

Факултет ШУМАРСКИ

03-1604/1
(Број захтева)

24.02.2023.
(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
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 чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**„Истраживање фиторемедијационог и енергетског потенцијала различитих клонова врба
(*Salix sp.*)“**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Биотехничке науке

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

- Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:
Урошевић (Драган) Јелена
- Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
ОАС – Универзитет у Београду – Хемијски факултет-с.п.- Хемичар – 2016.г. МАС - Универзитет у Београду – Факултет за физичку хемију –с.п. Физичка хемија
- Година завршетка претходног нивоа студија: 2017.
- Година уписа на докторске студије: 2018.
- Назив студијског програма докторских студија: ШУМАРСТВО – модул Шумарство, подмодул Семенарство, расадничарство и пошумљавање
- Датум подношења пријаве теме докторске дисертације 02.11.2022.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Душан Јокановић, ванр.проф.

Звање: ванредни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Jokanović, D.**, Ćirković-Mitrović, T., Nikolić Jokanović, V., Lozjanin, R., Ištók, I. (2022): Wood fibre characteristics of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) growing in different ecological conditions. *Drvna Industrija*, 73 (3), 317-325
2. **Jokanović, D.**, Ćirković-Mitrović, T., Nikolić Jokanović, V., Lozjanin, R. (2022): Variability of wood fibres of mature pedunculate oak in flooded and non-flooded area. *Wood Research*, 67 (4), 533-544
3. **Jokanović, D.**, Vilotić, D., Nikolić Jokanović, V., Lukić, S., Ćirković-Mitrović, T. (2020): Site influence on anatomical structure of bald cypress. *Wood Research*, 65 (1), 13-24
4. Nikolić Jokanović, V., **Jokanović, D.**, Savić, R., Petrović, J., Andjelković, A. (2019): Water contamination in pedunculate oak higrophilous forests. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (11 A), 8432-8437
5. Mitrović, S., **Jokanović, D.**, Vilotić, D., Miljković, D., Veselinović, M., Stanković, D. (2017): Stomata characteristics of two Paulownia species under different conditions of light. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (3), 1876-1882

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Драгица Станковић, научни саветник

Звање: научни саветник Универзитета у Београду – Института за мултидисциплинарна истраживања

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Jokanović, D., Vilotić, D., Mitrović, S., Miljković, D., Rebić, M., **Stanković, D.**, Nikolić, V. (2015): Correlations between the anatomical traits of *Gymnocladus canadensis* Lam. in heartwood and sapwood of early- and latewood zones of growth rings. *Archives of Biological Sciences*, 67 (4), 1399-1404
2. **Stanković, D.**, Jokanović, D., Veselinović, M., Letić, Lj., Jović, Dj., Karić, D. (2015): Zinc concentration in woody and herbaceous plants at Kosmaj area, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24 (11), 3672-3675
3. **Stanković, D.**, Ivetić, V., Očokoljić, M., Jokanović, D., Oljača, R., Mitrović, S. (2015): Manganese concentration in plants of the protected natural resource Kosmaj, in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 67 (1), 251-255
4. Mitrović, S., Jokanović, D., Vilotić, D., Miljković, D., Veselinović, M., **Stanković, D.** (2017): Stomata characteristics of two Paulownia species under different conditions of light. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (3), 1876-1882
5. Veselinović, M., Vilotić, D., Mitrović, S., Čule, N., **Stanković, D.**, Jokanović, D., Madžgalj, J. (2017): Air pollutant effects on chlorenchyma cell and chloroplasts of douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mire.) Franco) needles. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (3), 1974-1979

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Шумарског факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 22.02.2023. 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

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

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број: 01-2/22
Датум: 22. фебруар 2023. године
Б Е О Г Р А Д

На основу члана 58. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета бр. 01-1/36 од 14. марта 2019. године, а у складу са Извештајем Комисије бр. ДО-06/1 од 7. фебруара 2023. године и Предлогом Већа одсека за шумарство и заштиту природе бр. ДО-06/2 од 8. фебруара 2023. године, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 22. фебруара 2023. године, доноси следећу

О Д Л У К У

Усваја се научна заснованост теме докторске дисертације **кандидата Јелене Урошевић** под насловом: **„Истраживање фиторемедијационог и енергетског потенцијала различитих клонова врба (*Salix sp.*)“**.

Одређују се ментори др Душан Јокановић, ванредни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет и др Драгица Станковић, научни саветник Универзитета у Београду – Института за мултидисциплинарна истраживања.

Одлуку доставити: кандидату, менторима, Служби за наставу и студентска питања x2, декану, писарници.

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
Проф. др Бранко Стајић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Катедра Семенарства, расадничарства
и пошумљавања

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ШУМАРСТВО И ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ

ОВДЕ

Предмет: Извештај комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата Јелене Урошевић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

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

На основу члана 58. Статута Универзитета у Београду - Шумарског факултета, а на основу предлога Већа одсека за шумарство и заштиту природе бр. ДР-12/4 од 23. новембра 2022. год., Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 30. новембра 2022. год. донело је одлуку бр. 01-2/172 да се образује Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јелене Урошевић под насловом: „Истраживање фиторемедијационог потенцијала и енергетске ефикасности биомасе различитих клонова врба (*Salix sp.*)“.

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 Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета; УНО: Семенарство, расадничарство и пошумљавање (изабрана 14.12.2012. године) (председник Комисије)
2. Др Бранко Стајић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета; УНО: Планирање газдовања шумама (изабран 13.04.2021. године) (члан Комисије)
3. Др Зоран Милетић, научни саветник Института за шумарство у Београду; УНО: Гајење шума – Педологија (изабран 17.07.2022. године) (члан Комисије)

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Детаљно приказати активности кандидата, почев од датума и места рођења, до подношења захтева за одобравање дисертације. Осим општих биографских података навести податке о образовању и усавршавању, раду и напредовању у струци, активностима у стручним удружењима и другим активностима значајним за стицање општег утиска о кандидату и његовој подобности за научни рад, посебно на предложеној теми дисертације.

1. **Име, име једног родитеља, презиме:** Јелена (Драган) Урошевић
2. **Датум и место рођења, општина, држава:** Београд, 02.04.1975. године, Република Србија
3. **Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:** 29.09.2017.

године, Београд, Факултет за физичку хемију Универзитета у Београду, „Примена јонске хроматографије за одређивање неорганских супстанци у електрофилтерском пепелу“

4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:
Физичка хемија животне средине

5. Стечено научноистраживачко искуство

За кандидате који су студенти докторских студија треба систематски приказати научноистраживачке активности од датума уписа докторских студија до подношења Захтева за одобрење Дисертације. Приказ треба да обухвати преглед положених испита (могу се навести и оцене са ЕСПБ бодовима), рад на истраживачким пројектима, држање наставе, одбрана пројекта докторске дисертације (ако је предвиђена) или сличних активности које се на ову садржину односе. Приказ треба да обухвати и објављене радове кандидата. Референце треба да буду груписане у складу са нормативима Министарства просвете и науке Србије и дате у складу са правилима за писање референци, а које садрже имена аутора, назив рада, назив публикације у којој је објављен, њена ознака (број, година и место објављивања), бројеви страница у публикацији.

Мастер физикохемичар, **Јелена Урошевић**, рођена је 02.04.1975. године у Београду, где је завршила основну и средњу школу. На Хемијском факултету, Универзитета у Београду, дипломирала је 04.04.2016. године. Мастер студије је уписала на Факултету за физичку хемију, Универзитета у Београду, где је 29.09.2017. године одбранила мастер рад под називом „Примена јонске хроматографије за одређивање неорганских супстанци у електрофилтерском пепелу“ и стекла звање мастер физикохемичар из области физичке хемије животне средине.

Докторске студије је уписала 2018. године на Шумарском факултету, Универзитета у Београду, на Катедри Семенарства, расадничарства и пошумљавања. Пре полагања редовних испита, на докторским студијама, кандидаткиња је положила четири диференцијална испита: Педологију; Шумарску ботанику и анатомију дрвета; Оплемењивање биљака и Плантажно шумарство и семенарство, расадничарство и пошумљавање, чиме је стекла основна предзнања за наставак докторских студија.

Преглед положених испита и испуњених семестралних обавеза

Година I		
Семестар I		
Предмет	ЕСПБ	Оцена
Методологија научно-истраживачког рада	14	10
Технике научно-истраживачког рада	8	10
Биоремедијација	8	10
Семестар II		
Плантажна производња лековитог, ароматичног и зачинског биља	8	9
Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање	8	-
Израда пројекта докторске дисертације	8	-
Семинарски рад	8	-
Година II		
Семестар III		
Упоредна анатомија дрвета	8	10
Одбрана пројекта докторке дисертације	6	-
Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање	8	-
Публиковање научног рада 1 у домаћем часопису категорије M52 или M53	4	-

Учесће у домаћем научном скупу са рефератом	4	-
Семестар IV		
Реферисање о напретку истраживача	6	-
Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање	10	-
Пријава дисертације	8	-
Публиковање научног рада 2 у водећем домаћем часопису категорије M51	6	-

6. Списак објављених научних радова и саопштења

Наводи се списак објављених радова или других релевантних резултата и активности који доказују афинитет кандидата за рад на приложеној теми.

У свом досадашњем раду, кандидаткиња је публиковала следеће стручне и научне радове:

1. **Урошевић, Ј.**, Лучић, А., Вилотић, Д., Керкез Јанковић, И., Станковић, Д. (2019): Истраживање акумулације и концентрације никла у асимилационим органима биљних врста на подручју Београда. *Екологија*, 5, 37-41.
2. Керкез, И., Станковић Д., Вилотић Д., Јокановић Д., Бранковић Д., **Урошевић Ј.** (2019): Истраживање концентрације и акумулације полутаната на подручју ГЈ “Липовица”. *Екологија* 93, 15-21.
3. Јокановић, Д., Петровић, Ј., Инђић, П., Станковић, Д., Триван, Г., **Урошевић, Ј.**, Марић, М. (2021): Фармакодинамска својства лековитих врста у оквиру осам одељења СП „Шума Кошутњак“ *Екологија*, XXVIII, 101, *Екологија* 28, 11-15.
4. **Урошевић, Ј.**, Станковић, Д., Триван, Г., Тадић, В. (2022): Особине клонова врба гајених на два типа станишта” Књига апстраката. III Конгрес биолога Србије –Златибор 21-25.09.2022.
5. Арсенијевић, Д., **Урошевић, Ј.** (2022): Пилот пројекат успостављања засада брзорастућих дрвенастих врста-врба за енергетске потребе у РБ Колубара, 17. Међународни сајам енергетике, ЕНЕРГЕТИКА 2022, Београд, 4-6.10. 2022.

7. Учесће у пројектима:

У свом досадашњем раду, кандидаткиња је учествовала у реализацији следећих пројеката:

1. „Могућност примене рекултивације и ремедијације у циљу побољшања стања животне средине града Београда” (2021-2022), Градска управа града Београда - Секретаријат за заштиту животне средине РС.
2. „Пошумљавање станишта аутохтоним врстама дрвећа на деградираном подручју општине Србобран“ (2016-2017), Министарство за заштиту животне средине.
3. „Истраживања концентрације и акумулације полутаната на подручју Београда“ (2017-2018), Градска управа града Београда - Секретаријат за заштиту животне средине.
4. „Ревитализација језера на локалитету Трешња постављањем система плутајућих острва“ (2018-2020), Градска управа града Београда – Секретаријат за заштиту животне средине.

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА РАД НА ПРЕДЛОЖЕНОЈ ТЕМИ

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада кандидаткиње Јелене Урошевић, може се констатовати да је редовно завршавала све обавезе предвиђене докторским студијама, положила диференцијалне и све испите предвиђене планом и програмом докторских студија и одбранила пројекат докторске дисертације.

Од момента уписивања докторских студија, са потенцијалним менторима, учествовала је у различитим истраживањима, чиме је показала склоност ка бављењу научноистраживачким радом. Била је део истраживачких тимова за реализацију неколико пројеката из области рекултивације, ремедијације и пошумљавања, а све у циљу заштите животне средине.

Пројекат докторске дисертације под радним насловом: „Хемијска хетерогеност генотипова врба (*Salix.sp*) у фиторемедијацији тешких метала“ успешно је одбранила 2020. године пред Комисијом у саставу: др Драгица Станковић, научни саветник, др Мирјана Шијачић-Николић, ред. проф. и др Душан Јокановић, ванр. проф..

Након подношења Пријаве теме докторске дисертације (број DR-12/1 од 02.11.2022. године), кандидаткиња је успешно одбранила тему докторске дисертације, пред Комисијом за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, на усменој одбрани која је одржана 8.12.2022. године. Кандидаткиња је показала да успешно влада материјом у вези са темом докторске дисертације. Резултат усмене јавне одбране је оцењен са „задовољила“, те Комисија подноси Извештај Наставно-научном већу о научној заснованости теме за израду докторске дисертације.

На основу напред изнетог, Комисија констатује да кандидаткиња Јелена Урошевић поседује задовољавајућа знања и показује склоност и неопходну способност за рад на предложеној теми докторске дисертације.

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

За ментора докторске дисертације кандидаткиње Јелене Урошевић, мастер физикохемичара, предлажу се: др Душан Јокановић, ванредни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета, УНО: Семенарство, расадничарство и пошумљавање (изабран 09.11.2021. године) и др Драгица Станковић, научни саветник Универзитета у Београду - Института за мултидисциплинарна истраживања, УНО: Екологија шума и заштита животне средине (изабрана 27.09.2017. године)

Списак најзначајнијих научних и стручних радова и цитираност предложених кандидата за менторе дати су у прилогу овог Извештаја.

V ОЦЕНА НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ

1. Формулација назива тезе (наслова)

На основу изабраног предмета, обима планираних истраживања, предложене методологије и дефинисаног циља истраживања, Комисија предлаже да се пријављени наслов докторске дисертације „Истраживање фиторемедијационог потенцијала и енергетске ефикасности биомасе различитих клонова врба (*Salix sp.*)“ измени и гласи: „Истраживање фиторемедијационог и енергетског потенцијала различитих клонова врба (*Salix sp.*)“.

2. Предмет (проблем) истраживања

Свесни чињенице да је присуство тешких метала у земљишту у константном порасту, последих година се све више ради на усавршавању техника за пречишћавање (ремедијацију) земљишта. Досадашње класичне методе за деконтаминацију земљишта добијају и своју алтернативу, употребом зелене технологије која се базира на способности биљака да уклањају полутанте из подлоге, што се означава као фиторемедијација. Фиторемедијација подразумева екстракцију хазардских супстанци попут тешких метала, радионуклеида, пестицида, полихлорованих бифенола из животне средине и њихово превођење у стабилне нетоксичне метаболите, чиме се врши деконтаминација земљишта (Арсенов, 2018).

Брзорастуће дрвенасте биљке, којима се газдује по принципу кратке опходње, поседују низ карактеристика погодних за процес фиторемедијације, међу којима су најбитније: снажно развијен и разгранат коренов систем, велика продуктивност биомасе, висок интензитет транспирације, као и генетичка варијабилност (Арсенов, 2018). Када је у питању потенцијал дрвенастих врста у фиторемедијацији, у већем броју истраживања утврђен је значај и специфичност генотипа у испољавању такве толеранције. Међу дрвенастим врстама много је чешће да су разлике у толеранцији и фитоекстракцији тешких метала међу клоновима (генотиповима) исте врсте веће него између различитих врста. Специфичност генотипа указује на селекцију генски кодираних механизма толеранције на тешке метале, на субспецијском, популационом нивоу (Боришев, 2010). Досадашња истраживања са дрвенастим врстама (тополе, врбе, брезе, јове, јавори) показују да је за потребе фиторемедијације најбоље користити брзорастуће врсте међу којима посебно место заузимају врбе.

Полазећи од чињенице да већина истраживача указује на велико варирање потенцијала фитоекстракције одређене врсте у зависности од популације, односно генотипа, кандидаткиња је за своја истраживања одабрала 4 клона: један клон кошарасте врбе *Salix viminalis* и 3 клона беле врбе (*Salix alba*): клон В-44; клон NS73/6 и клон 347. Клон В-44 потиче из природне популације, пореклом из Барање, локалитет Медровић. Аутор сорте је Драгољуб Јовић. Сорта је регистрована почетком 80-тих година двадесетог века од стране Савезног комитета за пољопривреду СФРЈ. Клон NS73/6 потиче из природне популације Подунавља. Аутор сорте је др Иван Херпка из Института за тополарство у Новом Саду. Сорта је регистрована почетком 80-тих година двадесетог века од стране Савезног комитета за пољопривреду СФРЈ. Клон 347 потиче из природних популација и није регистрован. Биљни материјал коришћених клонова потиче из матичњака у расаднику Ратно острво у Каћу, који припада ЈП „Војводина шуме“, ШГ „Нови Сад“, ШУ „Каћ“. Приликом прављења резница водиће се рачуна да све буду приближно исте дебљине и дужине, имајући у виду значај њихових димензија за раст и развиће биљака.

Генотипске карактеристике и специфичности истраживаних клонова (генотипова) које треба да укажу на њихов потенцијал у фитоекстракцији тешких метала из земљишта, кандидаткиња ће утврдити кроз анализу морфолошких, анатомских и физиолошких карактеристика биљака у огледу који ће поставити у полуконтролисаним условима, у расаднику Шумарског факултета, Универзитета у Београду. Биљке ће три године бити гајене у контаминираним земљишту тешким металима (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb), уз додатну контаминацију почетком сваког вегетационог периода (истраживачке године) и неконтаминираним земљишту које ће послужити као контрола.

3. Познавања проблематике на основу изабране литературе

Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате на које се надовезују предвиђена истраживања у предложеној дисертацији. Цитирати ове референце на начин како је приказано код референци кандидата (одељак II.5).

У циљу детаљног сагледавања досадашњих истраживања других аутора везаних за предмет истраживања и постављене циљеве рада, кандидаткиња је проучила различиту домаћу и страну научну литературу, која представља основу за планирана истраживања и на која ће се иста надовезати. Кандидаткиња наводи следеће литературне изворе:

1. Alagić, S.Č., Šerbula, S.S., Tošić, S.B., Pavlović, A.N., Petrović, J.V. (2013): Bioaccumulation of arsenic and cadmium in birch and lime from the Bor region. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 65 (4), 671-682.

2. Alkorta, I., Hernandez-Allica, J., Becerril, J.M., Amezaga, I., Albizu, I., Garbisu, C. (2004): Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. *Reviews in Environmental Science and BioTechnology* 3, 71-90.

3. Appenroth, K.J. (2010): What are „heavy metals“ in Plant Sciences? *Acta Physiologiae Plantarum*, 32, 615-619.

4. Arsenov, D. (2018): Fiziološki aspekti potencijala vrba (*Salix* spp.) u asistiranoj fitoremedijaciji kadmijuma upotrebom limunske kiseline. Doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Novom Sadu – Prirodno-matematički fakultet, 3-6.

5. Baum, S., Bolte, A., Weih, M. (2012): Short Rotation Coppice (SRC) Plantations Provide Additional Habitats for Vascular Plant Species in Agricultural Mosaic Landscapes. *Bioenergy Research*, 5, 573-583.

6. Bhargava, A., Carmona, F.F., Bhargava, M., Srivastava, S. (2012): Approaches for enhanced phytoextraction of heavy metals. *Journal of Environmental Management*, 105, 103-120.

7. Blake, T.J. (1980): Effects of coppicing on growth rates, stomatal characteristics and water relations in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *Functional Plant Biology*, 7, 81-87.

8. Blake, T.J. (1983): Coppice systems for short-rotation intensive forestry: The influence of cultural, seasonal, and plant factors. *Australian Forestry Research*, 13, 279-291.

9. Borišev, M. (2010): Potencijal klonova vrba (*Salix* spp.) u fitoekstrakciji teških metala. Doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Novom Sadu – Prirodno-matematički fakultet, 1-9.

10. Bouman, O.T., Sylliboy, J. (2012): Biomass allocation and photosynthetic capacity of willow (*Salix* spp.) bio-energy varieties. *Forstarchiv*, 83, 139 – 143.

11. Brooks, R.R., Lee, J., Reeves, R.D., Jaffre, T. (1977): Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants. *Journal of Geochemical Exploration*, 7, 49-57.

12. Buckley, G.P. (1992): Ecology and Management of Coppice Woodlands. *Dordrecht, Springer Netherlands*, 336.

13. Capuana, M. (2011): Heavy metals and woody plants – biotechnologies for phytoremediation. *I Forest*, 4, 7-15.

14. Cencelj, J. (1966): Određivanje reakcije zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga I, Hemijske metode ispitivanja zemljišta. *Jugoslovensko društvo za ispitivanje zemljišta, Beograd*, 78-86.

15. Christersson, L. (2013): Papperspopplar och energipilar. *Tranas: Budgetboken*, 1-333.

16. Clemens, S. (2006): Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochemie*, 88, 1707-1719.

17. Cools, N., De Vos, B. (2020): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. ISBN: 978-3-86576-162-0. Part X, *Sampling and Analysis of Soil*. Version 2020-1.
18. Craine, J.M., Dybzinski, R. (2013): Mechanisms of plant competition for nutrients, water and life. *Functional Ecology*, 27, 833-840.
19. Dahl, J. (2000): Chemistry and Behaviour of Environmentally Relevant Heavy Metals in Biomass Combustion and Thermal Ash Treatment Processes. PhD Thesis, Institute of Chemical Engineering Fundamentals and Plant Engineering, Technical University of Graz, Austria.
20. Dickmann, D.I., Nguyen, P.V., Pregitzer, K.S. (1996): Effects of irrigation and coppicing on above-ground growth, physiology, and fine-root dynamics of two field-grown hybrid poplar clones. *Forest Ecology and Management*, 80, 163-174.
21. Dobbertin, M. (2005): Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: A review. *European Journal of Forest Research*, 124, 319-333.
22. Džamić, R., Stevanović, D., Jakovljević, M. (1996): Praktikum iz agrohemije. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
23. Evans, J. (1992): Plantation forestry in the tropics. Second Edition Oxford. *Oxford University Press*, 422.
24. Franklin, G.L. (1945): Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites and a new macerating method for wood. *Nature*, 155: 51.
25. Fujimori, T. (2001): Ecological and silvicultural strategies for sustainable forest management. *Amsterdam, New York, Elsevier*, 398.
26. Fuller, R.J., Warren, M. (1993): Coppiced Woodlands: Their Management for Wildlife. *Peterborough, JNCC*, 29.
27. Greger, M., Landberg, T. (1999): Use of willow in phytoextraction. *International Journal of Phytoremediation*, 1, 115-123.
28. Hänsch, R., Mendel, R. (2009): Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, 12, 259-266.
29. Hardesty, L.H. (1987): Coppicing: Using a forester's tool on rangeland. *Rangelands Archives*, 9, 129-132.
30. Huiyi, H., Deming, J., Chunxing, Z., Youbiao, Z., Zhiquing, L. (1991): Study on the control of cadmium-pollution in the soil by forestry ecological engineering. *China Environmental Science*, 2 (1), 36-45.
31. IAWA Committee (1989): IAWA List of microscopic features for hardwood identification by an IAWA Committee. *IAWA Bulletin*, 10, 219-332.
32. Ištók, I. (2016): Anatomska svojstva juvenilnog drva bijele topole (*Populus alba* L.) uz rijeku Dravu. Doktorska disertacija u rukopisu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
33. Jensen, J.K., Holm, P.E., Nejrup, J., Larsen, M.B., Borggaard, O.K. (2009): The potential of willow for remediation of heavy metal polluted calcareous urban soils. *Environmental Pollution*, 157, 931-937.
34. Kabata-Pendias, A. (2007): Trace elements from soil to human. *Springer, Berlin, New York*, 294-305.
35. Kauppi, A., Rinne, P., Ferm, A. (1988): Sprouting ability and significance for coppicing of dormant buds on *Betula pubescens* Ehrh. stumps. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3, 343-354.
36. Kennedy, A.D. (1998): Coppicing of *Tarconanthus camphorates* (Compositae) as a source of sustainable fuelwood production: an example from the Laikipia Plateau, Kenya. *African Journal of Ecology* 36, 148-158.
37. Kim, Y.R., Yoon, J.K., Kim, T.S., Yang, J.E., Owens, G., Kim, R.K. (2015): Bioavailability of heavy metals in soils: definitions and practical implementation – a critical review. *Environmental Geochemistry and Health*, 37 (6), 1041-1061.

38. Kulkarni, M., Schneider, B., Raveh, E., Tel-Zur, N. (2010): Leaf anatomical characteristics and physiological responses to short-term drought in *Ziziphus mauritiana* (Lamk.). *Scientia Horticulturae*, 124, 316-322.
39. Kuzovkina, Y.A., Volk, T.A. (2009): The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology. *Ecological Engineering*, 35, 1178-1189.
40. Landberg, T., Greger, M. (1996): Differences in uptake and tolerance to heavy metals in *Salix* from unpolluted and polluted areas. *Applied Geochemistry*, 11, 175-180.
41. Lasat, M.M. (2002): Phytoextraction of toxic metal: a review of biological mechanisms. *Journal of Environmental Quality*, 31, 109-120.
42. Licht, L.A., Isebrands, J.G. (2005): Linking phytoremediated pollutant removal to biomass economic opportunities. *Biomass and Bioenergy*, 28, 203-218.
43. Lux, A., Šottnikova, A., Opatrna, J., Greger, M. (2004): Differences in structure of adventitious roots in *Salix* clones with contrasting characteristics of cadmium accumulation and sensitivity. *Physiologia Plantarum*, 120, 537-545.
44. Marmioli, M., Pietrini, F., Maestri, E., Zacchini, M., Marmioli, N., Massacci, A. (2011): Growth, physiological and molecular traits in Salicaceae trees investigated for phytoremediation of heavy metals and organics. *Tree Physiology*, 31 (12), 1319-1334.
45. McElroy, G.H., Dawson, W.M. (1986): Biomass from short-rotation coppice willow on marginal land. *Biomass* 10, 225-240.
46. Offenthalder, I., Hietz, P., Richter, H. (2001): Wood diameter indicates diurnal and longterm patterns of xylem water potential in Norway spruce. *Trees*, 15, 215-221.
47. Oljača R., Rodzkin, A., Krstić, B., Govedar. (2017): Fiziologija vrba, Laktaši, Univerzitet u Banja Luci, 1-146.
48. Özden, S., Ennos, R. (2018): The mechanics and morphology of branch and coppice stems in three temperate tree species. *Trees*, 32, 933-949.
49. Pajević, S., Borišev, M., Nikolić, N., Arsenov, D., Orlović, S., Župunski, M. (2016): Phytoextraction of heavy metals by fast-growing trees: a review. In: Ansari, A.A., Gill, S.S., Gill, R., Lanza, G.R. *Phytoremediation Management of environmental contaminants*, Newman, Springer, 29-64.
50. Perttu, K.L., Kowalik, P.J. (1997): *Salix* vegetation filters for purification of waters and soils. *Biomass and Bioenergy*, 12, 9-19.
51. Plavcova, L., Hacke, U.G. (2012): Phenotypic and developmental plasticity of xylem in hybrid poplar saplings subjected to experimental drought, nitrogen fertilization, and shading. *Journal of Experimental Botany*, 63, 6481-6491.
52. Prasad, M.N.V. (2003): Phytoremediation of metal-polluted ecosystems: Hype for commercialization. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50 (5), 686-700.
53. Prasad, M.N.V., Freitas, H.M.O. (2003): Metal hyperaccumulation in plants – Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6 (3), 225-321.
54. Quartacci, M., Argilla, A., Baker, A., Navari-Izzo, F. (2006): Phytoextraction of metals from a multiply contaminated soil by Indian mustard. *Chemosphere*, 63, 918-925.
55. Reeves, R.D., Baker, A.J.M. (2000): Metal-accumulating plants. In: Raskin, I., Ensley, B.D. (Eds.), *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean-Up the Environment*. John Wiley and Sons, New York, 193-230.
56. Rinne, P., Saarelainen, A., Junttila, O. (1994): Growth cessation and bud dormancy in relation to ABA level in seedlings and coppice shoots of *Betula pubescens* as affected by a short photoperiod, water stress and chilling. *Physiologia Plantarum*, 90, 451-458.
57. Robinson, B.H., Millis, T.M., Petit, D., Fung, L.E., Green, S.R., Clothier, B.E. (2000): Natural and induced cadmium accumulation in poplar and willow: implications for phytoremediation. *Plant Soil*, 227, 301-306.

58. Rodzkin, A. I., Orlović, S. S., Krstić, B.Đ., Pilipović, A. R., Shkutnik, O. A. (2016); The investigation of morphological characteristics of willow species in different environmental conditions. *Зборник Matice srpske za prirodne nauke / Matica Srpska J. Nat. Sci.* Novi Sad, № 131, 63—72.
59. Rosenqvist, H. (1997): *Salix*-Kalkylmetoder och lönsamhet. *Silvestria* 24, Swedish University of Agricultural Sciences.
60. Salt, D.E., Prince, R.C., Pickering, I.J., Raskin, I. (1995): Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard. *Plant Physiology*, 109, 1427-1433.
61. Sands, R., Mulligan, D.R. (1990): Water and nutrient dynamics and tree growth. *Forest Ecology and Management*, 30, 91-111.
62. Sevanto, S., Hölttä, T., Markkanen, T., Perämäki, M., Nikinmaa, E., Vesala, T. (2005): Relationships between diurnal xylem diameter variation and environmental factors in Scots pine. *Boreal Environment Research*, 10, 447-458.
63. Skrebsky, E.C., Tabaldi, L.A., Pereira, B.L., Rauber, R., Maldaner, J., Cargnelutti, D., Concelves, F.J., Castro, Y.G., Shetinger, C.R.M., Nicoloso, T.F. (2008): Effect of cadmium on growth micronutrient concentration and aminolevulinic acid dehydrates and acid phosphatase activities on plants of *Pfaffia glomerata*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20, 285-294.
64. Statistics Sweden (2001): Yearbook of agricultural statistics 2001. *Statistics Sweden*.
65. Tahvanainen, L., Rytko, V-M. (1999): Biomass production of *Salix viminalis* in southern Finland and the effect of soil properties and climate conditions on its production and survival. *Biomass and Bioenergy*, 16, 103-117.
66. Tlustoš, P., Szakova, J., Vysloužilova, M., Pavlikova, D., Weger, J., Javorska, H. (2007): Variation in the uptake of arsenic, cadmium, lead, and zinc by different species of willows *Salix* spp. grown in contaminated soils. *Central European Journal of Biology*, 2 (2), 254-275.
67. Toth, G., Hermann, T., Da Silva, M.R., Montanarella, L. (2016): Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. *Environment International*, 88, 299-309.
68. Tsarev, A.P. (2005): Natural poplar and willow ecosystems on a grand scale: the Russian Federation. *Unasylva*, 56, 10-11.
69. Vacek, S., Kupka, I., Mikeska, M. (2009): Pestovani specialnih kultur. In: Pestovani lesu III – Prakticke postupy pestovany lesu (Poleno Z., Vacek S. a kolektiv). *Kostolec nad Černými lesy*.
70. Vilotić, D., Popović, J., Mitrović, S., Šijačić-Nikolić, M., Ocokoljić, M., Novović, J., Veselinović, M. (2015): Dimensions of mechanical fibres in Paulownia elongata S.Y. Hu wood from different habitats. *Drvna Industrija*, 66 (3), 229-234.
71. Vysloužilova, M., Puschenreiter, M., Wieshammer, G., Wenzel, W.W. (2006): Rhizosphere characteristics, heavy metal accumulation and growth performance of two willow (*Salix x rubens*) isolates. *Plant, Soil and Environment*, 52, 353-361.
72. Weih, M. (2009): Genetic and environmental variation in spring and autumn phenology of biomass willows (*Salix* spp.): effects on shoot growth and nitrogen economy. *Tree Physiology*, 29, 1479-1490.
73. Wilkinson, A.G. (1999): Poplars and willows for soil erosion control in New Zealand. *Biomass and Bioenergy*, 16, 263-274.
74. Wilson, B.F. (1968): Red maple stump sprouts: development the first year. *Harvard Forest Paper*, 18, 10.
75. Worbes, M. (1999): Annual growth rings, rainfall dependent growth and long term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology*, 87, 391-403.
76. Yaltirik, F. (1971): Taxonomical Study on the Macro- and Micro-Morphological

Characteristics of Indigenous Maples (*Acer* sp.) in Turkey. *Istanbul, Istanbul University Press*: 232.

77. Yang, W., Zhao, F., Zhang, X., Ding, Z., Wang, Y., Zhu, Z., Yang, X. (2015): Variations of cadmium tolerance and accumulation among 39 *Salix* clones: implications for phytoextraction. *Environmental Earth Sciences*, 73 (7), 3263-3274.

78. Zarubova, P., Hejzman, M., Vondračková, S., Mrnka, L., Szakova, J., Tlustoš, P. (2015): Distribution of P, K, Ca, Mg, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn in wood and bark age classes of willows and poplars used for phytoextraction on soils contaminated by risk elements. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 18801-18813.

79. Zhang, X., Friedl, A. M., Schaaf, B. C., Strahler, H. A., Schneider, A. (2004): The footprint of urban climates on vegetation phenology. *Geophysical Research Letters*, 31 (12), L12209, 1-4.

Увидом у наведену литературу може се констатовати да је кандидаткиња проучила значајан део доступне литературе везане за предмет истраживања и планиране методе рада, чиме је стекла увид у досадашња истраживања као основу за даљи рад.

4. Циљеви истраживања

Циљеви истраживања, научно предвиђање циљева у функцији нивоа научног сазнања

За основни циљ планираних истраживања, кандидаткиња поставља утврђивање потенцијала различитих клонова (генотипова) врба да усвајају, акумулирају, транслоцирају и толеришу присуство тешких метала (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb) у земљишту, како би се идентификовао клон који се одликује најповољнијим морфолошким, физиолошким и анатомским особинама погодним за детоксикацију земљишта загађеног тешким металима. Такође, истраживања имају за циљ да покажу каква је енергетска ефикасност биомасе анализираних клонова у процесу самосталног сагоревања, као и у процесима косагоревања са лигнитом у различитим процентуалним односима.

Да би се реализовао основни циљ, потребно је спровести истраживања чији су специфични циљеви:

- Утврђивање хемијских и физичких особина земљишта и квантитативно одређивање садржаја тешких метала у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- Утврђивање варијабилности морфолошких карактеристика (висина и пречник у кореновом врату биљака) различитих клонова врба у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- Утврђивање варијабилности димензија анатомских елемената (дрвна влакна, трахеје, траке лигнума) различитих клонова врба у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- Утврђивање варијабилности физиолошких параметара (интензитет фотосинтезе, стоматална проводљивост, концентрација угљен-диоксида унутар стома) различитих клонова врбе у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- Утврђивање варијабилности топлотног садржаја различитих клонова врба у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту у процесу самосталног сагоревања;
- Утврђивање енергетске ефикасности различитих клонова врба у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту у процесу косагоревања са лигнитом.

Комисија констатује да су циљеви добро дефинисани и да обухватају различите аспекте истраживања предложеног предмета (проблема), чији резултати могу дати значајан допринос, како науци, тако и струци.

5. Полазне хипотезе

Објашњење чињеница и појава које се проверавају предложеним истраживањем. Приказ полазних идеја и претпоставки које истраживањем треба доказати. Зависно од циља истраживања, утврдити одговарајућу врсту хипотеза које треба доказати, надовезујући се на резултате релевантних референци како би истраживање било у тренду са глобалним активностима у науци.

На основу предмета и научних циљева рада, кандидаткиња своја истраживања базира на следећим хипотезама:

- постоји могућност коришћења различитих клонова (генотипова) врба за фиторемедијацију деградираног земљишта тешким металима;
- постоје разлике између клонова у способности фитоекстракције тешких метала из земљишта;
- постоји варијабилност морфолошких особина биљака, различитих клонова, које расту на контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- постоји варијабилност димензија анатомских елемената (дрвна влакна, трахеје, траке лигнума) различитих клонова врба у контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- постоји варијабилност анатомских особина биљака, различитих клонова, које расту на контаминираном и неконтаминираном (контролном) земљишту;
- постоје разлике између клонова у топлотним вредностима биомасе у процесу самосталног сагоревања, као и у процесима косагоревања са лигнитом у различитим процентуалним односима у циљу побољшања енергетске ефикасности лигнита.

Комисија је сагласна са претпоставкама да ће резултати истраживања допринети селекцији клонова (генотипова) који су погодни за ремедијацију земљишта контаминираног тешким металима и селекцији клонова (генотипова) оних који су енергетски најефикаснији.

6. Научне методе истраживања

Приказ општих и посебних научних метода које ће бити примењене у поступку реализације научних резултата (доприноса). Специфичне научне методе које могу бити и предмет истраживања или развијене у вези са реализацијом предвиђених истраживања.

У циљу утврђивање потенцијала различитих клонова (генотипова) врба да усвајају, акумулирају, транслоцирају и толеришу присуство тешких метала (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb) у земљишту, кандидаткиња ће анализирати морфолошке, физиолошке и анатомске особине 4 клона врбе: један клон кошарасте врбе *Salix viminalis* и 3 клона беле врбе (*Salix alba*): клон В-44; клон NS73/6 и клон 347. Истраживањима ће бити обухваћена анализа хемијских и физичких особина земљишта, као и квантитативно одређивање тешких метала у контаминираном и неконтаминираном земљишту у коме ће се оглед поставити, а основна истраживања ће обухватити истраживања концентрације и акумулације тешких метала у вегетативним органима (листовима) врбе сва четири истраживана клона. Све напред наведене анализе имају јасно дефинисану методологију истраживања коју је кандидаткиња детаљно развила у пријави теме докторске дисертације.

Кандидаткиња наводи да ће истраживања бити спроведена у расаднику Шумарског факултета, акредитованој педолошкој лабораторији Института за шумарство у Београду и акредитованој лабораторији за испитивање угља у Преради РБ Колубара.

За реализацију планираних истраживања биће постављен оглед у расаднику Шумарског факултета, у коме ће се различити клонови врба тестирати у контаминираном (земљиште у кесама) и неконтаминираном (контролном) земљишту у леји.

Контаминирано земљиште (око 10t земљишта), пореклом из РБ Колубара, биће ископано багером са различитих дубина и хомогенизовано. Тако хомогенизовано земљиште, на подручју РБ Колубара, биће паковано у полиетиленске кесе, запремине 10 литара и затим допремљено у расадник Шумарског факултета. Ово земљиште у кесама ће почетком сваког вегетационог периода (истраживачке године), бити додатно контаминирано воденим растворима соли кадмијума $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, бакра $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, хрома $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, арсена $\text{HAsNa}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, никла $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и олова PbNO_3 у концентрацијама 10-3 mol/dm³.

По три резнице од сваког клона биће пободене у сваку од 120 кеса, тако да ће оглед у контаминираном земљишту обухватити 480 кеса са укупно 1440 резница, 360 резница по клону. Као контрола биће коришћено неконтаминирано земљиште, у леји расадника, у коју ће се побости по 360 резница од сваког клона, укупно 1440 резница. Током истраживања пратиће се оглед са укупно 2880 постављених резница током неколико sukcesивних вегетационих периода.

На почетку сваког вегетационог периода, пре контаминације земљишта и месец дана након контаминације земљишта, узорковаће се листови биљака свих клонова из третмана и контроле. На крају сваког вегетационог периода, врбе гајене на контаминираном земљишту (у кесама), биће покриване акрил фолијом како би се заштитиле од мраза. Поред тога, додатна заштита од мраза биће и набацивање лишћа испод акрил фолије. Врбе гајене на неконтаминираном земљишту у леји (контрола) неће бити заштићене ни на који начин.

6.1. Анализа хемијских и физичких својстава земљишта

Анализа хемијских и физичких својстава земљишта и квантитативно одређивање садржаја тешких метала у контаминираном (пластичне кесе) и неконтаминираном (контролном) земљишту у леји, биће обављена у акредитованој педолошкој лабораторији Института за шумарство у Београду. Анализе земљишта обухватиће одређивање садржаја тешких метала у оба типа земљишта, како би се потврдило одсуство, односно присуство и количина контаминаната у земљишту, као и одређивање основних параметара хемијских особина земљишта. У оквиру лабораторијских анализа земљишта, биће истражена његова хемијска својства преко следећих параметара:

- Активна киселост земљишног раствора (pH у H₂O), потенциометријски (Cencelj, 1966);
- Супституциона киселост (pH у KCl), потенциометријски (Cencelj, 1966);
- Садржај слободних (земноалкалних карбоната) по Scheibler-у волуметријски (Džamić et al., 1966);
- Садржај укупног хумуса и органске материје (%) методом по Тјурину у модификацији Симакова – волуметријски (Džamić et al., 1966);
- Садржај укупног азота у земљишту (%) методом по Кјелдаху (Džamić et al., 1966);
- Однос C/N рачунски;
- Садржај биљака лако приступачних облика фосфора – P₂O₅ (mg /100 g земље) AL - методом по Egner-Riehm-у, колориметријски;
- Садржај биљака лако приступачних облика калијума методом по Егнер-Риехм-у – K₂O (mg/100 g земље) Al – методом, пламенфотометријски.

Анализа физичких својстава земљишта обухватиће детерминисање текстурног састава земљишта по Ехвалдовим границама за текстурне класе (Cools и De Vos, 2020).

Квантитативно одређивање садржаја тешких метала у земљишту вршиће се применом ICP-OES, Vista-Pro, Varian (inductively coupled plasma optical emission spectrometry) инструмента. Узорковано земљиште за анализе ICP-OES инструментом ће се припремити помоћу микроталасног дигестора Milestone. Екстракција тешких метала из земљишта у микроталасном дигестору РБ Колубара биће извршена царском водом (HNO₃: HCl) у односу 1:3.

6.2. Анализа морфолошких карактеристика различитих клонова врба

Варијабилност морфолошких карактеристика биљака различитих клонова врбе биће обављена на узорку од 50 биљака сваког клона, гајених у контаминираним и неконтаминираним (контролним) земљиштима. Биће анализирани следећи параметри биљака два пута, на почетку и на крају вегетационог периода:

- Укупна висина биљака (cm)
- Пречник биљака у кореновом врату (mm)
- Висински прираст (cm)
- Дебљински прираст (mm)

Анализом морфолошких карактеристика тестираних клонова, у контаминираним и неконтаминираним (контролним) земљиштима, биће обухваћено и мерење лисне површине. Лисна површина биљака, различитих клонова, ће бити анализирана на узорку од по 100 листова од сваког клона. Листови биљака биће скенирани, након чега ће им се у одабраном програму израчунавати њихове површине.

Висински и дебљински прираст истраживаних клонова, анализираће се на узорку од 50 садница по клону, које ће бити одабране методом случајног узорка.

На крају сваког вегетационог периода биће анализиран проценат преживљавања биљака по клоновима.

6.3. Анализа димензија анатомских елемената различитих клонова врба

Варијабилност димензија анатомских елемената различитих клонова врбе биће анализирана на узорку кружног пресека који ће бити узет управно у односу на анатомску осу. Потом ће се из узоркованих кружних пресека стабљике направити трајни анатомски препарати у сва три анатомска правца – попречном, радијалном и тангенцијалном.

Анализе димензија анатомских елемената дрвета клонова врбе обухватиће мерење процентуалног учешћа сржи, ксилема и флоема. Што се тиче морфолошких елемената јувенилног садног материјала различитих клонова врба, биће анализирани следећи елементи: укупна висина, пречник у кореновом врату, процентуални удео сржи, коре и дрвета. Учешће сржи, коре и дрвета (у %) биће изражено у односу на укупан пречник биљке у коеновом врату и биће јасан показатељ како контаминација тешким металима утиче на варијабилност заступљености ових елемената грађе. Укупна висина ће бити мерена помоћу метричког преклопног лењира. Пречник ће бити мерен у кореновом врату биљке са кором. Вредност пречника биће добијена као аритметичка средина мерених радијуса у два унакрсна правца. Пошто буде одређен пречник јувенилног садног материјала заједно са кором, унакрсним мерењем у два правца, кора ће бити уклоњена и потом ће преостали пречник, који ће обухватити ксилем и срж, бити измерен. Пречник сржи ће потом бити мерен у два унакрсна правца помоћу дигиталног уређаја. Како би се одредили удели сваког појединачног сегмента (сржи, ксилема и флоема) у укупном пречнику саднице, најпре ће бити прорачунате површине које сваки од ових сегмената заузима. Површине ће бити процењене на основу формуле

за површину круга пошто ће свака јединка имати приближно кружни облик. Коначно ће површине сржи, ксилема и флоема бити подељене са укупном површином стабљике (заједно са пречником коре) како би се добио процентуални удео сваког од ових сегмената (Özden and Ennos, 2018).

Када је реч о анатомским елементима, биће анализирани следећи елементи: ширина трахеја (μm), висина и ширина трака дрвета (μm), дужина дрвних влакана (mm), ширина дрвних влакана (μm), ширина лумена (μm) и двострука дебљина ћелијског зида (μm). Када је реч о анализи микроскопских анатомских елемената јувенилни садни материјал ће бити узоркован исецањем на мале штапиће у попречном смеру, (дужине око 1 cm). Како би се исекле танке секције, штапићи ће се омекшати у кипућој води, а потом ће бити држани у смеси са једнаком заступљеношћу воде, глицерола и етанола (Yaltirik, 1971). Омекшани узорци ће потом бити припремљени и у попречном и у тангенцијалном правцу, дебљина им је око 20-25 μm , а израђени су помоћу клизајућег микротом. У омекшаним узорцима биће мерени ширина трахеја у попречном, а висина и ширина трака лигнума у тангенцијалном правцу. Ширина трахеја биће мерена на следећи начин – у оквиру попречног пресека биће изабрана одговарајућа површина, а потом ће се унакрсним мерењем у два правца добити вредност ширина трахеја. Треба напоменути да је врба дифузно-порозна врста, што значи да нема јасне разлике у ширини лумена трахеја између ране и касне зоне. На тангенцијалним пресецима биће одређени висина и ширина трака дрвета – обе ове величине могу бити изражене у микронима или бројем паренхимских ћелија. Ради мерења анатомских карактеристика дрвних влакана, штапићи ће бити исецкани на комадиће величине палидрвцета, а потом мацерирани (хемијски разложени) коришћењем Френклиновог реагенса (1945) у коме ће бити подједнако заступљени водоник-пероксид и глацијална сирћетна киселина. Мацерирани узорци ће потом бити бојени сафранином како би се измерила поједина својства дрвних влакана (дужина влакана, ширина влакана, двострука дебљина ћелијског зида, ширина лумена влакана). Што се тиче димензија и анатомских карактеристика либриформа, најпре ће се израдити мацерати, а потом ће бити издвојена дрвна влакна која немају значајнијих деформација и која се могу исправити како би добијене вредности могле да се сматрају веродостојним. Дужина влакана обухватиће целокупну дуж од места формирања до места где се завршава једно дрвно влакно. Дебљина ћелијског зида се добије када се разлика ширине влакана и ширине лумена подели са 2. Треба истаћи да се дрвна влакна брзорастућих лишћара (тополе, врбе, пауловније) доста користе у индустрији пулпе, папира и целулозе, а неки од важнијих критеријума за коришћење врсте у индустрији папира су: дуга и еластична влакна и танки ћелијски зидови.

За свако од ових анатомских мерења биће коришћено увеличање од 40 пута (IAWA, 1989). Сва мерења ћелијских елемената биће изведена помоћу светлосног микроскопа марке Воесо, а дигиталне фотографије ће бити добијене помоћу специјализованог софтвера који је конектован са микроскопом.

6.4.Анализа физиолошких параметара различитих клонова врбе

Анализа физиолошких параметара различитих клонова, обухватиће:

1. Интензитет фотосинтезе (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) који представља количину усвојеног CO_2 или издвојеног O_2 по јединици лисне површине или масе за јединицу времена. Углавном се изражава у $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, односно $\text{mg CO}_2 \cdot \text{g}^{-1}$ суве или свеже масе $\cdot \text{h}^{-1}$.
2. Стоматерну проводљивост (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) која се дефинише као флуks угљендиоксида и водене паре кроз стоме у листу и изван листа, овај показатељ је супротан стоматерној отпорности.

3. Интерцелуларну концентрацију CO₂ (ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), која представља концентрацију угљендиоксида унутар стома.

Одређивање особина водног режима обухватиће следеће параметре:

1. Интензитет транспирације (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) који представља количину транспирисане воде на јединицу лисне површине у јединици времена.
2. Ефикасност коришћења воде (WUE) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) која се може приказати као однос комерцијалног приноса и искоришћење количине воде.
3. Ендогену ефикасност коришћења воде (iWUE) која представља однос између интензитета фотосинтезе и интензитета транспирације ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$).

Анализе параметара размене гасова биће вршене употребом апарата LCpro+, произвођача ADC Bioscientific, UK. Мерење ће бити обављено на по четири биљке, сваког клона и третмана, у четири техничка понављања, што значи да ће укупно бити 16 понављања. Анализе ће бити вршене у преподневним часовима, при температури од 25 до 30°C. За узане листове ће бити примењена комора апарата. Фотосинтетички активна радијација (FAR) биће подешена у светлосној јединици инструмента на 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, док ће проток околног ваздуха у комори листа бити подешен на 100 $\mu\text{mol s}^{-1}$. Температура и влажност ваздуха, као и концентрација CO₂ зависиће од спољашњих услова средине. Прва четири параметра ће бити директно читавана са апарата.

Ефикасност коришћења воде (WUE) ће бити израчуната накнадно као однос интензитета фотосинтезе и транспирације (A/E) [$\mu\text{mol mmol}^{-1}$], а ендогена ефикасност коришћења воде (iWUE) као однос интензитета фотосинтезе и стоматерне проводљивости (A/gs) [$\mu\text{mol mol}^{-1}$] (Zhang i sar., 2004).

6.5. Анализа варијабилности топлотног садржаја различитих клонова врба

Одређивање топлотног садржаја биомасе истраживаних клонова биће вршено на следећи начин: након последњег узорковања лица, врбе ће бити посечене неколико центиметара изнад земље и у таквом стању (без икаквог уситњавања) ће бити одложене у магацин на ваздушно сушење.

Топлотне вредности испитиваних клонова врба гајених на контаминираним и неконтаминираним земљишту ће се одређивати у акредитованој лабораторији за испитивање угља у Преради РБ Колубара, употребом калориметра ИКА С 5003. Претходно исецкане и природно осушене врбе биће млевене на млиновима за угљ након чега ће се извршити:

- Одређивање садржаја хигроскопне (аналитичке) влаге у узорцима угља и
- Одређивање топлотних вредности узорака помоћу калориметра ИКА Ц 5003 адијабатски.

6.6. Анализа енергетске ефикасности различитих клонова врба

Одређивање енергетске ефикасности биомасе истраживаних клонова биће вршено на следећи начин: у акредитованој лабораторији за испитивање угља у Преради РБ Колубара, ће се одређивати топлотне вредности три узорка лигнита, узорака истраживаних генотипова врба гајених у контаминираним и неконтаминираним земљишту и смеше сваког од три узорка лигнита са сваком од четири генотипа врба у односима 5%, 10%, 15% и 20%.

Први и други узорак лигнита биће узети са источног дела РБ Колубара и представљаће мешане узорке са поља Б/Ц и поља Е. Трећи узорак угља биће узет са западног дела Колубарског басена, на утоварном месту Дробилана-Каленић и представља мешани угаљ са Тамнаве западног поља и поља Г.

Само одређивање топлотних вредности ће се вршити употребом калориметра ИКА С 5003.

6.7. Анализа концентрације тешких метала у вегетативним органима биљака свих истраживаних клонова

За анализу концентрације тешких метала у вегетативним органима биљака анализираних клонова, биће узорковано по 250 до 300 листова по сваком клону, односно третману. Узорци лишћа за анализе концентрације тешких метала узимеће се почетком и крајем вегетационог периода у трајању од три вегетациона периода

Узорци ће бити сушени на собној температури без претходног прања до ваздушно суве масе. Припрема лишћа за анализу ICP-OES, Vista-Pro, Varian (inductively coupled plasma optical emission spectrometry) инструмента биће извршена помоћу микроталасног дигестора Milestone. Екстракција тешких метала из листова у микроталасном дигестору биће извршена помоћу концентроване азотне киселине и водоник пероксида (HNO_3 и H_2O_2). С обзиром на чињеницу да брзорастуће биљке као што су врбе, могу прецизно указати на присуство и интензитет разичитих загађујућих материја (тешки метали,) у ваздуху и земљишту, за компаративну анализу акумулације тешких метала у листовима биљака, истраживања ће се вршити на контаминираном и неконтаминираном земљишту.

Лабораторијске анализе ће бити рађене у лабораторијама Института за шумарство и Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду.

7. Очекивани научни допринос

Приказати могуће научне доприносе који унапређују научну мисао и који се могу очекивати од предложене теме. Циљ овог приказа је да се оцени подобност теме која се унапређења научне мисли могу очекивати од предложене теме. То је одговор на питање, да ли је предложена тема довољно „плодна“ заостваривање научних доприноса. То нису задаци за кандидата већ параметри за оцењивање подобности теме. Приказ треба да буде конкретан и довољно јасан и за оне који нису у одговарајућој најужој научној области. Најпогодније је таксативно набрајање неколико могућих кључних научних доприноса. У наставку се може дати и преглед очекиваних стручних резултата који унапређују инжењерску праксу укључујући и могућност примене.

Реализацијом планираних истраживања, која се заснивају на полазним хипотезама, кључни научни допринос, као и очекивани резултати, могу се дефинисати као:

- допринос у решавању недоумица везаних за фиторемедијационе способности испитиваних генотипова врба за потребе ремедијације деградираног земљишта од загађења тешким металима (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb), као и детерминисање екофизиолошке адаптације појединих клонова врбе на земљишта контаминирана одређеним тешким металима
- допринос побољшању енергетске ефикасности лигнита кроз косагоревање са биомасом добијеном од испитиваних клонова - прецизно ће бити дефинисан који од испитиваних клонова (генотипова) даје највећу енергетску ефикасност.
- допринос у смислу селекције најрезистентнијег клона за коришћење за ремедијацију земљишта
- допринос у циљу одабира енергетски најефикаснијег клона, односно клона који у највећој мери увећава топлотну вредност лигнита у косагоревању са њим;
- допринос у смислу коришћења клона са најбољим карактеристикама везано за производњу биомасе
- допринос утврђивању утицаја станишта (контаминирано и неконтаминирано) на дебљински и висински прираст биљака;
- допринос у смислу квантификовања утицаја контролног и контаминираног

земљишта на анатомска својства појединих клонова врба, а која се касније могу рефлектовати на квалитет дрвета;

- допринос у детерминисању утицаја тешких метала на интензитет фотосинтезе испитиваних клонова гајених на различитим типовима замљишта.

8. План истраживања и структура рада

Приказ технологије рада на дисертацији, редослед истраживања и структура предвиђених фаза и активности у истраживању. Преглед области које се предвиђају да буду обрађене у дисертацији. То не подразумева да треба дати и структуру текста дисертације јер она настаје као резултат спроведених истраживања и потребе да се остварени резултати прикажу на одговарајући начин.

Кандидаткиња ће планирана истраживања обавити у расаднику Шумарског факултета Универзитета у Београду, у лабораторији Института за шумарство у Београду и лабораторији ЈП ЕПС, Огранак Колубара, лабораторији Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, уз примену адекватних метода истраживања које су детаљно разрађене по фазама истраживања.

У поступку реализације комплетних истраживања планиране су три фазе:

Прва фаза истраживања састоји се у следећим активностима:

- Узорковање 10 тона земљишта из РБ Колубара, хомогенизација земљишта, паковање у кесе (480 кеса) од по 10 kg и његово допремање у расадник Шумарског факултета у Београду;
- припрема резница врба, 4 различита клона (генотипа);
- постављање огледа у расаднику Шумарског факултета, у контаминираном и неконтаминираном земљишту;
- одређивање физичко-хемијских својстава контаминираног и неконтаминираног земљишта;
- квантитативно одређивање садржаја тешких метала у контаминираном и неконтаминираном земљишту.

Друга фаза истраживања састоји се у следећим активностима:

- додатна контаминација контаминираног земљишта воденим растворима соли кадмијума $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, бакра $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, хрома $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, арсена $\text{HAsNa}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, никла $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и олова PbNO_3 у концентрацијама 10-3 mol/dm³;
- сакупљање (узорковање) листова по клоновима са садница гајеним у контаминираном и неконтаминираном земљишту;
- квантитативно одређивање садржаја тешких метала у узоркованим листовима;
- утврђивање услова акумулације тешких метала у листовима различитих клонова и утврђивање евентуалног постојања различитог потенцијала акумулације тешких метала из земљишта оптерећеног различитом количином тешких метала;
- проучавање динамике развића, продуктивности, морфолошких (висине и пречника кореновог врата), физиолошких карактеристика различитих клонова врба (интензитет фотосинтезе, стоматална проводљивост, концентрација угљен-диоксида унутар стома);
- одређивање ефикасности коришћења воде у биљкама;
- анализа варијабилности димензија анатомских елемената јувенилног садног материјала (дрвна влакна, трахеје, траке лигнума) у различитим еколошким условима;

Трећа фаза истраживања састоји се у следећим активностима:

- одређивање димензија анатомских елемената дрвета (дрвна влакна, трахеје, траке лигнума) у циљу одабира клона са најпогоднијим анатомским својствима;
- утврђивање постојања варијабилности у димензијама анатомских елемената (дрвна влакна, трахеје, траке лигнума) између истраживаних клонова;
- одређивање енергетске ефикасности различитих клонова;
- утврђивање постојања варијабилности између клонова врба у морфолошким и физиолошким својствима;
- утврђивање постојања варијабилности између клонова врба у фитоекстракцији тешких метала;
- утврђивање постојања варијабилности топлотних вредности сваког од испитиваних клонова гајених на загађеном и незагађеном земљишту приликом самосталног сагоревања и косагоревања са лигнитом;
- статистичка обрада прикупљених података и интерпретација добијених резултата;
- писање докторске тезе.

Статистичка обрада прикупљених података зависиће од типа истраживања која су мултидисциплинарна. Прикупљени подаци ће бити статистички обрађени употребом програма Microsoft Excel, DSAASTAT (верзија 1.101.) и STATGRAPHICS (верзија XVI.I). За утврђивање варијабилности морфолошких својства анализираних клонова у различитим третманима биће коришћен програм STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc. 2001). Тренд измерених квантитативних карактеристика биће описан помоћу следећих дескриптивних статистичких показатеља: аритметичка средина, распон варирања, стандардна девијација и коефицијент варијације. Међусобни односи и повезаност појединих морфолошких параметара утврдиће се применом корелационе и регресионе анализе. У циљу утврђивања варијабилности између клонова, примениће се униваријантна анализа варијансе (енгл. *One-way Analysis of Variance – ANOVA*). Уколико се утврде статистички значајне разлике, у погледу аритметичких средина за поједина својства, примениће се додатно тестирање Фишеровим тестом најмање значајне разлике (енгл. *Fisher's Least Significant Difference Test – LSD test*), и сл. Генетичка дистанца између анализираних клонова, утврдиће се помоћу кластер анализе (енгл. *Unweighted Pair Group Average Method - UPGMA*), при чему ће се користити еуклидска удаљеност. Тумачење структуре добијених мерења и јаснија интерпретација добијених резултата урадиће се помоћу анализе главних компоненти (енгл. *Principal Component Analysis - PCA*).

VI ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Кратак осврт на подобност теме и кандидата за реализацију предвиђених циљева истраживања. Дати резиме оцене подобности кандидата и подобности теме уз поновно навођење пуног наслова рада (теме) коју Веће треба да прихвати (после прихватања ниједан детаљ у наслову се не може мењати). У наставку навести ужу научну област теме за коју је одговарајући факултет матичан и предложити ментора рада. Ментор мора испуњавати услове дате у акредитациона правилама високошколских установа и допунским критеријумима. Уз извештај приложити списак радова ментора на одговарајућем формулару Универзитета. Предложени ментор мора бити првопотписани члан Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду дисертације. У тренутку потписивања он још није ментор већ само првопотписани члан Комисије. Потписи треба да буду на страници на којој је Закључак и предлог или само њихов део (никако издвојени на посебној страници). Код сваког потписника навести титулу, звање и институцију у којој је запослен или је у пензији (до 2 године после пензионисања). Комисију чини по правилу 3-5 чланова у наставничком звању односно одговарајућем научноистраживачком звању. Један од потписника је „спољни члан“, тј. није запослен на факултету на коме се тема ради.

Након обављене анализе поднете пријаве теме докторске дисертације кандидаткиње Јелене Урошевић, Комисија констатује да се планирана истраживања, као

и предложене методе рада могу сматрати адекватним за реализацију постављеног циља селекције генотипова на основу њиховог потенцијала у фиторемедијацији. Структура истраживања, полазне хипотезе и предложене методе рада упућују на закључак да су истраживања пажљиво планирана, изводљива, сврсисходна и научно утемељена. Добијени резултати могу дати значајан допринос идентификовању клонова (генотипова) врбе који је су погодан за детоксикацију земљишта загађеног тешким металима и који су енергетски високоефикасни, што има како научни, тако и практични значај.

На основу изложеног, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и подобност кандидаткиње за реализацију планираних истраживања, те предлаже Наставно-научном већу Шумарског факултета да кандидаткињи Јелени Урошевић одобри израду докторске дисертације. Комисија предлаже да се пријављени наслов докторске дисертације „Истраживање фиторемедијационог потенцијала и енергетске ефикасности биомасе различитих клонова врба (*Salix* sp.)“ измени и гласи: „Истраживање фиторемедијационог и енергетског потенцијала различитих клонова врба (*Salix* sp.)“.

За менторе, Комисија предлаже др Душана Јокановића, ванредног професора Универзитета у Београду - Шумарског факултета и др Драгицу Станковић, научног саветника Универзитета у Београду - Института за мултидисциплинарна истраживања.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

2. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Шумарски факултет
(председник Комисије)

3. Др Бранко Стајић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Шумарски факултет
(члан Комисије)

4. Др Зоран Милетић, научни саветник,
Институт за шумарство, Београд
(члан Комисије)

**СПИСАК НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА И ЦИТИРАНОСТ
ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА ДР ДУШАНА ЈОКАНОВИЋА,
ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА**

Др Душан Јокановић је објавио преко 70 радова, од којих 14 у часописима са SCI листе. Према бази *Research Gate*, има 36 хетероцитата, а Хиршов индекс износи 3 (на дан 11.01.2023. године). Неке од референци које га квалификују за ментора су:

1. **Jokanović, D.**, Ćirković-Mitrović, T., Nikolić Jokanović, V., Lozjanin, R., Ištók, I. (2022): Wood fibre characteristics of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) growing in different ecological conditions. *Drvna Industrija*, 73 (3), 317-325;
2. **Jokanović, D.**, Ćirković-Mitrović, T., Nikolić Jokanović, V., Lozjanin, R. (2022): Variability of wood fibres of mature pedunculate oak in flooded and non-flooded area. *Wood Research*, 67 (4), 533-544;
3. **Jokanović, D.**, Vilotić, D., Nikolić Jokanović, V., Lukić, S., Ćirković-Mitrović, T. (2020): Site influence on anatomical structure of bald cypress. *Wood Research*, 65 (1), 13-24;
4. Nikolić Jokanović, V., **Jokanović, D.**, Savić, R., Petrović, J., Andjelković, A. (2019): Water contamination in pedunculate oak higrophilous forests. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (11 A), 8432-8437;
5. Mitrović, S., **Jokanović, D.**, Vilotić, D., Miljković, D., Veselinović, M., Stanković, D. (2017): Stomata characteristics of two Paulownia species under different conditions of light. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (3), 1876-1882.

**СПИСАК НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА И ЦИТИРАНОСТ
ДР ДРАГИЦЕ СТАНКОВИЋ, НАУЧНОГ САВЕТНИКА,
ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА**

Др Драгица Станковић је објавила преко 130 библиографских јединица, од којих је 27 радова објављено у часописима са SCI листе. Према бази *Research Gate*, др Драгица Станковић има укупно 310 хетероцитата, а Хиршов индекс износи 8 (на дан 11.01.2023. године). Према бази података SCOPUS њена 23 рада су, на дан 11.01.2023. године, укупно цитирана 197 пута (h- индекс 7); укупан број цитата у бази података Web of Scinесе, на дан 09.01.2023. год., износи 140 (h- индекс 8). Неке од референци које је квалификују за ментора су:

1. Krstić, B. Oljača, R., **Stanković, D.**, 2011: Univerzitetski udžbenik: *Physiology of woody plants. University of Banja Luka, Faculty of Forestry (Fiziologija drvenastih biljaka.* Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet), Banja Luka, p. 352.
2. **Stanković, D.**, Jokanović, D., Veselinović, M., Letić, Lj., Jović, Dj., Karić, D. (2015): Zinc concentration in woody and herbaceous plants at Kosmaj area, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24 (11), 3672-3675;
3. **Stanković, D.**, Ivetić, V., Ocokoljić, M., Jokanović, D., Oljača, R., Mitrović, S. (2015): Manganese concentration in plants of the protected natural resource Kosmaj, in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 67 (1), 251-255;
4. Mitrović, S., Jokanović, D., Vilotić, D., Miljković, D., Veselinović, M., **Stanković, D.** (2017): Stomata characteristics of two Paulownia species under different conditions of light. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (3), 1876-1882;
5. Jovana Devetakovic, **Dragica Stankovic**, Vladan Ivetic, Bojan Mitrović, Nebojša Todorović (2017): The concentration of Zn, Mn and Fe in leaves of ulmus of Ulmus laevis Pall. at (veliko ratno ostrvo) island (belgrade, serbia) . *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, February 2017, Vol. 12, No. 1, p. 69 – 75. IF 0.730
6. **Stanković, D.**, Jokanović D. (2017): Pollutants in plants. Environmental role of woods and herbaceous plants. ISBN 978-3-659-91695-3, pp.1-5. LAP Lambert Academic Publishing
7. Ivetić V, Devetaković J, Nonić M, **Stanković D**, Šijačić-Nikolić M (2016): Genetic diversity and forest reproductive material - from seed source selection to planting. *iForest* – doi: 10.3832/ifor1577-009 [online 2016-06-13]