

Факултет Технолошко-металуршки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/281

(Број захтева)

13. 11. 2024.

(Датум)

Веће научних области природних наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовану комисије за одбрану

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

КАНДИДАТ Тамара (Томислав) Тадић

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму : **Хемија**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетитаиз научне области: **Хемијске науке**

Универзитет је дана 30.6.2022. својим актом под бр. 61206-2528/2-22 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита

Име и презиме ментора: др Антоније Оњиа, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Бојана Марковић, научни сарадник Универзитета у Београду, Института за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију .

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 28. 8. 2024.одлуком факултета под бр. 35/214 , у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Александра Перић-Грујић	редовни професор	Контрола квалитета	ТМФ
2.	Др Александар Маринковић	редовни професор	Органска хемија	ТМФ
3.	Др Марија Николић	ванредни професор	Хемија макромолекула	ТМФ
4.	Др Александра Настасовић	научни саветник	Хемија полимера	ИХТМ
5.	Др Милан Момчиловић	виши научни сарадник	Примењена хемија и хемија животне средине	Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 12. 9. 2024.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана 7. 11. 2024.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној **7. 11. 2024.**

одлуком факултета под бр. _____ 35/283 _____, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Александра Перић-Грујић	редовни професор	Контрола квалитета	ТМФ
2.	Др Александар Маринковић	редовни професор	Органска хемија	ТМФ
3.	Др Марија Николић	ванредни професор	Хемија макромолекула	ТМФ
4.	Др Александра Настасовић	научни саветник	Хемија полимера	ИХТМ
5.	Др Милан Момчиловић	виши научни сарадник	Примењена хемија и хемија животне средине	Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Студент је уписан на докторске студије школске 2019/2020. године.

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

др Мирјана Кијевчанин, редовни професор

- Прилози:
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовану Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДIⅤа

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 41. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 7.11.2024. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Александра Перић-Грујић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Александар Маринковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Марија Николић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Александра Настасовић, научни саветник, Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију и др Милан Момчиловић, виши научни сарадник Универзитета у Нишу, Природно-математички факултет о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метаакрилата и магнетита**“ коју је поднела **Тамара Тадић**, мастер инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области природних наука Универзитета у Београду. Веће научних области природних наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Тамаре Тадић, под називом „**Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метаакрилата и магнетита**“ Одлуком број: 61206-2528/2-22 од 30. 6. 2022. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21:

1.Tadić, T., Marković, B., Bulatović, S., Lukić, J., Radulović, J., Nastasović, A., Onjia, A: Greenness of dispersive microextraction using molecularly imprinted polymers, *Reviews in Analytical Chemistry*, vol. 43, no. 1, pp. 20230070, 2024 (**IF (2022)=4,9**) (ISSN 0793-0135).(DOI: <https://doi.org/10.1515/revac-2023-0070>)

Категорија M22:

1.Tadić, T., Marković, B., Radulović, J., Lukić, J., Suručić, L., Nastasović, A., Onjia, A: A core-shell amino-functionalized magnetic molecularly imprinted polymer based on glycidyl methacrylate for dispersive solid-phase microextraction of aniline, *Sustainability*, vol. 14, no. 15, pp. 9222., 2022 (**IF (2021)= 4,089**) (ISSN:2071-1050)(DOI: <https://doi.org/10.3390/su14159222>)

2.Tadic, T., T., Vukovic, Z., M., Pavlovic, V., Nastasovic, A., B., Onjia, A., E., Markovic, B., M.: Preparation of magnetic surface molecularly imprinting polymers based on glycidyl methacrylate as selective sorbents for aniline removal from aqueous medium, *Science of Sintering*, pp. 8–8, 2024 (**IF (2022)= 1,5**) (ISSN: 0350-820X). (DOI: <https://doi.org/10.2298/SOS240207008T>)

Одлуку доставити: Већу научних области природних наука Универзитета, менторима, Служби за наставно-студентске послове и Архиви факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ДУ

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 41. и 42. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 7. 11. 2024. године, донета је

О Д Л У К А

о именовану Комисије за одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације **Тамаре Тадић**, мастер инжењера технологије, са темом под називом „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“, у саставу:

1. Др Александра Перић-Грујић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
2. Др Александар Маринковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
3. Др Марија Николић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
4. Др Александра Настасовић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију,
5. Др Милан Момчиловић, виши научни сарадник Универзитета у Нишу, Природно-математички факултет.

Одлуку доставити: Одлуку доставити: члановима Комисије, Универзитету у Београду, Служби за наставно-студентске послове и Архиви Факултета.

ДЕКАНКА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије

Одлуком бр. 35/214 од 28. августа 2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије под насловом:

„Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Школске **2019/2020.** године кандидат Тамара Т. Тадић, мастер инжењер биотехнологије, уписала је докторске академске студије, на студијском програму Хемија, на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду.
- **18. априла 2022.** године кандидат Тамара Т. Тадић је предложила тему докторске дисертације под називом: „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“.
- **28. априла 2022.** године на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду донета је одлука (бр. 35/98) о именовању чланова Комисије за оцену подобности теме и кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом: „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“.
- **02. јуна 2022.** године на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитет у Београду, донета је одлука (бр. 35/139) о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације под називом: „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“, а за менторе ове докторске дисертације су именовани др Антоније Оњиа, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Бојана Марковић, научни сарадник

Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију.

- **30. јуна 2022.** године на седници Већа научних области Природних наука Универзитета у Београду, донета је одлука (бр. 61206-2528/2-22) о давању сагласности на одлуку Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета о прихватању теме докторске дисертације Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије, под називом: „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“ и одређивању др Антонија Оџие, редовног професора Универзитета у Београду, Технолошко-металуршког факултета и др Бојане Марковић, научног сарадника Универзитета у Београду, Института за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију за менторе.
- **28. августа 2024.** године на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду донета је одлука (бр. 35/214) о именовану чланова комисије за оцену докторске дисертације кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије, под називом „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Хемијске науке, ужа научна област Аналитичка хемија, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду. За менторе су одређени др Антоније Оџиа, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Бојана Марковић, научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију, који на основу досадашњег научно-истраживачког рада и броја објављених радова испуњавају све неопходне услове да руководе израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Тамара Т. Тадић, мастер инжењер биотехнологије, рођена је 20. новембра 1995. године у Ужицу, Република Србија. Основну школу „Стари град“ у Ужицу и „Ужичку гимназију“ у Ужицу завршила је са одличним успехом. Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, смер Биохемијско инжењерство и биотехнологија уписала је школске 2014/2015. године. Дипломирала је у септембру 2018. године, са просечном оценом 8,90 и оценом 10 на дипломском раду. Школске 2018/2019. године уписала је мастер академске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Биохемијско инжењерство и биотехнологија и завршила у року 2019. године са просечном оценом 9,00. Докторске академске студије је уписала школске 2019/2020. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемија. У оквиру докторских студија положила је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 9,91.

Од новембра 2019. године запослена је на Институту за хемију, технологију и металургију, Институту од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, Центар за хемију, Група за полимере. Била је ангажована на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом: "Нове технологије за мониторинг и заштиту животног окружења од штетних хемијских супстанци и радијационог оптерећења" (евиденциони број пројекта: ИИИ43009). Од септембра 2020. до марта 2022. била је ангажована на националном пројекту под називом: „Дезинфекционо

средство инкапсулирано у полимеру. Потенцијал за дезинфекцију широког спектра микроба и неких патогених врста коронавируса“ у оквиру програма „Доказ концепта“ Фонда за Иновациону делатност Републике Србије (бр. 5878), да би од јуна 2023. године, пројекат прешао у наредну фазу истраживања у оквиру програма „Трансфер Технологије“ Фонда за Иновациону делатност Републике Србије (бр. 1157), а Тамара Т. Тадић била ангажована као члан тима.

Из досадашњих истраживања публиковала је осам (8) научних радова у врхунским међународним часописима категорије M20, од чега два (2) рада у међународним часописима изузетних вредности категорије M21a, три (3) научна рада у врхунским међународним часописима категорије M21 и три (3) научна рада у истакнутим међународним часописима категорије M22, као и два (2) научна рада у часописима националног значаја (један (1) категорије M51 и један (1) категорије M52). Такође, Тамара Т. Тадић је аутор и коаутор двадесет шест (26) саопштења са међународних и националних скупова од чега десет (10) категорије M33, четири (4) категорије M34, једно (1) саопштење категорије M63 и једанаест (11) саопштења категорије M64.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Тамаре Т. Тадић под називом: „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“ написана је на 124 стране куцаног текста формата А4 (од којих је 110 страна нумерисано), прореда 1 и фонта Times New Roman (величина 12) и садржи 57 слика, 6 реакционих схема и 12 табела. Докторска дисертација обухвата следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултате и дискусију, Закључак и Литературу. Поред тога, на почетку докторске дисертације дати су Сажетак на српском и енглеском језику, Списак слика, Списак реакционих схема, Списак табела и Садржај. Такође, на крају дисертације дати су Биографија аутора, Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада, Изјава о коришћењу и Оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације. По својој структури и садржају, докторска дисертација кандидата Тамаре Т. Тадић задовољава прописане стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **Уводном делу** докторске дисертације дефинисани су предмет истраживања, наведени циљеви и очекивани резултати ове докторске дисертације. Образложен је проблем загађења животне средине отпадним водама контаминираним примарним ароматичним аминима (РАА). Укратко су приказане главне карактеристике РАА, њихова употреба, штетност по здравље људи, извори контаминације. Указано је на недостатке уобичајених инструменталних техника за одређивање РАА. Истакнуте су главни предности дисперзивне микроекстракције на чврстој фази (DSPME) као методе за припрему узорака и претконцентрисање циљних анализа пре њиховог мерења на инструменту. Осим тога, дате су главне карактеристике молекулско отиснутих полимера (MIP) као и њихове предности у односу на конвенционално коришћене сорбенте код DSPME.

У оквиру **Теоријског дела** обухваћен је преглед досадашње литературе која се са различитих аспеката бави истраживањем предмета и циљева ове докторске дисертације. **Теоријски део** састоји се из три целине. У првој целини *Микроекстракционе методе* дат је осврт на две категорије микроекстракционих метода (микроекстракцију у течной фази и микроекстракцију на чврстој фази), при чему је акценат стављен на DSPME. Описани су

принцип, главне карактеристике поменути методе, као и фактори који утичу на њену ефикасност. У оквиру ове целине теоријског дела докторске дисертације, поменута су и два приступа у извођењу експеримената: класични (традиционални) и хеометријски (планирани). На крају ове целине описани су Аналитичка Еко-Скала, индекс зелене аналитичке процедуре (GAPI) и аналитичка зеленост (AGREE) као алати који се најчешће користе за оцену зелених аналитичких метода. У другој целини *Молекулско отиснути полимери* приказан је досадашњи развој МIP-а, опште карактеристике, начини добијања и њихова примена. Разматрана је и улога глицидил-метакрилата у синтези МIP-а. Посебан део посвећен је МIP-овима на бази магнетита нарочитим освртом на њихову синтезу и примену у методама екстракције различитих аналита из водених раствора. У трећој целини *Примарни ароматични амини* описане су главне карактеристике РАА, њихово порекло и заступљеност у животној средини и штетност по здравље људи. Такође, уз исцрпан преглед литературе, описани су различити природни и синтетски сорбенти за уклањање анилина као представника РАА из водених раствора.

Експериментални део докторске дисертације састоји се из седам целина. Прва целина даје детаљан опис коришћених хемикалија. У другој целини описан је двостепени поступак облагања наночестица магнетита тетраетил ортосиликатом (TEOS) и 3-метакрилоксипропилтриметоксисиланом (MPS). У трећој целини је описано добијање полимерног носача на бази глицидил-метакрилата и магнетита поступком суспензионе кополимеризације. Након синтезе полимерног носача, у четвртој целини, приказан је детаљан поступак добијања три МIP-а методом површинског отискивања реакцијом отварања епоксидног прстена са три различита лиганда (етилендиамином (EDA), триетилтетраамином (TETA) и пентаетиленхексаамином (PEHA)) узорци означени као МIP-eda, МIP-teta и МIP-peha, редом. Примењене методе и технике за карактеризацију полимерног носача и МIP-ова приказане су у петој целини. У шестој целини, детаљно је описан начин извођења експеримената сорпционе екстракције анилина на три МIP-а на бази глицидил-метакрилата и магнетита. На крају Експерименталног дела описан је развој нове дисперзивне микроекстракције на МIP-peha као чврстој фази за детекцију примарних ароматичних амина из водених раствора. У оквиру овог дела приказани су и алати за методолошку евалуацију зелених развијених методе.

У поглављу **Резултати и дискусија** приказани су и дискутовани резултати истраживања докторске дисертације подељени у четири целине. Најпре су презентовани резултати двостепеног облагања наночестица магнетита. Инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом (FTIR) потврђено је успешно формирање слојева TEOS и MPS на наночестицама магнетита. У другој целини презентовани су резултати оптимизације услова синтезе полимерног носача на бази глицидил-метакрилата и магнетита. Установљено је да су честице полимерног носача одговарајућег изгледа и величине добијене са 7 мас.% поли(N-винилпиролидон)-а (PVP) и при брзини мешања од 600 обр/мин. Потом су дискутовани резултати карактеризације добијеног полимерног носача у погледу структуре, морфолошких и магнетних својстава. Трећа целина обухватала је резултате оптимизације молског односа лиганд:шаблон (1:1; 2:1 и 4:1) у циљу добијања најефикаснијег МIP-а. Такође, у оквиру ове целине дискутовани су резултати карактеризације три МIP-а добијена методом површинског отискивања са три различита лиганда (МIP-eda, МIP-teta и МIP-peha) при молском односу лиганд:шаблон од 4:1. У четвртој целини су приказани и дискутовани резултати сорпционе екстракције анилина из водених раствора помоћу МIP-eda, МIP-teta и МIP-peha. Испитан је утицај рН на сорпциони капацитет, а затим могућност регенерације и поновне употребе анализираних МIP-ова. Утврђено је да се најбољи сорпциони капацитет добија са МIP-peha као сорбентом и да анализирани МIP-ови поседују могућност поновне употребе. Такође, у оквиру ове целине приказани су резултати оптимизације и валидације DSPME методе на МIP-peha као чврстој фази пре инструменталног мерења на HPLC-MS у сврху претконцентрисања примарног ароматичног амина-анилина. За селекцију фактора који највише утичу на ефикасност DSPME методе на МIP-peha као чврстој фази коришћен је

Плакет-Бурман дизајн (Plackett–Burman design, PBD). Сви анализирани фактори (количина сорбента, рН, јонска јачина, начин мешања при екстракцији, време екстракције, температура екстракције, запремина елуента, температура десорпције, начин мешања при десорпцији, време десорпције, врста десорпционог средства) испитани су на два нивоа –1 (низак ниво) и +1 (висок ниво). Изведена је серија од 12 експеримената у три понављања. Након тога, извођењем серије од 15 експеримената у три понављања оптимизована су три фактора која су се показала као најзначајнији у кораку селекције (запремина елуента, рН и температура екстракције) коришћењем Бокс-Бенкен дизајна (Box–Behnken design, BBD). На крају овог поглавља приказани су резултати испитивања зелености развијене DSPME методе на МIP-рећа као чврстој фази применом три алата за оцену зелености: Аналитичка Еко-Скала, GAPI и AGREE.

У поглављу **Закључак** сумирани су и прегледно наведени резултати добијени на основу испитивања представљених у претходним поглављима, уз осврт на њихову иновативност и потенцијалну примену.

Литература обухвата укупно 247 референци које су цитиране у докторској дисертацији. Наведене референце обухватају релевантне радове, књиге и друге изворе који су из области истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Присуство РАА, као токсичних и потенцијално канцерогених једињења, у индустријским отпадним водама и другим природним срединама представља значајан здравствени ризик, због чега је њихова употреба и испуштање строго регулисано. Одређивање РАА представља изазов за аналитичаре због њихових хемијских карактеристика и ниске концентрације у животној средини (ng/L), па је неопходно развити осетљиве и робусне аналитичке методе, способне да идентификују и квантификују ова једињења у сложеним матрицама у животној средини. Уобичајене инструменталне технике често нису довољно осетљиве за њихову прецизну идентификацију и квантификацију. Стога, да би се постигао одговарајући ниво детекције и појачао коначни инструментални сигнал, јавила се потреба за различитим стратегијама припреме узорака у циљу претконцентрације РАА. Висока ефикасност, мала количина сорбента (опсег ng/L или µg/L), минимизирање потребе за великом количином растварача, једноставност и брзина, могућност анализе великог броја анализата из широког спектра узорака су неке од предности DSPME методе због чега се управо ова метода све чешће користи за припрему узорака.

Последњих година велика пажња се поклања развоју нових сорбената са побољшаним карактеристикама, као што су висока селективност и могућност регенерације и поновне употребе. МIP-ови су се у области уклањања и детекције органских и неорганских загађујућих материја до сада показали као веома селективни и ефикасни сорбенти. Предности ове врсте полимера огледају се у ниској цени и једноставности припреме и високој стабилности. Коришћењем МIP-а уместо конвенционалних сорбената може се значајно побољшати селективност екстракционих метода, због чега су методе базиране на МIP нашле широку примену у сепарацији, чишћењу и/или претконцентрацији анализата у разним врстама стварних узорака.

У оквиру докторске дисертације Тамаре Т. Тадић под називом: „Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита“, по први пут је развијена ефикасна и зелена метода дисперзивне микроекстракције на новодобијеном МIP-у као чврстој фази за претконцентрацију примарних ароматичних амина из водених раствора. Оригиналност ове дисертације се огледа у иновативној припреми полимерног порозног нанокомпонитног материјала на бази глицидил-метакрилата и магнетита умрежавањем магнетита у полимерну

структуру. Такође, развијен је нови МПР на бази глицидил-метакрилата и магнетита као селективни и ефикасни сорбент, са могућношћу регенерације и поновне употребе. Уз све то, развијена је поуздана и еколошки прихватљива DSPME метода на добијеном МПР-у. Савременост дисертације Тамаре Т. Тадић огледа се у решавању једног од кључних проблема у детекцији РАА. У литератури, до данас, није забележен случај примене ове врсте МПР-а као чврсте фазе у DSPME методи за детекцију РАА. Употреба савремених инструменталних техника (HPLC-MS и HPLC-UV), софтверског пакета (Minitab) и три алата за оцену зелености аналитичких метода (Аналитичка Еко-Скала, GAPI и AGREE) додатно доприносе савремености истраживања. Дисертација доприноси актуелним истраживањима која имају за циљ унапређење метода DSPME пре инструменталног мерења на HPLC-MS у сврху претконцентрације РАА.

Примењене научне методе, заједно са резултатима ове докторске дисертације потврђују оригиналност и значај спроведених истраживања. На основу оспежног прегледа научне литературе, може се закључити да су истраживања у оквиру ове дисертације у складу са светским трендовима и указују на актуелност и значај проучаване проблематике.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидат Тамара Т. Тадић је анализирао научну и стручну литературу из предметне области, а у докторској дисертацији је дато 247 литературних навода, од којих највећи број чине наводи из међународних часописа са тематиком значајном за израду докторске дисертације. Референтна литература садржи радове новијег датума из области молекулски отиснутих полимера, дисперзивне микроекстракције на чврстој фази, експерименталног дизајна, као и испитивања зелености аналитичких метода. Истраживања која су приказана коришћеним литературним наводима била су од користи приликом постављања методологије експерименталног рада, дискусије и тумачења добијених резултата, као и извођењу закључака. У оквиру литературних навода налазе се и референце кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије, проистекле из спроведених истраживања у области докторске дисертације, а које су објављене у часописима међународног значаја. Из образложења предложене теме докторске дисертације и објављених радова које је кандидат приложио, као и из прегледа литературе која је коришћена у истраживању, уочава се адекватно познавање области истраживања, као и познавање актуелног стања истраживања у овој области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради ове докторске дисертације примењене су различите методе у циљу детаљне карактеризације полимерног носача, као и МПР-ова на бази глицидил-метакрилата и магнетита. Хемијска структура полимерног носача и МПР-а испитана је помоћу инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (FTIR) у режиму ометене тоталне рефлексије. Елементарни састав молекулски отиснутих полимера одређен је елементарном анализом. Концентрација доступних амино група у узорцима МПР-ова одређена је кисело-базним титрацијама. Методом постепене промене рН вредности (рН дрифт метода) одређене су рН_{pzc} вредности површине молекулски отиснутих полимера. Морфолошке карактеристике полимерног носача и МПР-ова анализирани су помоћу скенирајућег електронског микроскопа (SEM). Параметри порозне структуре полимерног носача и МПР-ова одређени су методом живине порозиметрије, док су специфична површина и расподела величине пора одређени применом Брунауер-Емет-Телер (BET) једначине из нискотемпературних адсорпционо-десорпционих изотерми азота на 77 К. За испитивање магнетних својстава полимерног носача коришћен је SQUID магнетометар. Дисперзивна микроекстракција на чврстој фази (DSPME) је метода која је коришћена за

претконцентрисање анилина, представника примарних ароматичних амина, из водених раствора. Због великог броја фактора који утичу на ефикасност DSPME методе, а у циљу оптимизације DSPME методе, за селекцију фактора коришћен је Плакет–Бурман дизајн (Plackett–Burman design, PBD), а за оптимизацију Бокс–Бенкен дизајн (Box–Behnken design, BBD). Резултати зелености развијене DSPME методе испитани су применом три алата за оцену зелености: Аналитичка Еко-Скала, индекс зелене аналитичке процедуре (GAPI) и аналитичка зеленост (AGREE). Детекција и квантификација анилина, примарног ароматичног амина, одређена је применом течне хроматографије високих перформанси (HPLC) са ултра-љубичастом спектроскопијом (UV) и масеном спектрометријом (MS).

3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру ове докторске дисертације детаљно је описана синтеза и карактеризација полимерног порозног материјала на бази глицидил-метакрилата и магнетита, умрежавањем магнетита у полимерну структуру као и припрема MIP-ова на бази глицидил-метакрилата и магнетита методом површинског отискивања. Резултати изнети у дисертацији значајни су за даљи развој материјала жељеног састава, структуре и магнетних својстава. Такође, резултати који се односе на сорпциону екстракцију PAA помоћу MIP као сорбента показали су могућност успешне примене добијених MIP-ова као ефикасних сорбената након четири циклуса коришћења, што омогућава њихову примену у третману отпадних вода и заштити животне средине.

Поред тога, применом експерименталног дизајна оптимизована је DSPME метода на MIP као чврстој фази при чему је детаљно анализиран утицај различитих фактора на ефикасност поменуте методе. Употреба три алата за оцену зелености омогућава свеобухватан приступ испитивању аналитичке методе у складу са принципима зелене аналитичке хемије и пружа велики потенцијал за развијање еколошки прихватљиве DSPME методе. Резултати у оквиру овог дела дисертације показали су могућност успешне примене ове врсте полимера као чврсте фазе у DSPME, при чему је развијена поуздана и зелена метода за претконцентрисање PAA из водених раствора. На основу спроведених истраживања и добијених резултата који су из њих проистекли, може се закључити да ова докторска дисертација даје допринос постојећим сазнањима и даљем развоју DSPME методе и достизање нивоа концентрација PAA релевантних за детекцију на HPLC-MS.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током својих истраживања, кандидат Тамара Т. Тадић, мастер инжењер биотехнологије, показала је изузетну посвећеност научно-истраживачком раду, изузетну стручност, самосталност, систематичност и креативност у планирању и спровођењу експеримената, као и у обради и тумачењу добијених резултата. На основу досадашњег залагања и постигнутих резултата, Комисија је мишљења да кандидат поседује све квалитете неопходне за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији научни доприноси ове дисертације су:

- ✓ развијен је нови полимерни порозни материјал на бази глицидил-метакрилата и магнетита умрежавањем магнетита у полимерну структуру,
- ✓ развијен је нови молекулски отиснути полимер на бази глицидил-метакрилата и магнетита методом површинског отискивања,

- ✓ нови молекулски отиснути полимер на бази глицидил-метакрилата и магнетита примењен је као ефикасан сорбент за уклањање примарних ароматичних амина из воденог раствора с могућношћу поновне употребе,
- ✓ објашњен је утицај различитих фактора на ефикасност дисперзивне микроекстракције на новом молекулски отиснутом полимеру као чврстој фази за претконцентрисање примарних ароматичних амина из водених раствора применом експерименталног дизајна,
- ✓ развијена је поуздана метода дисперзивне микроекстракције на новом молекулски отиснутом полимеру на бази глицидил-метакрилата и магнетита за детекцију примарних ароматичних амина из водених раствора пре инструменталног мерења на HPLC-MS која је у складу са 12 принципа зелене аналитичке хемије.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у доступну литературу из предметне области, може се закључити да добијени резултати дају значајан допринос постојећим сазнањима. Детаљним прегледом литературе установљено је да МIP на бази глицидил-метакрилата и магнетита синтетисан на овакав начин до сада није пријављен у литератури, као ни његова примена у DSPME као сорбента. Развој ове врсте полимера омогућава селективно препознавање и везивање циљног молекула, док магнетна својства додатно повећавају његову применљивост и ефикасност избегавањем дуготрајних корака центрифугирања и филтрације, једноставним коришћењем спољашњег магнетног поља. Важно је истаћи да су детаљно испитани фактори који утичу на ефикасност DSPME методе коришћењем експерименталног дизајна који омогућава истовремену процену фактора који утичу на систем, коришћењем минималног броја експеримената. На тај начин развијена је поуздана метода микроекстракције за детекцију PAA из водених раствора, пре инструменталног мерења на HPLC-MS. Овако развијена DSPME метода испитана је и са становишта зелене аналитичке хемије коришћењем три алата за оцену зелености. Кроз интеграцију савремених аналитичких техника и метода ова докторска дисертација пружа значајан допринос развоју области и не само да унапређује постојеће знање, већ отвара могућности за даља истраживања и примену.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Тамара Т. Тадић је резултате истраживања ове докторске дисертације потврдила њиховим објављивањем у међународним часописима и саопштењима на међународним скуповима. Из дисертације је проистекао један (1) научни рад у врхунском међународном часопису категорије M21, два (2) научна рада у истакнутим међународним часописима категорије M22, један (1) научни рад у часопису националног значаја категорије M51. Такође, из дисертације је проистекло једно (1) саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34), као и три (3) саопштења са скупа националног значаја штампано у изводу (M64).

Радови у врхунском међународном часопису (M21)

1. **Tadić, T.,** Marković, B., Bulatović, S., Lukić, J., Radulović, J., Nastasović, A., Onjia, A: Greenness of dispersive microextraction using molecularly imprinted polymers, *Reviews in Analytical Chemistry*, vol. 43, no. 1, pp. 20230070, 2024 (**IF (2022)=4,9**) (ISSN 0793-0135).
(DOI: <https://doi.org/10.1515/revac-2023-0070>)

Радови у истакнутом међународном часопису (M22)

1. **Tadić, T.**, Marković, B., Radulović, J., Lukić, J., Suručić, L., Nastasović, A., Onjia, A: A core-shell amino-functionalized magnetic molecularly imprinted polymer based on glycidyl methacrylate for dispersive solid-phase microextraction of aniline, *Sustainability*, vol. 14, no. 15, pp. 9222., 2022 (**IF (2021)= 4,089**) (ISSN:2071-1050) (DOI: <https://doi.org/10.3390/su14159222>)
2. **Tadic, T., T.**, Vukovic, Z., M., Pavlovic, V., Nastasovic, A., B., Onjia, A., E., Markovic, B., M.: Preparation of magnetic surface molecularly imprinting polymers based on glycidyl methacrylate as selective sorbents for aniline removal from aqueous medium, *Science of Sintering*, pp. 8–8, 2024 (**IF (2022)= 1,5**) (ISSN: 0350-820X). (DOI: <https://doi.org/10.2298/SOS240207008T>)

Радови у водећем часопису националног значаја (M51)

1. **Tadić T.**, Marković B., Suručić Lj., Nastasović A., Onjia A.: Primena senzora na bazi molekularski otisnutih polimera za detekciju virusa, *Ecologica*, vol. 28, no. 104, pp. 543-550, 2021, ISSN: 0354-3285. (DOI: <https://doi.org/10.18485/ecologica.2021.28.104.8>)

Саопштење са међународног скупа штампана у изводу (M34)

1. **Tadić T.**, Marković B., Nastasović A., Onjia A.: Application of sensors based on molecularly imprinted polymers for virus detection, *Book of Abstracts of International Scientific Conference "The impact of the Covid-19 pandemic on the economy and the environment in the era of the fourth industrial revolution"*, Belgrade, Serbia, 2021, pp. 42-43. ISBN: 978-86-89061-14-7.

Саопштења са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)

1. **Tadić, T.**, Marković, B., Pavlović, V., Bulatović, S., Nastasović, A., Onjia, A.: Synthesis and Characterization of Magnetic Molecularly Imprinted Polymer for Aniline Recognition, *Book of Abstract of 26th Congress of Chemists and Technologists of Macedonia*, Ohrid, Macedonia, 2023, pp. 178. ISBN 978-9989-760-19-8.
2. **Tadić, T.**, Marković, B., Nastasović, A., Lukić, J., Suručić, Lj., Sandić, Z., Onjia, A: Synthesis of Molecularly Imprinted Polymer as a Selective Sorbent of Aniline, *Programme and the book of abstracts of XV International scientific conference Contemporary Materials 2022*, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Hercegovina, 2022, pp. 90-91. <http://savremenimaterijali.info/index.php?idsek=274&savremenimaterijali=Program>
3. **Tadić, T.**, Marković, B., Vuković, Z., Nastasović, A., Suručić, Lj., Sandić, Z., Onjia, A: Optimization of synthesis of nanocomposite with functionalized magnetic nanoparticles, *Programme and the book of abstracts of XIV International scientific conference Contemporary Materials 2021*, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Hercegovina, 2021, pp. 47-48. <https://savremenimaterijali.info/index.php?idsek=261&savremenimaterijali=Program>

5. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22. 6. 2018) проверена је оригиналност ове докторске дисертације. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментор из матичне установе је добио дана 28.08.2024. године. Провера докторске дисертације кандидата Тамаре Т. Тадић под називом: „**Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита**“ извршена је коришћењем програма „iThenticate“ и утврђено је да подудараче текста износи 12%. Овај степен подударности последица је коришћења стручних термина типичних за област којој припада дисертација, назива коришћених метода и њихових скраћеница, као и назива инструмената који се налазе у наведеној тези. Највећи проценат подударности односи се на претходно публиковане резултате докторандових истраживања у овире ове докторске дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника. На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити (позитивна оцена).

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега наведеног Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије, под насловом: „**Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита**“ представља значајан и оригиналан научни допринос у области Хемијских наука, ужа научна област Аналитичка хемија, што је потврђено објављивањем радова у међународним часописима и презентовањем резултата на скуповима међународног и националног значаја. Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом: „**Дисперзивна микроекстракција примарних ароматичних амина молекулски отиснутим полимером на бази глицидил-метакрилата и магнетита**“ кандидата Тамаре Т. Тадић, мастер инжењера биотехнологије, прихвати, изложи на увид јавности у законски предвиђеном року и упуту на коначно усвајање Већу научних области Природних наука Универзитета у Београду.

У Београду, 10. 09. 2024. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Александра Перић-Грујић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Александар Маринковић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Марија Николић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Александра Настасовић, научни саветник,
Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и
металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију

Др Милан Момчиловић, виши научни сарадник,
Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет