

ПРИМЉЕНО: 20. 9. 2018.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредности
	6117		

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за преглед и оцену докторске дисертације Тијане Д. Милићевић, мастер хемичара

На редовној седници Наставно-научног већа Хемијског факултета Универзитета у Београду одржаној 09.02.2017. године изабрани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Тијане Д. Милићевић под називом (на српском и енглеском језику):

„Интегрисани приступ истраживању потенцијално токсичних елемената и магнетних честица у систему земљиште–биљка–ваздух: биодоступност и биомониторинг“

„An integrated approach to the investigation of potentially toxic elements and magnetic particles in the soil–plant–air system: bioavailability and biomonitoring“

Након прегледа докторске дисертације, подносимо Већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Приказ садржаја дисертације

Докторска дисертација кандидата Тијане Д. Милићевић написана је на 251 страни, формата А4 са проредом 1,5. Докторска дисертација садржи 65 слика и 67 табела. Рад је написан на енглеском језику и обухвата следећа поглавља: Увод (3 стране), Теоријски део (28 страна), Материјал и методе (27 страна), Поставке, специфични циљеви и новине експеримената (3 стране), Резултати и дискусија (87 страна), Закључак (9 страна), Референце (29 страна) и Прилог (65 страна). Дисертација такође садржи Захвалницу, Извод и Биографију написане на енглеском и српском језику и Садржај и изјаве (Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Изјаву о коришћењу) у складу са захтевима за похрањење дисертације у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду.

У **Уводу** кандидат даје краћи осврт на област истраживања и тему свог рада истичући главне циљеве дисертације.

У **Теоријском делу** је описан феномен загађења животне средине у пољопривредним областима (на примеру винограда) и загађујуће супстанце (потенцијално токсични елементи – макро- и микроелементи, укључујући и елементе ретких земаља, и честице са магнетним особинама) које могу утицати на квалитет земљишта, ваздуха и биљних култура у пољопривредној средини (потенцијално токсични елементи – макро- и микроелементи, елементи ретких земаља и честице са

магнетним особинама). С обзиром на то да је главни циљ ове дисертације истраживање потенцијално токсичних елемената у систему земљиште–биљка–ваздух, детаљно је описано до сада у литератури обрађено њихово понашање у овим срединама (мобилност и реакције елемената у земљишту, биодоступност и транслокација у систему земљиште–биљка и интеракције ваздух–биљка). Такође, дат је осврт на примену и израчунавање различитих индекса за процену ризика за животну средину и ризика по здравље људи који указују на квалитет животне средине у виноградима и самим тим и на квалитет производа (грожђа и вина). Описана је примена пасивног (коришћењем листова) и активног (коришћењем маховина) биомониторинга квалитета ваздуха у разним, претежно урбаним, срединама и истакнуто је да до сада, према доступним литературним подацима, не постоје студије из области биомониторинга квалитета ваздуха спроведене у виноградима. Такође, овим поднасловом је обухваћен и опис примене магнетних параметара у (био)мониторингу загађења животне средине магнетним честицама.

У поглављу **Материјал и методе** дат је детаљан опис локалитета (укупно три винограда од којих се у два примењује конвенционални начин производње – огледно добро и комерцијални виноград, и један у ком се примењују принципи органске производње) са којих су узорци сакупљани. Следећи *Унутство за узорковање земљишта у воћњацима и виноградима* Института за ратарство и повртарство Нови Сад, земљиште у виноградима је узорковано са две дубине (0–30 cm и 30–60 cm), а у органском винограду је узоркован и површински слој (0–5 cm). Узорковање земљишта је вршено током бербе у сваком од испитиваних винограда, док је у комерцијалном вршено током целе вегетационе сезоне (пре примене агрохемијских мера, током развоја листа, у периоду цветања, током развоја и сазревања плода, у току бербе грожђа), а у органском три пута (током развоја листа, током развоја и сазревања плода, у току бербе грожђа). За потребе анализе земљишта на присуство магнетних честица, анализиран је површински слој земљишта (0–30 cm). Упоредо са земљиштем, узоркован је и лист винове лозе током вегетационе сезоне. Такође, плод винове лозе је узоркован на дан бербе грожђа. На истим виноградарским парцелама (у комерцијалном и органском винограду) је спроведен активни биомониторинг потенцијално токсичних елемената у ваздуху коришћењем методе врећица са маховином. Описано је узорковање маховина из чисте (незагађене) средине и њихово трансплантирање у датим виноградима. Коришћене су две врсте маховина – *Sphagnum girgensohnii* Russow¹ и *Hypnum cupressiforme* Hedw.², које су препознате као добри биомонитори загађења ваздуха. У комерцијалном винограду су излагане обе врсте маховина током

¹ од надлежних министарстава прибављена је дозвола за увоз ове врсте маховине са подручја на коме је широко заступљена и није под заштитом као ендемична врста (држава порекла: Русија, локалитет Домкино); укупна количина увезене маховине је ≈ 1 kg полусуве масе, упаковане у већице (≈ 1 g) које се користе за излагање на терену за потребе научних истраживања (некомерцијална сврха); увезена врста маховине не угрожава биодиверзитет аутохтоних врста

² врста маховине широко заступљена у Србији, није заштићена као ендемична врста

пет временских периода с циљем проналажења оптималног времена излагања истих, док је у органском винограду само маховина *S. girgensohnii* била изложена током два временска периода. Осим садржаја потенцијално токсичних елемената, у узорцима земљишта и листова измерен је и садржај магнетних честица које могу бити показатељ честичног загађења ваздуха, а које се често доводи у везу са концентрацијама потенцијално токсичних елемената нарочито оних са парамагнетним и дијамагнетним особинама.

У поглављу **Поставке, специфични циљеви и новине експеримената** представљен је преглед најзначајнијих циљева и специфичности узорковања у сваком од шест експеримената, као и новине у односу на доступну литературу.

У поглављу **Резултати и дискусија**, резултати шест експеримената (четири приказана у четири објављена рада на којима је кандидат први аутор, а два до сада необјављена) спроведених у три различита винограда приказани су кроз слике које представљају визуелни приказ примењених мултиваријантних анализа. Резултати Експеримента 1 проистичу из пилот студије спроведене у огледном добру са циљем проналажења најпогоднијег екстракционог средства за изоловање биодоступних макро- и микроелементе. Дискусија се заснива на процењивању мобилности и биодоступности елемената и процени утицаја загађења на одређене парцеле и сорте винове лозе. Резултати Експеримента 2 проистичу из детаљне студије мобилности и биодоступности која је описана специфично за сваки измерени елемент и употпуњене са проценом ризика за животну средину и здравље људи, као и проценом утицаја загађења из околних потенцијалних извора (ливница метала и магистрални пут). Дискусија о мобилности и биодоступности елемената се даље развија у складу са измереним физичко-хемијским параметрима земљишта, проценом извора неког елемента поређењем са локалним позадинским узорком или применом различитих индекса за процену ризика за животну средину и здравље људи. У Експерименту 3 праћен је утицај елемената на основу еколошких индекса током целе вегетационе сезоне (од априла до августа) са циљем процене порекла мерених елемената. Експеримент 4 представља испитивање квалитета ваздуха у амбијенту комерцијалног винограда методом активног биомониторинга помоћу две врсте маховина. Дискусија која следи тиче се развијања примене методе у смислу дефинисања оптималног времена излагања маховина у врећицама и коришћења различитих врста маховина у условима пољопривредне (виноградарске) средине. У Експерименту 5 приказане су концентрације елемената у узорцима земљишта и различитих делова биљке (лист, плод, кожа, пулпа, семе и петелка) у органском винограду. Дискусија у овом експерименту се заснива на упоређивању садржаја потенцијално токсичних елемената у узорцима из органског винограда са претходно анализираним узорцима у комерцијалном винограду и огледном добру. Експеримент 6 представља резултате мерења магнетних параметара у узорцима земљишта и листова и њихово поређење са концентрацијама елемената у истим узорцима. Мерени магнетни параметри су

процењивани као потенцијални показатељи загађења магнетним честицама и са њима везаним потенцијално токсичним елементима у комерцијалном и органском винограду.

У поглављу **Закључци**, кандидат износи специфичне закључке за сваки од шест експеримената и сумирањем најзначајнијих резултата одговара на постављене опште циљеве дефинисане на крају Увода.

Поглавље **Литература** представља списак цитираних радова из области истраживања (укупно 313, од којих 59,4% представља научне радове/књиге објављене у последњих 10 година, а 38,7% у последњих 5 година).

У **Прилогу** који обухвата седам подналова, први се односи на опис детаља коришћених метода и процедура за анализу узорака, а у преосталих шест су приказане табеле и слике дескриптивне статистике концентрација свих измерених елемената и магнетних параметара, израчунатих индекса за процену ризика по животну средину, као и индекса за процену ризика по здравље људи за сваки од експеримената.

Б. Кратак опис постигнутих резултата

У пилот експерименту спроведеном у **винограду експерименталног добра** на ограниченом броју узорака, утврђено је да по први пут примењена екстракциона процедура за изоловање елемената из узорака земљишта коришћењем дејонизоване воде током 16 h представља погодан начин за процењивање биодоступности (макро- и микроелемента – 17 у земљишту и 9 у биљном материјалу) елемената из земљишта. Применом различитих индекса за процену штетних утицаја потенцијално токсичних елемената на животну средину, утврђено је које су парцеле у винограду најзагађеније (близу пута и осталих потенцијалних извора загађења). Применом формуле за процену биолошке акумулационе концентрације (*Biological Accumulation concentration*–*BAC*), листови одређених сорти винове лозе су се показали као потенцијални биоаккумулятори Zn (*Riesling rain*, *Riesling italian*, *Cabernet sauvignon* и *Cabernet franc*) и Cu (*Riesling rain*, *Burgundy* и *Riesling italian*) из земљишта.

У **комерцијалном винограду** је спроведена у односу на претходно описану опсежнија студија на већем броју узорака (194 узорка земљишта, 80 узорака листова, 88 узорака плода – по 22 узорка целог плода, семена, пулпе и кожице; 110 узорака маховина – 55 узорака *S. girgensohnii* и 55 узорака *H. cupressiforme*) и процењивана је биодоступност измерених елемената (23 макро- и микроелемента) из земљишта за различите делове винове лозе (кожица, пулпа, семе, цела бобица), али и концентрација истих елемената (уз додатак елемената ретких земаља, укупно 41) у ваздуху коришћењем биоиндикатора квалитета ваздуха (маховина). Упоредо је примењивано 6 различитих екстракционих средстава и 8 процедура за изоловање елемената из узорака земљишта. Као најпогоднија екстракциона средства за процену биодоступности елемената су се издвојили раствори слабих соли CaCl_2 , NH_4NO_3 и комплексирајуће средство Na_2EDTA , али се и дестилована вода, као лакодоступано, јефтино и еколошки

погодно екстракционо средство, показала као погодна за процену биодоступности неких елемената.

Комплементарном применом различитих формула за процену еколошких и здравствених импликација испитиваних елемената (*contamination factor – CF, pollution load index – PLI, geo-accumulation index – I_{geo} , enrichment factor – EF, bioaccumulation factor – BAF; health risk assessment non-carcinogenic risk – ΣHI , carcinogenic risk – ΣR*) утврђен је степен загађења и штетности узорака из датог винограда. На основу израчунатог фактора загађења, земљиште у комерцијалном винограду се показало као умерено контаминирано у односу на локално узоркован контролни узорак. Семе винове лозе је показало тенденцију да у већим количинама акумулира Cu , док се у листу израженије акумулирао Zn . Ипак, применом биолошке акумулационе формуле на анализирани делове биљке, процењено је да испитиване сорте винове лозе у комерцијалном винограду не представљају хиперакумулаторе елемената из земљишта (металофите). На основу фактора односа, процењен је утицај потенцијално токсичних елемената пореклом из ваздуха на спољашње делове винове лозе (кожица плода и лист) који су директно изложени њиховој депозицији, као и депозицији честица из ваздуха. На крају, иако је садржај неких токсичних елемената у земљишту висок, добијен је низак индекс здравственог ризика за раднике у винограду и конзументе грождја и вина.

Биомониторингом загађења ваздуха у комерцијалном винограду, методом трансплантираних маховина у врећици, утврђено је постојање повећаних концентрација потенцијално токсичних елемената, нарочито у парцели блиској локалној ливници. Двомесечним излагањем маховина у врећицама забележен је позитиван 'сигнал' за већину мерених елемената са тенденцијом пораста њихове концентрације у маховинама са продужавањем периода излагања врећица. Шестомесечним излагањем маховина обухваћене су све важне фазе у одгајању винограда и периоди третирања винове лозе агрохемикалијама, те се овај период излагања врећица може препоручити за компаративне студије у различитим виноградима где није унапред познато време примене агрохемикалија. Додатно, резултати су показали значајну корелацију између концентрација Co , Cr и Ni у листовима винове лозе и трансплантираним маховинама што потврђује слично понашање оба биомонитора који су указали да су дати елементи били присутни у ваздуху винограда.

У истом винограду, након дуготрајних и комплексних хемијских анализа узорака, измерени су и магнетни параметри у узорцима земљишта и листова винове лозе, како би се проценило да ли ова брза и једноставнија метода такође показује загађење узорака магнетним честицама и с њима асоцираним потенцијално токсичним елементима. Оба мерена магнетна параметра (*saturation isothermal remanent magnetisation – SIRM и magnetic susceptibility*) могу указивати на присуство загађења у винограду, али се SIRM издвојио као поузданији параметар за процену садржаја магнетних честица на површини листа. Магнетни параметри могу бити добар

показатељ загађења магнетним честицама и елементима који имају феромагнетне особине и њихово мерење се може препоручити као брза, недеструктивна и релативно јефтинија метода за чест мониторинг загађења на ширем подручју.

У **органиском винограду**, комплементарном применом различитих индекса за процену ризика по животну средину и здравље људи, за измерене концентрације потенцијално токсичних елемената у земљишту, виновој лози и ваздуху (27 макро- и микроелемената), утврђене су ниже вредности од оних детектованих за комерцијални виноград и експериментално добро. Такође, биомониторинг помоћу маховина је указао на ниже вредности загађења ваздуха елементима у овом винограду што указује да је коришћеном биомониторинг методом препознато одсуство или занемарљива примена агрохемикалија у датом винограду.

Ова докторска дисертација је базирана на анализи великог броја узорака (укупно 612, од чега 248 узорака земљишта, 244 биљног материјала (лист, цела бобица, кожа, пулпа, семе, петелка), 120 узорака маховина, те су самим тим и добијени резултати статистички веродостојни. За анализу узорака је примењен паралелно већи број аналитичких техника, деструктивних и недеструктивних, са испитивањем предности сваке од њих у студијама овог типа у животној средини.

В. Упоредна анализа резултата кандидата са резултатима из литературе

Истраживања у области животне средине и праћење утицаја загађења на биљке које се користе у исхрани, представљају тему која је значајна за научну и ширу јавност. Састав земљишта на коме се узгаја винова лоза утиче на раст и развој винове лозе, квалитет грозђа, као и производе од грозђа, те посредно и на здравље људи. На основу анализе Светске организације за храну и пољопривреду Уједињених Нација (*Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO*), потенцијално токсични елементи пореклом из агрохемијских средстава која се користе у виноградарству могу да угрозе квалитет и принос грозђа, као и здравље радника у виноградима и крајњих потрошача воћа.

Тестирање различитих екстракционих средстава за изоловање из земљишта оних фракција елемената које под одређеним условима могу доспети у неки део биљке је од изузетног значаја за истраживање биодоступности потенцијално токсичних елемената. Екстракционе процедуре познате под називом „екстракција у једном кораку“ (*single extraction procedures*) се већ неко време употребљавају као погодне методе за изоловање биодоступних фракција елемената из земљишта које се потом упоређују са садржајем датих елемената измерених у биљном ткиву (Brun et al., 2001). Веома често ове екстракције се користе за испитивање тзв. секундарне биодоступности, односно утврђивања фракције елемената из земљишта која је биодоступна или мобилна (Hooda, 2010). Неке од екстракционих процедура су прихваћене и широко примењиване у свету, али се на њиховој стандардизацији и даље ради. Тело задужено за стандардизацију у Европској Унији (*The Standards Measurements and Testing*

Programme of the EU) izvršilo je nekoliko међулабораторијских истраживања и на тај начин су дефинисане сертификоване вредности за елементе изоловане екстрактантима CH_3COOH , CaCl_2 , NaNO_3 и NH_4NO_3 из два типа земљишта (BCR CRM 483 и BCR CRM 484) (Quevauviller et al., 1997). Неки од раствора соли који се користе за екстракцију су усвојени као стандардни национални протоколи за испитивање мобилности и биодоступности елемената из земљишта (CaCl_2 у Холандији; NaNO_3 у Швајцарској; NH_4NO_3 у Немачкој) (Pueyo et al., 2004). Такође, CaCl_2 је препоручен од стране многих аутора као погодна метода за екстраховање биодоступних елемената из земљишта (Houben et al., 2013; Qasim et al., 2015). CaCl_2 и NH_4NO_3 су се показали као погодни за изоловање лако доступних Cd, Ni, and Zn (Kim et al., 2015). Процедуре са Na_2EDTA и CH_3COOH су се показале као погодне за изоловање биодоступних елемената у систему земљиште-биљка у винограду (Vázquez Vázquez et al., 2016). Међутим, сматра се да нису сва средства погодна за екстраховање свих биодоступних елемената из свих типова земљишта, и да саме особине хемијских елемената утичу на одабир екстракционог средства. Претражујући литературу, делује да различите „екстракција у једном кораку“, нпр. CaCl_2 , BaCl_2 , NaNO_3 и NH_4NO_3 , имају сличан утицај на земљиште и аутори често бирају само једну или две, а највише пет процедура (Rao et al., 2010). Међутим, према нашем сазнању, ни у једној студији није упоређено више од пет процедура паралелно за процену биодоступности потенцијално токсичних елемената из земљишта до биљке, а што је по први пут по нама доступним подацима учињено у овој докторској дисертацији (укупно 9 процедура за екстракцију: дејонизована H_2O током 2 h и 16 h, раствори слабих соли: CaCl_2 , BaCl_2 , NH_4NO_3 и NaNO_3 , комплексирајући агенс Na_2EDTA и слаба киселина CH_3COOH) на узорцима земљишта из винограда у Србији.

Такође, могућности коришћења биомониторинга у испитивању загађености животне средине, као знатно једноставније и јефтиније методе у поређењу са постојећим инструменталним техникама, актуелна је тема мултидисциплинарних научних истраживања широм света (нпр. *UNECE ICP Vegetation* <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/index.html>). Последњих деценија, биомониторинг квалитета ваздуха коришћењем маховина се спроводи широм Европе и Азије (*Program: „Heavy Metals in Euroasian Mosses“* https://icpvegetation.ceh.ac.uk/major_results/heavy_metals.html). Такође, могућност примене трансплантираних маховина се све чешће испитује у биомониторингу загађености ваздуха градских средина и индустријских области где је услед асфалтирања и уређивања површина тешко пронаћи природно растуће маховине (Aničić Urošević et al., 2017). Међутим, постоји само пар објављених радова везаних за биомониторинг загађености ваздуха коришћењем трансплантираних маховина у пољопривредним срединама (Carozzi et al., 2016a,b).

У научној заједници је такође повећан интерес и за испитивањем магнетних особина узорака из животне средине (земљишта и листова) као показатеља честичног загађења (Hofman et al., 2017). Ова метода процене загађења је значајно бржа,

једноставнија и економичнија с аспекта анализе узорака у односу на све постојеће хемијске аналитичке технике за процену загађења у узорцима из животне средине. Међутим, не постоје студије у виноградима у којима је спроведен тзв. магнетни мониторинг честичног загађења.

Поред мерења концентрације елемената у узорцима, различите формуле/индекси за процену ризика по животну средину и здравље људи се све чешће користе у радовима, зато што представљају измерене вредности нормализоване у односу на њихове локалне позадинске вредности (најчешће у случају земљишта) (Cao et al., 2010; Liu et al., 2005; Lin et al., 2016; Antoniadis et al., 2017; Árvay et al., 2017) док остали индекси који се односе на биљни материјал указују на потенцијално порекло елемената у систему земљиште–биљка–ваздух (Radulescu et al., 2013; Bravo et al., 2017; Oliva and Mingorance, 2006). У овој дисертацији кандидат је применио различите индексе за процену ризика потенцијално токсичних елемената по животну средину и здравље људи у виноградима ради свеобухватнијег разумевања порекла елемената и њиховог утицаја на биљку.

Постоје различити модели који се могу користити за процену ризика потенцијално токсичних елемената присутних у земљишту а који могу имати негативан утицај на људско здравље. Најчешће коришћене у студијама земљишта (Li et al., 2015; Teranosyan et al., 2017) су формуле доступне на веб страници „*The Risk Assessment Information System, RAIS*“ (RAIS, 2013). Међутим, процена ризика елемената у земљишту по здравље људи је чешће вршена у урбаним него у пољопривредним срединама, а такође, према нашем сазнању, ни здравствени ризик по потрошаче грожда и вина није често истраживан на основу садржаја елемената у плоду и вину.

Резултати ове докторске дисертације представљају свеобухватну и детаљну процену присуства потенцијално токсичних елемената у систему зељиште–биљка–ваздух мерењем биодоступности и мобилности истих у узорцима земљишта, различитих делова винове лозе (лист, цео плод, кожица, пулпа, семе, петелке) и трансплантираних маховина. За тестирање мобилности и биодоступности елемената из земљишта коришћено је напоре до више различитих екстракционих средстава (шест средстава и осам процедура), при чему је једна процедура (дестилована вода током 16 h) примењена по први пут од стране кандидата. Такође, кандидат по први пут тестира могућности примене листова винове лозе као биомонитора загађења ваздуха у винограду потенцијално токсичним елементима. Додатно се за биомониторинг загађења ваздуха елементима у ваздуху користи литературно позната метода активног биомониторинга помоћу маховина, која је по први пут од стране кандидата примењена у условима винограда.

Комплементарним коришћењем доступних формула за процену утицаја елемената на животну средину и здравље људи, као и применом мултиваријантних статистичких метода, извршена је процена штетног утицаја измерених концентрација елемената, као и извора истих. Интегрисани (био)мониторинг потенцијално токсичних елемената у виноградарском амбијенту (у систему зељиште–биљка–ваздух) коришћењем

савремених мултиелементних аналитичких техника, веома осетљивих (ICP-OES, ICP-MS), као и недеструктивних (WD-XRF), те једноставних недеструктивних мерења магнетних параметара у узорцима (SIRM и магнетна осетљивост), према доступној литератури, представља новину у досадашњим истраживањима загађености узорака из виноградарских подручја.

Г. Објављени и саопштени радови који су део докторске дисертације

(M_{21a}) Радови у међународним часописима изузетних вредности:

1. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Relić D., Vuković G., Škrivanj S., Popović A., *Bioavailability of potentially toxic elements in soil-grapevine (leaf, skin, pulp and seed) system and environmental and health risk assessment*, Science of the Total Environment, 2018, 626, 528–545. (IF: 4.900; 2016)

(M₂₁) Радови у врхунским међународним часописима:

1. **Milićević T.**, Relić D., Škrivanj S., Tešić Ž., Popović A., *Assessment of major and trace element bioavailability in vineyard soil applying different single extraction procedures and pseudo-total digestion*, Chemosphere, 2017, 171, 282–293. (IF: 4.427; 2017)

2. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Vuković G., Škrivanj S., Relić D., Frontasyeva M. V., Popović A., *Assessment of species-specific and temporal variations of major, trace and rare earth elements in vineyard ambient using moss bags*, Ecotoxicology and Environmental Safety, 2017, 144, 208–215. (IF: 3.974; 2017)

3. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Relić D., Vuković G., Škrivanj S., Samson, R., Popović A., *Integrated approach to environmental pollution investigation – spatial and temporal patterns of potentially toxic elements and magnetic particles in vineyard through entire grapevine season*, Ecotoxicology and Environmental Safety. 2018b, 163, 245–254. (IF: 3.974; 2017)

(M₃₃) Радови саопштени на скуповима од међународног значаја штампани у целини:

1. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Relić D., Škrivanj S., Vuković G., Popović A., *Investigation of macro- and microelements in soil, grapevine and air in organic vineyard: biomonitoring, ecological implications and health risk assessment* (oral presentation), 14th Regional Conference Environment to Europe – EnE18, June 6, 2018. Belgrade, Serbia, Proceedings, 65–69.

2. **Milićević T.**, Relić D., Aničić Urošević M., Vuković G., Škrivanj S., Popović A., *Grapevine accumulation of potentially toxic elements from soil; Implications and health risk assessment* (oral presentation), 15th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2017), August 31–September 2, 2017, Rhodos, Greece, Proceedings, 1–5, CEST2017_00469.

3. **Milićević T.**, Relić D., Vuković G., Perišić M., Majstorović D., Aničić Urošević M., Popović A., *Survey of potentially toxic element pollution of the vineyard soil* (poster presentation), 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Physical Chemistry, September 26–30, 2016, Belgrade, Serbia, Proceedings, 739–742.

(M₃₄) Радови саопитени на скуповима од међународног значаја штампани у изводу:

1. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Relić D., Vuković G., Škrivanj S., Samson, R., Popović A., *The grapevine leaves as bioindicators of air pollution by toxic elements and magnetic particles in experimental, commercial and organic vineyards* (oral presentation), The 8th International Workshop on Biomonitoring of Atmospheric Pollution (BIOMAP 8), July 2–7, 2018, Dubna, Russia, Book of abstracts, 37.

2. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Relić D., Vuković G., Škrivanj S., Popović A., *Assessment of potentially toxic elements bioavailability in the soil-plant-air system in different vineyard ambients in Serbia: biomonitoring, environmental and health risk implications* (oral presentation), 8th Symposium Chemistry and Environmental Protection, May 29 – June 01, 2018, Kruševac, Serbia, Book of abstracts, 67–68.

3. **Milićević T.**, Aničić Urošević M., Relić D., Vuković G., Orlić J., Škrivanj S., Popović A., *Monitoring, environmental and health risk assessment of potentially toxic elements in the soil-plant system in vineyard area* (oral and poster presentations), The International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements ICOBTE, July 16–20, 2017, Zurich, Switzerland, Book of abstracts, 395.

4. **Milićević T.**, Relić D., Vuković G., Škrivanj S., Popović A., Aničić Urošević M., *Grapevine accumulation of potentially toxic elements from vineyard soil* (poster presentation), 18th International Conference on Heavy Metals in the Environment, September 12 – 15, 2016, Ghent, Belgium, Book of abstracts, 415.

5. **Milićević T.**, Relić D., Popović A., *Correlation between macro- and microelements isolated from the vineyard soil by different extractant methods* (poster presentation), 7th Symposium Chemistry and Environmental Protection, June 12 – 15, 2015, Palić, Serbia, Book of Abstracts, 229 – 230.

6. **Milićević T.**, Relić D., Popović A., *Assesment of CH₃COOH, Na₂EDTA, CaCl₂, NH₄NO₃ and distilled water extraction procedures and microwave digestion for leaching of macro- and microelements from vineyard soil* (poster presentation), 7th Symposium Chemistry and Environmental Protection, June 12 – 15, 2015, Palić, Serbia, Book of Abstracts, 252 – 253.

7. **Milićević T.**, Relić D., Popović A., *Determination of bioavailable macro- and microelements from agricultural soil using different extractants* (poster presentation), Book of Abstracts, European Geoscience Union General Assembly, April 12 – 17, 2015, Vienna, Austria, Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, EGU2015 – 1138.

Д. Закључак

Комисија је прегледала докторску дисертацију кандидата Тијане Д. Милићевић, мастер хемичара, под називом: „Интегрисани приступ истраживању потенцијално токсичних елемената и магнетних честица у систему земљиште–биљка–ваздух: биодоступност и биомониторинг“ („*An integrated approach to the investigation of potentially toxic elements and magnetic particles in the soil–plant–air system: bioavailability and biomonitoring*“), написану на енглеском језику, и закључила да је ова дисертација резултат самосталног рада кандидата и да је кандидат у докторској дисертацији дошао до резултата који представљају значајан и оригиналан научни допринос у области истраживања потенцијално токсичних елемената и магнетних честица у систему земљиште–биљка–ваздух на примеру различитих винограда, што доказују и објављени научни радови кандидата.

Према литератури доступној потписницима Извештаја, закључује се да је у овој дисертацији по први пут на овај начин формулисани приступ испитивању биодоступности и мобилности потенцијално токсичних елемената и магнетних честица у систему земљиште–биљка–ваздух тестирано у различитим типовима винограда (онима са и без примене агрохемикалија). Имајући у виду да до сада није испитивана примена биомониторинга загађења ваздуха коришћењем маховина у виноградарској средини, резултати ове дисертације доносе новину у дефинисању битних параметара ове методе (одабира врсте маховине и дужине излагања) у оваквим амбијентима. Комплементарна примена различитих индекса за процену ризика по животну средину и здравље људи је указала на ниво загађења узорака елементима, као и порекло истих, те њихово распоређивање у различитим медијумима животне средине (земљиште, биљка, ваздух). Поред примене савремених и осетљивих, али скувих и временски захтевних аналитичких техника (*ICP-OES*, *ICP-MS*), кандидат је у истраживању узорака примењивао и неструктивне аналитичке технике (*WD-XRF* и магнетизацију) како би се утврдило да ли оне могу индикативно указати на загађење животне средине (проценом садржаја магнетних честица и с њима асоцираних потенцијално токсичних елемената).

Из докторске дисертације Тијане Милићевић су до момента писања овог Извештаја проистекла четири научна рада (један је објављен у међународном часопису изузетних вредности категорије M21a, док су преостала три објављена у врхунским међународним часописима категорије M21).

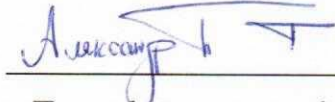
На основу свега наведеног, Комисија сматра да су испуњени сви услови за одбрану докторске дисертације Тијане Д. Милићевић, мастер хемичара, под називом: „Интегрисани приступ истраживању потенцијално токсичних елемената и магнетних честица у систему земљиште–биљка–ваздух: биодоступност и биомониторинг“ („*An integrated approach to the investigation of potentially toxic elements and magnetic particles in the soil–plant–air system: bioavailability and biomonitoring*“), написану на енглеском језику. Стога, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Хемијског

факултета Универзитета у Београду да прихвати поднету докторску дисертацију и одобри њену одбрану.

Овом приликом, Комисија за оцену и прегледање докторске дисертације, предлаже да се Комисији за одбрану докторске дисертације, поред досадашњих чланова, придружи и Dr. ir. Roeland Samson, професор Универзитета у Антверпену, Белгија (*Department of Bioscience Engineering, University of Antwerp, Belgium*) као висококомпетентни истраживач из области испитивања магнетних честица у животној средини.

У Београду, 28. септембар 2018. године

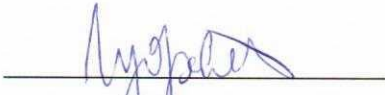
Чланови комисије:



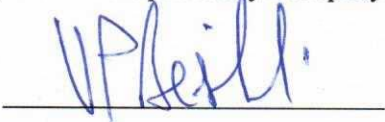
др Александар Поповић, редовни професор
Хемијски факултет Универзитета у Београду, ментор



др Мира Аничич Урошевић, виши научни сарадник
Институт за физику у Београду Универзитета у Београду, ментор
(дипл. биолог, Биолошки факултет Универзитета у Београду)



др Дубравка Релић, доцент
Хемијски факултет Универзитета у Београду



др Владимир Бешкоски, ванредни професор
Хемијски факултет Универзитета у Београду



др Гордана Вуковић, научни сарадник
Институт за физику у Београду Универзитета у Београду

Референце коришћене у Извештају:

- Aničić Urošević, M., Vuković, G., Tomašević, M., 2017. Biomonitoring of Air Pollution Using Mosses and Lichens, A Passive and Active Approach, State of the Art Research and Perspectives. Nova Science Publishers, New York, USA, ISBN: 978-1-53610-212-3.
- Antoniadis, V., Levizou, E., Shaheen, S.M., Sik Ok; Y., Sebastian, A., Baum, C., Prasad, M.N.V., Wenzel, W.W., Rinklebe, J. 2017. Trace elements in the soil-plant interface: Phytoavailability, translocation, and phytoremediation—A review. *Earth Sci. Rev.* 171, 621–645.
- Árvay, J., Demková, L., Hauptvogel, M., Michalko, M., Bajčan, D., Stanovič, R., Tomáš, J., Hrstková, M., Trebichalský, P. 2017. Assessment of environmental and health risks in former polymetallic ore mining and smelting area, Slovakia: Spatial distribution and accumulation of mercury in four different ecosystems. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 144, 236-244.
- Bravo, S., Amorós, J.A., Pérez-de-los-Reyes, C., García, F.J., Moreno, M.M., Sánchez Ormeño, M., Higuera, P. 2017
- Brun, L.A.; Maillet, J.; Hinsinger, P.; Pepin, M. 2001. Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils; *Environ. Pollut.* 111, 293–302.
- Capozzi, F., Giordano, S., Aboal, R.J., Adamo, P., Bargagli, R., Boquete, T., Di Palma, A., Real, C., Reski, R., Spagnuolo, V., Steinbauer, K., Tretiach, M., Varela, Z., Zechmeister, H., Fernandez, A.J. 2016b. Best options for the exposure of traditional and innovative moss bags: a systematic evaluation in three European countries. *Environ. Pollut.* 214, 362–373.
- Capozzi, F., Giordano, S., Di Palma, A., Spagnuolo, V., de Nicola, F., Adamo, P. 2016a. Biomonitoring of atmospheric pollution by moss bags: discriminating urban-rural structure in a fragmented landscape. *Chemosphere* 149, 211–219.
- Hofman, J., Maher, B.A., Muxworthy, A.R., Wuyts, K., Castanheiro, A., Samson, R. 2017. Biomagnetic monitoring of atmospheric pollution: a review of magnetic signatures from biological sensors. *Environ. Sci. Technol.* 51, 6648–6664.
- Houben, D., Evrard, L., Sonnet, P., 2013. Beneficial effects of biochar application to contaminated soils on the bioavailability of Cd, Pb and Zn and the biomass production of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Biomass Bioenergy* 57, 196–204;
- Kim, R.Y., Yoon, J.K., Kim, T.S., Yang, J.E., Owens, G., Kim, K.R., 2015. Bioavailability of heavy metals in soils: definitions and practical implementation—a critical review. *Environ. Geochem. Health* 37, 1041–1061)
- Li, P., Lin, L., Cheng, H.I., Duan, X., Lei, K., 2015. Contamination and health risks of soil heavy metals around a lead/zinc smelter in southwestern China. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 113, 391–399;
- Oliva, S.R., Mingorance, M.D. 2006. Assessment of airborne heavy metal pollution by above ground plant parts. *Chemosphere.* 65, 177–182)
- Pueyo, M., López-Sánchez, J.F., Rauret, G. 2004. Assessment of CaCl₂, NaNO₃ and NH₄NO₃ extraction procedures for the study of Cd, Cu, Pb and Zn extractability in contaminated soils, *Anal. Chim. Acta.* 504, 217–226.
- Rao, C.R.M., Sahuquillo, A., Lopez-Sanchez, J.F. 2010. Comparison of single and sequential extraction procedures for the study of rare earth elements remobilisation in different types of soils. *Anal. Chim. Acta.* 662, 128–136.
- Qasim, B., et al., 2015. Potentially toxic element phytoavailability assessment in technosols from former smelting and mining areas. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 5961–5974
- Radulescu, C., Stihl, C., Popescu, I.V., Dulama, I.D., Chelarescu, E. D., Chilian, A. 2013. Heavy metal accumulation and translocation in different parts of *Brassica oleracea* L. *Rom. J. Phys.* 58, 1337–1354;
- Tepanosyan, G., Sahakyan, L., Belyaeva, O., Maghakyan, N., Saghatlyan, A., 2017. Human health risk assessment and riskiest heavy metal origin identification in urban soils of Yerevan, Armenia. *Chemosphere* 184, 1230–1240

Vázquez Vázquez, F.A., Pérez Cid, B., Río Segade, S. 2016. Assessment of metal bioavailability in the vineyard soil-grapevine system using different extraction methods. Food Chem., 208, 199–208)

<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/index.html>

https://icpvegetation.ceh.ac.uk/major_results/heavy_metals.html