

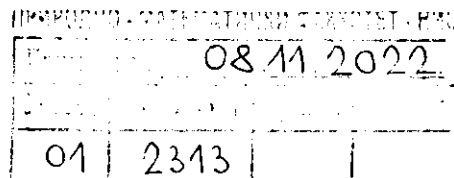
## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име Тирић Александар Слободан  
Датум и место рођења 22.09.1990. Пирот

#### Основне студије

Универзитет Универзитет у Нишу  
Факултет Природно - математички факултет  
Студијски програм Хемија  
Звање Хемичар  
Година уписа 2009  
Година завршетка 2012  
Просечна оцена 8,28



#### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Нишу  
Факултет Природно - математички факултет  
Студијски програм Примењена хемија  
Звање Мастер хемичар - примењена хемија  
Година уписа 2012  
Година завршетка 2014  
Просечна оцена 9,37  
Научна област Хемија  
Наслов завршног рада Одређивање органских загађивача у узорцима из животне средине

#### Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу  
Факултет Природно - математички факултет  
Студијски програм Хемија  
Година уписа 2014  
Остварен број ЕСПБ бодова 150  
Просечна оцена 10,00

#### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Развој и валидација нове аналитичке методе за припрему узорака воде за квантификацију полицикличних ароматичних угљоводоника применом гасне хроматографије - масене спектрометрије

Наслов теме докторске дисертације на енглеском језику Development and validation of a new analytical method for water samples preparation for polycyclic aromatic hydrocarbons quantification by using gas chromatography - mass spectrometry

Име и презиме ментора, звање Весна Станков Јовановић, редовни професор

Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације НСВ број 8/17-01-004/19-006, у Нишу 13.05.2019. године.

#### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 165  
Број поглавља 11  
Број слика (шема, графикана) 31

## ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације

Р. бр. Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице Категорија

- 1** **Čirić, S., Mitić, V., Jovanović, S., Ilić, M., Nikolić, J., Stojanović, G., Stankov Jovanović, V., (2018). Dispersive micro-solid phase extraction of 16 priority polycyclic aromatic hydrocarbons from water by using thermally treated clinoptilolite, and their quantification by GC-MS. Microchimica Acta, 185 (12), 556.** **M21a**
- Рад се бави испитивањем нових сорбената добијених термичким третирањем природног зеолита, клиноптилолита чијом применом се у дисперзивној микроекстракцији чврстом фазом за припрему узорака воде за анализу полициклических ароматичних угљоводоника (ПАУ) гасном хроматографијом масеном спектрометријом, добијају најбољи аналитички параметри валидације. На основу добијених валидационих карактеристика утврђено је да се применом сорбента, припремљеног на температури од 300 °C добијају најбољи аналитички параметри валидације. Сорбент је окарактерисан (SEM и FTIR методама) и примењен за анализу реалних узорака воде реке Нишаве на територији Нирота и Ниша при чему је потврђено присуство ПАУ у већим концентрацијама од максимално дозвољене концентрације коју прописује светско здравствена организација.*
- 2** **Čirić, S., Mitić, V., Nikolić, J., Ilić, M., Dimitrijević, M., Simonović, S., Stankov Jovanović, V., (2018). Recent developments in sorbent based water samples treatments prior GC-MS analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons, Chemia Naissensis, 1 (1), 93-123.** **M53**
- У раду су описане технике припреме узорака воде засноване на употреби сорбената које претходе квантификацији полициклических ароматичних угљоводоника (ПАУ) методом гасне хроматографије масене спектрометрије. Праћење концентрација ПАУ у свим деловима животне средине, нарочито у води, неопходно је због њиховог штетног утицаја на акватичне организме и човека. Иновативне технике (екстракција чврстом фазом, микроекстракција са накованим сорбентом, микроекстракција чврстом фазом, сорпциона екстракција мешањем, дисперзивна екстракција чврстом фазом и дисперзивна микроекстракција чврстом фазом) у којима се за разлику од конвенционалних екстракционих процедура користи знатно мања запремина растварача уз смањено трајање процедуре, смањује се загађење животне средине и умањују трошкови и време припреме узорака.*
- 3** **Stankov Jovanović, V., Mitić, V., Ilić, M., Jovanović, S., Čirić, S., Stojanović, G., (2018). Primena disperzivne mikroekstrakcije čvrstom fazom kao tehnike pripreme uzoraka za GC – MS analizu PAU u vodi, XIII savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, 364-369** **M33**
- Циљеви истраживања овог рада били су одређивање ефикасности дисперзивне микроекстракције чврстом фазом (D-μ-SPE) као технике припреме узорака воде за анализу 16 приоритетних ПАУ гасном хроматографијом са масеном спектрометријом, применом нових сорбенаса. Техника припреме узорака показала се као веома брза, ефикасна и економична. Резултати предложене методе доказују да се ова техника може применити као техника припреме узорака за рутинску анализу ПАУ у води. Предности оваковог начина анализе одликују се ниским вредностима границе детекције и границе квантификације.*
- 4** **Čirić, S., Stankov Jovanović, V., Mitić, V., Ilić, M., Jovanović, S., Stojanović, G., (2018). Primena novih sorbenasa u d-μ-spe tehnici pripreme uzoraka za GC – MS analizu PAU u vodi, XIII savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, 240-245** **M33**
- Циљ истраживања овог рада је примена нових сорбената у дисперзивној микроекстракцији чврстом фазом (D-μ-SPE) као техником припреме узорака воде за анализу 16 приоритетних полициклических ароматичних угљоводоника (ПАУ) гасном хроматографијом са масеном спектрометријом. Дисперзивна микроекстракција чврстом (D-μ-SPE) фазом се показала као ефикасна техника припреме узорака воде при чему се троши мала количина растварача за екстракцију. Ову технику припреме узорака карактерише економичност и у смислу употребе јефтиног прибора за процес припреме узорака. Ниске вредности границе детекције и границе квантификације, прихватљиве вредности тачности и прецизности квалификују предложени методу за рутинску анализу воде за анализу 16 приоритетних ПАУ.*

**НАПОМЕНА:** уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

### ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

**ДА** **НЕ**

Кандидат је остварио потребан број ЕСПБ бодова (150) за пријаву и одбрану докторске дисертације. Кандидат је до сада објавио 4 рада са подацима из докторске дисертације, при чему један припада М21а категорији, један рад у универзитетском часопису категорије М53 и два рада категорије М33. Докторска дисертација садржи резултате истраживања који још увек нису објављени.

### ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација Слободана Ћирића написана је 165 страна, подељена је у 11 поглавља, садржи 32 табеле, 31 слику и 6 прилога који представљају хроматограме добијене снимањем екстраката узорака припремљених дисперзивном микроекстракцијом чврстом фазом, где су као сорбенти примењене киселинско термичке модификације клиноптилолита, применом гасне хроматографије са масеном спектрометријом.

У **уводном поглављу** дефинисан је проблем загађења животне средине, са посебним освртом на загађење воде полициклическим ароматичним угљоводоникима који спадају у перзистентне органске загађујуће супстанце и истакнут је значај развоја нових аналитичких метода за праћење њихових концентрација. У овом делу представљен је значај предвиђених истраживања и дефинисани су циљеви докторске дисертације и методе за њихово остваривање.

У поглављу „Теоријске основе“ приказане су информације о полициклическим ароматичним угљоводоникима а тичу се њихове структуре, номенклатуре, физичко - хемијских особина и токсичности као и извора емисије ПАУ и њиховог задржавања у животној средини. За потребе израде докторске дисертације одабрана је речна вода, те је описана пропелерна узопковања воде. Описане су и технике припреме узорака за анализу ПАУ у води, а које се

заснивају на употреби сорбената и које су у складу са зеленом аналитичком хемијом. Дат је и приказ литературних података о коришћеним сорбентима за припрему узорак воде за анализу ПАУ. Описане су и основне карактеристике природног зеолита, клиноптилолита, његова примена и поступци термичке и киселинско термичке модификације. Описане су аналитичке методе које се најчешће примењују за анализу ПАУ, а након тога описани су развој и валидација аналитичке методе. У „експерименталном делу“ наведене су хемикалије, прибор и инструменти који су коришћени у поступку припреме узорак и методе квантификације ПАУ. Описане су процедуре припреме сорбената, стандардних раствора ПАУ, припрема модел узорак воде као и процедура дисперзивне микроекстракције чврстом фазом која претходи гасној хроматографији са масеном спектрометријом за квантификацију ПАУ, при чему су наведени параметри извођења ове методе анализе. Добијени резултати приказани су табеларно и графички у поглављу „Резултати и дискусија“. Резултати обухватају поступак избора оптималног сорбента, процес валидације аналитичких метода и избора најбоље. Одбрана оптимална метода је примењена за анализу реалних узорак речне воде и подаци о садржају ПАУ у речној води су такође приказани. Сви резултати су упоређени са подацима из литературе и теоријски су образложени. У поглављима „Извод“ и „Summary“ сумирани су резултати истраживања и истакнути су најзначајнији резултати на српском и енглеском језику. У прилогу су приказани хроматограми добијени снимањем екстраката добијених дисперзивном микроекстракцијом чврстом фазом где су као сорбенти примењене киселинско термичке модификације клиноптилолита, применом гасне хроматографије са масеном спектрометријом. У поглављу „Референце“ дат је списак коришћене литературе.

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 300 речи)

У циљу оптимизације и валидације методе припреме узорак воде која је ефикасна, брза, једноставна и економична, припремљени су нови сорбенти припремљени термичком и киселинско термичком модификацијом клиноптилолита који су примењени у дисперзивној микроекстракцији чврстом фазом која претходи квантификацији ПАУ гасном хроматографијом са масеном спектрометријом. Дисперзивна микроекстракција чврстом фазом представља нову технику припреме узорак која је једноставна за извођење, брза, економична и ефикасна. Уз одговарајућу примену сорбената овом техником припреме узорак воде могуће је извршити микроекстракцију ПАУ из воде. У циљу оптимизације и валидације, односно развоја нове аналитичке методе, урађено је следеће:

- Припремљене су 42 врсте сорбента на бази клиноптилолита (6 термичких и 36 киселинско термичких модификација);
- Сорбенти су примењени у дисперзивној микроекстракцији чврстом фазом и тестирани на модел узорцима воде која је спајкована у три нивоа концентрације;
- Оптимизационим експериментима заснованим на утврђивању ефикасности изабрани су сорбенти чијом применом се добијају најбоље вредности ефикасности и они су коришћени за експерименте валидације аналитичке методе;
- Валидациони експерименти су омогућили избор сорбента, чијом се применом у дисперзивној микроекстракцији чврстом фазом добијају најбољи аналитички параметри методе, и он је коришћен за квантификацију ПАУ у реалним узорцима воде реке Нишаве и њених притока на територији општина Димитровград, Пирот, Бела Паланка и Ниш.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације. (до 300 речи)

Научна значајност и иновативност докторске дисертације кандидата Слободана Ћирића огледа се у примени нових сорбената у дисперзивној микроекстракцији чврстом фазом за припрему узорак воде у циљу квантификације полицикличних ароматичних угљоводоника методом гасне хроматографије масене спектрометрије. Дисперзивна микроекстракција чврстом фазом представља технику која је брза, једноставна, економична, безбедна и ефикасна, а у уз употребу одговарајућег сорбента може се користити као техника избора за припрему узорак воде у циљу квантитативне анализе полицикличних ароматичних угљоводоника. Иновативност докторске дисертације огледа се у следећем:

- У поступку припреме узорак воде први пут су примењени нови сорбенти добијени термичком и киселинско термичком обрадом клиноптилолита;
- Добијени резултати представљају значајан допринос техникама микроекстракције које се заснивају на употреби сорбената а користе се као предтретман узорак воде за квантификацију полицикличних ароматичних угљоводоника гасном хроматографијом са масеном спектрометријом;
- Квантификација полицикличних ароматичних угљоводоника у узорцима реке Нишаве целим њеним током кроз Србију пружа информације о стању загађености реке овим једињењима;
- Научни допринос који проистиче из истраживања докторске дисертације верификован је објављивањем једног рада категорије М21а, једног рада категорије М53 и два рада категорије М33. Докторска дисертација садржи резултате који нису објављени.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

У току докторских студија и изради докторске дисертације кандидат Слободан Ћирић је показао висок ниво иницијативе у истраживању, самосталности у раду, компетентном разматрању резултата истраживања, као и свеобухватном приступу приликом писања радова.

## ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Комисија закључује следеће:

-Докторска дисертација Слободана Ћирића је оригинално научно дело, методолошки, логично и целовито осмишљено;

-Постављени циљеви у пријави докторске дисертације су у потпуности реализовани;

-Резултати приказани у дисертацији су актуелни и научно значајни.

На основу свега наведеног, Комисија сматра да кандидат Слободан Ћирић испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу, и упућује предлог Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу да кандидату Слободану Ћирићу одобри јавну одбрану докторске дисертације.


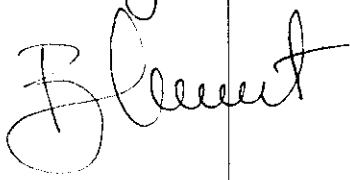
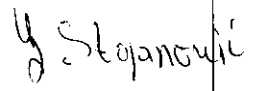
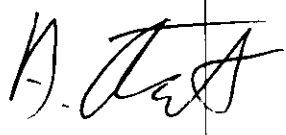

### КОМИСИЈА

Број одлуке Научно-стручног већа за природно математичке науке о именовању Комисије

8/17-01-009/22-008

Датум именовања Комисије

31.10.2022.

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	<b>др Весна Станков Јовановић, редовни професор</b> НО Хемија, УНО Аналитичка хемија Природно - математички факултет, Универзитет у Нишу	ментор, члан 
2.	<b>др Виолета Митић, редовни професор</b> НО Хемија, УНО Аналитичка хемија Природно - математички факултет, Универзитет у Нишу	председник 
3.	<b>др Гордана Стојановић, редовни професор</b> НО Хемија, УНО Органска хемија и биохемија Природно - математички факултет, Универзитет у Нишу	члан 
4.	<b>др Александар Бојић, редовни професор</b> НО Хемија, УНО Примењена и индустријска хемија Природно - математички факултет, Универзитет у Нишу	члан 
5.	<b>др Александар Лолић, ванредни професор</b> НО Хемија, УНО Аналитичка хемија Универзитет у Београду - Хемијски факултет	члан 

Датум и место:

4.11.2022. Београд, Ниш