

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ АГРОНОМСКОГ ФАКУЛТЕТА У ЧАЧКУ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Предмет: Извештај Комисије о оцени докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног Већа Агрономског факултета у Чачку Универзитета у Крагујевцу, бр. 2013/5-XV од 22.09.2017. године предложена је Комисија за писање Извештаја о оцени докторске дисертације под насловом: **"Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама"** кандидата **Мирка Грубишића**. Веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу је одлуком бр. IV-04-937/5 од 11.10.2017. године одобрило формирање Комисије у саставу:

1. **Проф. др Милена Ђурић**, редовни професор Агрономског факултета у Чачку, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област Физиологија биљака, председник;
2. **Др Мирјана Стојановић**, научни саветник Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд, научна област техничко-технолошке науке-наука о материјалима, члан;
3. **Проф. др Горан Дугалић**, редовни професор Агрономског факултета у Чачку, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Педологија, члан;
4. **Проф. др Александар Пауновић**, редовни професор Агрономског факултета у Чачку, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Ратарство и крмно биље, члан;

На основу увида и потпуне анализе урађене и предате докторске дисертације, кандидата **Мирка Грубишића**, а под руководством ментора **др Љиљане Бошковић-Ракочевић**, редовног професора Агрономског факултета у Чачку, ужа научна област: Агрохемија, Комисија за писање Извештаја о оцени докторске дисертације и за њену јавну одбрану према Правилнику о пријави изради и одбрани докторских дисертација Универзитета у Крагујевцу, подноси Наставно-научном већу Агрономског факултета у Чачку следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Значај и допринос докторске дисертације са аспекта актуелног стања у научној области

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Мирка Грубишића под насловом: "Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама" представља оригиналну научну студију која даје значајан допринос у погледу сагледавања ефикасности примене минералних сировина зеолита и апатита у смањењу мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама.

Бројна досадашња проучавања указују да контаминација земљишта, посебно пољопривредног, представља велики ризик у пољопривредној производњи, због места које пољопривредни производи заузимају у ланцу исхране. С тим у вези разматрани су поједини проблеми контаминације земљишта, гајених биљака и транслокације токсичних метала и радионуклида у систему земљиште-биљка, при чему се дошло до закључка да на мобилност ових елемената највише утичу хемијске и физичке особине земљишта.

Тешки метали и радионуклид (U) представљају најчешћу групу загађујућих материја присутних у земљишту. Познавање мобилности тешких метала и радионуклида, и могућности спречавања њиховог укључивања у ланац исхране, има велики значај са еколошког аспекта заштите и коришћења пољопривредног земљишта. Такође, бројна су негативна деловања повећаног садржаја токсичних елемената на земљиште (ограничен степен коришћења у пољопривредној производњи) и биљке (смањење пораста корена и надземне масе, немогућност коришћења биомасе и семена за прераду и исхрану домаћих животиња).

Потреба за решавањем наведених проблема, довела је до развоја много нових технолошких поступака који се користе у циљу смањења контаминираниости угрожених и већ контаминираних земљишта. Један од њих је процес потпомогнуте природне ремедијације. Ове "in-situ" технологије имобилизације токсичних елемената, заснивају се на коришћењу релативно јефтиних и доступних природних материјала за превођење загађујућих материја у мање растворне облике и једињења, спречавајући њихову мобилност кроз сложен систем земљишта. Коришћењем ових метода постиже се стварање стабилних комплекса загађујућих супстанци спречавајући њихову доступност биљкама и укључивање у ланац исхране.

Проучавања природних минералних сировина на бази зеолита и апатита у функцији мобилности токсичних елемената, радионуклида и органских загађивача у индустрији, рударству и заштити животне средине у последњих неколико година представља актуелну тему за научна истраживања. Имајући у виду широку практичну примену зеолита и апатита у другим областима, испитивана је и могућност коришћења ових домаћих минералних сировина у пољопривредној производњи на

угроженем-контаминираним локалитетима, посебно са повишеним садржајем тешких метала и радионуклида.

С тим у вези, ова докторска дисертација се бавила испитивањем ефикасности два типа минералних сировина, зеолита и апатита, у функцији мобилности штетних елемената (Pb, Cd, Zn), као и радионуклида (U) у земљиштима различитих физичко-хемијских карактеристика (псеудоглеј и чернозем). Ефикасност минералних сировина праћена је помоћу биљака-хиперакумулатора (сунцокрет и слачица). Добијени резултати указују да се зеолити и апатити, механизмима адсорпције и преципитације, као минералне сировине могу успешно користити за смањење мобилности Pb, Cd, Zn и U у земљиштима типа псеудоглеј и чернозем.

Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Узимајући у обзир актуелно стање у истраживању у области заштите земљишта, Комисија констатује да је докторска дисертација кандидата Мирка Грубишића под насловом "Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама" резултат оригиналног научног рада и да садржи оригиналне научне резултате. Тема коју је кандидат обрађивао је веома актуелна, и представља одличну основу за даља истраживања у овој области. Кандидат је податке добијене у свом истраживању обрадио одговарајућим статистичким методама, тако добијене резултате поредио са резултатима других аутора који су испитивали сличну тематику, и на темељан и аргументован начин конципирао јасне и логичне закључке.

Преглед остварених резултата кандидата у научној области

А Биографија кандидата

Мирко С. Грубишић је рођен 03. децембра 1970. године у Новом Саду. Основну и средњу математичко-техничку школу завршио је у Мајданпеку. Пољопривредни факултет у Београду је уписао школске 1990/1991. године, а завршио 1995. године. Магистрирао је на Пољопривредном факултету у Земуну 2005. године са темом „Промене особина смонице (вертисола) при дугогодишњем гајењу пшенице и кукуруза у монокултури” и стекао звање магистар биотехничких наука-област агрономских наука. Радио је на Пољопривредном факултету у Београду, Министарству енергетике, развоја и заштите животне средине, а тренутно је запослен у Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду. Има положен стручни испит (број 123/МЕ), као и лиценцу одговорног пројектанта (број 376 I804 10). Специјализацију са темом „Производња здраве хране-поврћа“ (серификат бр. 409) је обавио 2004. године у Националном Институту за производњу поврћа у Пекингу, НР Кина. До сада је био ангажован на 8 пројеката у области технолошких и иновационих пројеката које је

финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја. У садашњем циклусу ангажован је на пројекту ТР 31003 «Развој технологија и производа на бази минералних сировина и отпадне биомасе у циљу заштите ресурса за производњу безбедне хране».

Аутор и коаутор је око 150 научних радова и саопштења и три техничко технолошка решења. Учествовао је у реализацији, руководио у више домаћих и међународних стручних и инжењерских пројеката.

Члан је Друштва за проучавање земљишта.

Активно говори, чита и пише енглески језик.

Б. Референце кандидата релевантне за овај извештај:

Кандидат је део резултата истраживања из ове дисертације публиковао у 1 раду у истакнутом међународном часопису - M22, 1 рад у часопису међународног значаја верификован посебном одлуком (M24) и 1 саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33).

1. Stojanović M., Stevanović D., Iles D., **Grubišić M.**, Milojković J. (2009): The Effect of the Uranium Content in the Tailings on Some Cultivated Plants. Water, Air, and Soil Pollution, 200 (1-4): 101-108. (M22)
2. **Grubišić M.**, Stojanović M., Mihajlović M., Milojković J., Lačnjevac Č., Kojić M., Bošković-Rakočević Lj. (2017): Efikasnost zeolita i apatita na mobilnost teških metala u zemljištima praćena preko test kulture *Sinapis Alba* L. Zaštita materijala, No 4, доказ-потврда о прихватању рада за штампу, линк (<http://idk.org.rs/submitted/>), (M24)
3. **Grubišić M.**, Bošković-Rakočević Lj., Mihajlović M., Stojanović M., Lopičić Z., Milojković J. (2012): Efficiency of zeolite and apatite for the remediate of radionuclides and toxic metals from the soil. Proceedings of the 20th International Scientific and Professional Meeting "ECOLOGICAL TRUTH", 373-380.(M33)

Осим наведених референци, кандидат је објавио још 1 рад у истакнутом међународном часопису - M22, 1 рад у међународним часопису - M23, 2 рада по позиву са међународног скупа штампано у целини - M31, 1 рад по позиву са међународног скупа штампан у изводу - M32, 35 саопштења са међународног скупа штампано у целини - M33, 20 саопштења са међународног скупа штампано у изводу - M34, 12 радова у часопису националног значаја – M52, 5 радова у научном часопису – M53, 2 предавања по позиву са скупа националног значаја, штампано у целини – M61, 40 саопштења са скупа националног значаја штампана у целини – M63, 19 саопштења са скупа националног значаја штампана у изводу – M64, једно техничко решење-ново лабораторијско постројење - M83, један битно побољшан постојећи производ - M84.

Оцена испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Комисија сматра да докторска дисертација "Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама" по обиму и квалитету добијених резултата у потпуности испуњава постављене циљеве. Наслов докторске дисертације, урађена истраживања и циљеви проучавања су идентични са онима који су наведени у пријави теме.

Дисертација је написана на 172 стране технички обрађеног текста (Формат А4, стандардног прореда и величине слова). Након апстракта на српском и енглеском језику, дисертација обухвата следеће целине: Увод (3 стране), Циљ истраживања (2 стране), Преглед литературе (25 страна), Радна хипотеза (1 страна), Материјал и метод рада (13 страна), Резултати истраживања и дискусија (101 страна), Закључак (4 стране) и Литература (23 страна). У поглављу Литература је цитирано 267 релевантних библиографских јединица на српском и енглеском језику. На крају дисертације налазе се Прилози са фотографијама током извођења огледа.

Материјал и методологија рада, подударни са оним што је наведено у пријави дисертације, презентовани су на одговарајући начин и врло прецизно. Према пријави обављена су теренска и лабораторијска испитивања. Теренски део обухватио је узимање узорака два типа земљишта (псеудоглеј и чернозем) за физичко-хемијске анализе, као и за гајење биљака у полуконтролисаним условима. Лабораторијска испитивања су изведена у више фаза: оглед у колонама, оглед у судовима и вегетациони оглед, након чега су урађена аналитичка истраживања земљишта и биљног материјала. Добијени резултати су приказани табеларно (88 табела) и графички (61 графикон). У дисертацији је приказано и 10 фотографија.

У поглављу Резултати истраживања и дискусија је приказан утицај примене минералних сировина, зеолита и апатита, у смањењу мобилности штетних тешких метала (Pb, Cd, Zn) и радионуклида (U) у земљишту типа псеудоглеј и чернозем, као и у тест биљкама (сунцокрет и слачица). Коментари добијених резултата су темељни, а начин приказивања резултата их чини прегледним и разумљивим. Такође, добијени резултати су анализирани и поређени са литературним подацима из ове области. Закључци су изведени прецизно и недвосмислено.

На основу свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација по обиму и квалитету добијених резултата у потпуности испуњава постављене циљеве и одговара пријављеној теми дисертације.

Научни резултати докторске дисертације

Комисија као главне научне резултате докторске дисертације издваја следеће:

- Минералне сировине на бази апатита и зеолита статистички веома значајно утичу на промену рН вредности основног контаминираног раствора рН=5.00 у филтратима Pb, U и Cd, као и при рН 7.00 вредности основног раствора Pb и Cd и статистички значајно у филтрату U.

- Добијени резултати садржаја Pb, Cd, Zn и U у филтрату указују на различит афинитет зеолита и апатита према штетним тешким металима и радионуклиду. Зеолит и апатит процесима адсорпције/преципитације показали су веома сличан афинитет на имобилизацију Zn и Pb у условима и киселе и нетралне средине основног раствора. Кадмијум је процесима адсорпције брже и успешније имобилисан од стране зеолита него од стране апатита, док је уранијум јон боље имобилисан применом апатита.

- У лабораторијским условима, 24 часа након контаминације земљишта са тешким металима, утврђено је да су зеолит и апатит утицали на смањење садржаја воднорастворљивих и лакоприступачних облика Pb, Cd и Zn у контаминираном и неконтаминираном земљишту без обзира на земљишне услове. Садржај воднорастворљивих и лакоприступачних форми тешких метала Pb, Zn, Cd у земљишту након 30 дана од постављања огледа, значајно се не разликују од третмана након 24 часа, указујући да су наведени процеси брзи и дешавају у првих 24 часа.

- Олово у контаминираном псеудоглеју и чернозему се акумулира у корену сунцокрета и слачице, а малим делом се транслоцира до надземног дела биљке, при чему је његов садржај већи у корену биљака гајеним на псеудоглејном земљишту. Зеолит и апатит утицали су на смањење садржаја Pb и његову мобилност у корену и надземној маси и сунцокрета и слачице. Утицај апатита је већи у односу на зеолит.

- Садржај Cd у корену сунцокрета и слачице не зависи од типа земљишта, док је транслокација Cd у надземне делове знатно већа у киселој него у неутралној средини. Минералне сировине на бази зеолита и апатита су утицале на смањење мобилности и доступности Cd биљкама и сунцокрета и слачице без обзира на тип земљишта. Апатит је ефикаснији од зеолита у имобилизацији овог тешког метала.

- На земљишту типа псеудоглеј контаминираног Zn, утврђено је веће усвајање овог метала од стране корена и премештања до надземног дела сунцокрета и слачице него код земљишта неутралне рН реакције. Процес преципитације Zn са апатитом показао се бржим и јачим у односу на адсорпциони процес код зеолита.

- Уранијум јон у земљишту неутралне рН реакције има већу мобилност до корена и надземног дела и сунцокрета и слачице, при чему је уранијум јон највећим делом остао у корену код обе биљне врсте. Додавањем зеолита и апатита значајно је смањена мобилност U у земљишту.

Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати истраживања у докторској дисертацији кандидата Мирка Грубишића под насловом **"Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама"** имају велики теоријски и практични значај за научну и стручну јавност.

Са теоретског аспекта ова истраживања и добијени резултати су од значаја, јер представљају основу за даља испитивања ефикасности примене минералних сировина, зеолита и апатита, у смањењу мобилности штетних тешких метала и радионуклида у земљишту и биљкама. Ова истраживања упућују и на неопходност даљих, још детаљнијих испитивања, јер се на овај начин може допринети смањењу и спречавању укључивања тешких метала и радионуклида у ланац исхране. Истовремено, велики значај ових истраживања је и са еколошког аспекта заштите и коришћења пољопривредног земљишта.

Са практичног аспекта, истраживања у овој докторској дисертацији су показала да се зеолити и апатити, механизмима адсорпције и преципитације, као минералне сировине могу успешно користити за смањење мобилности Pb, Cd, Zn и U у земљишту типа псеудоглеј и чернозем. Висок сорпциони капацитет зеолита и стабилизације са апатитом за испитиване тешке метале и радионуклид, кратко време постизања равнотеже ефикасности, степена стабилизације, представља једноставан, јефтин и успешан поступак примене ових материјала из домаћих лежишта у технологији имобилизације штетних елемената у земљишту, што може наћи широку примену на контаминираним земљиштима.

Начини презентирања резултата у научној јавности

На основу актуелности и свеобухватности истраживања докторска дисертација кандидата Мирка Грубишића представља квалитетну и богату основу за објављивање научних радова. Научни радови који ће проистећи из ове дисертације ће отворити нова питања за дубљу и свеобухватнију анализу ове проблематике у научно-истраживачком домену.

С обзиром да је у претходном периоду мањи део резултата већ публикован, реално је за очекивати да ће кандидат објавити већи број радова у међународним и домаћим научним часописима, као и да ће излагати саопштења на међународним и националним научним скуповима. Такође се очекује да ће радови кандидата изазвати интересовање и шире јавности и покренути научну и стручну дискусију у области којом се ово истраживање бави.

ЗАКЉУЧАК КОМИСИЈЕ

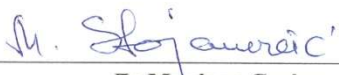
Комисија је једногласна у оцени да докторска дисертација кандидата Мирка Грубишића под насловом "Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама" испуњава све прописане формалне и суштинске услове за јавну одбрану.

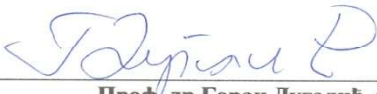
ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ


На основу претходне анализе резултата, доприноса, учињених констатација као и изложене оцене и закључака о докторској дисертацији, Комисија предлаже Наставно-научном већу Агрономског факултета у Чачку Универзитета у Крагујевцу да **прихвати Извештај о оцени докторске дисертације кандидата Мирка Грубишића под насловом "Ефикасност зеолита и апатита у мобилности штетних тешких метала у земљиштима и биљкама"**, и да одобри њену јавну одбрану.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. 
Проф. др Милена Ђурић, председник,
редовни професор Агрономског факултета у Чачку,
Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област Физиологија биљака

2. 
Др Мирјана Стојановић, члан,
научни саветник Институт за технологију нуклеарних
и других минералних сировина, Београд,
научна област техничко-технолошке науке-наука о материјалима

3. 
Проф. др Горан Дугалић, члан
редовни професор Агрономског факултета у Чачку,
Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Педологија

4. 
Проф. др Александар Пауновић, члан
редовни професор Агрономског факултета у Чачку,
Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Ратарство и крмно биље

Чачак, 16.10.2017. године