

Хемијски факултет  
Број захтева: 182/5  
датум: 9. 4. 2026. године

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
Веће научних области природних наука

## **ЗАХТЕВ**

### **за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора**

Молимо да, сходно члану 48. ст. 5. тач 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ број 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020 и 217/20), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

**„Развој, валидација и примена аналитичког протокола за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса“**

**НАУЧНА ОБЛАСТ: Хемија – Аналитичка хемија;**

**ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:**

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата:

**МИЛОШ (ДАЛИБОР) ИЛИЋ**

2. Предходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

**ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ БЕОГРАД; МАСТЕР ХЕМИЧАР;**

3. Година дипломирања: **2023.**

4. Година уписа на докторске студије: **2023.**

5. Назив студијског програма докторских студија: **ХЕМИЈА**

**ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:**

Име и презиме ментора: **ДР ЈЕЛЕНА МУТИЋ**

Звање: **РЕДОВНИ ПРОФЕСОР**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Mikavica I, Randelović D, Ilić M, Milojkov D, Jovanović A, Mišić M, et al. Environmental Impacts of Microplastics in Contaminated Soils: Potential Implications for Cu, Mn, and Sr Phytoremediation. *Metall Mater Data* 2025;3:75–8. <https://doi.org/10.30544/MMD63>
2. Mikavica I, Randelović D, Ilić M, Jakovljević K, Mišljenović T, Sokić M, et al. Polystyrene-nickel interactions in soil: Implications for metal mobility, plant uptake, and human health. *Journal of Hazardous Materials* 2025;500:140494. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.140494>
3. Mutić T, Mutić J, Ilić M, Jovanović V, Aćimović J, Andjelković B, et al. The Global Spread of Microplastics: Contamination in Mussels, Clams, and Crustaceans from World Markets. *Foods* 2024;13:3793. <https://doi.org/10.3390/foods13233793>
4. Mikavica I, Randelović D, Ilić M, Simić M, Petrović J, Koprivica M, et al. Health Risk Assessment and Accumulation of Potentially Toxic Elements in *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. *Processes* 2025;13:2222. <https://doi.org/10.3390/pr13072222>
5. Savić A, Mutić J, Lučić M, Onjia A. Dietary Intake of Minerals and Potential Human Exposure to Toxic Elements via Coffee Consumption. *Biol Trace Elem Res* 2025;203:1817–29. <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04315-0>

У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.).

Обавештавамо вас да је Наставно научно веће на седници одржаној **9. 4. 2026.** године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА

---

проф. др Горан Роглић

- Прилог: 1. Одлука о прихватању теме и одређивању ментора  
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације  
3. Електронска верзија

На основу члана 46. Статута Хемијског факултета и члана 23. Правилника о докторским академским студијама на Универзитету у Београду – Хемијском факултету, Наставно-научно веће Хемијског факултета је дана 9. 4. 2026. године донело следећу

## О Д Л У К У

### Члан 1.

Прихвата се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Милоша (Далибор) Илића**, мастер хемичара, под насловом:

**„Развој, валидација и примена аналитичког протокола за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса“**

### Члан 2.

Састав Комисије за подношење Извештаја о оцени научне заснованости теме: **др Јелена Мутић**, редовни професор Универзитета у Београду - Хемијског факултета, **др Тања Ћирковић-Величковић**, редовни професор Универзитета у Београду – Хемијског факултета, редовни члан САНУ, **др Драгана Станић-Вучинић**, научни саветник Универзитета у Београду – Хемијског факултета, **др Весна Станковић**, виши научни сарадник Универзитета у Београду – Института за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију.

### Члан 3.

За ментора се именује: **др Јелена Мутић**, редовни професор Универзитета у Београду - Хемијског факултета.

### Члан 4.

Одлука ступа на снагу даном доношења.

### Члан 5.

Одлуку, Извештај комисије и Захтев доставити надлежном органу Универзитета. Одлуку доставити члановима Комисије, докторанту и Архиви Факултета.

ДЕКАН ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА

---

проф. др Горан Роглић

Универзитет у Београду – Хемијски факултет  
Студентски трг 12-16  
11000 Београд, Србија  
Наставно-научном већу Хемијског факултета у Београду

**Предмет: Извештај о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Илић Милоша, мастер хемичара.**

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Хемијског факултета, одржаној 12. марта 2026. године, изабрани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Илић Милоша, мастер хемичара, студента докторских академских студија пријављене под насловом:

**„Развој, валидација и примена аналитичког протокола за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса“**

На основу поднете документације и досадашњег рада кандидата, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **А. Биографски подаци о кандидату**

Милош Д. Илић рођен је 21. септембра 1999. године у Смедереву, Република Србија. Основну школу „Иво Андрић” завршио је у Радинцу, а Текстилно-технолошку и пољопривредну школу „Деспот Ђурађ” у Смедереву, смер техничар за заштиту животне средине, са одличним успехом и одликовањем за бављење истраживачким радом. Током школовања похађао је интердисциплинарни и хемијски семинар у Истраживачкој станици Петница.

Основне академске студије на студијском програму Хемија на Хемијском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2018/2019. године, а дипломирао 2022. године одбраном завршног рада под називом „Садржај есенцијалних и токсичних елемената у лековитој биљци *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.” на Катедри за аналитичку хемију, чиме је стекао звање дипломирани хемичар. Основне студије завршио је са просечном оценом 8,86 и оценом 10 на завршном раду.

Мастер академске студије на истом студијском програму уписао је школске 2022/2023. године, а завршио 2023. године одбраном мастер рада под називом „Валидација методе за изоловање микропластичних честица из ткива морских плодова” на Катедри за аналитичку хемију, чиме је стекао звање мастер хемичар. Мастер студије завршио је са просечном оценом 10 и оценом 10 на мастер раду.

Докторске академске студије на студијском програму Хемија на Хемијском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2023/2024. године на Катедри за аналитичку хемију, под менторством редовног професора др Јелене Мутић.

Кандидат је био ангажован као сарадник у извођењу лабораторијских вежби на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, при Катедри за хемију и биохемију, на предметима: Аналитичка хемија (студијски програм Прехрамбена технологија, школске 2022/2023., 2023/2024. и 2025/2026. године), Општа хемија (студијски програм Прехрамбена технологија, школске 2023/2024. и 2024/2025. године) и Општа и неорганска хемија (студијски програм Фитомедицина, школске 2025/2026. године).

У периоду од 2023. до 2025. године учествовао је у реализацији међународног пројекта Horizon 2020 (број пројекта 965173) „An Innovative Analytical Platform to Investigate the Effect and Toxicity of Micro and Nano Plastics Combined with Environmental Contaminants on the Risk of Allergic Disease in Preclinical and Clinical Studies (IMPTOX)”.

Током мастер и докторских студија активно је учествовао на научним скуповима у земљи и иностранству. У оквиру COST Action програма боравио је у Бечу (2024) на летњој школи „M3 Plastics – Measuring, Monitoring, Modelling of Plastics in Flowing Waters” и у Брешу (2025) на летњој школи „Chemometrics for Microplastics Detection and Monitoring”.

Коаутор је четири научна рада у међународним часописима (M21a+ – 1; M21a – 1; M21 – 1; M22 – 1) и једног рада у водећем националном часопису (M51 – 1). Аутор је и коаутор 18 саопштења на међународним и националним научним скуповима (M34 – 12; M64 – 6). Члан је Српског хемијског друштва и Извршног одбора Клуба младих хемичара.

## **Б. Објављени научни радови и саопштења**

**Илић Милош** је коаутор четири научна рада публикована у међународним часописима са SCI листе (један рад категорије M21a+, један рад категорије M21a, један рад категорије M21 и један рад категорије M22), једног научног рада публикованог у водећем националном часопису (M51), дванаест саопштења на скуповима од међународног значаја штампаних у изводу (M34) и шест саопштења на скуповима од националног значаја штампаних у изводу (M64).

### **M21a+ – Рад објављен у међународном часопису изузетних вредности**

Mikavica, I., Ranđelović, D., **Илић, М.**, Jakovljević, K., Mišljenović, T., Sokić, M., & Mutić, J. (2025). *Polystyrene–nickel interactions in soil: Implications for metal mobility, plant uptake, and human health*. **Journal of Hazardous Materials**, **500**, 140494. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.140494>

### **M21a – Рад објављен у међународном часопису изузетних вредности**

Mikavica, I., Ranđelović, D., **Илић, М.**, Obradović, M., Stojanović, J., & Mutić, J. (2024). *Distribution of microplastics in (sub)urban soils of Serbia and Cd, As, and Pb uptake by *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.* **Chemosphere**, **363**, 142891. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142891>

### **M21 – Рад објављен у врхунском међународном часопису**

Mutić, T., Mutić, J., **Илић, М.**, Jovanović, V., Aćimović, J., Anđelković, B., Stanić-Vučinić, D., Krishna de Guzman, M., Anđelković, M., Turkalj, M., & Ćirković Veličković, T. (2024). *The global spread of microplastics: Contamination in mussels, clams, and crustaceans from world markets*. **Foods**, **13**(23), 3793. <https://doi.org/10.3390/foods13233793>

### **M22 – Рад објављен у истакнутом међународном часопису**

Mikavica, I. D., Ranđelović, D., **Илић, М.**, Simić, M., Petrović, J., Koprivica, M. R., & Mutić, J. (2025). *Health risk assessment and accumulation of potentially toxic elements in *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.* **Processes**, **13**(7), 2222. <https://doi.org/10.3390/pr13072222>

## M51 – Рад објављен у водећем националном часопису

Mikavica, I., Ranđelović, D., **Ilić, M.**, Milojkov, D., Jovanović, A., Mišić, M., & Mutić, J. (2025). *Environmental impacts of microplastics in contaminated soils: Potential implications for Cu, Mn, and Sr phytoremediation*. **Metallurgical and Materials Data**, 3(3), 75–78. <https://doi.org/10.30544/MMD63>

## Саопштења са међународног скупа штампана у изводу (M34)

1. **Ilić, M.**, Mutić, J., Aćimović, J., Anđelković, B. D., Stanković, D., Mutić, T., & Ćirković Veličković, T. (2023). *Sample preparation for isolation of microplastic particles from mussel samples*. XXII EuroFoodChem Conference, Book of Abstracts, 14–16 June 2023, Belgrade, Serbia. Serbian Chemical Society.
2. Mutić, T., Anđelković, B., **Ilić, M.**, Mutić, J., & Ćirković-Veličković, T. (2023). *Isolation of microplastic particles from samples from the marine ecosystem and characterization using  $\mu$ FTIR spectroscopy*. 9th Symposium “Chemistry and Environmental Protection – EnviroChem 2023” with International Participation, Book of Abstracts, 4–7 June 2023, Kladovo, Serbia. Serbian Chemical Society.
3. Mutić, T., Anđelković, B., Stanić-Vučinić, D., Turkalj, M., **Ilić, M.**, & Ćirković Veličković, T. (2023). *Chemical characterization and quantification of microplastics particles from mussel samples based on Micro-FTIR spectroscopy*. XXII EuroFoodChem Congress, Book of Abstracts, 14–16 June 2023, Belgrade, Serbia. Serbian Chemical Society.
4. Mutić, T., Stanić-Vučinić, D., Anđelković, B., Mutić, J., **Ilić, M.**, Anđelković, M., Krishna de Guzman, M., Turkalj, M., & Ćirković Veličković, T. (2024). *Comparative analysis of microplastic pollution in commercially relevant seafood across different geographical regions*. MICRO2024 – International Conference, September 23, 2024, Lanzarote, Canary Islands, Spain.
5. Mutić, J., Mikavica, I., Đurđić, S., **Ilić, M.**, & Stanković, V. (2024). *Effect of temperature on antimony leaching from PET and glass bottled water*. 6th International Environmental Chemistry Congress, 05–08 November 2024, Trabzon, Türkiye.
6. Mikavica, I., Ranđelović, D., **Ilić, M.**, & Mutić, J. (2024). *Human health risk assessment of PTEs in *Capsella bursa-pastoris* and its extracts*. 3rd International UNIfood Conference, Belgrade, Serbia. University of Belgrade, Faculty of Agriculture.
7. **Ilić, M.**, Mikavica, I., & Mutić, J. (2025). *Interactive effects of microplastics and toxic metals pollution in Serbian urban environments*. 3rd European Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food, Belgrade, Serbia. University of Belgrade, Faculty of Agriculture.

8. **Ilić, M.**, Mikavica, I., & Mutić, J. (2025). *Effect of packaging type on antimony leaching into bottled water*. 10th Symposium of Chemistry Students, Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Zagreb, 10–11 October 2025, Zagreb, Croatia.
9. Mikavica, I., **Ilić, M.**, Pantović Spajić, K., Jovanović, A., Milojkov, D., Dimitrijević, J., & Mutić, J. (2025). *Health risk assessment of As, Cd and Pb in infusions prepared from Capsella bursa-pastoris L. Medik.* 3rd European Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food, Belgrade, Serbia.
10. Mikavica, I., Ranđelović, D., **Ilić, M.**, Milojkov, D., Jovanović, A., Mišić, M., & Mutić, J. (2025). *Potential effects of environmental microplastics on phytoremediation of Cu, Mn and Sr from Serbian urban soils*. 6th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe.
11. **Ilić, M.**, Mikavica, I., & Mutić, J. (2025). *Evaluating the influence of temperature on metal concentrations in bottled water contained in PET packaging*. 3rd European Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food, Belgrade, Serbia.
12. Mikavica, I., Ranđelović, D., **Ilić, M.**, Petrović, J., Simić, M., Koprivica, M., & Mutić, J. (2025). *Potential effects of environmental microplastics on essential elements uptake by Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.* 3rd European Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food, Belgrade, Serbia.

#### **Саопштења са скупа националног значаја штампана у изводу (M64)**

1. Mikavica, I., **Ilić, M.**, Ranđelović, D., Đurđić, S., & Mutić, J. (2022). *Essential and toxic elements content in the medicinal plant Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. and its extracts*. 58th Meeting of the Serbian Chemical Society, Belgrade, Serbia. Serbian Chemical Society.
2. Mikavica, I., Ranđelović, D., **Ilić, M.**, Obradović, M., Stojanović, J., Mutić, J., Marković, S., Stojičić, A., & Dinić, I. (2023). *Microplastics in urban soils of Belgrade: Abundance and potential sources*. Twenty-First Young Researchers' Conference – Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia. Materials Research Society of Serbia.
3. **Ilić, M.**, Mikavica, I., Ranđelović, D., Mutić, J., Milovanović, J., Filipović, V., Selaković, Ž., Papović, S., Kesić, J., Kordić, B., Lazović, M., & Jakanovski, M. (2023). *Assessment of microplastics content in (sub)urban soils of Serbia and its correlation with Cd, As, and Pb mobility to the Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.* 9th Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade, Serbia. Serbian Chemical Society.

4. Mutić, T., **Ilić, M.**, Mutić, J., & Ćirković Veličković, T. (2023). *Occurrence of microplastics in Korean mussel (*Mytilus unguiculatus*) collected from local fish markets in South Korea and identification using micro-FTIR spectroscopy*. 9th Conference of Young Chemists of Serbia, University of Novi Sad – Faculty of Sciences, Serbia. Serbian Chemical Society.
5. **Ilić, M.**, Mikavica, I., Stanković, V., Mutić, J., Selaković, Ž., Simić, J., & Milošević, J. (2024). *Leaching of antimony from water bottle materials*. 10th Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade, Serbia. Serbian Chemical Society.
6. **Ilić, M. D.**, Mikavica, I. D., & Mutić, J. J. (2025). *Influence of pH on element leaching from plastic and glass bottles into water*. 11th Conference of Young Chemists of Serbia, 25 October 2025, University of Kragujevac – Faculty of Science, Serbia.

## **V. Образложење теме**

### **1. Научна област: Хемијске науке**

**Ужа научна област: Аналитичка хемија**

### **2. Предмет научног истраживања**

Предмет научног истраживања ове докторске дисертације је развој, оптимизација и валидација аналитичког протокола за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса.

Анализа микропластике у биолошким узорцима представља значајан аналитички изазов због сложеног састава ових узорака и високог садржаја органске материје, што захтева развој поузданих и селективних метода за изоловање микропластичних честица уз очување њиховог физичког и хемијског интегритета.

Истраживање би обухватало систематско испитивање и оптимизацију поступка дигестије узорака ради ефикасног уклањања органске материје уз очување интегритета микропластичних честица. Посебна пажња била би посвећена примени селективних хемијских претретмана за уклањање целулозне компоненте биолошког материјала, као и комбинацији хемијских, ензимских и оксидативних поступака дигестије са циљем унапређења ефикасности изоловања микропластичних честица из узорака људског фецеса.

Валидација предложене методе обухватала би процену ефикасности дигестије (степен уклањања органске материје), процену ефикасности опоравка микропластичних честица (recovery) применом микропластичних материјала познатих карактеристика, као и процену утицаја комплетног поступка дигестије на очуваност хемијске структуре и морфолошких карактеристика различитих полимерних материјала. Очуваност полимерне структуре микропластике процењивала би се применом микро-инфрацрвене спектроскопије са микро-Фуријевом трансформацијом ( $\mu$ -FTIR), као и одговарајућих микроскопских техника.

Развијени и валидирани протокол би био примењен на узорцима људског фецеса прикупљеним у клиничким условима у оквиру међународног пројекта IMPTOX, са различитих географских подручја Републике Хрватске (Загреб, Славонија и Далмација). У наведеним узорцима одређивало би се присуство, бројност и полимерни састав микропластичних честица.

Главни циљ овог истраживања био би развој поуздане и аналитички валидиране методе за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса, као и њена примена у анализи реалних хуманих узорака, што има значај за будућа истраживања изложености и биомониторинга микропластике.

Етички одбор Дечје болнице Сребрњак у Загребу (Република Хрватска) одобрио је спровођење научноистраживачког пројекта „EU H2020 IMPTOX – An innovative analytical platform to investigate the effect and toxicity of micro and nano plastics combined with environmental contaminants on the risk of allergic diseases in preclinical and clinical studies“, финансираног у оквиру програма Horizon 2020 (број пројекта 965173), одлуком од 19.10.2021. године (Класа: 100-02/21-01; Број: 04-930/3-21).

Етичка комисија за употребу хуманог биолошког материјала за истраживање Универзитета у Београду – Хемијског факултета донела је одлуку о одобрењу коришћења биолошког материјала фецеса у оквиру академске студије „Испитивање садржаја микропластике у узорцима столице дечје популације“, одлука број 1-10/23 од 11.10.2023. године.

Истраживање се спроводи у складу са одредбама Хелсиншке декларације, важећим законодавством Републике Хрватске и Републике Србије, као и Општом уредбом о заштити података (GDPR). Од свих испитаника, односно родитеља/старатеља малолетних испитаника, прибављен је информисани пристанак у складу са одобреним протоколом студије.

У прилогу Извештаја комисије о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Милоша Илића достављене су наведене етичке одлуке на увид.

### **3. Циљ научног истраживања**

У оквиру овог истраживања планира се развој, оптимизација и аналитичка валидација протокола за изоловање, идентификацију и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса, као погодног неинвазивног биолошког материјала за испитивање изложености људи микропластици.

Научни циљеви ове докторске дисертације обухватаће:

- Развој и оптимизацију поступка уклањања органске материје из узорака људског фецеса применом одговарајућих реагенаса и контролираних услова дигестије, ради ефикасног изоловања микропластичних честица уз очување интегритета полимера;
- Систематско испитивање и поређење различитих приступа претретмана и дигестије узорака, као и утврђивање оптималних услова протокола у циљу постизања високе ефикасности уклањања биолошког материјала и задовољавајућег степена опоравка (recovery) микропластичних честица;

- Валидацију аналитичког протокола применом микропластичних материјала познатих карактеристика, кроз процену ефикасности опоравка (recovery) и поновљивости аналитичког поступка;
- Карактеризацију изолованих честица у погледу полимерног типа, величине, морфологије и бројности применом инфрацрвене спектроскопије са микро-Фуријевом трансформацијом ( $\mu$ -FTIR);
- Примену развијеног протокола на реалне клиничке узорке људског фецеса прикупљене са различитих географских подручја Републике Хрватске, ради квантификације, полимерног састава величине и облика микропластичних честица;
- Испитивање корелација између броја и типа изолованих честица у односу на различито географско порекло, начин исхране и друго. Разлике испитаника допринеће бољем разумевању изложености људи микропластици;
- Процену потенцијала развијене методе за будућа истраживања изложености и биомониторинга микропластике.

Добијени резултати пружиће нове увиде у присуство и карактеристике микропластичних честица у узорцима људског фецеса и допринеће даљем развоју аналитичких метода за испитивање микропластике у комплексним биолошким узорцима, као и бољем разумевању изложености људи микропластици.

#### **4. Методе истраживања**

За предложена истраживања биће прикупљен велики број узорака фецеса у Дечјој болници Сребрњак у Загребу (Република Хрватска).

У оквиру развоја аналитичког протокола биће испитани различити приступи уклањању целулозом-богате органске матрице, укључујући примену реагенса за растварање целулозе, као и комбинације алкалне, ензимске, киселе и оксидативне дигестије.

Ефикасност уклањања органске материје процењиваће се на основу степена редукције биолошког материјала након примене различитих дигестионих услова, док ће се степен опоравка (recovery) микропластичних честица одређивати применом контролисаних експеримената са референтним полимерним материјалима познатог састава и величине.

За идентификацију и хемијску карактеризацију изолованих микропластичних честица користиће се инфрацрвена спектроскопија са Фуријевом трансформацијом куплована са микроскопом ( $\mu$ -FTIR), при чему ће услови снимања бити оптимизовани у циљу обезбеђивања поуздане идентификације полимера на основу спектралног поклапања са референтним библиотекама спектра.

Квантификација микропластичних честица изражаваће се као број честица по граму узорка (број честица/g), уз класификацију према типу полимера, величини и морфологији (фрагменти, влакна и сл.).

За додатну проверу облика и величине изолованих честица користиће се светлосни и поларизациони микроскопи.

За статистичку обраду и тумачење резултата примењиваће се дескриптивна статистика, једнофакторска анализа варијансе (ANOVA) са Tukey HSD post-hoc тестом, анализа резидуала, тест нормалности резидуала, тест хомоскедастичности, тест независности случајева и тестирање еквивалентности, у складу са карактеристикама добијених података.

## 5. Актуелност проблематике у свету

Микропластичне честице представљају један од најзначајнијих нових загађивача животне средине и предмет су интензивних научних истраживања у последњој деценији. Ове честице настају разградњом и фрагментацијом макропластике под утицајем природних и антропогених фактора [1].

Микропластичне честице су ушле у ланац исхране и детектоване су у различитим прехранбеним производима и морским организмима који се користе у људској исхрани [2]. Главни пут изложености људи микропластици је гутање, а њено присуство потврђено је и у људском организму, укључујући узорке фецеса [3,4].

Људски фецес представља погодан и неинвазиван узорак за процену изложености микропластици која се уноси храном. Међутим, анализа микропластике у оваквом биолошком материјалу представља значајан аналитички изазов услед сложеног састава и високог садржаја органске материје. Постојећи поступци изоловања микропластике из фецеса заснивају се на вишестепеним и често агресивним третманима [5,6], што може довести до физичких и хемијских промена полимерних честица.

С обзиром на то да целулоза представља значајну компоненту органске материје фецеса и показује отпорност на уобичајене поступке дигестије, развој селективнијег приступа њеном уклањању може представљати важан корак у унапређењу аналитичке поузданости. Растварање целулозе у одређеним алкалним системима показало је потенцијал за ефикасније уклањање органске материје из различитих биолошких материјала [7].

Швајцеров реагенс (Schweizer's reagent), који се састоји од бакар(II)-хидроксида у амонијачном раствору [8], већ је примењен у оквиру поступака припреме узорака за анализу микропластике у воденим системима [9], али његова примена у биолошким материјалима богатим целулозом није довољно испитана.

Имајући у виду наведене методолошке изазове, развој поузданих и селективних метода за изоловање микропластичних честица из сложених биолошких узорака представља значајан истраживачки изазов. У том контексту, ова докторска дисертација усмерена је на развој аналитичког приступа заснованог на селективном растварању целулозе у комбинацији са оптимизованим условима дигестије, који омогућава ефикасно уклањање органске материје уз очување интегритета микропластичних честица и њихову поуздану идентификацију применом  $\mu$ -FTIR спектроскопије.

## 6. Очекивани резултати

У предложеној дисертацији се очекује да ће бити развијен поуздан и аналитички валидиран протокол за изоловање, квантификацију и карактеризацију микропластичних честица из узорака људског фецеса, као комплексног биолошког материјала богатог органском материјом.

Очекује се да ће кандидат Милош Илић у оквиру овог рада оптимизовати поступке претретмана и дигестије узорака који омогућавају ефикасно уклањање органске материје уз очување хемијског и морфолошког интегритета микропластичних честица. Развијени протокол требало би да омогући висок степен уклањања биолошког материјала који омета анализу микропластике, уз минималан утицај на физичке и хемијске карактеристике полимерних честица.

Такође се очекује да ће предложени аналитички приступ омогућити поуздану идентификацију и карактеризацију полимерних честица применом инфрацрвене спектроскопије са Фуријевом трансформацијом ( $\mu$ -FTIR), као и њихову квантификацију у анализираним узорцима.

Применом развијеног протокола на велики број узорака фецеса прикупљених са различитих географских подручја очекује се добијање поузданих података о присуству, броју и полимерном типу изолованих микропластичних честица. Ти резултати би омогућили дефинисање потенцијалних извора контаминације микропластиком као и колики је степен изложености људи путем хране.

Резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације допринеће унапређењу аналитичких приступа за поуздано изоловање микропластике из комплексних биолошких материјала, као и поуздану карактеризацију и квантификацију честица. Још важније, резултати ове дисертације допринеће постављању научне основе за будућа истраживања биомониторинга и процене изложености људи микропластици.

## 7. Литература

- [1] Meng X, Yuan J, Huang Q, Liu R, Yang Y, Yang X, et al. A Review of Sources, Hazards, and Removal Methods of Microplastics in the Environment. *Water* 2025;17:102. <https://doi.org/10.3390/w17010102>
- [2] Di Fiore C, Carriera F, Russo MV, Avino P. Are Microplastics a Macro Issue? A Review on the Sources of Contamination, Analytical Challenges and Impact on Human Health of Microplastics in Food. *Foods* 2023;12:3915. <https://doi.org/10.3390/foods12213915>
- [3] Nawab A, Ahmad M, Khan MT, Nafees M, Khan I, Ihsanullah I. Human exposure to microplastics: A review on exposure routes and public health impacts. *Journal of Hazardous Materials Advances* 2024;16:100487. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100487>
- [4] Schwabl P, Köppel S, Königshofer P, Bucsics T, Trauner M, Reiberger T, et al. Detection of Various Microplastics in Human Stool: A Prospective Case Series. *Ann Intern Med* 2019;171:453–7. <https://doi.org/10.7326/M19-0618>
- [5] Hartmann C, Lomako I, Schachner C, El Said E, Abert J, Satrapa V, et al. Assessment of microplastics in human stool: A pilot study investigating the potential impact of diet-associated scenarios on oral microplastics exposure. *Science of The Total Environment* 2024;951:175825. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175825>
- [6] Yan Z, Zhao H, Zhao Y, Zhu Q, Qiao R, Ren H, et al. An efficient method for extracting microplastics from feces of different species. *Journal of Hazardous Materials* 2020;384:121489. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121489>
- [7] Olsen LMB, Knutsen H, Mahat S, Wade EJ, Arp HPH. Facilitating microplastic quantification through the introduction of a cellulose dissolution step prior to oxidation: Proof-of-concept and demonstration using diverse samples from the Inner Oslofjord, Norway. *Marine Environmental Research* 2020;161:105080. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105080>
- [8] Dias YJ, Kolbasov A, Sinha-Ray S, Pourdeyhimi B, Yarin AL. Theoretical and experimental study of dissolution mechanism of cellulose. *Journal of Molecular Liquids* 2020;312:113450. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113450>
- [9] Ochoa L, Chan J, Auguste C, Arbuckle-Keil G, Fahrenfeld NL. Stormwater runoff microplastics: Polymer types, particle size, and factors controlling loading rates. *Science of The Total Environment* 2024;929:172485. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172485>

### **Г. Закључак**

Предложена тема је научно заснована и актуелна у свету, а очекивани резултати би представљали значајан научни допринос у области аналитичке хемије.

У складу са Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду – Хемијског факултета, а имајући у виду наведено, сматрамо да кандидат Милош Илић, мастер хемичар, испуњава све потребне услове за одобравање израде докторске дисертације, те Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Хемијског факултета да кандидату Милошу Илићу, мастер хемичару, одобри израду докторске дисертације под предложеним насловом:

**„Развој, валидација и примена аналитичког протокола за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса“.**

Комисија за ментора предлаже др Јелену Мутић, редовног професора Универзитета у Београду – Хемијског факултета.

Списак радова предложеног ментора који квалификују ментора за вођење докторске дисертације дат је у **Прилогу 1** овог извештаја.

У Београду,  
24. 3. 2026.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

др Јелена Мутић, редовни професор,  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

---

др Тања Ћирковић Величковић, редовни професор,  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

---

др Драгана Станић-Вучинић, научни саветник,  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

---

др Весна Станковић, виши научни сарадник,  
Институт за хемију, технологију и  
металургију – Универзитет у Београду

## Прилог 1:

Списак радова предложеног ментора објављених у научним часописима са SCI листе који квалификују менторе за вођење докторске дисертације.

Име и презиме ментора: др Јелена Мутић

Звање: Редовни професор

Изабрани радови:

1. Mikavica I, Randelović D, Ilić M, Milojkov D, Jovanović A, Mišić M, et al. Environmental Impacts of Microplastics in Contaminated Soils: Potential Implications for Cu, Mn, and Sr Phytoremediation. *Metall Mater Data* 2025;3:75–8. <https://doi.org/10.30544/MMD63>
2. Mikavica I, Randelović D, Ilić M, Jakovljević K, Mišljenović T, Sokić M, et al. Polystyrene-nickel interactions in soil: Implications for metal mobility, plant uptake, and human health. *Journal of Hazardous Materials* 2025;500:140494. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.140494>
3. Mutić T, Mutić J, Ilić M, Jovanović V, Aćimović J, Andjelković B, et al. The Global Spread of Microplastics: Contamination in Mussels, Clams, and Crustaceans from World Markets. *Foods* 2024;13:3793. <https://doi.org/10.3390/foods13233793>
4. Mikavica I, Randelović D, Ilić M, Simić M, Petrović J, Koprivica M, et al. Health Risk Assessment and Accumulation of Potentially Toxic Elements in *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. *Processes* 2025;13:2222. <https://doi.org/10.3390/pr13072222>
5. Savić A, Mutić J, Lučić M, Onjia A. Dietary Intake of Minerals and Potential Human Exposure to Toxic Elements via Coffee Consumption. *Biol Trace Elem Res* 2025;203:1817–29. <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04315-0>

## ИЗЈАВА

Ја, Милош Илић, кандидат за израду докторске дисертације под насловом:

**„Развој, валидација и примена аналитичког протокола за изоловање и карактеризацију микропластичних честица у узорцима људског фецеса“**

изјављујем да следећи научни радови:

1. Mikavica I, Ranđelović D, Ilić M, Milojkov D, Jovanović A, Mišić M, et al. Environmental Impacts of Microplastics in Contaminated Soils: Potential Implications for Cu, Mn, and Sr Phytoremediation. *Metall Mater Data* 2025;3:75–8. <https://doi.org/10.30544/MMD63>
2. Mikavica I, Ranđelović D, Ilić M, Jakovljević K, Mišljenović T, Sokić M, et al. Polystyrene-nickel interactions in soil: Implications for metal mobility, plant uptake, and human health. *Journal of Hazardous Materials* 2025;500:140494. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.140494>
3. Mutić T, Mutić J, Ilić M, Jovanović V, Aćimović J, Andjelković B, et al. The Global Spread of Microplastics: Contamination in Mussels, Clams, and Crustaceans from World Markets. *Foods* 2024;13:3793. <https://doi.org/10.3390/foods13233793>
4. Mikavica I, Ranđelović D, Ilić M, Simić M, Petrović J, Koprivica M, et al. Health Risk Assessment and Accumulation of Potentially Toxic Elements in *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. *Processes* 2025;13:2222. <https://doi.org/10.3390/pr13072222>

који су наведени као референце од стране ментора, а на којима сам ја коаутор, неће бити коришћени као радови који су проистекли из моје докторске дисертације.

У Београду,

24. 3. 2026.

---

Милош Илић  
мастер хемичар  
студент докторских студија  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет



Dječja bolnica Srebrnjak  
Srebrnjak 100, Zagreb  
Tel: 01 6391 100  
Zagreb, 19.10.2021.  
KLASA: 100-02/21-01  
Ur.broj: 04-930/3-21

Članovi Etičkog povjerenstva su na 11. sjednici održanoj dana 19.10.2021. godine, s četiri (4) glasa ZA donijeli sljedeću

## ODLUKU

### Članak 1.

Odobrava se provođenje znanstveno istraživačkog projekta pod nazivom: EU H2020 ImpTox („An innovative analytical platform to investigate the effect and toxicity of micro and nano plastics combined with environmental contaminants on the risk of allergic diseases in preclinical and clinical studies“), voditelja projekta izv.prof.dr.sc. Mirjane Turkalj, dr.med..

### Članak 2.

Ova odluka stupa na snagu danom donošenja.

### Obrazloženje

Dr.sc. Ivana Banić, mag.mol.biol. predala je Etičkom povjerenstvu Dječje bolnice Srebrnjak dana 30.09.2021.g. Zamolbu za odobrenje znanstveno istraživačkog projekta pod nazivom EU H2020 ImpTox financiranog sredstvima Europske unije za istraživanje i inovacije u sklopu okvirnog programa Obzor 2020 (Horizon 2020), Grant agreement number: 965173. Cilj projekta je detaljnije istraživanje utjecaja mikro i nanoplastike iz okoliša, osobito u kombinaciji s drugim okolišnim onečišćivačima na ljudsko zdravlje s naglaskom na razvoj i kliničke manifestacije alergijske bolesti kod djece. Istraživanje će uključivati djecu dobi od 6 do 18 godina na nacionalnoj razini, u školama, kroz tri glavne geografske regije. Projekt je na sjednici Etičkog povjerenstva predstavio istraživač na projektu prof.dr.sc. Davor Plavec, dr.med. Članovi povjerenstva su sa 4 glasa ZA, odobrili provođenje istraživačkog projekta te je valjalo odlučiti kao u izreci Odluke.

Predsjednica Etičkog povjerenstvo  
doc.dr.sc. Helena Munić Škvorc, dr.med.

Doc.dr.sc. Helena Munić Škvorc, dr.med.  
specijalist pedijatar  
alergolog i kl. imunolog  
0785765

Dostaviti:

1. Podnositelju zamolbe
2. Arhiva





Универзитет у Београду  
ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ  
Бр. 11-10-2023 год.

Одлука број 1-10/23

**ЕТИЧКА КОМИСИЈА ЗА УПОТРЕБУ ХУМАНОГ БИОЛОШКОГ  
МАТЕРИЈАЛА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ**

Универзитет у Београду – Хемијски факултет

На online седници Етичке комисије за употребу хуманог биолошког материјала за истраживање, одржаној 10. октобра 2023. године, разматран је захтев академика др **Тање Ћирковић Величковић**, професора Хемијског факултета у Београду, о давању сагласности за употребу хуманог биолошког материјала у истраживачке сврхе, за потребе израде научно-истраживачке студије под називом: "**Испитивање садржаја микропластике у узорцима столица дечје популације**", које ће се спроводити под руководством др Тање Ћирковић Величковић на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

На основу анализе приспеле документације (Захтев за одобрење спровођења научно-истраживачке студије; Образац са подацима о одговорном истраживачу; Образац обавештења за испитаника и Образац за добијање писане сагласности за учешће у научно-истраживачкој студији; дозвола од стране Етичког одбора Дечје болнице Сребрњак, Загреб, Хрватска, бр. 04-930/3-21) и непосредног увида у стање, Етичка комисија Хемијског факултета донела је следећу

**ОДЛУКУ**

Одобрава се коришћење биолошког материјала столица узоркованог у Дечјој болници Сребрњак за академску студију: "**Испитивање садржаја микропластике у узорцима столица дечје популације**", чији је експериментални протокол у складу са прописаним етичким нормама.

Београд, 11.10.2023. године

Председник Етичке комисије:



Проф. др Наталија Половић