

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На II. редовној седници Наставно-научног већа Биолошког факултета Универзитета у Београду, одржаној 13.11.2020. године, на основу молбе ментора др Тамаре Ракић, ванредног професора Биолошког факултета Универзитета у Београду и др Жељка Целетовића, вишег научног сарадника Института за примену нуклеарне енергије Универзитета у Београду одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације **Гордане З. Андрејић**, истраживача сарадника на Институту за примену нуклеарне енергије Универзитета у Београду, под насловом „**Испитивање фиторемедијационог и адаптивног потенцијала *Miscanthus × giganteus* (Poaceae) гајеног на одлагалишту флотационе јаловине на планини Рудник**“, у саставу: др Тамара Ракић, ванредни професор Биолошког факултета Универзитета у Београду; др Жељко Целетовић, виши научни сарадник Института за примену нуклеарне енергије Универзитета у Београду; др Јасмина Шинжар-Секулић, ванредни професор Биолошког факултета Универзитета у Београду; др Драгана Робајац, научни сарадник Института за примену нуклеарне енергије Универзитета у Београду.

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију кандидата и Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о докторској дисертацији

Докторска дисертација **Гордане З. Андрејић** под насловом „**Испитивање фиторемедијационог и адаптивног потенцијала *Miscanthus × giganteus* (Poaceae) гајеног на одлагалишту флотационе јаловине на планини Рудник**“ написана је на укупно 120 страна и састоји се од следећих поглавља: **Увод** (стр. 1-17), **Циљеви рада** (стр. 18), **Материјал и методе** (стр. 19-28), **Резултати** (стр. 29-74), **Дискусија** (стр. 75-86), **Закључци** (стр. 87-88), **Литература** (стр. 89-102) и **Прилози** (стр. 103-106). Поред наведеног, докторска дисертација обухвата и биографију аутора, као и следеће целине: насловну страну на српском и енглеском језику, листу ментора и чланова комисије, захвалницу, сажетак дисертације на српском и енглеском језику, листу скраћеница, садржај, изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

Докторска дисертација садржи укупно 16 слика (1 у поглављу Увод, 3 у поглављу Материјал и методе, 12 у поглављу Резултати), 26 графикона (26 у поглављу Резултати) и 31 табелу (1 у поглављу Увод, 3 у поглављу Материјал и методе, 23 у поглављу Резултати и 4 у поглављу Прилози). Поглавље Литература садржи 286 библиографских јединица.

Анализа докторске дисертације

Ова докторска дисертација припада ужој научној области екологије, биогеографије и заштите животне средине.

Предмет истраживања докторске дисертације Гордане Андрејић су испитивања потенцијала врсте *Miscanthus × giganteus* за фиторемедијацију одлагалишта флотационе јаловине рудника олова, цинка и бакра, и проучавање адаптивних одговора на ефекте стреса изазваним абиотичким факторима средине

Поглавље **УВОД** је подељено у 4 целине. У оквиру прва два потпоглавља изложена је научна проблематика, подржана бројним литературним наводима, на основу које је дефинисан предмет истраживања ове докторске дисертације. Уводни део описује проблематику загађености животне средине металима, са посебним освртом на рударство. Прво потпоглавље описује срединске услове, абиотичке и биотичке чиниоце, који утичу на мобилност елемената у ризосфери и њихову доступност биљкама, као и преглед досадашњих сазнања о утицају повећаних концентрација метала на физиологију биљака, усвајању и даљој судбини метала у оквиру организма метал-толерантних биљака, као и о стратегијама толеранције биљака на повећане концентрације метала у животној средини. У оквиру другог потпоглавља су наведене главне физичке и хемијске методе уклањања метала из загађеног земљишта, док је фиторемедијација која представља „green clean“ технологију која користи одабране биљне врсте како би се полутанти уклонили из животне средине или учинили мање доступним, детаљно описана. Посебно је наглашена важност фиторемедијације површина одлагалишта флотационе јаловине које настају у рударству. Одлагалишта флотационе јаловине представљају извор загађења металима до кога долази услед разношења финих честица јаловине ветром и водом и наношења на околна природна земљишта и површинске воде, као и услед процеђивања мобилне фракције метала кроз слојеве јаловине до подземних вода. Потпоглавље „*Miscanthus × giganteus* J. M. Greef & Deuter“ описује ботаничке и еколошке карактеристике ове биљне врсте која се због своје изузетне надземне биомасе и изразите адаптабилности на различите еколошке услове животне средине успешно гаји широм света, првенствено као биоенергетски усев. Посебан одељак посвећен је општим карактеристикама испитиваних метала, њиховој биолошкој улози, изворима загађења земљишта и досадашњим сазнањима о утицају повећане концентрације сваког од наведених метала на физиолошке процесе и раст биљака.

У оквиру поглавља **ЦИЉЕВИ РАДА** дефинисани су циљеви истраживања докторске дисертације. Основни циљеви докторске дисертације усмерени су ка расветљавању степена акумулације и транслокације метала у оквиру организма *Miscanthus × giganteus*, утврђивању фиторемедијационог потенцијала биљке, као и утицају акумулираних метала на одабране физиолошке параметре листова и раст биљака гајених на одлагалишту флотационе јаловине. Истовремено, анализиран је и утицај додавања земљишта и фертилизације на акумулацију метала у биљним органима, физиолошке параметре и параметре раста биљака.

Поглавље **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ** садржи укупно 6 потпоглавља која су подељена у неколико одељака. У оквиру првог потпоглавља дат је опис два локалитета на којима су постављене огледне парцеле за гајење биљака, дат је приказ климе и детаљни микроклиматски услови који су владали на ова два локалитета током периода раста биљака. У другом потпоглављу је наведено порекло садног материјала. У трећем потпоглављу је представљен дизајн експеримента са организацијом експерименталних парцела и третманима биљака. У четвртном потпоглављу су представљене процедуре за прикупљање узорака и одређивање хемијских одлика земљишта и јаловине. Овде су описани поступци за одређивање: активне и супституционе киселости подлоге, садржаја органског С и органске материје у подлози, садржаја укупног N, лако приступачних форми P и K, као и укупних и биодоступних форми Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb и Zn. У петом потпоглављу описане су процедуре за анализу биљног материјала. Описане су процедуре за одређивање димензија појединих биљних органа и надземне биомасе биљака. Описани су поступци припреме биљног материјала за анализу садржаја N, P, K и горе наведених метала у корену, ризому, стаблу и листовима биљака из различитих третмана. Наведене су формуле за израчунавање биоконцентрационог (BCF) и транслокационог фактора (TF) на основу концентрација метала у супстрату и биљним органима, као и индекса толерантности (TI). Процедуре за хистохемијску детекцију метала акумулираних у повећаним концентрацијама у биљним ткивима су наведене у оквиру истог потпоглавља. У овом потпоглављу је дат преглед процедура за одређивање параметара размене гасова листова у различитим условима осветљености на преносивом гасном анализатору CIRAS 2 (PP Systems, USA). Мерени су нето асимилација CO₂ (A), интензитет транспирације (E) и проводљивост стома (Gs), као и следећи параметри флуоресценције хлорофила *a*: F_o (флуоресценција хлорофила *a* у мраку), F_m (максимална флуоресценција хлорофила *a*), F_v (варијабилна флуоресценција), F_v/F_m (фотосинтетичка ефикасност фотохемије Фотосистема II), qP (фотохемијско гашење флуоресценције), Ф_{PSII} (радна ефикасност Фотосистема II), ETR (ниво транспорта електрона), NPQ (нефотохемијско гашење флуоресценције). Процедуре за екстракцију и одређивање концентрације фотосинтетских пигмената, хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида, су такође описане у оквиру овог потпоглавља. Дати су и протоколи за одређивање пероксидације мембранских липида и укупног антиоксидативног капацитета листова. У шестом потпоглављу су наведене статистичке методе обраде података.

Поглавље **РЕЗУЛТАТИ** организовано је у осам потпоглавља. У првом потпоглављу су описане хемијске одлике контролног земљишта и флотационе јаловине. Добијени резултати показују да је флотациона јаловина изразито сиромашна N, P и K, док се истовремено одликује веома високим концентрацијама појединих метала (Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Ni, Cd). Друго потпоглавље је подељено на више одељака од којих свако даје детаљан приказ концентрације једног од испитиваних елемента у биљним органима у четири различита периода узорковања током сваке од две године испитивања, за сваки од третмана. Резултати показују да биљке које су расле на депонији флотационе јаловине, без обзира на третман, имају нижи садржај N у корену у односу на контролу, док већих разлика у садржају N у надземним деловима биљка из

различитих третмана са флотационе јаловине нема. Садржај Р у биљкама показује јасну зависност од третмана. Тако су значајно више концентрације Р у свим биљним органима детектоване код контролних биљака у односу на биљке са јаловине, као и код биљака третираних минералним ђубривом у односу на нетретиране. Током двогодишњег раста на одлагалишту флотационе јаловине биљке акумулирају све испитиване метале у корену у далеко вишим концентрацијама у поређењу са надземним органима, изузев Рb. Односи концентрација метала у супстрату, корену и надземним органима, описани биоконцентрационим и транслокационим фактором, који су приказани у трећем потпоглављу указују да је ова биљка ексклудер свих испитиваних метала, осим Рb. У четвртном потпоглављу је приказана хистохемијска детекција метала у ткивима корена, ризома, стабла и листова, а на основу специфичне обојености комплекса реагенса са одређеним металом. Специфична обојеност појединих ткива представља додатак резултатима квантитативних анализа и олакшава разумевање дистрибуције, акумулације и путева транслокације метала од интереса у оквиру биљног организма. Резултати показују изражену акумулацију Zn у ћелијским зидовима ендодерма и ћелијама централног цилиндра корена, паренхимским ћелијама ризома и стабла, као и булиформним ћелијама листа. Акумулација Рb и Cu примећена је у ћелијским зидовима егзодермиса и ендодерма корена, што указује на имобилизацију ових метала на нивоу кореновог система. Олово се додатно акумулира у ћелијским зидовима паренхимских ћелија ризома, унутар паренхимских ћелија стабла, као и булиформних ћелија листа. Пето потпоглавље описује промене у размени гасова листа. Негативни ефекти неповољног минералног статуса листа се огледају у мањој проводљивости стома и нижем интензитету фотосинтезе, што је посебно уочљиво при јачој осветљености, а нарочито у августу друге године. У шестом потпоглављу је дат упоредни приказ параметара флуоресценције хлорофила *a* код биљака из различитих третмана, при чему се уочава да је Fv/Fm у свим третманима сличан и у оквиру оптималних вредности, док су Φ_{PSII} и ETR код свих биљака са флотационог јаловишта били нижи, посебно у августу друге године. Драстичнији пад qP се уочава само у августу друге године код биљака гајених на флотационој јаловини у односу на претходни период, као и у односу на контролу. Описане су негативне корелације између параметара размене гасова и флуоресценције хлорофила *a* са концентрацијама одређених метала у листу, као и позитивне корелације са садржајем N. У седмом потпоглављу су приказане упоредне концентрације хлорофила *a* и *b* које су сличне између третмана, док је садржај укупних каротеноида нешто виши код биљака са флотационе јаловине. Такође, установљена је и значајно виша концентрација укупних каротеноида у листовима биљака третираних NPK ђубривом у односу на нетретиране биљке. Током друге године гајења биљке са флотационе јаловине показују повећање степена пероксидације мембранских липида, као и повећање укупног антиоксидативног капацитета листова у односу на контролне биљке, што је посебно изражено у августу. У осмом потпоглављу су изнете биометријске одлике биљака из различитих третмана. Статистички значајне разлике између контролних биљака и биљака гајених на флотационој јаловини се испољавају у односу на све испитиване параметре већ у првој години, а посебно су изражене у другој години раста. Поред тога, посебно се истичу мање димензије праћених морфолошких параметара код

биљака гајених на чистој јаловини, и то у другој години раста. Код контролних биљака висина и дебљина стабла, дужина и ширина подвршног листа, као и број изданака се повећавају временом због чега биљке достижу значајно већу надземну биомасу у другој у односу на прву годину раста. Међутим, ова правилност се не уочава код биљака са одлагалишта флотационе јаловине, па је постигнута биомаса ових биљака у обе године истраживања вишеструко мања у односу на контролне биљке.

У поглављу **ДИСКУСИЈА** кандидаткиња дискутује резултате анализе контролног земљишта и флотационе јаловине. За разлику од контролног земљишта које припада типу карбонатног лувичног чернозема и које се одликује повољним минералним саставом, флотациона јаловина се одликује изузетно високим концентрацијама метала, првенствено Zn, Pb и Cu, као и израженим недостатком N, P и K. Укупне концентрације Zn, Pb и Cu у јаловини су биле у опсегу карактеристичном за подлоге које су веома контаминирани отпадним водама из топионица метала и индустријским изворима загађења, и самим тим вишеструко више у односу на незагађена земљишта. Анализа биљног материјала је показала да *M. × giganteus* акумулира све испитиване метале у веома високим концентрацијама у корену, осим Pb. Мали удео садржаја метала који су акумулирани у корену се транслоцира у надземне органе биљке што показују ниске вредности TF које су за готово све метале биле ниже од 1. Овај резултат указује на стратегију искључивања метала из даљег транспорта кроз биљку на нивоу корена, па се *M. × giganteus* може сврстати у групу биљака ексклудера метала. Међутим, и поред веома ефикасне имобилизације метала на нивоу кореновог система, Zn и Pb су у надземним деловима биљке детектовани у концентрацијама које код метал-сензитивних биљака изазивају токсичне ефекте. Компоненте процеса фотосинтезе су веома осетљиве на повишене концентрације метала и/или дефицит неког од есенцијалних елемената у листовима, због чега промене у параметрима који су везани за размену гасова представљају веома добре индикаторе минералног стреса. Смањен интензитет фотосинтезе као и достизање максимума фотосинтетске активности при значајно нижим интензитетима осветљености који су детектовани код биљака са флотационе јаловине у односу на контролу, јасно указује на њихову смањену способност да ефикасно искористе пристиглу светлост јачег интензитета. И поред повећане концентрације Zn и Pb у листу, вредности Fv/Fm код биљка са флотационе јаловине су биле сличне онима код контролних биљака (0,78-0,85), што указује на одржање функционалности Фотосистема II (PSII) и низак ниво фотоинхибиције. Одржана функционалност PSII без обзира на присуство токсичних метала у листу показује да су Zn и Pb ефикасно имобилизовани унутар листа биљке, као и да су комплементарни пигменти (попут каротеноида) имали значајну улогу у заштити фотосистема од оксидативних оштећења и фотоинхибиције. Сnižена фотосинтетска активност биљака која је изражена у августу обе, а посебно друге године гајења на флотационој јаловини, се једним делом може објаснити смањеним нивоом транспорта електрона, као и повећаним оксидативним оштећењима ћелијских мембрана у присуству токсичних метала, на шта указује повишена концентрација биохемијског маркера липидне пероксидације у односу на контролне биљке. Поред тога, и изразити недостатак фосфора у листовима, какав је детектован код биљака са

флотационе јаловине, може проузроковати велики број негативних промена које као крајњи резултат имају смањен интензитет фотосинтезе. Присуство земљишта у флотационој јаловини није показало позитивно дејство на праћене физиолошке и биохемијске параметре листа, док је фертилизација једном дозом минералног ђубрива ублажила негативне ефекте недостатка фосфора на садржај хлорофила *a*, Fv/Fm и оксидативни стрес, али је позитивни утицај на фотосинтетски капацитет листова изостао. Иако су све биљке са одлагалишта флотационе јаловине преживеле, расле и развијале се током периода од две године, одликовале су се значајно нижом продукцијом надземне биомасе у односу на контролне биљке, првенствено због мањег броја изданака по ризому, нижих и ужих стабала, краћих интернодија и краћих подвршних листова, као и због оштећења листова у виду хлороза и некроза. Смањење продукције надземне биомасе је било израженије у другој години експеримента као последица низа негативних ефеката минералног стреса, као што су нижи фотосинтетски капацитет листова, повишен ниво оксидативних оштећења мембрана и значајно виши удео сенесцентних листова чиме је значајно смањена укупна фотосинтетска површина листова по биљци. Биљке са флотационе јаловине су показале позитиван одговор на додатак земљишта и фертилизацију једном дозом минералног ђубрива у виду веће продукције надземне биомасе у обе године гајења.

У дискусији је посебно наглашен применљиви аспект истраживања и указано је на могућност примене добијених резултата у гајењу *M. × giganteus* на специфичним супстратима оптерећеним високим концентрацијама метала.

У оквиру поглавља **ЗАКЉУЧЦИ** кандидаткиња је истакла да је *M. × giganteus* показао изузетну способност да расте у екстремно неповољним условима који владају на одлагалишту флотационе јаловине, као и да формира одрживи биљни покривач без посебних мелиоративних мера, уз релативно низак трансфер метала у надземне органе. Биљке су акумулирале метале у високим концентрацијама у корену, али су задржале највећи део акумулираних метала унутар корена и спречиле њихов даљи транспорт у надземне делове, што одређује ову биљку као ексcludера за све испитиване елементе изузев Pb, и указује на њену потенцијалну примену у фитостабилизацији. Ограничен транспорт метала у надземне делове је од великог значаја због мањег негативног утицаја на биохемијске и физиолошке процесе у листовима, као и релативно мале вероватноће уласка метала у мрежу исхране. Повећане концентрације појединих метала у листу су довеле до смањене стоматерне проводљивости листа, повећања оксидативних оштећења ћелијских мембрана и нарушавања процеса трансфера енергије у тилакоидима, што је као резултат имало редуковану фотосинтетску активност и смањен раст биљака. Концентрације неколико испитиваних метала у оквирима вредности које су токсичне за највећи број биљака су индуковале видљива оштећења листова у виду хлороза и некроза, најизраженије на старијим листовима услед акумулације оштећења у ћелијама листова током времена. На основу свих добијених резултата, до ограничења у расту биљака са флотационе јаловине је дошло услед (1) нижег фотосинтетског капацитета листова, (2) повећаног нивоа оксидативних оштећења мембрана и (3) високог удела сенесцентних листова чиме је значајно смањена укупна фотосинтетска површина листова по биљци. Фертилизација једном

дозом минералног ђубрива, као и мешање земљишта и флотационе јаловине су показали позитиван ефекат на прираст надземне биомасе биљака.

Добијени резултати указују на то да *M. × giganteus* представља потенцијални ресурс за фитоменаџмент контаминираних земљишних површина, са могућношћу фитостабилизације токсичних метала у подлози, што представља прилику за редуковање здравствених ризика за човека и за животну средину у непосредној околини одлагалишта флотационе јаловине. Иако *M. × giganteus* успешно толерише веома високе концентрације метала у флотационој јаловини, принос надземне биомасе биљака гајених у чистој јаловини је релативно мали, чак и уз додатак минералног ђубрива. Међутим, у присуству земљишта биљке гајене на одлагалишту флотационе јаловине продукују задовољавајуће приносе. Ово указује на то да гајење *M. × giganteus* на земљишним површинама оптерећеним високим концентрацијама метала у близини активних и напуштених рудника има највећи применљиви значај и представља економски изводљиву опцију за постепено уклањање метала и смањење њихове биодоступности у металима загађеним подлогама, уз истовремену производњу биомасе као сировине за различите намене.

Поглавље **ЛИТЕРАТУРА** садржи 286 библиографских јединица из међународних и домаћих извора. Наведени извори покривају све области овог истраживања и на адекватан начин су наведени у тексту докторске дисертације.

Поглавље **ПРИЛОГ** садржи 4 табеле са додатним резултатима добијеним током истраживања у оквиру израде докторске дисертације.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације

Б1. Радови у часописима међународног значаја

Andrejić G, Šinžar-Sekulić J, Prica M, Dželetović Ž, Rakić T (2019) M22
Phytoremediation potential and physiological response of *Miscanthus × giganteus* cultivated on fertilized and non-fertilized flotation tailings. *Environmental Science and Pollution Research* 26: 34658–34669. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06543-7>

Andrejić G, Šinžar-Sekulić J, Prica M, Gajić G, Dželetović Ž, Rakić T (2019) M23
Assessment of the adaptive and phytoremediation potential of *Miscanthus × giganteus* grown in flotation tailings. *Archives of Biological Sciences* 71(4): 687-96. <https://doi.org/10.2298/ABS190709051A>

Б2. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

Andrejić G, Prica M, Gajić G, Dželetović Ž, Rakić T. (2018) Effects of elevated Zn M34
on photosynthesis in *Miscanthus × giganteus* plants. In: 3rd International Conference on Plant Biology and 22nd SPPS Meeting (Ed. Uzelac, B.; Book of Abstracts, 9-12 June 2018, Belgrade, Serbia), Serbian Plant Physiology Society and Institute for Biological Research “Siniša Stanković”, University of Belgrade and Faculty of Biology, University of Belgrade, p. 46. (ISBN 978-86-912591-4-3)

Andrejić G, Gajić G, Dželetović Ž, Rakić T. (2018) Two-year study of M34
ecophysiological parameters of *Miscanthus × giganteus* grown on tailing pond at the

mine "Rudnik" (Serbia). In: 3rd International Conference on Plant Biology and 22nd SPPS Meeting (Ed. Uzelac, B.; Book of Abstracts, 9-12 June 2018, Belgrade, Serbia), Serbian Plant Physiology Society and Institute for Biological Research "Siniša Stanković", University of Belgrade and Faculty of Biology, University of Belgrade, p. 46. (ISBN 978-86-912591-4-3)

Andrejić G, Rakić T, Prica M, Dželetović Ž. (2018) The effects of nitrogen fertilization on Cu uptake and distribution as well as biomass yield of *Miscanthus × giganteus* plants grown on flotation mine tailings. In: The 15th International Phytotechnology Conference (Ed.Orlović, S., 1-5 October 2018., Novi Sad, Serbia) Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia., University of Novi Sad, Serbia., International Phytotechnology Society., International Union of Forest Research Organizations. p. 44. (ISBN 978-86-912323-9-9) M34

Провера оригиналности докторске дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње **Гордане З. Андрејић**, Е3001/2013, послата је дана 20.10.2020. на софтверску проверу оригиналности. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментор је добио дана 29.10.2020.

Резултати електронске провере ове докторске дисертације показују да **индекс подударности износи 7%**. Детаљним увидом у Извештај утврђено је да су готово сва уочена појединачна подударња у опсегу мањем од 1%, а подударња са 4 извора је у опсегу од 1%. Поклапање од 1% је уочено у звањима и афилијацији чланова комисије, насловној страни тезе и словима којима се означавају статистичке разлике између испитиваних третмана. Преостале уочене подударности текста (<1%) се највећим делом односе на називе поглавља тезе, кратке фразе уобичајене у српском језику и области истраживања, латинске називе биолошких врста, ознаке испитиваних минералних елемената, јединице СИ система, референце радова наведене у тексту тезе. Додатно, одређени делови текста код којих је утврђено подударње нису смислено повезани.

Када се све изнето узме у обзир, извештај указује на оригиналност докторске дисертације кандидаткиње Гордане Андрејић, под насловом "Испитивање фиторемедијационог и адаптивног потенцијала *Miscanthus × giganteus* (Poaceae) гајеног на одлагалишту флотационе јаловине на планини Рудник", те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Мишљење и предлог Комисије

На основу изложене анализе докторске дисертације кандидата **Гордане З. Андрејић** Комисија закључује да ова дисертација представља оригиналан научни рад који је у сагласности са постављеним циљевима истраживања наведеним у пријави теме и да испуњава све критеријуме прописане стандардима Универзитета у Београду. Кандидаткиња је добијене резултате адекватно приказала и критички дискутовала применом и анализом релевантних литературних података. Резултати ове докторске дисертације дају важан допринос бољем познавању капацитета *Miscanthus × giganteus* да толерише минерални стрес изазван високим концентрацијама метала у подлози. Добијени резултати имају значај не само у фундаменталном, већ и у апликативном погледу; дају смернице за будућу примену *Miscanthus × giganteus* у циљу фитостабилизације подлога оптерећених високим концентрацијама метала, постепеног уклањања метала и смањења њихове биодоступности у оваквим подлогама, уз могућу истовремену производњу надземне биомасе као сировине за различите намене. На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај извештај и одобри кандидату **Гордани З. Андрејић** јавну одбрану докторске дисертације под насловом „Испитивање фиторемедијационог и адаптивног потенцијала *Miscanthus × giganteus* (Poaceae) гајеног на одлагалишту флотационе јаловине на планини Рудник“.

У Београду, 13.11.2020.

КОМИСИЈА:

др Тамара Ракић, ванредни професор
Биолошки факултет
Универзитет у Београду

др Жељко Целетовић, виши научни сарадник
Институт за примену нуклеарне енергије
Универзитет у Београду

др Јасмина Шинжар-Секулић, ванредни професор
Биолошки факултет
Универзитет у Београду

др Драгана Робајац, научни сарадник
Институт за примену нуклеарне енергије
Универзитет у Београду