

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева:01-8269/2
30.09.2015.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду /»Гласник Универзитета“ бр. 131/06/,), дате сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата

ЈАСМИНА ПОПОВИЋ

пријавила је докторску дисертацију под називом:

Ефекти неких предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *Pannonica* Soó & Simon) и могућности примене тако модификованог дрвета

ИЗ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ: ШУМАРСТВО

Универзитет је дана од 11.02.2010. године, својим актом 01 број: 612-17/109-09 од 12.02.2010. дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Ефекти неких предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *Pannonica* Soó & Simon) и могућности примене тако модификованог дрвета“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јасмине Поповић образована је на седници одржаној 27.5.2015. год., одлуком Наставно-научног већа факултета под бр.01-4168/1 од 27.5.2015. у саставу:

Име и презиме члана комисије:

звање

научна област

1. Др Миланка Ћипоровић-Момчиловић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет, Шумарство
2. Др Бојана Клашња, научни саветник у пензији Института за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду,
3. Др Драгица Вилотић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет, Шумарство
4. Др Сергеј Медвед, ванредни професор Универзитета у Љубљани - Биотехнички факултет,
5. Др Млађан Поповић, доцент Универзитета у Београду - Шумарски факултет, Шумарство

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 29.09.2015. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Др Милан Медаревић, ред.проф.

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом
2. Акт надлежног тела факултета о израђеној докторској дисертацији

На основу члана 154. Статута Факултета, а на основу Извештаја Комисије бр. 3708/3 од 16.07.2015. год, Наставно-научно веће Универзитета у Београду-Шумарског факултета, на седници одржаној 29.09.2015. год, доноси

О Д Л У К У

Усваја се израђена докторска дисертације кандидата **Јасмине Поповић** под насловом: „**Ефекти неких предtretмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *Pannonica* Soó & Simon) и могућности примене тако модификованог дрвета**“.

Образује се Комисија за јавну одбрану, у саставу:

1. Др Миланка Ђипоровић-Момчиловић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
2. Др Бојана Клашња, научни саветник у пензији, Институт за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду,
3. Др Драгица Вилотић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
4. Др Сергеј Медвед, ванредни професор Универзитета у Љубљани-Биотехничког факултета,
5. Др Млађан Поповић, доцент Универзитета у Београду-Шумарског факултета.

О б р а з л о ж е њ е

Универзитет у Београду је својим актом 01 број: 612-17/109-09 од 12.02.2010. год. дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Јасмине Поповић под називом: „Ефекти неких предtretмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *Pannonica* Soó & Simon) и могућности примене тако модификованог дрвета“.

Кандидат је објавио следеће научне радове:

- **Jasmina Popović**, Mlađan Popović, Milanka Điporović-Momčilović, Ivana Gavrilović-Grmuša (2015): Effects of the chemical treatment conditions of the narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *Pannonica* Soo & Simon) on the lap shear strength, Wood Research, 60 (4): 543-554 (2015)- kategorija M23
- Dragica Vilotić1, **Jasmina Popović**, Suzana Mitrović, Mirjana Šijačić-Nikolić, Mirjana Ocokoljić, Jelena Novović, Milorad Veselinović (2015):Dimensions of Mechanical Fibres in Paulownia elongata S. Y. Hu Wood from Different Habitats, Drvna Industrija, 66(3): 229-234 (2015) - kategorija M23

Дана 16.07.2015. год, кандидат Јасмина Поповић је предала Факултету израђену докторску дисертацију. Комисија за оцену докторске дисертације предложила је ННВ-у да се предметна дисертација прихвати и одобри одбрана, те је одлучено као у диспозитиву ове одлуке.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду–Већу научних области, члановима Комисије, именованој, Служби за наставу и студентска питања, декану, писарници.

ПРЕДСЕДНИК ВЕЋА
Проф. др Милан Медаревић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ТЕХНОЛОГИЈЕ, МЕНАЏМЕНТ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ НАМЕШТАЈА И
ПРОИЗВОДА ОД ДРВЕТА

ОВДЕ

**Предмет: Извештај комисије о оцени израђене докторске
дисертације кандидата дипл. инж. Јасмине Поповић**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Орган који је именовao (изабрао) комисију и датум:</p> <p>Одлуком Наставно-Научног већа Шумарског факултета у Београду, број 01-4168/1 од 27.05.2015. године, образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације кандидата дипл. инж. Јасмине Поповић у саставу:</p>
<p>2. Састав комисије:</p> <p>6. Др Миланка Ћипоровић-Момчиловић, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабрана: 20.06.2013., редовни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет, ментор</p> <p>7. Др Бојана Клашња, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабрана: 03.07.2002., научни саветник у пензији Института за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду</p> <p>8. Др Драгица Вилотић, УНО: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабрана: 19. 06. 2003., редовни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет</p> <p>9. Др Сергеј Медвед, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабран: 29.09.2014., ванредни професор Универзитета у Љубљани - Биотехнички факултет</p> <p>10. Др Млађан Поповић, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабран: 06.12.2012., доцент Универзитета у Београду - Шумарски факултет.</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Јасмина, Јован, Поповић</p> <p>2. Датум и место рођења, општина, држава: 21.08.1969., Београд, Савски венац, Република Србија</p> <p>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:</p> <p>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Ефекти неких предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. ssp. <i>Pannonica</i> Soó & Simon) и могућности примене

тако модификованог дрвета
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Докторска дисертација кандидаткиње дипл. инж. Јасмине Поповић под насловом „Ефекти неких предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. ssp. <i>Pannonica</i> Soó & Simon) и могућности примене тако модификованог дрвета“ обухвата 283 страница текста, 144 слике и 49 табела. Списак релевантне стране и домаће литературе везане за област истраживања обухвата 233 библиографске јединице.</p> <p>На почетку дисертације налази се насловна страна на српском и енглеском језику, затим следе подаци о ментору и члановима комисије, страна са изјавама захвалности, извод с кључним речима (на српском и енглеском језику), кључне документационе информације, проширени резиме са кључним речима (на српском и енглеском језику), садржај, списак слика и списак табела. Након тога изложен је текст дисертације у 8 посебних и логично повезаних поглавља према следћем редоследу:</p> <ol style="list-style-type: none">1. УВОД (1 - 3 стр.)2. ТЕОРИЈСКА ОСНОВА (4 - 48 стр.)3. ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА (49 - 51 стр.)4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО (52 - 139 стр.)5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА (140 - 254 стр.)6. ЗАКЉУЧЦИ (255 - 262 стр.)7. ЛИТЕРАТУРА (263 - 283 стр.)8. ПРИЛОЗИ (шест прилога: од Р-1 до Р-138 стр.). <p>Иза поглавља које се односи на прилоге дата је биографија кандидаткиње и потребне изјаве о ауторству, истоветности штампане и дигиталне верзије рада, као и овлашћење о начину коришћења.</p> <p>Дисертација је написана латиничним писмом, јасним језиком, техничког карактера, у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.</p>
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>У уводном делу дисертације укратко су наведени актуелни трендови и проблематика на којима су засована истраживања у овом раду. Кандидаткиња даје осврт на значај дрвета као сировине и неопходности што ефикаснијег искоришћења дрвета. Констатује да су разлике у својствима дрвета као материјала превасходно последица варијабилности хемијског састава и анатомске грађе која потиче од старости, али и од положаја на самом стаблу. Имајући у виду све актуелније плантажно узгајање дрвних врста са кратком опходњом и коришћења остатака после сече, кандидаткиња истиче неопходност детаљног познавања хемијског састава дрвета, и то не само зрелог већ и јувенилног дрвета. У даљем тексту констатује недостатак детаљних истраживања хемијске и анатомске грађе домаћих врста које су мање заступљене у шумским састојинама Србије, као што је <i>пољски јасен</i>. Имајућу у виду уочене чињенице, кандидаткиња је предложила пољски јасен као материјал за истраживања у овом раду. На основу актуелних истраживања, кандидаткиња је примену хемијских предтретмана којима се модификује полазна структура дрвета, проценила као поступке значајаног потенцијала којима се може олакшати даља прерада, као и побољшати циљана својства дрвета пољског јасена. Такође, истиче чињеницу да добијени екстракт (односно хидролизат) из третмана, може послужити као сировина за даљу прераду, чиме се</p>

повећева искоришћење дрвета као сировине.

У поглављу **3. Теоријске основе** кандидаткиња даје сажет приказ анатомске (2.1 *Анатомска грађа дрвета лишћара*) и хемијске грађе лишћарских врста (2.2 *Хемијски састав дрвета лишћара*), организације хемијских компоненти у изградњи ћелијског зида дрвета (2.3 *Организација целулозе, хемицелулоза и лигнина у ћелијском зиду* и 2.4 *Ултраструктура зидова ћелија дрвета*), као и варијабилности грађе и својстава дрвета (2.5 *Варијабилност својстава дрвета*), што је од значаја за унапређење постојећих и развој нових поступака прераде дрвета, али и оптималнијег искоришћења дрвета. У тачки 2.6 *Физичко-хемијска својства дрвета*, кандидаткиња дефинише физичка и хемијска својства дрвета која су значајна за истраживања у овом раду. Посебно издваја важност улоге хидроксилних група присутних у дрвету за хемијску реактивност дрвета, али и за физичка својства дрвета, као што су хигроскопност и димензионална стабилност. Такође, у овом поглављу детаљно је приказана реактивност лигнина и угљених хидрата дрвета у условима киселе и алкалне средине и у води. У подпоглављу 2.7 *Преглед истраживања третмана*, кандидаткиња даје детаљан преглед досадашњих истраживања хемијских претретмана, са акцентом на третмане водом и третмане у киселој и алкалној средини, при чему посебно наглашава да различити параметри третмана, као што су температура, притисак, концентрација примењених реагенаса и време трајања третмана доводе до различитих промена у структури и својствима дрвног ткива. Кандидаткиња даје систематизацију хемијских реагенаса и услова третмана који се најчешће примењују, истичући ефекте ових третмана на дрво, како у погледу хемијског састава, тако и у погледу физичких и механичких својстава. У даљем тексту даје преглед производа који се налазе растворени у реакционој смеши из третмана (екстракту, хидролизату), а последица су разградње дрвета током третмана. Кандидаткиња истиче чињеницу да количина и тип супстанци у хидролизату зависе од реагенаса примењених за третман и од услова самог третмана (притисак, температура, трајање третмана). Највећи део литературних навода на којима је базирано ово подпоглавље није старији од 10 година, што најбоље говори о актуелности теме овог рада.

У последњем подпоглављу овог дела 2.8 *Плоча иверице*, изложена су актуелна истраживања везана за израду плоча иверица од модификованог иверја, као и утицаја примењених третмана на физичка и механичка својства ових плоча.

У трећем поглављу **Циљеви и задаци истраживања**, с обзиром на изнету проблематику и актуелна истраживања у свету, кандидаткиња наводи следеће циљеве истраживања:

1. Да се добију подаци о хемијском и анатомском саставу пољског јасена;
2. Да се утврди варијабилност садржаја хемијских конституената по висини на стаблу;
3. Да се установи зависност хемијског састава од старости дрвета;
4. Да се сагледају ефекти одабраних третмана:
 - водом,
 - благо киселог (сирћетном киселином) и
 - благо алкалног (натријум карбонатом)на промене у хемијском саставу и својствима ове врсте дрвета;
5. Да се испита састав добијеног екстракта, као споредног производа приликом претретмана, ради процене могућности његовог искоришћења и
6. Да се процени могућност примене овако модификованог дрвета за израду плоча иверица повећане димензионалне стабилности и хидрофобности.

У складу са постављеним циљевима истраживања кандидаткиња полази од следећих хипотеза:

1. Претпоставка је да старост стабла, као и положај на самом стаблу (по висини и у радијалном правцу) имају утицај на варијабилност хемијског и анатомског састава дрвета пољског јасена.

2. Као један од ефеката примене различитих предтретмана очекују се промене у хемијском саставу дрвета пољског јасена, нарочито у погледу садржаја екстрактивних материја и хемицелулоза, али и у својствима третманом измењеног дрвета.
3. С обзиром да се очекује смањење садржаја хемицелулоза услед примене предтретмана, а тиме и смањење садржаја хидроксилних група, за очекивати је да ће то утицати на упијање воде и бубрење, као и равнотежни садржај влаге тако модификованог дрвета.
4. Такође, с обзиром промене у хемијском саставу дрвета пољског јасена које се очекују услед дејства третмана, претпоставља се да ће и топлотна моћ овако модификованог дрвета бити промењена.
5. Истовремено, течни екстракт добијен приликом предтретмана, требало би да обилује различитим једињењима "раствореним" из дрвета, на првом месту хемицелулозним шећерима, те би могао послужити као сировина за производњу низа различитих производа.
6. Из претходно наведеног произилази да се може очекивати повећање влаготпорности, као и димензионалне стабилности плоча иверица израђених од третираног у односу на оне израђене од нативног дрвета пољског јасена.
7. Међутим, са смањењем садржаја хемицелулоза, односно хидрофилних и поларних хидроксилних група, може се очекивати и смањење хемијске активности третираног дрвета приликом формирања адхезивних веза између дрвених честица, па се претпоставља да ће то имати утицај на механичка плоча иверица израђених од овако модификованог дрвета.

У **Експерименталном делу** (поглавље 4) дисертације у подпоглављу *4.1. План истраживања и методе експерименталног рада*, кандидаткиња је дефинисала и образложила избор утицајних параметара, приказала детаљан план истраживања и методологију испитивања. Посебно су истакнути елементи избора пољског јасена као дрвне врсте, фактори избора воде, водених раствора сирћетне киселине и водених раствор натријум карбоната као реагенаса за предтретмане. Такође, дати су и чиниоци избора Лендур 730 (Нафта петрохем, Словенија) као уреаформалдехидног адхезива за израду плоча иверица.

Кандидаткиња је истраживања организовала у три независне целине које се међусобно надовезују. *Први део истраживања* односи се на детаљну карактеризацију физичких, хемијских и анатомских својстава јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, а варијабилност хемијских и анатомских карактеристика анализирана је у зависности од старости стабала и положаја по висини на стаблу. У складу са утврђеним планом истраживања обављена је карактеризација УФ адхезива.

Испитивање дејства предтретмана на промене у хемијском саставу и својствима јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, кандидаткиња је приказала у *другом делу истраживања*. У овом сегменту анализиран је утицај различитих параметара предтретмана водом, воденим растворима сирћетне киселине и воденим растворима натријум карбоната на нека физичка (упијање воде и запреминско бубрење) и адхезивна својства дрвета пољског јасена (смицајна чврстоћа у слоју адхезива), и то за две различите температуре предтретмана (100 и 120 °C) и три различите концентрације раствора сирћетне киселине и натријум карбоната (0,03; 0,06 и 0,09 g/g дрвета), у трајању од 60 min. На основу ових резултата, за сваку групу третмана изабрани су оптимални параметри за испитивање дејства предтретмана на промене у хемијском саставу и својствима јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена. При одабраним параметрима третирано је припремљено иверје јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, и анализиран је утицај третмана на хемијске карактеристике и хигроскопна својства иверја. Такође, извршено је квалитативно и квантитативно одређивање моносахарида у

екстрактима из ових третмана.

Кандидаткања је у *трећем делу истраживања* дала поступак израде и методологију испитивања експерименталних плоча иверица израђених од нетретираног и иверја третираног при одабраним параметрима предтретманима.

У подпоглављу *4.2. Материјал за истраживања* кандидаткања је описала карактеристике материјала за истраживање (дрвна врста, реагенси за третмане и адхезивно средство). Изнет је поступак узорковања дрвне сировине и припреме узоркованог материјала за потребе истраживања ове докторске дисертације. Узорковањем по три стабла јувенилног (10 година) и зрелог (72 године) дрвета са истог локалитета (Моровић), на три положаја по висини на стаблу омогућено је испитивање варијабилности хемијске и анатомске грађе пољског јасена у зависности од положаја по висини на стаблу али и од старости. Истовремено, овакав материјал омогућио је да се сагледа утицај одабраних предтретмана како на зрело тако и на јувенилно дрво ове врсте. Остатак узоркованих стабала послужио је за израду експерименталних плоча иверица.

За испитивање утицаја различитих параметара предтретмана водом, воденим растворима сирћетне киселине и воденим растворима натријум карбоната на физичка и адхезивна својства дрвета пољског јасена у циљу избора оптималних параметара предтретмана за даља истраживања, са истог локалитета узорковано је једно стабло пољског јасена старости 73 године.

У даљем тексту, у подпоглављу *4.3. Карактеризација дрвне врсте*, кандидаткања је описала методе карактеризације дрвног материјала и то: физичких, анатомских и хемијских својстава, као што су: методе испитивања запреминске масе, порозности и садржаја равнотежне влаге, затим методе мерења пречника лумена трахеја и димензија дрвних влакана, као и методе испитивања садржаја споредних (екстрактива у органским растварачима и у води и минералних материја) и главних хемијских конституената ткива дрвета (лигнина, целулозе и моносахарида (HPLC хроматографија), и функционалних група дрвета (FTIR спектроскопија).

Методе карактеризације адхезива (одређивање садржаја суве супстанце, густине, вискозитета, рН вредности, времена желирања) кандидаткања је изложила у подпоглављу *4.4. Карактеризација адхезива*, у коме су истовремено приказани добијени резултати.

У подпоглављу *4.5. Испитивање дејства предтретмана на хемијски састав и својства јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена*, кандидаткања је описала методологију испитивања дејства различитих параметара предтретмана на хемијски састав и својства јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена. У овом делу детаљно је описан поступак припреме и третирања припремљеног материјала (дашчице димензија 5x20x150 mm) у аутоклаву, као и методе примењене за испитивање упијања воде, запреминског бубрења и смицајне чврстоће у слоју адхезива третираних узорака. На основу резултата испитивања ових својстава третираних узорака у поређењу са контролним, као оптимални параметри из сваке од три групе предтретмана одабрани су они који су утицали да третирани узорци дрвета имају најмање запреминско бубрење уз што мање упијање воде и задовољавајућу смицајну чврстоћу у слоју адхезива, и то:

1. предтретман водом на 100 °C
2. предтретман воденим раствором сирћетне киселине при додатку 0,06 g/g, на 100 °C и
3. предтретман воденим раствором натријум карбоната при додатку 0,03 g/g на 100 °C, сви у трајању од 60 min.

Припремљено иверје (0,5 – 1 mm) јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, као и узорци димензија 1x1x1 cm намењени за SEM микроскопију третирани су при одабраним условима третмана. Дејство третмана на хемијски састав дрвета пољског јасена

процењено је поређењем резултата испитивања хемијског састава третираног и нетретираног иверја јувенилног и зрелог дрвета методама које су коришћене за карактеризацију ове врсте. Поред тога, третираном и нетретираном иверју јувенилног и зрелог дрвета одређена су следећа својства: рН вредност, садржај равнотежне влаге на три различите влажности околине (32, 65 и 90 %) и топлотна моћ. У даљем тексту описано је испитивање дејства третмана на морфолошка својства дрвета применом SEM микроскопије. Такође, у овом делу описане су методе карактеризације екстракта добијених приликом третмана јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (рН вредност, садржај суве материје, FTIR спектроскопија и HPLC хроматографија).

У подпоглављу 4.6 *Израда и испитивање лабораторијских плоча иверица*, кандидаткиња је детаљно описала поступак припреме третираног иверја и израде једнослојних плоча иверица од овог иверја. Поступком врелог пресовања (на температури од 182 °С, при специфичном притиску пресовања од 3 N/mm², током 3 min) израђене су по две плоче иверице димензија 50 x 50 cm, од иверја третираног одабраним параметрима предтретмана водом, сирћетном киселином и натријум карбонатом, као и две плоче од нетретираног иверја које су послужиле као контролне (укупно 8). Такође, у овом делу описане су методе испитивања физичких (дебљина, садржај влаге, густина) и механичких (савојна чврстоћа и модул еластичности и затезна чврстоћа управно на површину плоче) својстава израђених плоча иверица.

За испитивања наведена у овом раду примењене су савремене методе прописане међународно признатим стандардима (EN-SRPS, TAPPI, ASTM), у условима контролисаног лабораторијског експеримента, при чему је коришћена најсавременија доступна опрема.

У поглављу 5. **Резултати и дискусија** у седам подпоглавља кандидаткиња је приказала добијене резултати испитивања табеларно или графички, у зависности који је облик приказивања био погоднији за анализу добијених вредности, и дала њихову анализу. Сви добијени резултати подвргнути су тестовима статистичке обраде применом дескриптивне и компаративне (једнофакторска АНОВА) статистичке анализе. Резултати статистичке обраде добијених података приказани су у Прилогу VI.

Карактеризацијом узорака дрвета пољског јасена (*подпоглавље 5.1. Карактеризација јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена*) кандидаткиња је потврдила постојање варијабилности испитиваних својстава у зависности од положаја на стаблу и код јувенилног и код зрелог дрвета (хипотеза 1). Уочене разлике, у погледу хемијског састава, углавном нису статистички значајне. Такође, потврђено је постојање варијабилности испитиваних физичких, анатомских и хемијских својстава у зависности од старости стабала. FTIR – спектроскопијом установљено је присуство идентичних апсорпционих трака у анализираним узорцима јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, чиме је потврђено присуство истих хемијских једињења у оба узорка.

Сагледавајући све добијене резултате хемијске и анатомске карактеризације јувенилног и зрелог дрвета, кандидаткиња је установила да је пољски јасен као врста погодна за плантажно гајење у циљу производње квалитетне сировине за процесе хемијско-механичке прераде дрвета.

У подпоглављу 5.2. *Утицај параметара предтретмана на промене својстава дрвета пољског јасена* приказани су резултати испитивања утицаја различитих параметара предтретмана (температура од 100 и 120 °С, додатак од: 0,03; 0,06 и 0,09 g CH₃COOH или Na₂CO₃ / g дрвета, 60 min) на промене својстава дрвета пољског јасена. Кандидаткиња је установила да третмани водом и третмани сирћетном киселином нису довели до значајних промена смицајне чврстоће третираних узорака, осим третмана при додатку од 0,09 g/g, 100 °С, док су сви третмани натријум карбонатом значајно повећали смицајну чврстоћу третираних узорака. Упијање воде приликом потапања третираних

узорака углавном је било повећано у поређењу са контролном групом, и нарочито изражено током првих 10 h, што је кандидаткиња оценила као вероватном последицом повећања пермеабилности и порозности услед третмана. Истовремено, сви примењени третмани побољшали су димензионалну стабилност третираних узорака дрвета, чиме је потврђена хипотеза бр. 3.

На основу ових резултата и претходно наведених критеријума, кандидаткиња је као оптималне параметре предтретмана за главна истраживања одабрала третман воденим раствором сирћетне киселине при додатку 0,06 g/g; третман воденим раствором натријум карбоната при додатку 0,03 g/g и третман водом, на температури од 100 °C, сви у трајању од 60 min.

У подпоглављу 5.3. *Испитивање утицаја предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена* кандидаткиња је изложила резултате испитивања утицаја одабраних предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена. Кандидаткиња је констатовала губитак масе приликом предтретмана од 4,90 до 7,21 % код зрелог, односно од 6,35 до 8,01 % код јувенилног дрвета, и установила да је најмањи био приликом третмана водом, а највећи приликом третмана натријум карбонатом. Сви примењени предтретмани довели су до највећих промена у садржају споредних компоненти ткива дрвета, а нарочито екстрактивних материја растворљивих у врелој води, чији је садржај значајно смањен (за 75,52 – 84,63 %). Кандидаткиња је уочила, да је услед тога садржај целулозе у третираним узорцима повећан (статистички значајно), док садржај лигнина није статистички значајно измењен. Резултати одређивања садржаја ксилозе применом HPLC хроматографије указали су да је током третмана дошло до разлагања и уклањања хемицелулоза из ћелијског зида (хипотеза 2), при чему је кандидаткиња уочила да је ова појава највише изражена код третмана натријум карбонатом, док је у узорцима третираним водом садржај ксилозе нешто повећан у поређењу са нетретираним узорцима.

Резултати FTIR спектроскопије показују да су у третираним узорцима пољског јасена присутне исте функционалне групе као код нетретираних узорака. Међутим, кандидаткиња уочава да интензитет карактеристичних апсорпционих трака указује на смањење броја ОН група у третираним узорцима, као и на повећање броја карбонилних група у узорцима третираним водом и сирћетном киселином.

У складу са тим, кандидаткиња констатује да су рН вредности иверја третираног водом и сирћетном киселином ниже у поређењу са контролним узорцима, а веће код узорака третираних натријум карбонатом.

Надаље, кандидаткиња износи да анализом контролних и третираних узорака применом СЕМ микроскопије нису уочене микро-анатомске промене у ткиву третираних узорака јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (*подпоглавље 5.4. Ефекти предтретмана на микро-анатомске промене у ткиву јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена*).

Резултати испитивања ефеката одабраних предтретмана на својства јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена кандидаткиња је приказала у *подпоглављу 5.5. Ефекти предтретмана на изабрана својства јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена*. После излагања релативној влажности ваздуха од 32 и 65 % уочено је да су контролни узорци иверја постигли ниже вредности садржаја влаге од третираних узорака јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, што је вероватно последица појаве хистерезиса адсорпције и десорпције. После излагања релативној влажности ваздуха од 90 %, запажено је да садржај равнотежне влаге узорака третираних водом (100 °C) од 20,37% (зрело) и 21,37 % (јувенилно) и при додатку од 0,06 g CH₃COOH/g дрвета (100 °C) (20,48 и 21,69%, респективно) био значајно нижи у поређењу са нетретираним узорцима (21,89 и 22,84 %), што потврђује хипотезу 3 да су примењени третмани утицали на смањење хигроскопног

карактера дрвета пољског јасена. Значајно већи садржај воде узорка третираних у алкалној средини (100 °C) у поређењу са контролним узорцима кандидаткиња објашњава могућим повећањем броја приступачних ОН група у овим узорцима услед третмана. Такође, кандидаткиња констатује да су ова мерења у складу са резултатима испитивања смицајне чврстоће у слоју адхезива, чије су вредности нешто мање код узорка третираних водом и сирћетном киселином, а значајно веће код узорка третираних натријум карбонатом.

Међутим, резултати испитивања топлотне моћи третираних узорка нису потврдили хипотезу о утицају третмана на ово својство.

Имајући у виду резултате анализе екстракта из третмана (*поглавље 5.6. Анализа екстракта из третмана*) кандидаткиња констатује да је садржај суве материје екстракта у складу са одговарајућим вредностима губитка масе дрвета приликом третмана, и да је највећи код екстракта из алкалног третмана (0,9293 g/50ml (зрело) и 1,1146 g/50ml (јувенилно)). Такође, уочава да је повећање рН вредности екстракта из третмана водом и сирћетном киселином, као и смањење рН вредности код екстракта из алкалног третмана, у складу са рН вредностима одговарајућих узорка дрвета. Поред тога, повећање рН вредности екстракта из третмана водом и сирћетном киселином, уз смањење рН вредности одговарајућих узорка дрвета, кандидаткиња указује да је током ових третмана дошло до реакција естерификације дрвета пољског јасена, што је у складу са повећањем интензитета карбонилног пика на FTIR спектрима ових узорка. У складу са хипотезом бр. 5, HPLC хроматографском анализом установљено је присуство глукозе, манозе, сахарозе у екстрактима из свих предтретмана. У значајној количини ксилоза је детектована само у екстрактима из третмана водом. Имајући у виду мали садржај ксилозе у хидролизатима алкално третираних узорка дрвета, и добру растворљивост ксилана у алкалној средини, може се сматрати да је током овог третмана дошло до растварања ксилана, и да се они налазе у екстракту у облику макромолекула.

На основу карактеристичних апсорпционих трака на FTIR спектрима екстракта кандидаткиња је закључила да се у екстрактима из третмана водом и сирћетном киселином налазе: производи разградње угљених хидрата, екстрактивне материје, као што су танини, фрагменти лигнина, фенолна и друга једињења са ароматичним прстеном. У екстрактима из алкалног третмана констатује да су присутни производи разлагања лигнина, полифенолна једињења, угљени хидрати нижих молекулских маса, протеини, алкалоиди.

Резултате испитивања израђених лабораторијских плоча иверица кандидаткиња је приказала у поглављу 5.7. *Карактеризација експерименталних плоча иверица*. Установила је да је дошло до појаве експанзије плоча одмах по пресовању, што је за последицу имало повећање дебљине плоча у односу на задату вредност од 12 mm, које је најизраженије код плоча од алкално третираног иверја (за 24 %), док је густина израђених плоча нижа је од жељене.

Кандидаткиња је установила да су плоче израђене од иверја третираног водом и сирћетном киселином, после излагања влажности од 90 %, постигле равнотежно стање при нижим вредностима садржаја воде у поређењу са контролном, чиме је потврђена хипотеза бр. 6 да ће плоче израђене од третираног иверја имати побољшану хидрофобност.

У погледу димензионалне стабилности, највеће дебљинско бубрење при нижим вредностима влажности околине показале су плоче од иверја третираног водом и сирћетном киселином. Међутим, кандидаткиња истиче да су после излагања релативној влажности од 90 % све плоче од третираног иверја, а нарочито од иверја третираног водом, показале повећану димензионалну стабилност. Кандидаткиња такође наводи да су у складу са хипотезом бр. 7, механичка својства плоча од третираног иверја, а нарочито

чврстоћа на затезање, била лошија у поређењу са контролном плочом. Изузетак је плоча од иверја третираног водом, чија су савојна чврстоћа и модул еластичности већих вредности у односу на контролну плочу, на основу чега кандидаткиња закључује да се овај предtretман може разматрати као потенцијални за примену у индустријским условима.

У поглављу **6. Закључци** кандидаткиња је на јасан и сажет начин приказала закључке ове дисертације, издвајајући битне елементе истраживања који указују на њихов научни и практични допринос. У подпоглављу *6.1. Планирана даља истраживања* кандидаткиња је изнела предлоге за даља истраживања, који су проистекли из анализе добијених резултата.

У поглављу **7. Литература**, приказан је списак свих 233 референци, адекватно унетих према абecedном редоследу.

У **Прилогу** ове дисертације, приложени су:

Прилог I: Фотографије узорака, прорачун потеребних маса хемикалија и воде за третмана

Прилог II: Дигиталне фотографије препарата за мерење димензија анатомских елемената

Прилог III: Фотографије узорака снимљене SEM микроскопом

Прилог IV: SEM-EDS анализа хемијског састава

Прилог V: Фазе израде лабораторијских плоча иверица

Прилог VI: Статистичка анализа резултата

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања ове докторске дисертације потврдили су њену основну хипотезу, да третмани дрвета доводе до промена у хемијском саставу дрвета, а тиме и до својстава дрвета, као што су хигроскопност и димензионална стабилност.

1. Установљено је постојање варијабилности димензија анатомских елемената и хемијског састава у зависности од старости и у зависности од положаја на стаблу.
2. Сви примењени предtretмани довели су до губитка дрвне материје, и то у већем обиму код јувенилног дрвета. Третман водом изазвао је најмањи, док је третман натријум карбонатом довео до највећег губитка масе.
3. Примењени предtretмани довели су до следећих промена у хемијској грађи:
 - Смањења садржаја минералних материја за 16 - 80 %, при чему је третман натријум карбонатом имао најблаже дејство.
 - Смањења садржаја екстрактивних материја растворљивих у врелој води за 76 - 85 %, што је прилично уједначено код свих третмана.
 - Смањења садржаја екстрактивних материја растворљивих у смеси толуол/етанол за 58 – 78 %, са највећом променом код зрелог дрвета третираног натријум карбонатом.
 - Повећања садржаја целулозе за 4 - 8 % код зрелог, односно 3,6 – 5,2 % код јувенилног дрвета.
 - Повећања садржаја ксилозе за око 3,5 % и 9 % код узорака зрелог и јувенилног дрвета третираних водом, респективно. Садржај ксилозе смањен је за око 22 % код зрелог и 0,7 % код јувенилног дрвета у узорцима третираним сирћетном киселином, односно за око 43 % код зрелог и 8 % код јувенилног дрвета у узорцима третираним натријум карбонатом.
 - Садржај лигнина није значајно измењен.
7. Примењени предtretмани довели су до промена у садржају равнотежне влаге свих третираних узорака (иверје величине 0,5 – 1 mm) јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена који је, у односу на нетретиране узорке:
 - повећан код свих третираних узорака после излагања релативној влажности

ваздуха од 32 и 65 % (20 ± 2 °C);

- смањен код узорака третираних водом и сирћетном киселином, а знатно повећан код узорака третираних натријум карбонатом после излагања релативној влажности ваздуха од 90 % (20 ± 2 °C), што указује на смањење броја слободних ОН група код узорака третираних водом и сирћетном киселином, односно повећање њиховог броја код узорака третираних натријум карбонатом.

8. Сви примењени предтретмани побољшали су димензионалну стабилност дрвета пољског јасена смањивши запреминско бубрење третираних узорака за 14 - 24,6 % после 48 сати потапања у води, у поређењу са нетретираном групом узорака.
9. Примењени предтретмани нису значајно променили топлотну моћ третираних узорака јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена, што није очекивано.
10. Својим дејством, третмани су утицали на количину и састав материја издвојених из дрвета и растворених у екстракту. Ксилоза, глукоза, маноза и сахароза са различитим уделима присутни су у екстрактима из третмана, при чему је учешће глукозе највеће. Укупна концентрација ових шећера од 4,3 – 4,7 mg/ml највећа је у екстракту из третмана водом.
11. Примењени предтретмани углавном су утицали на побољшање влагоотпорности плоча иверица израђених од третираног иверја, које су после излагања релативним влажностима ваздуха од 32, 65 и 90 % (20 °C) имале ниже вредности садржаја равнотежне влаге у односу на контролне плоче. Такође, после излагања релативној влажности од 90 % све плоче од третираног иверја, показале су повећану димензионалну стабилност. Као најефикаснији показао се третман водом, јер су плоче израђене од овог иверја показале за око 23 % мање дебљинско бубрење у поређењу са бубрењем контролних плоча.
12. Механичка својства плоча иверица израђених од третираног иверја пољског јасена измењена су у зависности од врсте примењеног третмана, па је:
 - Предтретман водом довео је до побољшања модула еластичности при савијању плоча израђених од овог иверја за чак 35 % у односу на контролне плоче. Савојна чврстоћа плоча од иверја третираног водом нешто је већа, док је чврстоћа на затезање управно на површину ових плоча (раслојавање) вишеструко мања од чврстоће контролних плоча.
 - Предтретман натријум карбонатом довео је до значајног погоршања свих механичких својстава плоча, а нарочито чврстоће на затезање управно на површину ових плоча, чија је вредност од $0,01$ N/mm² изузетно ниска због лоше формираних унутрашњих веза у овим плочама током врелог пресовања
 - Предтретман сирћетном киселином није значајно утицао на чврстоћу и модул еластичности при савијању плоча од овог иверја, док је, као и остали третмани, значајно погоршао раслојавање.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидаткиња је на веома прегледан и разумљив начин, користећи табеле и графиконе, приказала најважније резултате до којих је дошла током испитивања. Резултати испитивања тумачени су узимајући у обзир различите факторе који су могли имати утицаја на њих. Закључци, који чине оригинални научни допринос ове докторске дисертације, јасно су истакнути.

Поглавља у дисертацији укомпонована су тако да чине логички повезану целину. Структура истраживања је прегледно одвојена по поглављима и потпоглављима. Излагање је течно и складно, а слике и табеле су јасно приказане и успешно интегрисане у текст.

У раду су примењене методе прописане важећим међународно прихваћеним стандардима, као и савремене методе инструменталне анализе, а добијени резултати су упоређени са најновијим резултатима из одговарајућих области.

Референтна литература је савремена и мултидисциплинарна. Наведени наслови веома добро покривају све области истраживања, при чему је скоро половина наведених наслова публикована у последњих 10 година, али су коришћени и старији наслови који су представљали основ за изучавање проблематике из ове области.

На основу целокупне анализе израђене докторске дисертације, добијених резултата и закључака, Комисија констатује да је кандидаткиња дипл. инж. Јасмина Поповић са успехом истражила значајан и актуелан научни проблем, да је рад урађен у складу са прихваћеном темом докторске дисертације, као и да је постављени научни задатак у потпуности испуњен и усклађен са дефинисаним циљевима истраживања.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

2. Дисертација садржи све битне елементе које је потребно да садржи једна докторска дисертација

3. Оригинални научни допринос дисертације огледа се у потврди могућности коришћења јувенилног дрвета пољског јасена, у процесима хемијско-механичке прераде дрвета, као и могућности плантажног узгајања ове врсте. Детаљном анатомском и хемијском карактеризацијом врсте показано је да, иако постоји варијабилност у анатомској и хемијској грађи у зависности од старости и положаја на стаблу, те разлике нису изражене у толикој мери да утичу на квалитет дрвета пољског јасена као сировине у процесима хемијско-механичке прераде дрвета.

Такође, установљено је да су примењени третмани највише утицали на издвајање пратећих материје дрвног ткива и хемицелулоза, чиме су утицали на повећање садржаја целулозе у третираним узорцима, док садржај лигнина није значајно промењен. Истовремено, примењени третмани довели су до смањења хигроскопног карактера, уз побољшање димензионалне стабилности третираних узорака, док адхезивна својства углавном нису значајно измењена, или су побољшана.

Добијени резултати, који су проистекли из обимног вишегодишњег рада, отварају могућност примене предтретмана у производњи плоча иверица побољшане хидрофобности и димензионалне стабилности, при чему треба издвојити третман водом на температури од 100 °С (60 мин). Плоче израђене од иверја третираног на овај начин, поред побољшања наведених физичких својстава, показале су и нешто бољу чврстоћу и модул еластичности при савијању. Ниска вредност чврстоће на затезање могла би се побољшати применом одговарајућих услова израде. Додатна предност третмана водом је еколошка и економска подобност, као и могућност искоришћења добијеног екстракта. Управо у екстракту из овог третмана садржај моносахарида био је највећи. Такође, имајући у виду да се дрвна прашина из процеса производње иверица спаљује, значајно је споменути да топлотна моћ третираног дрвета није значајно промењена.

Имајући у виду резултате приказане може се рећи да истраживања у овом раду представљају допринос ефикаснијем искоришћењу дрвета пољског јасена, али и других домаћих врста.

Такође, треба истаћи да нису примењени недостаци дисертације који су могли да утичу на резултате истраживања.

IX ПРЕДЛОГ:

На основу извештаја, Комисија сматра да докторска дисертација дипл.инж. Јасмине Поповић представља оригиналан и самосталан научни рад, који је методолошки успешно обрађен. Истраживања у раду су актуелна, и методолошки и обимом обављена у складу са пријављеном темом за коју је, Одлуком бр. 612-17/109-09 од 12.02.2010. године, Веће научних области биотехничких наука Универзитета у Београду дало сагласност. На основу свега наведеног, Комисија за оцену и одбрану израђене докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Шумарског факултета Универзитета у Београду да докторску дисертацију дипл.инж. Јасмине Поповић под насловом:

"Ефекти неких предтретмана на хемијски састав јувенилног и зрелог дрвета пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *Pannonica* Soó & Simon) и могућности примене тако модификованог дрвета"

прихвати сагласно Члану 83. Статута Шумарског факултета у Београду, као и да се кандидату одобри јавна одбрана рада.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. Др Миланка Ђипоровић-Момчиловић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

2. Др Бојана Клашња, научни саветник у пензији
Институт за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду

3. Др Драгица Вилотић, редовни професор
Универзитет у Београду – Шумарски факултет

4. Др Сергеј Медвед, ванредни професор
Универзитет у Љубљани – Биотехнички факултет

5. Др Млађан Поповић, доцент
Универзитет у Београду – Шумарски факултет

У Београду, 2015