су богате активним материјама са антифунгалним и антимикробним деловањем, а то су тимол и карвакрол. О ефикасности ових једињења говоре бројна истраживања (Medeiros et al., 2016; Yang and Clausen 2007; Pánek et al., 2014; Zyani et al., 2011; Wang et al., 2005; Xie et al., 2017; Voda et al., 2003; Jarić et al., 2015). Херба ртањског чаја (*Satureja montana* L.) такође, као најдоминантнију компоненту има карвакрол, али ту је и *p* – цимен (монотерпенски угљоводоник), борнеол, транс - кариофилен, кариофилен оксид, γ – терпинен са учешћем већим од 1% и друга једињења са мањим учешћем (Vladić, 2017). Због карвакрола, овај екстракт даје антифунгални ефекат, а референце су већ наведене. Ту су и истраживања о антифунгалном, антимикробном и антиоксидативном дејству екстракта и есенцијалних уља *Satureja montana* и врста из овог рода (Pánek et al., 2014; Muchembled et al., 2017; Bezić et al., 2005; Milosavljević et al., 2000; Serrano et al., 2011; Skočibušić and Bezić, 2004).

Према анализи доступне литературе ефикасност наведених сувих екстракта апликованих у дрво против лигниколних гљива није до сада испитивана. Такође, на основу анализе доступне литературе, највећи број истраживања се ипак односи на испитивање ефикасности есенцијалних уља и активних једињења изолованих из њих према патогеним гљивама и бактеријама а мањи број према трулежницама. Већи број истраживања је рађен модификованим методама разблаживања хранљиве подлоге или диск-дифузионом методом, а врло мали број апликацијом есенцијалних уља, екстракта или активних једињења у само дрво.

3. Познавање проблематике на основу изабране литературе

Више деценија уназад раде се истраживања у циљу ефикасне превентивне заштите дрвета против његових биолошких деструктора уз тежњу да се сачувају или чак побољшају механичка и физичка својства дрвета, а уз примену еколошки прихватљивих средстава или метода. Могу се издвојити следећа истраживања:

Термо-третман дрвета (Militz, 2002; Schwarze and Spycher 2005; Hill, 2006; Kamdem et al., 2002). Ацетилација (импрегнација загрејаног дрвета течним анхидридом сирћетне киселине) (Homan et al., 2000; Hill et al., 2005; Hill, 2006; Khalil et al., 2010; Papadopoulos, 2006; Jayashree et al., 2011; Habu et al., 2006; Rowell et al. 2008; Westin et al. 2004). Chang и Chang (2006) наводе да модификација дрвета изопропил глицидил етером (C₆H₁₂O₂) такође даје одличну отпорност према гљивама, а Williams и Hale (2003)

слично наводе за модификацију дрвета изоцијанатима (цитати Lahtela et al., 2014). Фурфурилација (модификација фурфурил алкохолом $C_5H_6O_2$). (Esteves et al., 2011; Lathela et al., 2014). Водотопива смола DMDHEU (диметил дихидрокси етилен уреа) и водено стакло су инхибирали раст гљива обојавача, али нису превентивно заштитили дрво од њиховог продирања (Pfeffer et al., 2011). DMDHEU модификација се још увек усавршава, јер не даје добре резултате у смислу механичких својстава дрвета, због употребе магнезијум хлорида ($MgCl_2$) као катализатора, који делује агресивно на полисахариде дрвета (Jirouš-Rajković et al., 2007). Талл оил (тал уље), само уље није дало резултате, али у комбинацији са једињењима бора је ефикасно против гљива (Temiz et al., 2008). Ulvcrona et al. (2012) су третирали различите делове из дрвета бора уљем ланеног семена. Третирана белџика није дала резултате против гљива мрке трулежи, док је срчевина дала потенцијално позитивне резултате. Kaps et al. (2012) су добили одличне резултате са емулзијом заснованом на уљу уљане репице у воденој емулзији, а укључивало је борна једињења и ацид уља. Третман восковима може успорити, али не и спречити напад гљива трулежница (Scholz et al., 2010). Lesar и Humar (2011) наводе да превентивна заштита дрвета восковима зависи и од врсте воска и од врсте гљиве. Све силиконске емулзије могу инхибирати гљивични раст, а нарочито аминокиселине - силикони (Ghosh et al., 2009). Лимунска киселина (Despot et al., 2008), као и сол-гел третман (Palanti et al., 2011) дају обећавајуће резултате. Третман не утиче значајно на еластичност дрвета, а повећава чврстоћу на затезање и притисак (Lathela et al., 2014). Третирање дрвета 2% природним китосаном у воденом раствору знатно је смањило деградацију дрвета под утицајем гљива мрке трулежи (Schmidt and Müller, 1995). Олигомер хитосана је био ефикаснији од воденог раствора хитосана у редукцији раста неких Ascomyceta (Chitenden et al., 2004). Третман хитосаном је смањив гubitак масе дрвета под утицајем две гљиве мрке трулежи и једне изазивача беле трулежи, а додатак бакар сулфата није побољшао резултате добијене коришћењем само раствора хитосана (Maoz and Morrell, 2004). Импрегнација дрвета воденим растворима различитих типова лигнина мале концентрације (од 0.5 до 1.0 %) против гљива мрке трулежи дала је значајне резултате односно губитак масе дрвета под утицајем гљива био је занемарљив (Chirkova et al., 2011). Екстракти из чилија који садрже ефикасну компоненту капсаицин. Сок из чилија и капсикум олеоресин су показали умерену антифунгалну активност против неких гљива изазивача обојавања (Singh et al., 2006).

Нека од досадашњих испитивања ефикасности примене екстраката, етеричних уља и њихових активних једињења у заштити мање отпорних врста дрвета од лигниколних гљива, дала су обећавајуће резултате и биће наведена нека од њих: Есенцијална уља из 18 египатских биљака (Mohareb et al., 2013). Пелиново есенцијално уље се показало најбоље код *G.lucidum*, а лимуново код *H. apiaria*. Есенцијална уља и њихова антимикробна једињења: *Pelargonium roseum* (геранијум), каранфилић (еугенол) и цимет (цимет алдехид) против више врста гљива као и *Coniophora puteana* (Chittenden and

Singh, 2011). Есенцијална уља чајевца против *Poria monticola* (мрка трулеж) и *Polyporus versicolor* (бела трулеж) на дрвету тополе. Једињења из 22 есенцијалних уља против *C.puteana* и *T.versicolor*: тимол, карвакрол, метил кавикол и кумин алдехид као главни конституенти етеричних уља тимијана, оригана, аниса, босиљка и кумина су најефикаснија једињења у инхибицији раста гљиве беле трулежи (*T. versicolor*) и мрке трулежи (*C. puteana*) (Voda et al., 2003). Есенцијално уље из дрвета формошког пачемпреса са Тајвана (*Chamaecyparis formosensis*) против гљива *L. sulphureus* и *T. versicolor* (Wang et al., 2005). Есенцијална уља из листа и плода формоске клеке (*Juniperus formosana*) против 4 врсте гљива, е.уља из лишћа која су садржала главне активне антифунгалне супстанце α -кадинол и елемол (Su et al., 2013). Ефекат селектованих есенцијалних уља против *Gleophyllum trabeum* (Maoz et al., 2007). Panek et al. (2014) испитивали су 10 есенцијалних уља и њихову ефикасност у заштити дрвета букве (*Fagus sylvatica*) против гљива *C.puteana* и *T.versicolor*, као и плесни *Aspergillus niger* и *Penicillium brevicompactum*. Goktas et. al (2007) испитивали су ефикасност екстракта олеандера (*Nerium oleander*) против гљива беле (*Trametes versicolor*) и мрке трулежи (*Poria placenta*), који је дао боље резултате у инхибицији гљива мрке трулежи (губитак масе буковог дрвета око 5% при концентрацији екстракта олеандера 0,25%). Екстракти мимозе (*Acacia mollissima*) и квебрака (*Schinopsis lorentzii*) се могу користити у превентивној заштити од гљива беле и мрке трулежи (Tascioglu et al., 2013).

У току израде докторске дисертације кандидат ће користити следеће важније литературне изворе, на које се надовезују предвиђена истраживања:

1. Abdel-Hamid, A.M., Solbiati, J.O., Cann, I.K.O.: Insights into Lignin Degradation and its Potential Industrial Applications, Chapter one, Advances in Applied Microbiology, Vol. 82., 2013, pp. 1 – 28.
2. Amara, S., Perrot, T., Navarro, D., Deroy, A., Benkhelfallah, A., Chalak, A., Daou, M., Chevret, D., Faulds, C.B., Berrin, J.G., Morel- Rouhier , M., Gelhaye, E. and Record, E.: Enzyme activities of two recombinant heme-including peroxidases TvDyP1 and TvVP2 identified from the secretome of *Trametes versicolor*, Applied and Environmental Microbiology. American Society for Microbiology, 2018, 02826-17
3. Amusant, N., Moretti, C., Richard, B., Prost, E., Nuzillard, J. M., and Thévenon, M.: “Chemical compounds from *Eperua falcata* and *Eperua grandiflora* heartwood and their biological activities against wood destroying fungus (*Coriolus versicolor*),” *Holz als Roh- und Werkstoff* 65(1), 2005, pp.23-28.
4. Araar, H.: Cinnamon plant extracts: a comprehensive physico-chemical and biological study for its potential use as a biopesticide, Thessis, Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Collection Master of Science n. 562, 2009
5. Arantes, V., Jellison, J., Goodell, B.: Peculiarities of brown-rot fungi and biochemical Fenton reaction with regard to their potential as a model for bioprocessing biomass, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 94, 2012, pp. 323–338
6. Barr, D., Aust, S.: Mechanisms white rot fungi use to degrade pollutants, *Environ. Sci. Technol.*, 1994, 28: 78A – 87A.
7. Beatović, V. D., Jelačić, Č.S., Oparnica, D.Č., Krstić-Milošević, B.D., Glamočija, M.J., Ristić, S.M., Šiljegović, D.J.: Hemijski sastav, antioksidativna i antimikrobna aktivnost etarskog ulja *Ocimum sanctum* L., *Hem. Ind.*, 67 (3), 2013, pp. 427-435.
8. Boonchird, C., Flegel, T.W.: In vitro antifungal activity of eugenol and vanillin against *Candida albicans* and *Cryptococcus neoformans*, *Canadian Journal of Microbiology*, 28, 1982, pp.1235–1241.

9. Čančarević, A., Bugarski, B., Šavikin, K., Zdunić, G.: BIOLOŠKA AKTIVNOST VRSTA *Thymus vulgaris* I *Thymus serpyllum* I NJIHOVO KORIŠĆENJE U ETNOMEDICINI, Pregledni rad – Review paper, LEK. SIROV., God. XXXIII, Broj 33, 2013, pp.3-17.
10. Celimene, C.C., Micales, J.A., Ferge, L., Young, R.A.: Efficacy of pinosylvins against white-rot and brown-rot fungi, *Holzforschung*, 53, 1999, pp.491–497.
11. Cheng, S.S., Liu, J.Y., Chang, E.H., Chang, S.T.: Antifungal activity of cinnamaldehyde and eugenol congeners against wood-rot fungi, *Bioresource Technology*, 99, 2008, pp. 5145–5149
12. Chittenden, C., and Singh, T.: “Antifungal activity of essential oils against wood degrading fungi and their applications as wood preservatives,” *International Wood Products Journal* 2(1), 2011, pp.44-48.
13. Désirée, C.K.R., René, F.K.P., Jonas, K., Bibiane, D.T., Roger, S.M. and Lazare, K.: Antibacterial and Antifungal Activity of the Essential Oil Extracted by Hydro-Distillation from *Artemisia annua* Grown in West-Cameroon, *British Journal of Pharmacology and Toxicology* 4(3), 2013, pp.89-94.
14. Despot, R., Hasan, M., Jug, M., Šefc, B.: Biological durability of wood modified by citric acid, *Drvna industrija* 59(2), 2008, pp.55-59.
15. Didry, N., Dubreuil, L., Pinkas, M.: Activity of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde and eugenol on oral bacteria, *Pharmaceutica Acta Helveticae* 69, 1994, pp. 25–28.
16. Esteves, B., Nunes, N., Pereira, H.: Properties of furfurylated wood (*Pinus pinaster*), *European Journal of Wood and Wood Products* 69 (4), 2011, pp. 521-525.
17. Frankland, J.C., Hedger, J.N., Swift, M.J.: *Decomposer Basidiomycetes, their biology and ecology*, Cambridge University Press, British Mycological Society, 1982
18. Goktas, O., Mammadov, P., Duru, M.E., Ozen, E., Colak, A.M.: Application of extracts from the poisonous plant, *Nerium Oleander* L., as a wood preservative, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 6 (17), 2007, pp. 2000-2003.
19. Green, F. III, Highley, T.L.: Mechanism of brown-rot decay: paradigm or paradox, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 39, 1997b, pp. 113–124.
20. Hao, Y.Y., Brackett, R.E., Doyle, M.P.: Efficacy of plant extracts in inhibiting *Aeromonas hydrophila* and *Lysteria monocytogenes* in refrigerated, cooked poultry, *Food Microbiology* 15, 1998, pp.367–378.
21. Hill, C. A. S.: *Wood Modification - Chemical, Thermal and Other Processes*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, 2006
22. Hill, C.A.S., Forster, S.C., Farahani, M.R.M., Hale, M.D.C., Ormondroyd, G.A., Williams, G.R.: An investigation of cell wall micropore blocking as a possible mechanism for the decay resistance of anhydride modified wood, *International Biodeterioration and Biodegradation* 55(1), 2005, pp.69-76.
23. Howell, C., Hastrup, A.C.S., Goodell, B., Jellison, J.: Temporal changes in wood crystalline cellulose during degradation by brown rot fungi, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63, 2009, pp.414–419.
24. Hsu, F.L., Yen, T.B., Chang, H.T., Chang, S.T.: Antifungal activity and synergistic effect of cinnamaldehyde combined with antioxidants against wood decay fungi. IRG/WP 07-30445, 2007.
25. Huang, Z., Maher, K., and Amartei, S. A.: “Effects of heartwood extractives in dahoma (*Piptadeniastrum africanum*) on decay resistance to white- and brown-rot fungi,” *The International Research Group on Wood Preservation IRG/WP 04-10536*, 2004
26. Hui-Seng, L., Eriksson, K.E.: Influence of oxygen on degradation of wood and straw by white – rot fungi, *Svensk Papperstidningen* 6, 1985, pp.57 – 60.
27. Irbe, I., Anderson, I., Andersons, B., Noldt, G., Dizhbite, T., Kurnosova, N., Nuopponen, M., Stewart, D.: Characterisation of initial degradation stage of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) sapwood after attack by brown-rot fungus *Coniophora puteana*, *Biodegradation*, 22, 2011, pp. 719–728.
28. Karadžić, D.: *Šumska fitopatologija*, Šumarski fakultet, Beograd, Šumarski fakultet, Banja Luka, 2010, pp 603-606.
29. Kauserud, H., Svegård, I. B., Sætre, G.P., Knudsen, H., Stensrud, Ø., Schmidt, O., Doi, S., Sugiyama, T., Högborg, N.: Asian origin and rapid global spread of the destructive dry rot fungus *Serpula lacrymans*, *Mol. Ecol.*, 16 , 2007, pp. 3350–3360.
30. Khalil, A., H.P.S., Bhat, I-u-H, Awang, K.B.: Preliminary study on enhanced properties and biological resistance of chemically modified *acacia* spp., *BioResources* 5 (4), 2010, pp. 2720-2737.
31. Lesar, B., Humar, M.: Use of wax emulsions for improvement of wood durability and sorption properties, *European Journal of Wood and Wood Products* 69(2), 2011, pp. 231-238.
32. Mahmoud, A.I.E.: Antifungal action and antiaflatoxic properties of some essential oil constituents, *Letters in Applied Microbiology* 19, 1994, pp. 110-113.

33. Maoz, M., and Morrell, J. J.: "Ability of chitosans to limit wood decay under laboratory conditions," The International Research Group on Wood Preservation IRG/WP 04-30339. 2004.
34. Medeiros, C.M., Gouveia, F.N., Bizzo, H.R., Roberto F. Vieira, R.F., Del Menezzi, C.H.S.: Fungicidal activity of essential oils from Brazilian Cerrado species against wood decay fungi, *International Biodegradation and Biodeterioration* 114, 2016, pp. 87 – 93.
35. Militz, H.: "Thermal treatment of wood – European process and their background," The International Research Group on Wood Preservation IRG/WP 0240241, 2002
36. Mirić, M., Willeitner, H.: Lethal temperature for some wood-destroying fungi with respect to eradication by heat treatment, Doc. No. IRG/WP/1229, 1984
37. Nagadesi, P.K. and Arya, A.: Biocontrol of Timber Decaying Fungi by Botanical Pesticides an Ecofriendly Technology, *World Scientific News* 44, 2016, pp. 206-223
38. Nguyen V.M, Nguyen D.M.C, Seo D.J, Park R.D. and Jung W.J.: Antimycotic activities of cinnamon-derived compounds against *Rhizoctonia solani* in vitro, *Biological control*, (2) 2009, pp. 9009-9220.
39. Papadopoulus, A.N.: Chemical modification of pine wood with propionic anhydride: Effect on decay resistance and sorption of water vapour, *BioResources* 1(1), 2006, pp.67-74.
40. Praveen Kumar Nagadesi P.K., Arya, A.: Control of Timber Decaying Fungi by Botanical Pesticides an Ecofriendly Technology, *World Scientific News* 44, 2016, pp. 206-223.
41. Råberg, U., Edlund, M.L., Terziev, Land, C.J.: Testing and evaluation of natural durability of wood in above ground conditions in Europe – an overview, *J Wood Sci* 51, 2005, p. 429.
42. Randhawa, A.M., Aljabre, M.S.H.M.: Dimethyl Sulfoxide (DMSO) has an Additive Effect and Alters Minimal Inhibitory Concentrations of Antifungal Drugs, *Journal of Rawalpindi Medical College (JPMC)*; 2007; 11(2).
43. Reinprecht, L.: Fungicides for Wood Protection - World Viewpoint and Evaluation/Testing in Slovakia, *Fungicides*, Odile Carisse (Ed.), 2010, InTech.
44. Reinprecht, L., Tiralová, Z.: Biocídy na ochranu dreva – aplikácia v interiéroch/Biocides for wood preservation – application in interiors/, *Stavebné materiály*, 3(6), 2007a, pp. 52-54.
45. Rosenberg, S. L.: Patterns of diffusibility of lignin and carbohydrate-degrading systems in wood-rotting fungi, *Mycologia* 72, 1980, pp. 798-812.
46. Rowell, R.M.: *Wood Chemistry and Wood Composites*, Taylor & Francis Group, 2005, 487p.
47. Rudman, P.: The causes of natural durability in timber, Factors influencing the decay resistance of cypress pine (*Callitris columellaris* F. Muell), *Holzforschung* 17, 1963, pp. 183-188.
48. Schmidt, O.: *Wood and Tree Fungi - Biology, Damage, Protection, and Use*. Springer, 2006
49. Schmidt, O., and Müller, J.: "Potentielle Schutzwirkung von Chitosan gegen Holzpilze," *Holz-Zentralblatt* 121(150), 1995, p.2503.
50. Scholz, G., Militz, H., Gascón-Garrido, P., Ibiza-Palacios, M.S., Oliver-Villanueva, J.V., Peters, B.C., Fitzgerald, C.J.: Improved termite resistance of wood by wax impregnation, *International Biodeterioration and Biodegradation* 64(8), 2010, pp. 688-693.
51. Schwarze, F. W. M. R., and Spycher, M.: "Resistance of thermo-hygromechanically densified wood to colonisation and degradation by brown rot fungi," *Holzforschung* 59(3), 2005, pp. 358-363.
52. Scora, K.M., Scora, R.W.: Effect of volatiles on mycelium growth of *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, and *P. ulaiense*, *Journal of Basic Microbiology* 38, 1998, pp. 405–413.
53. Serrano, C., Matos, O., Teixeira, B., Ramos, C., Neng, N., Noguneira, J., Nunes, M.L., Marques, A.: Antioxidant and antimicrobial activity of *Satureja montana* L. extracts. *Science of Food and Agriculture*, Vol. 91, Issue 9, 2011, pp. 1554 – 1560.
54. Sheikh Imran Ahmada, Malini Capoorb and Fehmeeda Khatoona: Phytochemical analysis and growth inhibiting effects of *Cinnamomum cassia* bark on some pathogenic fungal isolates, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2013, 5(3), 2013, pp. 25-32.
55. Simsek, H., Baysal, E., Peer, H.: Some mechanical properties and decay resistance of wood impregnated with environmentally-friendly borates, *Construction and Building Materials* 24(11), 2010, pp. 2279-2284.
56. Singh H.B., Srivastava M., Singh A.B. and Srivastava A.K.: Cinnamon bark oil, a potent fungi toxicant against fungi causing respiratory tract mycoses, *Allergy*, 50, 1995, pp. 995–999.
57. Hsu, K.P., Wang, E.I.C., and Ho, C.L.: "The composition, antimildew and anti-wood-decay fungal activities of the leaf and fruit oils of *Juniperus formosana* from Taiwan," *Natural Product Communications* 8(1), 2013, pp. 1329-1332.
58. Šoškić, B. i Popović, Z.: *Svojstva drveta*, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd 2002

59. Tascioglu, C., Yalcin, M., Sen, S., Akcay, C.: Antifungal properties of some plant extracts used as wood preservatives, *International Biodeterioration & Biodegradation* 85, 2013, pp. 23 – 28.
60. Temiz, A., Alfredsen, G., Eikenes, M., Terziev, N.: Decay resistance of wood treated with boric acid and tall oil derivatives. *Bioresource Technology* 99(7), 2008, pp. 2102-2106.
61. Tzortzakis N.G.: Impact of cinnamon oil-enrichment on microbial spoilage of fresh produce, *Innovative food science and emerging technologies*, 10 (1), 2008, pp. 97-102.
62. Vladić J.: SAVREMENE METODE EKSTRAKCIJE RTANJSKOG ČAJA (*Satureja montana* L.), HEMIJSKI SASTAV I BIOLOŠKA AKTIVNOST ODABRANIH EKSTRAKATA, Disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet. Novi Sad 2017.
63. Voda, K., Boh, B., Vrtačnik, M., and Pohleven, F.: “Effect of the antifungal activity of oxygenated aromatic essential oils compounds on the white-rot *Trametes versicolor* and the brown-rot *Coniophora puteana*,” *International Biodegradation and Biodeterioration* 51(1), 2003, pp. 51-59.
64. Wang, J.Y., Cooper, P.A.: Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood, *Holz als Roh- und Werkstoff* 63(6), 2005, pp. 417-422.
65. Wang, S.Y., Chen, P.F., Chang, S.T.: Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi, *Bioresource Technology* 96, 2005, pp. 813–818.
66. Westin, M., Rapp, A. O., and Nilsson, T.: “Durability of pine modified by 9 different methods,” The International Research Group on Wood Preservation IRG/WP 04-40288, 2004
67. Xie, Y., Wang, Z., Huang, Q., Zhang, D.: Antifungal activity of several essential oils and major components against wood-rot fungi, *Industrial Crops and Products*, Vol. 108, 2017, pp. 278 – 285.
68. Yang, V.W. and Clausen, C.A.: Inhibitory Effect of Essential Oils on Decay Fungi and Mold Growth on Wood, One Hundred Third Annual Meeting of the AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION, Vol. 103, 2007
69. Yen, T.B. and Chang, S.T.: Synergistic effects of cinnamaldehyde in combination with eugenol against wood decay fungi, *Bioresource Technology* 99, 2008, pp. 232–236.
70. Yingprasert, W., Matan, N., Chaowana, P., Matan, N.: Fungal resistance and physico-mechanical properties of cinnamon oil- and clove oil-treated rubberwood particleboards, *Journal of Tropical Forest Science* 27(1), 2015, pp. 69–79.
71. Zyani, M., Mortabit, D., El Abed, S., Remmal, A., Koraichi, S.I.: Antifungal activity of Five Plant Essential Oils against wood decay fungi isolated from an old house at the Medina of Fez, *International Research Journal of Microbiology*, Vol. 2(3), 2011, pp. 104-108.

4. Циљ истраживања

На основу свега горе наведеног, основни циљ истраживања је утврђивање антифунгалне ефикасности одабраних биљних екстраката у заштити дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeaczott.) против гљива изазивача мрке трулежи *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fries) и *Coniophora puteana* (Schum.: Fries) Karst. и гљиве изазивача беле трулежи *Trametes versicolor* (Fr.) Pil. као и могућност очувања механичких и физичких својстава дрвета букве третираног биљним екстрактом са најефикаснијим антифунгалним ефектом одређеним на основу прелиминарних истраживања.

Основни задаци овог истраживања обухватају:

1. Испитивање антифунгалних карактеристика биљних екстраката *Cinnamomum cassia* L., *Satureja montana* L. и *Thymus serpyllum* L. за заштиту дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeaczott.) према гљивама *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana* и *Trametes versicolor*;

2. Испитивање својства дрвета мезијске букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeczott.) третираног одабраним биљним екстрактом за заштиту дрвета;
3. Испитивање утицаја гљива *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana* и *Trametes versicolor* на губитак механичких и физичких својстава буковог дрвета (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeczott.) третираног изабраним биљним екстрактом за заштиту.

5. Полазне хипотезе

На основу претходних сазнања и резултата прелиминарних истраживања о антифунгалном деловању одабраног биљног екстракта, који представља еколошки прихватљиво средство, можемо поставити научно засноване хипотезе:

- Ефикасна заштита дрвета мезијске букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czeczott.) одабраним биљним екстрактом против три врсте тест гљива трулежница (*Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana* и *Trametes versicolor*)
- Примена одабраног биљног екстракта не утиче значајно на промену физичких и механичких својстава дрвета које би довеле до смањења поља употребе дрвета букве

6. Научне методе истраживања

Методе и материјал у прелиминарном делу истраживања

У прелиминарном делу истраживања испитиваће се антифунгална ефикасност три биљна екстракта у пет различитих концентрација апликованих методом потапања у узорке дрвета букве, с обзиром да се ради о лако пермеабилној врсти дрвета (ЕН 350-2). Тестираће се екстракти коре цимета (*Cinnamomum cassia* (L.) J. Presl)), хербе мајчине душице одн. дивљег тимијана (*Thymus serpyllum* L.) и ртањског чаја (*Satureja montana* L.) против гљива *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fries), *Coniophora puteana* (Schum.: Fries) Karst. и *Trametes versicolor* (Fr.) Pil. Суви екстракти биљака су добијени од фирме Мелиса фарм д.о.о. из Апатина. Екстракција све три биљне врсте изведена је дигестијом – екстракцијом на повишеној температури од 30 до 60 °Ц при притиску од 0.6 бара.

Припрема раствора биљних екстраката

Суви екстракти биљака биће припремљени у асептичним условима, у 5 различитих концентрација. Као растварач за све екстракте биће коришћена дестилована вода накнадно стерилисана у аутоклаву. Мешање раствора биће обављено на магнетној мешалици на температури од 35° до 40° Ц.

Припрема узорака дрвета

Узорци буковине биће изрезани из дасака добијених из стабала са шумског подручја Наставно – Научне базе Шумарског факултета, која се налази на планини Гоч у југозападном делу Србије. За потребе прелиминарних истраживања узорци дрвета биће исечени из дрвета у просушеном стању влажности на димензије 5 (тангенсијално) x 20 (радијално) x 20 (аксијално) мм и обележени. Резање узорака букве биће обављено тако да за сваку тест гљиву и сваку концентрацију испитиваних екстраката буде једнак број узорака из исте старости стабала. Узорци ће бити осушени до апсолутно сувог стања влажности у сушници мерењем масе до константне вредности. Сувим узорцима биће измерена маса (m_0) на техничкој ваги са тачношћу 0,01 г.

Тест гљиве

Изолати гљива *Coniophora puteana* Schumm ex Fr. J Karst. (No ID 2007-165/108) и *Serpula lacrymans* Wulfen: Fries (No ID 2007-22) добијени су од проф. др Н. Solheim-a (Норвешки институт за биоeкономију, Норвешка) а изолат гљиве *Trametes versicolor* (L:Fr.) Quel. од проф. др Драгана Караџића, (Универзитет у Београду, Шумарски факултет). Припремљена, стерилисана, охлађена малц екстракт агар (МЕА) подлога биће инокулисана тест гљивама у асептичним условима (метод чистих култура). Инокулуми гљива биће узимани из растуће зоне мицелије 10 до 12 дана старих култура. Затим ће Петри посуде са инокулумима гљива бити стављене у клима-комору при температури $22 \pm 1^\circ\text{C}$ и влажности ваздуха $70 \pm 5\%$, до потпуног прекривања хранљиве подлоге културама тест гљива.

Третирање узорака дрвета биљним екстрактима

Припремљени, апсолутно суви узорци дрвета букве биће третиран биљним екстрактима одређених концентрација методом потапања у трајању од 24 часа. Након потапања биће измерена маса дрвених узорака како би се одредила количина упијеног средства (ниво ретенције) односно проценат добитка масе дрвета након третирања. Третирани узорци дрвета ће након мерења бити сушени природним путем седам дана у собним условима.

Испитивање отпорности третираног буковог дрвета на тест гљиве

Ваздушно суви, третирани растворима биљних екстраката одређене концентрације, као и контролни, нетретирани узорци дрвета букве биће у асептичним условима површински стерилисани пламеном, а затим по 4 узорака постављено преко стерилисаног предметног стакла на развијене чисте културе тест гљива. Тестира се по 8 узорака за сваку тест гљиву и сваку концентрацију раствора биљних екстраката и 8 контролних узорака за сваку тест гљиву. Третирани и контролни узорци дрвета биће излагани тест гљивама 60 дана при температури од $22 \pm 1^\circ\text{C}$ и влажности ваздуха од $70 \pm 5\%$ у клима комори. Након излагања тест гљивама, узорци ће бити сушени у сушници, мерењем масе до константне вредности. Сувим узорцима биће измерена маса (m_2) са тачношћу 0,01 г. На основу разлике у маси апсолутно сувих узорака дрвета букве на крају теста односно након експозиције тест гљивама и пре теста односно пре дејства тест гљива израчунаће се процентуални губитак масе дрвених узорака.

Прелиминарна истраживања ће омогућити избор једног од 3 испитивана биљна екстракта за превентивну заштиту дрвета букве против тест гљива односно дати нам концентрацију одређеног раствора екстракта која инхибира раст испитиваних гљива. Онај екстракт и његова концентрација који даје најмањи губитак масе третираног буковог дрвета под дејством тест гљива, биће коришћен у главном делу истраживања.

За процену добијених резултата односно утицаја врсте гљиве, врсте и концентрације биљних екстраката на губитак масе (%) дрвета мезијске букве, као и утицаја врсте и концентрације биљних екстраката на % добитка масе дрвета букве након потапања у њихове растворе, биће коришћена двофакторијална анализа варијансе (АНОВА).. Значајне разлике међу варијаблама биће детерминисане post-hoc тестом при нивоу $p < 0.05$.

Методe и материјал у главном делу истраживања – испитивање својстава третираног и нетретираног буковог дрвета

На основу резултата добијених у прелиминарном делу истраживања, одабраће се средство односно екстракт и концентрација у којој ће средство за заштиту дрвета бити апликовано на узорке дрвета букве, димензија потребних за испитивање механичких и физичких својстава, а по процедурама ЕН стандарда уз одређене модификације у складу са потребама испитивања.

У главном истраживању имаћемо 4 групе (серије) узорака:

1. Нетретирани (контролни) узорци
2. Нетретирани узорци после експозиције тест гљивама
3. Третирани узорци дрвета биљним екстрактима
4. Третирани узорци после експозиције тест гљивама

На узорцима у све 4 групе ће се испитивати физичка и механичка својства.

На узорцима у све 4 групе биће испитана следећа основна физичка и механичка својства: густина и влажност, својства површине дрвета – квашење, пенетрација – продирање примењеног средства су дрво, чврстоћа на савијање при дејству једне силе и модул еластичности при савијању. Апликација заштитног средства у узорке дрвета који ће бити осушени до апсолутно сувог стања влажности у сушници, биће изведена методом потапања. Након тога, свим третираним узорци биће измерена маса и димензије ради утврђивања количине упијеног раствора средства односно нивоа ретенције, као и густина. Третирани узорци дрвета биће сушени у условима собне температуре и влажности ваздуха до постизања константне масе, пре експозиције тест гљивама.

Поред основних својстава на узорцима ће бити испитане и следеће карактеристике: боја дрвета, промена анатомске грађа дрвета, процена хемијских својстава дрвета са средством и без њега и анализа хемијског састава биљних екстраката. Боја дрвета ће бити одређена пре и после третмана мерењем параметара боје

у CIEL*a*b* систему. Да ли је дошло до промене у анатомској грађи дрвета након третмана утврдиће се скенирањем узорака дрвета електронским микроскопом (SEM). Применом FTIR-а (техника инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом која користи упадно зрачење широке спектралне области односно полихроматско зрачење) утврдиће се да ли је дошло до промене хемијских својстава дрвета након третмана раствором биљног екстракта. Спектри ће бити снимљени пре и после третмана на све три анатомске површине дрвета. Анализа хемијског састава биљних екстраката ће бити урађена гасном хроматографијом-масеном спектрометријом (GH-MS) у циљу одређивања учешћа доминантних активних једињења у екстрактима.

Третирани узорци буковог дрвета биће изложени дејству чистих култура гљива 12 недеља, при стандардним условима температуре ($22 \pm 1\%$ Ц) и релативне влажности ваздуха ($70 \pm 5\%$). Након истека овог периода, са узорака из сваке серије биће лагано уклоњена мицелија са површине, извршиће се мерење масе са тачношћу 0,01 г, а затим ће бити осушени у сушници до апсолутно сувог стања влажности, мерењем масе до константне вредности. После сушења на узорцима ће бити измерена маса и димензије са тачношћу 0.01 г ради утврђивања губитка масе третираног буковог дрвета и промена физичких својстава под утицајем тест гљива.

7. Очекивани резултати и научни допринос

Резултати који се очекују треба да потврде или оповргну могућност заштите дрвета мезијске букве од тест гљива трулежница, одабраним биљним екстрактом који је истовремено еколошки прихватљиво средство, уз очување физичких и механичких својстава дрвета.

Допринос овог истраживања се састоји у расветљавању до сада неиспитаних антифунгалних карактеристика сувих биљних екстраката коре цимета (*Cinnamomum cassia*), хербе ртањског чаја (*Satureja montana*) и хербе мајчине душице (*Thymus serpyllum*) у заштити дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca*) третираног воденим растворима наведених сувих екстраката, од тест гљива трулежница и очувања његових механичких и физичких својстава.

Ово истраживање би истовремено представљало и допринос потреби спровођења еколошки чистих и прихватљивих метода примене заштитних средстава за дрво.

Научна оправданост ове докторске дисертације састоји се у могућности да добијени резултати афирмишу коришћење заштитног средства које је потпуно еколошки прихватљиво и нетоксично по атмосферу, земљиште и воду, као и за људе и топлокрвне животиње.

Практична примена резултата истраживања обухватала би заштиту широког спектра производа од дрвета, с обзиром да се ради о потпуно нетоксичном и безопасном агенсу

8. План истраживања и структура рада

У складу са циљевима истраживања и методама рада, дато истраживање се може поделити у 5 фаза:

Прва фаза обухвата:

Припрему и постављање лабораторијских огледа за прелиминарна истраживања.

Друга фаза обухвата:

Обрада и анализа података добијених у прелиминарним истраживањима. Статистичка обрада података и њихово приказивање у виду табела, графика, хистограма и осталог потребног. На основу добијених резултата у прелиминарним истраживањима планирање главних истраживања.

Трећа фаза обухвата:

Припрему и постављање лабораторијских огледа за главна истраживања. Испитивање механичких својстава дрвета. Снимање узорака дрвета на електронском микроскопу (SEM) и инфрацрвеном спектроскопијом (FTIR).

Четврта фаза обухвата:

Обрада и анализа података добијених у главним истраживањима. Статистичка обрада података и њихово приказивање у виду табела, графика, хистограма и осталог потребног.

Пета фаза обухвата:

Писање текста докторске дисертације

На основу претходно наведеног, оквирни садржај докторске дисертације би био следећи:

1. УВОД

1.1. Дрво мезијске букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czechtz.)

1.1.1. Распрострањеност и значај шума мезијске букве у Србији

1.1.2. Грађа, својства и употреба буковог дрвета у Србији

1.2. Лигниколне гљиве

4.2.1. Гљиве изазивачи мрке трулежи дрвета

4.2.2. *Cerpula lacrymans* – кућна гљива

4.2.3. *Coniophora puteana* – подрумска гљива

4.2.4. Гљиве изазивачи беле трулежи дрвета

4.2.5. *Trametes versicolor*

1.3. Биљни екстракти

4.3.1. Историјат примене екстракта биљака и њихова производња

4.3.2. Хемијски састав биљних екстракта

4.3.4. Механизам антифунгалног дејства екстракта

2. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

4. ПРОГРАМ ИСТРАЖИВАЊА

5. ОДРЕЂИВАЊЕ МИНИМАЛНЕ ИНХИБИТОРНЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ БИЉНИХ ЕКСТРАКТА

5.1. Материјал и метод рада

5.1.1. Биљни екстракти и припрема раствора

5.1.2. Узорци дрвета и припрема

5.1.3. Гљиве

5.1.4. Третман узорака дрвета

5.1.5. Испитивање деградације дрвета третираног биљним екстрактима

5. 2. Резултати истраживања

5. 3. Статистичка анализа

5. 4. Дискусија

5. 5. Закључци

6. УТИЦАЈ ОДАБРАНОГ БИЉНОГ ЕКСТРАКТА НА РАЗВОЈ ТЕСТ ГЉИВА И ПРОМЕНЕ ФИЗИЧКИХ И МЕХАНИЧКИХ СВОЈСТАВА ДРВЕТА МЕЗИЈСКЕ БУКВЕ

6.1. Материјал и метод рада

6.1.1. Биљни екстракт и припрема

6.1.2. Узорци дрвета и припрема

6.1.3. Гљиве

6.1.4. Третман узорака дрвета

6.1.5. Испитивање деградације дрвета третираног биљним екстрактима

6.1.6. Испитивање механичких својстава нетретираног дрвета мезијске букве

6.1.7. Испитивање механичких својстава нетретираног дрвета мезијске букве под утицајем гљива *C.lacrymans*, *C.puteana* и *T.versicolor*

6.1.8. Испитивање механичких својстава третираног дрвета мезијске букве

6.1.9. Испитивање механичких својстава третираног дрвета мезијске букве под утицајем гљива *C.lacrymans*, *C.puteana* и *T.versicolor*

7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

7.1. Промене физичких својстава дрвета мезијске букве

7.1.1. Промене физичких својстава нетретираног дрвета мезијске букве под дејством лигниколних гљива *C.lacrymans*, *C.puteana* и *T.versicolor*

7.1.2. Промене физичких својстава третираног дрвета мезијске букве под дејством лигниколних гљива *C.lacrymans*, *C.puteana* и *T.versicolor*

7. 2. Промене механичких својстава дрвета букве

7. 2.1. Промене механичких својстава нетретираног дрвета мезијске букве под дејством лигниколних гљива *C.lacrymans*, *C.puteana* и *T.versicolor*

7.2.2. Промене механичких својстава третираног дрвета мезијске букве под дејством лигниколних гљива *C.lacrymans*, *C.puteana* и *T.versicolor*

7. 3. Статистичка анализа

7. 4. Дискусија

8. ЗАКЉУЧЦИ

9. ЛИТЕРАТУРА

VI ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљне анализе предлога теме докторске дисертације кандидата Мимице Стефановић, Комисија је једногласно констатовала да се ради о веома атрактивној и актуелној теми. Добијени резултати овог истраживања ће дати научни допринос у расветљавању антифунгалних карактеристика сувих биљних екстраката и њихових активних једињења против гљива трулежница које представљају највеће деструкторе дрвета.

Предности примене биљних екстраката су што се могу производити у великим количинама као производи агрокултуре (обновљиви извори), могу имати комбиновано дејство против штеточина, еколошка су и многа се користе у хуманој медицини, ароматерапији, чувању хране, као средства за дезинфекцију, у козметици и слично. Ради се о потпуно еколошки прихватљивом средству којим се може третирати дрво намењено употреби у објектима без бојазни о негативном ефекту по живот и здравље људи, топлокрвних животиња и животну средину, тим пре што се као растварач екстраката користи вода. Нема сумње да ће наведена тема пробудити интересовање већег броја домаћих и страних истраживача из различитих области науке. Практична примена

результата истраживања обухватала би заштиту широког спектра производа од дрвета, с обзиром да се ради о потпуно нетоксичном и безопасном агенсу.

Кандидат је веома детаљном анализом домаће и светске литературе из области анатомије, својстава и заштите дрвета, микологије, фитопатологије, микробиологије, ботанике, хемије, па чак и медицине и фармације показала да влада у многоне овом материјом и да је на основу стеченог знања до сада кадра да да коректне и конкретне одговоре на питање да ли је могуће превентивно заштитити дрво букве биљним екстрактима као еколошки прихватљивим средствима против трулежница уз очување физичких и механичких својстава дрвета.

Кандидат Мимица Стефановић испуњава услове да може приступити изради предложене теме докторске дисертације. У питању је истраживач са богатим практичним искуством у дрвној индустрији, али и искуством у раду са студентима с обзиром да је радила као демонстратор на Шумарском факултету.

Такође има искуства и у истраживачком раду, објавила је два рада у часопису категорије М51, један рад у часопису категорије М24, саопштила један рад на домаћем скупу категорије М64 и један рад на међународном скупу категорије М33. Кандидат је положила све испите на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет) и испунила све обавезе предвиђене до сада са максималних 120 ЕСПБ.

У пријави теме, кандидат је предложио следећи назив докторске тезе: „Могућност очувања механичких и физичких својстава дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czechtz.) еколошки прихватљивим средством против неких гљива трулежница“. Комисија је узимајући у обзир резултате прелиминарних истраживања где је анализирана примена биљних екстраката: *Thymus serpyllum* L., *Satureja montana* L. и *Cinnamomum cassia* L. различитих концентрација на дејство гљива трулежница и објашњена методологија за утврђивање утицаја одабраног средства на својства и отпорност буковог дрвета, предложила измењен наслов докторске тезе који гласи:

„Утицај биљних екстраката на својства и отпорност дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czechtz.) према гљивама *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fries), *Coniophora puteana* (Schum.: Fries) Karst. и *Trametes versicolor* (Fr.) Pil.“

С обзиром на чињеницу да је реч о веома актуелној теми, научном доприносу који могу да пруже резултати њене обраде, кандидату који у стручном и научном смислу поседује квалитете за ова и будућа истраживања, Комисија предлаже Наставно-научном Већу Шумарског факултета Универзитета у Београду да одобри тему и израду докторске дисертације кандидата дипл.инж. Мимице Стефановић, под насловом:

„Утицај биљних екстраката на својства и отпорност дрвета букве (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca* (Maly) Czechtz.) према гљивама *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fries), *Coniophora puteana* (Schum.: Fries) Karst. и *Trametes versicolor* (Fr.) Pil.“

За ментора се предлаже др Небојша Тодоровић, ванр.проф. Кандидат за ментора

испуњава услове дате у акредитационим правилима високошколских установа и допунским критеријумима. Кандидат има референце из научне области којој тема припада и испуњава друге услове из Стандарда.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. др Небојша Тодоровић, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

2. др Ненад Кеча, редовни професор, Универзитет у
Београду - Шумарски факултет

3. др Мирослава Марковић, научни сарадник,
Институт за шумарство - Београд
