

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ

Бр. 19-23/120

12 JUL 2019

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ  
ФАКУЛТЕТ

ПРИШТИНА

Примљено 12.07.2019.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	464/1		

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ  
са привременим седиштем у Косовској Митровици  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**ПРЕДМЕТ: Извештај комисије за оцену докторске дисертације**

На основу одлуке бр. 464 са седнице Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, одржаној 03.07.2019. године, именована је комисија за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Соње М. Јевтић под називом: „Електрохемијска детекција и квантификација изабраних пестицида на бором-допованој дијамантској електроди“ у саставу:

1. Др Далибор М. Станковић, виши научни сарадник Института за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду – председник;
2. Проф. др Драган Д. Манојловић, редовни професор Хемијског факултета, Универзитет у Београду – члан;
3. Др Љиљана М. Бабинцев, доцент Факултета техничких наука, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици – члан;
4. Др Бранка Б. Петковић, ванредни професор Природно-математичког факултета, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, ментор;
5. Проф. др Ања А. Јокић, редовни професор Природно-математичког факултета, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, ментор.

Након прегледа и анализе приложеног материјала од стране кандидата, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Основни подаци о кандидату

Соња М. Јевтић рођена је у Новом Пазару 8. октобра 1988. године. Основну школу завршила је у Сочаници, а средњу медицинску – смер фармацеутски техничар у Косовској Митровици. Природно-математички факултет Универзитета у Приштини са седиштем у Косовској Митровици, Одсек за хемију, уписала је 2007/2008. године а дипломирала у јуну 2012. са просечном оценом 9,04 и оценом 10 на дипломском раду. Исте године уписала је мајстер студије, дипломирала 2014. године са општим успехом 10. Школске 2014/2015. године на истом факултету уписала је докторске академске студије - студијски програм хемија, модул аналитичка хемија. Године 2015. је стекла звање Истраживач-приправник за ужу научну област аналитичка хемија. На Природно-математичком факултету у Косовској Митровици, на Одсеку за хемију, била је ангажована у зимском



семестру школске 2015/2016. године где је држала вежбе из предмета „Одабрана поглавља аналитичке хемије“ на мастер студијама.

Као професор хемије радила је у Економско-трговинској школи у Косовској Митровици (2011. – 2013.), Основној школи “Свети Сава” у Жеровници (2013. - 2014.) и Гимназији у Косовској Митровици (2013. - 2014). Од септембра 2016. године запослена је као професор хемије у средњој школи „Никола Тесла“ у Лепосавићу.

## **2. Основни подаци о дисертацији**

Докторска дисертација под називом **„Електрохемијска детекција и квантификација изабраних пестицида на бором-допованој дијамантској електроди“** кандидат Соње М. Јевтић по форми и структури одговара општим правилима за писање и обликовање докторске дисертације и у складу са Статутом Универзитета, Правилником о докторским студијама Универзитета и Правилником о докторским академским студијама Природно-математичког факултета у Косовској Митровици. Садржи укупно 152 странице текста од којих је 135 нумерисаних од увода до краја рада, док остале садрже неопходне податке. У склопу дисертације налази се 85 слика, 15 табела и 22 једначине. У попису коришћене литературе кандидат је навео 179 референци.

## **3. Предмет и циљ дисертације**

Предмет предложене теме **„Електрохемијска детекција и квантификација изабраних пестицида на бором-допованој дијамантској електроди“** је одређивање електрохемијског механизма реакције и разрада и верификација електроаналитичких поступака за одређивање важних, новијих и често коришћених пестицида (бентазона, петоксамида, кломазона, азаметифоса, сулкотриона, мезотриона). Циљ ове дисертације је да по први пут прикаже увид у електрохемију, до сада електрохемијски неиспитаних, или како се у неким случајевима мислило, електрохемијски неактивних пестицида и омогућити њихову квантификацију на престижној бором-допованој дијамантској електроди, користећи све њене предности. У случају већ постојећих електрохемијских метода за неки од испитиваних пестицида, циљ је унапређење постојећих метода и аналитичких процедура. Имајући у виду дуготрајност и скупину конвенционалних поступака и метода анализе пестицида на основу постојећих прописа и регулатива, циљ овог рада је и да се у складу са трендом минијатуризације опреме и поједностављења аналитичких поступака (а да се при томе задржи потребна осетљивост и селективност одређивања) научној јавности понуде алтернативна решења и омогући брза, једноставна, тачна и прецизна анализа пестицида на основу нових предложених електроаналитичких метода са задовољавајућом границом детекције у узорцима површинских вода и комерцијалних производа.

#### 4. Основне хипотезе од којих се полазило у истраживању

Електроаналитичке методе се све више користе у анализи узорака животне средине, јер поседују низ предности у односу конвенционалне технике. Оне су брзе и једноставне, не захтевају скупу опрему, апарати су малих димензија, што омогућује у неким случајевима одређивања на терену, уз минималну или без претходне припреме узорка. Све ове предности електроаналитичких техника, препознате су и у анализи пестицида, који су несумњиво незамењиви у масовној производњи хране, али доказано и једни од највећих контаминаната животне средине. Прегледом литературе евидентан је мали број пријављених електроаналитичких поступака за анализу и квантификацију пестицида у реалним узорцима, услед електрохемијске неактивности многих пестицида као и због недовољне осетљивости и селективности ових метода приликом одређивања у реалним узорцима. Бором-допована дијамантска електрода има шири опсег потенцијала од осталих електрода у коме је могуће испитивати електрохемијско понашање анализата, што је омогућило испитивање електрохемијске активности пестицида на екстремнијим вредностима потенцијала и резултирало првим подацима о електрохемијској активности пестицида петоксамида, кломазона и азаметифоса и првим електроаналитичким методама за њихову анализу. Захваљујући изузетним перформансама за сада најсавршеније електроде од угљеничних материјала (висока осетљивост, добра дискриминација капацитативне струје, инертност и отпорност површине електроде на контаминацију, изврсна микроструктурна стабилност) унапређена је детекција и квантификација пестицида бентазона чија је електрохемијска активност и раније била позната, али под датим условима није постигнута задовољавајућа осетљивост због склоности контаминацији површине тада коришћених електрода.

#### 5. Кратак опис садржаја дисертације

Текст докторске дисертације подељен је у шест поглавља.

*Прво поглавље (увод)* садржи кратак преглед истраживане области и циљеве којима се тежило у истраживачком раду.

У *другом поглављу (теоријски део)* описан је појам и подела пестицида, хемодинамика и наведени ризици и бенефиције њихове употребе. Детаљно су описани сви пестициди који су предмет истраживања ове докторске дисертације. Дат је приказ конвенционалних и унапређених техника које се користе за анализу пестицида, уз посебан нагласак на новинама у електрохемијским методама и електродним материјалима који су пријављени у научној литератури у последњих пет година у сврху одређивања ових значајних загађивача животне средине.

*Треће поглавље (експериментални део)* даје детаљне податке о примењеној методологији, коришћеним аналитичким и другим експерименталним техникама, материјалима, реагенсима, апаратима и софтверима који су примењивани током рада. У експерименталном раду, за истраживање електрохемијског понашања пестицида и карактеризацију процеса на електроди, описана је коришћена техника цикличне волтаметрије (*cyclic voltammetry – CV*), а затим и употребљене аналитичке волтаметријске технике, диференцијална пулсна волтаметрија (*differential pulse voltammetry – DPV*) и



волтаметрија са правоугаоним таласима (*square wave voltammetry – SWV*). Структура и карактеристике електрода од угљеничних материјала описане су посебном поглављу, где је детаљно изложен и начин припреме коришћених реалних узорка. Новосинтетисане наночестице гвожђе(III) оксида, коришћене за додатно унапређење предложене волтаметријске методе, окарактерисане су спектроскопским техникама и трансмисионом електронском микроскопијом.

*Четврто поглавље (резултати и дискусија)* се састоји из 6 подпоглавља у којима се, за сваки испитивани пестицид понаособ, приказују подаци о упоредном електрохемијском понашању на бором-допованој дијамантској електроди и електроди од стакластог угљеника, механизму реакције анализата на електроди и природи процеса који дефинише трансфер масе и наелектрисања на површини електроде. Затим се врши одабир одговарајуће аналитичке технике и оптимизација параметара, а наредна истраживања иду у правцу студије селективности предложених метода у односу на потенцијалне ометајуће јоне присутне у матрици узорка. На крају, приказане су успешне примене разрађених аналитичких метода на реалним узорцима речних вода и комерцијалних производа, уз поређење са стандардним хроматографским методама, чиме је извршена и коначна потврда и валидација предложених метода.

*Пето поглавље (закључак)* сумира остварене резултате, сагледава њихов научни допринос и представља план унапређења и будућих истраживања у примени електрохемијских техника и нових материјала у анализи пестицида.

*У шестом поглављу (литература)* дат је списак свих радова, књига и веб сајтова коришћених при научно истраживачком раду.

Након литературе дата је биографија кандидата и пратеће изјаве о ауторству које су предвиђене правилником о докторским академским студијама.

## **6. Остварени резултати и научни допринос дисертације**

Научној јавности су представљени први подаци о електрохемијском понашању и детекцији пестицида петоксамида, кломазона и азаметифоса и предложене су прве електроаналитичке методе за њихово одређивање у узорцима речних вода и комерцијалном производу. Испитано је електрохемијско понашање пестицида сулкотриона и мезотриона на електроди од бором-допованог дијаманта, и извршене студије селективности узевши у обзир остале испитиване пестициде. Предложена метода за квантификацију пестицида бентазона на бором-допованој дијамантској електроди показује предности над до сада пријављеним електрохемијским методама јер, за разлику од њих, не изискује модификацију електродне површине, електрохемијски предтретман и адитиве за превенцију адсорпције на електроди. Предложена метода за електроаналитичко одређивање бентазона даље је и додатно унапређена у смислу осетљивости, коришћењем синтетисаних сферних наночестица гвожђе(III) оксида униформне величине, као појачивача волтаметријског сигнала. У овој дисертацији представљене су брзе, прецизне, тачне, једноставне и економичне аналитичке методе за анализу одабарних пестицида, које

се заснивају на електрохемијским техникама, и које не захтевају посебну припрему реалних узорка. Резултати овог рада су, осим предлагања нових електроаналитичких процедура, довели и до бољег разумевања редокс понашања ових једињења, њихове хемијске стабилности у разним медијима и могућности деградације.

## 7. Објављени и саопштени резултати који чине део дисертације

Из ове докторске дисертације објављено је 7 научних радова (4 на SCI листи и 3 на домаћој листи часописа), и 4 саопштења на међународним и домаћим научним скуповима. У Scopus индексној бази пронађено је и 9 хетероцитата одговарајућих радова.

### Радови у часописима на SCI и домаћој листи:

1. **Sonja Jevtić**, Vesna Vukojević, Sladjana Djurdjić, Marija V. Pergal, Dragan D. Manojlović, Branka B. Petković, Dalibor M. Stanković: *First electrochemistry of herbicide pethoxamid and its quantification using electroanalytical approach from mixed commercial product*, *Electrochimica Acta* 277 (2018) 136-142 (**M21**)  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2018.05.004>

#### хетероцитати:

1. Lima, T.S., A. La-Scalea, M., Raminelli, C., *Voltammetric determination of chlorothalonil and its respective reduction mechanism studied by density functional theory*, *Journal of Solid State Electrochemistry*, 23 (2), 2019, pp. 553-563, DOI: 10.1007/s10008-018-4162-1
2. Baluchová, S., Daňhel, A., Dejmková, H., *Recent progress in the applications of boron doped diamond electrodes in electroanalysis of organic compounds and biomolecules – A review*, *Analytica Chimica Acta*, 2019, Article in press, DOI: 10.1016/j.aca.2019.05.041

2. **Sonja Jevtić**, Andela Stefanović, Dalibor M. Stanković, Marija V. Pergal, Aleksandra T. Ivanović, Anja Jokić, Branka B. Petković: *Boron-doped diamond electrode — A prestigious unmodified carbon electrode for simple and fast determination of bentazone in river water samples*, *Diamond & Related Materials* 81 (2018) 133–137 (**M22**)  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2017.12.009>

#### хетероцитати:

1. Geto, A., Noori, J.S., Mortensen, J., Svendsen, W.E., Dimaki, M., *Electrochemical determination of bentazone using simple screen-printed carbon electrodes*, *Environment International*, 2019, 129, pp. 400-407, DOI: 10.1016/j.envint.2019.05.009
2. Trellu, C., Chakraborty, S., Nidheesh, P.V., Oturan, M.A., *Environmental Applications of Boron-Doped Diamond Electrodes: 2. Soil Remediation and Sensing Applications*, *Chem Electro Chem*, 2019, 6 (8), pp. 2143-2156, DOI: 10.1002/celec.201801877
3. Rana, A., Baig, N., Saleh, T.A., *Electrochemically pretreated carbon electrodes and their electroanalytical applications – A review*, 2019, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 833, pp. 313-332, DOI: 10.1016/j.jelechem.2018.12.019



4. Baluchová, S., Daňhel, A., Dejmková, H., Ostatná, V., Fojta, M., Schwarzová-Pecková, K., *Recent progress in the applications of boron doped diamond electrodes in electroanalysis of organic compounds and biomolecules – A review*, *Analytica Chimica Acta*, Article in press, DOI: 10.1016/j.aca.2019.05.041
3. Vesna Vukojević, Sladjana Djurdjić, **Sonja Jevtić**, Marija V. Pergal, Aleksandar Marković, Jelena Mutić, Branka B. Petković & Dalibor M. Stanković: *First electrochemical investigation of organophosphorus pesticide azametiphos and its quantification using electroanalytical approach*, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 98 (2018) 13 (M23)  
doi: <https://doi.org/10.1080/03067319.2018.1537394>
4. Sladjana Djurdjić, Vesna Vukojević, **Sonja Jevtić**, Marija V. Pergal, Branka B. Petković, Dalibor M. Stanković: *Herbicide Clomazone Detection Using Electroanalytical Approach Using Boron Doped Diamond Electrode*, *International Journal of Electrochemical Science* 13 (2018) 2791 – 2799 (M23)  
doi: [10.20964/2018.03.39](https://doi.org/10.20964/2018.03.39)
- хетероцитати:**
1. Pei, J., Yu, X., Zhang, C., Liu, X., *Development of a boron-doped diamond electrode for the simultaneous detection of Cd<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> in water*, *International Journal of Electrochemical Science*, 14 (1), 2019, pp. 228-237, DOI: 10.20964/2019.04.19
  2. Bialek, A., Skrzypczynska, K., Kusmierk, K., Swiatkowski, A., *Voltammetric determination of MCPA, 4-chloro-o-cresol and o-cresol in water using a modified carbon paste electrode*, *International Journal of Electrochemical Science*, 14(1), 2019, pp. 228-237, DOI: 10.20964/2019.01.20
  3. Baluchová, S., Daňhel, A., Dejmková, H., Ostatná, V., Fojta, M., Schwarzová-Pecková, K., *Recent progress in the applications of boron doped diamond electrodes in electroanalysis of organic compounds and biomolecules – A review*, *Analytica Chimica Acta*, Article in press, DOI: 10.1016/j.aca.2019.05.041
5. **Sonja Jevtić**, Dalibor M. Stanković, Anja Jokić, Branka B. Petković: *A mini review of electroanalytical methods for pesticides quantification*, *University thought*, in press (M52)  
doi: [10.5937/univtho9-20130](https://doi.org/10.5937/univtho9-20130)
6. Anja Jokić, Branka B. Petković, **Sonja Jevtić**, Vesna Vasić, Bojana Laban: *Characterization of new synthesized Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles and their application as detection signal amplifiers in herbicide bentazone electroanalytical determination*, *University thought* Vol. 9, No. 1, 2019. (M52)  
doi: [10.5937/univtho9-19359](https://doi.org/10.5937/univtho9-19359)

7. **Jevtić Sonja**, *Elektrode na bazi ugljenika; modifikacija i analitička primena*, *Hemijski pregled*, 56, 5, 2015, 17-26 (M53)

#### Саопштења:

1. V. Vukojević, S. Đurđić, **S. Jevtić**, M. V. Pergal, B. B. Petković, D. M. Stanković, *Quantification of organophosphorus pesticide azamethiphos using electroanalytical approach*, Physical Chemistry 2018, 14th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade, 24-28. September 2018., R-02-P, p.1045-1048. (M33)
2. **Sonja Jevtić**, Anđela Stefanović, Dalibor M. Stanković, Marija V. Pergal, Branka B. Petković: *Elektroanalitičko određivanje bentazona na borom-dopovanoj dijamantskoj elektrodi*, 54th meeting of the Serbian Chemical Society and 5<sup>th</sup> conference of young chemists, Belgrade, Serbia, September 29 and 30, 2017 (M64)
3. **Sonja Jevtić**, Vesna Vukojević, Sladjana Djurdjić, Marija V. Pergal, Dragan D. Manojlović, Branka B. Petković, Dalibor M. Stanković, *First study of electrochemical behavior of herbicide pethoxamid and its voltammetric determination in river water*, 8<sup>th</sup> SYMPOSIUM Chemistry and Environmental Protection, 30.05.-01.06. 2018. Kruševac, Serbia. pp. 111, 112. (M64)
4. Mila Milenković, **Sonja Jevtić**, Bojana Laban, Branka B. Petković, Anja Jokić, *Nano-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles as voltammetric signal amplifiers in sensing of heavy metals and pesticides*, 56th meeting of the Serbian Chemical Society, Niš, Serbia, June 7/8, 2019 (M64)

#### 8. Закључак са образложењем научног доприноса дисертације

На основу извршеног увида у докторску дисертацију кандидата Соње М. Јевтић, Комисија је мишљења да дисертација садржи низ оригиналних доприноса у виду предложених нових електроаналитичких метода за брзу, прецизну, тачну, економичну и једноставну детекцију и квантификацију испитиваних пестицида у реалним узорцима. Сви резултати приказани у дисертацији верификовани су у научној јавности у виду објављених 7 научних радова у часописима на SCI листи и домаћим часописима (који од јануара 2018. године имају 9 хетероцитата у врхунским међународним часописима из области, што говори о актуелности резултата и теме истраживања) као и у оквиру 4 саопштења на међународним и домаћим научним скуповима, и то:

- 1 рад у часопису категорије M21 (кандидат је први аутор), 2 хетероцитата;
- 1 рад у часопису категорије M22 (кандидат је први аутор), 4 хетероцитата;
- 2 рада у часопису категорије M23, 3 хетероцитата;
- 2 рада у часопису ПМФ-а у Косовској Митровици, Универзитетска Мисао, категорије M52 (кандидат је први аутор у једном од ова два научна рада)

- 1 рад у часопису категорије М53
- 1 саопшење у целости са међународног скупа М33
- 3 саопштења у изводу са националних скупова М64

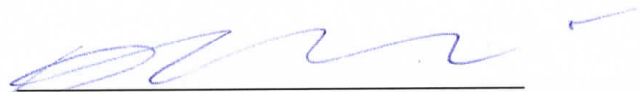
Имајући у виду оригиналност остварених научних резултата, актуелност и значај у проблематици мониторинга и анализе пестицида у животној средини, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици да се докторска дисертација, под називом „Електрохемијска детекција и квантификација изабраних пестицида на бором-допованој дијамантској електроди“, урађена према одобреној пријави, прихвати и да се кадидату Соњи М. Јевтић одобри усмена одбрана.

Комисија:

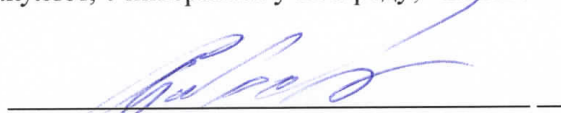
У Београду и Косовској Митровици,  
10.07.2019. године



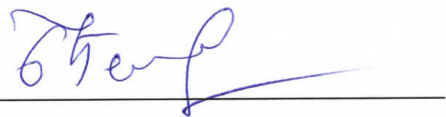
др Далибор М. Станковић, виши научни сарадник  
Институт за нуклеарне науке „Винча“,  
Универзитет у Београду; председник комисије



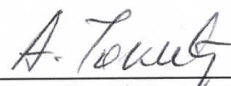
Проф. др Драган Д. Манојловић, редовни професор  
Хемијски факултет, Универзитет у Београду; члан комисије



др Љиљана Бабинцев, доцент  
Факултет техничких наука, Универзитет у Приштини  
са привременим седиштем у Косовској Митровици; члан комисије



др Бранка Б. Петковић, ванредни професор  
Природно-математички факултет Универзитета у Приштини  
са привременим седиштем у Косовској Митровици; ментор-члан



Проф. др Ања Јокић, редовни професор  
Природно-математички факултет Универзитета у Приштини  
са привременим седиштем у Косовској Митровици; ментор-члан