

**Наставно-научном већу
Хемијског факултета
Универзитета у Београду**

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидаткиње **Иване Микавице**, мастер хемичара.

На редовној седници Наставно-научног већа Хемијског факултета Универзитета у Београду, одржаној 10. 11. 2022. године, изабрани смо у Комисију за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидаткиње Иване Микавице, мастер хемичара, под насловом:

„Ефекти микропластичних честица у земљишту на усвајање и акумулацију елемената у биљци *Capsella bursa pastoris* (L.) Medic.“

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографски подаци о кандидату

Ивана Микавица је рођена 17.03.1993. у Прибоју. Основну школу и гимназију – природно-математички смер завршила је као носилац дипломе „Вук Караџић“. Основне студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду, студијски програм дипломирани хемичар, уписала је школске 2012/2013. године. Дипломирала је 2016. године с просечном оценом 8,23 и оценом 10 на одбрани дипломског рада на тему „Одређивање садржаја метала у коштицама воћа“. По завршетку основних студија, школске 2016/2017. године уписала је мастер академске студије на студијском програму хемија, а исте завршила у марту 2018. године с просечном оценом 9,75 и оценом 10 на одбрани мастер рада под називом „Одређивање садржаја метала у орхидеји *Anacamptis morio* и могућност њене примене у фиторемедијацији“. Докторске студије уписала је школске 2019/2020. године под менторством проф. др. Јелене Мутић.

У периоду од децембра 2017. године до априла 2020. била је запослена у компанији „Trimo Group“ као процесни инжењер и лице одговорно за заштиту животне средине. У новембру 2018. године стекла је лиценцу саветника за хемикалије, а у октобру 2019. сертификат за управљање опасним отпадом. Од априла 2020. запослена је у Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина, као истраживач приправник.

Б. Објављени научни радови и саопштења

У оквиру досадашњег научно - истраживачког рада Ивана Микавица публиковала је један рад у истакнутом међународном часопису (M22), један рад у националном часопису међународног значаја (M24), два саопштења на међународним научним

скуповима штампана у целини (М33), шест саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (М34) и два саопштења на националним научним скуповима штампана у целини (М63).

Библиографија кандидата категорисана према критеријумима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије:

Радови објављени у истакнутим међународним часописима М22

1. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Djordjević, V., Rakić, T., Gajić, G., Mutić, J. (2022): Concentration and mobility of trace elements (Li, Ba, Sr, Ag, Hg, B) and macronutrients (Ca, Mg, K) in soil-orchid system on different bedrock types. Environmental Science and Pollution Research <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22110-z>

Радови објављени у националним часописима међународног значаја М24

1. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Djordjević, V., Gajić, G., Mutić, J. (2020): Orchid species *Anacamptis morio* as a potential bioremediator of As, Cd and Pb, Journal of Applied Engineering Science, 18(3), pp 413-421. <https://doi.org/10.5937/jaes18-26895>

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (М33)

1. **Mikavica, I.**, Šoštarić, T., Antanasković, A., Randelović, D., Petrović, J., Jovanović, G., Lopičić, Z. (2021): Invasive *Acer negundo* L. biomass as lead sorbent from aqueous solution, Proceedings of VII International Congress “Engineering, Environment and Materials in Process Industry“, March 17 - 19, Jahorina, pp 268-275. UDK 620.952:634.25. <https://doi.org/10.7251/EEMEN2101276A>
2. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Stojanović, J., Mutić J. (2022): Microplastic occurrence in urban and suburban soils of Bor, Eastern Serbia, In: Šerbula, S. (ed.) Proceedings [Elektronski izvor] / 29th International Conference Ecological Truth and Environmental Research - EcoTER'22, June 21–24 2022, University of Belgrade - Technical Faculty Bor, Soko Spa, Serbia, pp 319–324. ISBN 978-86-6305-123-2.

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (М34)

1. **Mikavica, I.**, Šoštarić, T., Antanasković, A., Randelović, D., Petrović, J., Jovanović, G., Lopičić, Z. (2021): Invasive *Acer negundo* L. biomass as lead sorbent from aqueous solution, VII International Congress "Engineering, Environment and Materials Process Industry" 2021, Abstract Proceedings, p.276, ISBN 978-99955-81-40-4, March 17-19, 2021, Jahorina
2. **Mikavica, I.**, Šoštarić, T., Antanasković, A., Randelović, D., Petrović, J., Jovanović, G., Lopičić, Z. (2021): Lead sorption from wastewaters by invasive *Acer negundo* L. biomass, CNN Tech International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies 2021, Book of abstracts, p.97, ISBN 978-86-6060-077-8, 29 June - 02 July 2021, Zlatibor

3. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Mutić J. (2021): Application of medicinal plants in phytoremediation technologies. 7th International Student Conference on Technical Sciences 2021, November 29–30 2021, Bor, Book of abstracts, p.24. ISBN 978-86-6305-120-1
4. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Djordjević, V., Gajić, G., Mutić J. (2020): Orchid species *Anacamptis morio* as a potential bioremediator of As, Cd and Pb. Young Researches Conference 2020, YOURS 2020, September 28 2020, Belgrade, Abstract proceedings, p 21. ISBN 978-86-84231-50-7
5. **Mikavica, I.**, Ilić, M., Randelović, D., Đurđić, S., Mutić, J. (2022): Essential and toxic elements content in the medicinal plant *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. and its extracts. 58th Meeting of the Serbian Chemical Society, June 9–10 2022, Belgrade, Book of abstract, p. 54. ISBN 978-86-7132-079-5
6. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Mutić, J. (2022): Different approaches to microplastic extraction from soils. Young Researches Conference 2022, YOURS 2022, May 25 2022, Belgrade, Abstract proceedings, ISBN 978-86-84231-50-7

Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини (M63)

1. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Janošević, A., Mutić, J. (2021): Efficiency of water pollution treatment by various adsorption methods - a review, International conference "Vodovod i kanalizacija '21", Proceedings, Savez inženjera i tehničara Srbije, October 1215, Vrnjačka Banja, p. 263-269.
2. **Mikavica, I.**, Randelović, D., Stojanović, J., Mutić, J. (2022): Zagađenje zemljišta mikroplastikom u području Zasavice, Zbornik radova sa Simpozijuma „Zemljište u doba precizne poljoprivrede i informacionih tehnologija”, 16-17. jun 2022., Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, 8-14, ISBN: 978-86-7520-556-2

1. Научна област: Аналитичка хемија

2. Предмет рада

Предмет истраживања ове докторске дисертације обухватаће одређивање садржаја микропластике у земљишту и процену утицаја микропластике на биодоступност макроелемената и микроелемената у систему земљиште-лековита биљка *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. Планирана је оптимизација и примена методе изоловања микропластике из узорака земљишта, праћена карактеризацијом и квантификацијом изолованих честица. Такође, циљ је одређивање псеудоукупног садржаја 14 елемената у земљишту као и дефинисање њихових фракција у земљишту. Садржај истих елемената ће се одређивати у подземном и надземном делу биљке. Један део истраживања би обухватао рад са узорцима земљишта и биљног материјала прикупљених са различитих локалитета у Србији, док би се други део истраживања спроведио у лабораторијски контролисаним условима. Планирано је гајење биљке из семена при изложености различитим концентрацијама честица микропластике и метала у земљишту.

Циљ овог истраживања је утврђивање корелација између садржаја и типа микропластике и физичко-хемијских карактеристика земљишта, као и потенцијалних промена које у биљци могу настати под утицајем изложености повећаним концентрацијама како микропластике тако и одређених метала у супстрату.

Узорци земљишта и биљни материјал би се сакупили са локалитета који се налазе под интензивним антропогеним утицајем. Одабрана подручја узорковања налазила би се у оквиру четири града у Србији: Београд, Сремска Митровица, Вршац и Бор, при чему би се материјал сакупљао унутар три зоне које се налазе под антропогеним утицајем различитог интензитета: центар града, урбани део ван центра и субурбани део града. Семена биљне врсте предвиђене за гајење у контролисаним условима била би прикупљена на територији Кошутњака у Београду, који се сматра простором са смањеним антропогеним утицајем у односу на околину.

3. Научни циљ истраживања

У оквиру овог истраживања планирана је анализа садржаја микропластике и одабраних макро- и микроелемената у узорцима земљишта, као и одређивање садржаја истих елемената у биљци и примена математичких модела у анализи добијених резултата.

Научни циљеви ове докторске дисертације обухватаће:

- Развој и оптимизацију методе за екстракцију микропластике из земљишта у складу са садржајем органске материје, у циљу постизања поуздане и тачне квантификације
- одређивање садржаја и дистрибуције укупно 14 макро- и микроелемената (Ca, Na, K, Mg, P, Cu, Mn, Ni, Zn, Fe, As, Co, Pb и Cd) у земљишту
- Испитивање корелација између садржаја изоловане микропластике у земљишту са једне стране и физичко-хемијских карактеристика земљишта, псеудоукупног и биодоступног садржаја елемената са друге стране
- Одређивање садржаја укупно 14 елемената (Ca, Na, K, Mg, P, Cu, Mn, Ni, Zn, Fe, As, Co, Pb и Cd) у надземном и подземном делу лековите биљке *C. bursa-pastoris*, и одређивање њихове мобилности кроз вредности биоконцентрационих и транслокационих фактора
- Гајење биљака у лабораторијски контролисаним условима при изложености различитим садржајима микропластике и метала ради анализе усвајања елемената од стране биљке под утицајем повећаног садржаја микропластике у земљишту.
- Анализу поменутих параметара применом мултиваријантних хеометријских метода за обраду података.

4. Методе истраживања

За предложена истраживања узорци ће бити прикупљени на територији 4 града у Србији: Београд, Сремска Митровица, Вршац и Бор, у оквиру којих ће бити изабране 3 подлокације, изложене различитом степеном антропогеног утицаја. Имајући у виду да *C. bursa-pastoris* расте у периоду од априла до октобра, биљни материјал ће бити прикупљен током јуна када је биљка у најоптималнијој фенолошкој фази за потребе анализа. Заједно

са биљком биће узоркован и површински слој земљишта (0 - 20 cm) из ризосфере. Семена ове биљке предвиђена за гајење у контролисаним условима биће прикупљена током лета на територији Кошутњака у Београду.

У оквиру ове докторске дисертације биће коришћени следећи експериментални поступци, методе и технике:

- За изоловање микропластике из земљишта биће примењена метода екстракције на бази градијента густине уз употребу засићеног раствора соли. Метода ће бити оптимизирана са растворима соли који се најчешће наводе у литератури (NaCl, NaBr, NaI, ZnCl₂ и сл.) и којима је могуће постићи различите густине раствора у опсегу од 1,2 до 1,8 g/cm³. Додатни корак оптимизације методе је уклањање органске материје из земљишта помоћу оксидационих средстава (H₂O₂, NaClO и сл.)
- Квантификација изолованих честица микропластике ће бити вршена уз употребу поларизационог микроскопа, а утицај оксидационих реагенаса на структуру пластичних полимера биће посматран помоћу скенирајућег електронског микроскопа (SEM).
- Карактеризација изолованих честица микропластике биће вршена помоћу Фуријерове трансформационе инфрацрвене спектроскопије (FTIR).
- Узорци земљишта са различитих локалитета биће подвргнути четворостепеној секвенцијалној екстракцији (BCR). Овом екстракционом процедуром ће се одредити расподела елемената у различитим фракцијама земљишта: лако измењивој, редукованој, органској и резидуалној. Осим тога, одредиће се и псеудоукупна концентрација елемената у земљишту након разарања царском водом.
- У узорцима земљишта биће одређени следећи физичко-хемијски параметри: активна, потенцијална и хидролитичка рН вредност земљишног раствора, садржај органске материје, оксидо-редукциони потенцијал и текстура земљишта – садржај песка, глине и праха, као и одређивање својстава адсорптивног комплекса земљишта (сума адсорбованих базних катјона, капацитет катјонске измене и одређивање степена засићености земљишта базама).
- Биолошки материјал, тј. подземни и надземни делови биљке *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. ће се припремити за одређивање садржаја свих тестираних елемената киселинском дигестијом под повишеном температуром и притиском.
- Индуковано спрегнута плазма са оптичко-емисионом спектроскопијом (ICP-OES) ће се користити за одређивање садржаја макроелемената (Ca, Na, K, Mg, P) у свим фазама екстракције земљишта, као и у надземном и подземном делу биљке.
- Индуковано спрегнута плазма са масеном спектрометријом (ICP-MS) ће се користити за одређивање садржаја микроелемената (As, Cd, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Fe) у надземном и подземном делу биљке.
- Добијени резултати биће обрађени уни- и мултиваријантним хеометријским методама за обраду резултата (дескриптивни статистички параметри, Колмогоров-Смирновљев тест, Ман-Витни U тест, Крускал Валис, и други).
- Подаци који се односе на садржај макро- и микроелемената у подземним и надземним деловима биљке *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., као и одговарајућим

узорцима земљишта, ће бити обрађени применом униваријантних и мултиваријантних статистичких метода попут анализе главних компонената (*Principal component analysis, PCA*), кластерске анализе (*Cluster Analysis, CA*) и дискриминантне анализе методом делимичних-најмањих квадрата (*Partial least square – discriminant analysis, PLS-DA*). Поменуто методе биће коришћене за добијање модела који би на најбољи начин указао на апсорпцију елемената из земљишта, као и њихову дистрибуцију у биљци. Коефицијент корелације ће бити одређен са циљем утврђивања зависности између садржаја елемената и садржаја микропластике у земљишту са различитих локалитета.

5. Актуелност проблематике

Пластика представља опасност модерног доба, чија свеprisутност је довела до значајног интересовања, како научне заједнице, тако и медија, регулаторних органа и шире јавности. Захваљујући њеној постојаности и издржљивости, период задржавања пластике у животној средини је неодређен. Након доспевања у животну средину, пластика подлеже деградационим хемијским процесима (корозија, изложеност високим температурама, фотооксидација), процесима механичке природе (рад таласа, абразија, ерозија) и биодеградацији (активност микроба), што доводи до фрагментисања у честице микропластике¹. Настала као продукт разградње пластике у честице мање од 5 mm, микропластика је до данас пронађена у најудаљенијим подручјима на планети, људским органима и крви, и у свим компонентама екосистема¹. У зависности од степена деградације, микропластика се може пронаћи како у воденим, тако и у копненим срединама и живим организмима. Највећи број студија објављених на ову тему бавио се воденим срединама, док је знатно мањи број истраживања спроведен на земљишту као једној од примарних области депоновања микропластике.

Појава микропластике у земљишту води порекло из различитих извора, као што су хабање гума, чврсти комунални отпад, постројења за пречишћавање отпадних вода, додаци за земљиште (ђубрива и компост), и пластичне фолије које се користе у пластеницима². До сада је потврђено присуство микропластике у плавним подручјима, пољопривредним, индустријским земљиштима, шумским зонама, и приобалној зони³. Честице микропластике имају потенцијал миграције кроз земљишни профил, дистрибуирајући се у дубље слојеве земљишта, где је даља деградација минимална⁴. Транспорт микропластике кроз земљишни систем може довести до уноса честица у живи свет у земљишту, изазивајући тешке биохемијске последице. Поред тога, могућа је и миграција честица у подземне воде, као и измене физичко-хемијских карактеристика земљишта (променагустине, стабилности структурних агрегата, запремине микропора и повећање брзине испаравања и исушивања, смањење садржаја раствореног органског угљеника и плодности)⁵.

Развијено је неколико метода за изоловање честица из земљишта, седимената и воде од којих се метода заснована на градијенту густине. Основни принцип методе базира се на разлици у густини честица микропластике и осталих компоненти узорка у засићеном раствору соли; честице микропластике имају опсег густина 0,85 – 2,30 g/cm³, те као лакше испливавају на површину, док се компоненте узорка попут песка задржавају на дну⁴. Како земљиште представља комплексан матрикс сачињен од органских и неорганских супстанци, успостављање стандардне методе за изоловање микропластике представља изазов који још увек није превазиђен. С тим у вези, један од почетних циљева ове

докторске дисертације биће оптимизација методе изоловања микропластике из узорака земљишта са различитим садржајем органске материје.

У оквиру досадашњих студија установљено је да присуство микропластике има утицај на биодоступност метала у земљишту⁶. Захваљујући великој специфичној површини насталој постепеном фрагментацијом, честице микропластике поседују висок адсорпциони капацитет, те на површини микропластике могу бити адсорбоване органске загађујуће супстанце и метали, што доводи до синергетског ефекта микропластике са другим полутантима, увећавајући њихову токсичност⁶.

Изложеност микропластици у земљишту утиче на раст, репродукцију и диверзитет земљишних организама⁷. У складу с тим, утврђен је и негативан ефекат микропластике на биомасу, фотосинтетичку активност, садржај хлорофила, дужину корена и изданака биљке кроз апопластичне и симпластичне путеве⁸. Микропластика може утицати и индиректно на раст биљке, мењајући садржај нутријената у земљишту, као и микробијалну структуру⁸.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. је биљка која припада породици Brassicaceae и распрострањена је широм Европе, Азије, Америке и афричких земаља⁹. Ова лековита биљка је прилагођена широком спектру услова станишта, како у руралним тако и урбаним подручјима, и у већини крајева света се сматра коровом. У народу је позната под називом русомача, а од целе биљке или њеног надземног дела се традиционално припремају чајеви и екстракти. Коришћена је вековима уназад као кинески народни лек за лечење катаракте, хипертензије, спољашњих и унутрашњих крварења, снижавања повишене телесне температуре, а поседује и антиинфламаторно, антибактеријско и антиканцерогено дејство. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. садржи бројне биолошки активне компоненте, укључујући феноле, фитостероле, флавоноиде, а осим огромног фармаколошког потенцијала, ова биљка је и богат извор хранљивих материја¹⁰.

Истраживање у оквиру ове докторске дисертације ће допринети развоју методе за изоловање микропластике из комплексних узорака земљишта и пружити нове податке о постојању утицаја овог полутанта на концентрацију, биодоступност и мобилност метала у систему земљиште – лековита биљка *C. bursa-pastoris*. Планирани експерименти у контролисаним условима употпуниће истраживање промена усвајања и акумулирања метала од стране анализиране врсте индукованих присуством микропластике у земљишту.

6. Очекивани резултати

Кандидат Ивана Микавица ће у овом раду:

- оптимизовати методу за екстракцију микропластике из узорака земљишта у зависности од садржаја органске материје.
- урадити квантификацију и карактеризацију изоловане микропластике из узорака земљишта.
- одредити садржај макро- и микроелемената у узорцима земљишта.
- одредити и дефинисати расподелу елемената по земљишним фракцијама и на тај начин утврдити њихову биодоступност биљци.
- одредити садржај елемената у подземним и надземним деловима биљке *C. bursa-pastoris*.

- израчунати био-концентрационе факторе за сваки испитивани елемент у систему подземни део биљке/земљиште и транслокационе факторе за сваки испитивани елемент у систему подземни/надземни део за процену степена акумулације и транслокације.
- израчунати факторе за процену степена загађености и здравствених импликација испитиваних елемената.
- применом статистичких метода попут анализе главних компонената, кластерске анализе и дискриминантне анализе методом делимичних-најмањих квадрата доћи до модела који би на најбољи начин указао на акумулацију елемената из земљишта, као и њихову дистрибуцију у биљци.
- одредити корелационе коефицијенте између садржаја елемената у земљишту и биљци и честица микропластике.
- гајити биљке у лабораторијским условима са различитим концентрацијама одређених метала и микропластичних честица ради процене утицаја микропластике на дистрибуцију елемената у земљишту и њихову приступачност, а самим тим и на усвајање истих од стране биљке.

Потпуна карактеризација изолованих микропластичних честица (број честица, величина и тип микропластике) пружиће увид у степен загађености урбаних земљишта у Србији овим полутантима. Одређивањем укупног садржаја елемената као и садржаја по земљишним фракцијама процениће се утицај микропластике на мобилност елемената у земљишту. Подаци о садржају елемената у надземном и подземном делу анализираних биљних врсте указаће на њен капацитет за акумулацију и транслокацију усвојених елемената, како у реалним условима, тако и у контролисаним. Резултати добијени у лабораторијским условима омогућиће процену утицаја микропластике на дистрибуцију елемената у земљишту и њихову приступачност, а самим тим и на усвајање истих од стране биљке.

7. Референце коришћене у Извештају

1. Lwanga, E. H., Beriot, N., Corradini, F., Silva, V., Yang, X., Baartman, J., Rezaei, M., van Schaik, L., Riksen, M., Geissen, V. (2022): Review of microplastic sources, transport pathways and correlations with other soil stressors: a journey from agricultural sites into the environment, *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9, 20. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00278-9>
2. Dissanayake, P:D., Kim, S., Sarkar, B., Oleszczuk, P., Kyung Sang, M., Niamul Haque, M., Hyung Ahn, J., Bank, M., Sik Ok, Y. (2022): Effects of microplastics on the terrestrial environment: A critical review, *Environmental Research*, 209, 112734. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112734>
3. Mbachu, O., Jenkins, G., Kaparaju, P., Pratt, C. (2021): The rise of artificial soil carbon inputs: Reviewing microplastic pollution effects in the soil environment, *Science of The Total Environment*, 780, 146569. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146569>

4. Li, J, Song, Y, Cai, Y. (2020): Focus topics on microplastics in soil: Analytical methods, occurrence, transport, and ecological risks, *Environmental Pollution*, 257, 113570. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113570>
5. Ram Gurjar, U., Martin Xavier, K.A., Prakash Shukla, S., Kumar Jaiswar, A., Deshmukhe, G., Bhusan Nayak, B. (2022) Microplastic pollution in coastal ecosystem off Mumbai coast, India, *Chemosphere*, 288, 132484. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132484>
6. Yu, H., Hou, Y., Dang, Q., Cui, D., Xi, B., Tan, W. (2020): Decrease in bioavailability of soil heavy metals caused by the presence of microplastics varies across aggregate levels, *Journal of Hazardous Materials* 395, 122690. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122690>
7. Riling, M.C., Ziersch, L., Hempel, S. (2017): Microplastic transport in soil by earthworms, *Scientific Reports*, 7, 1362. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01594-7>
8. Qiu, Y., Zhou, S., Zhang, C., Zhou, Y., Qin, W. (2022): Soil microplastic characteristics and the effects on soil properties and biota: A systematic review and meta-analysis, *Environmental Pollution*, 120183. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120183>
9. Xie, L., Xu, X., Wu, X., Wang, M., Gao, C., Wang, D., Ren, S., Pan, Y., Liu, X. (2022): *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. extract alleviate cataract development by regulating the mitochondrial apoptotic pathway of the lens epithelial cells, *Journal of Ethnopharmacology*, 284, 114783. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114783>
10. Dar, M., Ahad, P. Masoodi, M., Rasool Mir, S., Akbar, S. (2022): Lady's Purse (*Capsella bursa-pastoris* L.): Current Perspective on Its Ethnopharmacological, Therapeutic Potential, and Phytochemistry, in *Edible Plants in Health and Diseases*, pp 425-455. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4959-2_14

Г. Закључак

Предложена тема је веома актуелна с обзиром на то да има врло мало података о садржају и типу микропластике у земљиштима са подручја Србије. Значајни допринос би био остварен у погледу развоја аналитичке методе за изоловање и квантификацију микропластике из земљишта са различитим садржајем органске материје. Потпуна карактеризација изолованих микропластичних честица (број честица, величина и тип микропластике) пружио би увид у степен загађености урбаних земљишта у Србији овим полутантима. Предложена истраживања ће пружити информације о утицају микропластике из земљишта на приступачност макро- и микроелемената и њихово усвајање од стране лековите биљке *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.

У складу са Законом о високом образовању и Статутом Хемијског факултета Универзитета у Београду, сматрамо да кандидат испуњава све потребне услове за одобравање израде докторске дисертације. На основу свега изложеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Хемијског факултета Универзитета у Београду да прихвати предложену тему кандидаткиње Иване Микавице, мастер хемичара, и одобри израду докторске дисертације, под измењеним насловом: „Утицај микропластике у земљишту

на мобилност макроелеманата и микроелемената у систему земљиште – лековита биљка *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik“ као научно оправдане.

За менторе се предлажу др Јелена Мутић, редовни професор Хемијског факултета Универзитета у Београду, и др Драгана Ранђеловић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина (ИТНМС). Списак радова предложених ментора дат је у Прилогу.

У Београду, 28.11. 2022.

Комисија:

др Јелена Мутић, редовни професор
Универзитет у Београду-Хемијски факултет, ментор

др Драгана Ранђеловић, виши научни сарадник
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, ментор

др Драган Манојловић, редовни професор
Универзитет у Београду-Хемијски факултет, члан



др Ксенија Јаковљевић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за ботанику и ботаничка башта „Јевремовац“
Биолошки факултет, члан

ПРИЛОГ

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Јелена Мутић

Звање: редовни професор

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе:

1. Mutić, J., Jovanović, V., Jacxsens, L., Tondelair, J., Ristivojević, P., Djurdjić, S., Rajkovic, A., Ćirković Veličković, T. (2021): Chemical Content of Five Molluscan Bivalve Species Collected from South Korea: Multivariate Study and Safety Evaluation, *Foods*, 10(11):2690. <https://doi.org/10.3390/foods10112690>
2. Djurdjić, S., Stanković, V., Ražić, S., Mutić, J. (2021): Lead isotope ratios as tool for elucidation of chemical environment in a system of *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer - soil, *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07947-6>
3. Stefanović, V., Trifković, J., Djurdjić, S., Vukojević, V., Tešić, Ž., Mutić, J. (2016): Study of silver, selenium and arsenic concentration in wild edible mushroom *Macrolepiota procera*, benefit and health risk, *Environmental Science and Pollution Research*, 23, pp 22084–22098, <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6486-7>
4. Dramićanin, A., Andrić, F., Mutić, J., Stanković, V., Momirović, N., Milojković-Opsenica, D. (2021): Content and distribution of major and trace elements as a tool to assess the genotypes, harvesting time, and cultivation systems of potato, *Food Chemistry*, 354(9):129507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129507>
5. Dolijanović, Ž., Roljević, S., Dragičević, V., Mutić, J., Šeremešić, S., Jovanović, Z. Popović-Djordjević, JB, (2022): Mineral Composition of Soil and the Wheat Grain in Intensive and Conservation Cropping Systems, *Agronomy*, 12(6):1321. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061321>

ПРИЛОГ

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Драгана Ранђеловић

Звање: виши научни сарадник

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе:

1. Ranđelović, D., Gajić, G., Mutić, J., Pavlović, P., Mihailović, N., Jovanović, S. (2016): Ecological potential of *Epilobium dodonaei* Vill. for restoration of metalliferous mine wastes, Ecological Engineering, 95, pp 800-810. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.07.015>
2. Ranđelović, D., Jakovljević, K., Mihailović, N., Jovanović, S. (2018): Metal accumulation in populations of *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth from diverse anthropogenically degraded sites (SE Europe, Serbia), Environmental Monitoring and Assessment, 190(4):183. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6514-9>
3. Ranđelović, D., Jakovljević, K., Mišljenović, T., Savović, J., Kuzmanović, M., Mihailović, N., Jovanović, S. (2020): Accumulation of Potentially Toxic Elements in Invasive *Ambrosia artemisiifolia* on Sites with Different Levels of Anthropogenic Pollution, Water Air and Soil Pollution, 231(6). <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04655-2>
4. Ranđelović, D., Mihailović, N., Jovanović, S. (2019): Potential of *Equisetum ramosissimum* Desf. for remediation of antimony flotation tailings: a case study, International Journal of Phytoremediation, 21(91):1-7. <https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1556590>
5. Štrbac, S., Ranđelović, D., Gajica, G., Hukić, E., Stojadinović, S., Veselinović, G., Orlić, J., Tognetti, R., Kašanin-Grubin, M. (2022): Spatial distribution and source identification of heavy metals in European mountain beech forests soils, Chemosphere, 309(1): 136662. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136662>