

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име Николић, Драган, Милена
Датум и место рођења 16.02.1989., Лесковац

Основне студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Природно-математички факултет
Студијски програм Хемија
Звање Хемичар
Година уписа 2008. година
Година завршетка 2011. година
Просечна оцена 9,32 (девет, педесет два)

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ			
Датум: 27.4.2022.			
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ			
01	691		

Мајстер студије, магистарске студије

Универзитет У Нишу
Факултет Природно-математички факултет
Студијски програм Примењена хемија
Звање Мајстер хемичар
Година уписа 2011. година
Година завршетка 2013. година
Просечна оцена 9,85 (девет, 85/100)
Научна област Хемија
Наслов завршног рада Одређивање фармацеутских препарата у површинским водама методом HPLC/MS

Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Природно-математички факултет
Студијски програм Хемија
Година уписа 2013. година
Остварен број ЕСПБ бодова 150
Просечна оцена 9,88 (девет 88/100)

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Оптимизација и валидација ICP-OES методе и цикличне волтаметрије за одређивање елементног састава и антиоксидативне активности одабраних сорти јагодастог воћа

Наслов теме докторске дисертације на енглеском језику Optimization and validation of the ICP-OES method and cyclic voltammetry for determination of the elemental composition and antioxidative activity of selected varieties of berries

Име и презиме ментора, звање Александра Павловић, редовни професор

Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације НСВ 8/17-01-001/18-010 у Нишу, 11.01.2018. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 336
Број поглавља 11
Број слика (шема, графикана) 124

Број табела	54
Број прилога	12

**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	<p>Milena Nikolić, Aleksandra Pavlović, Snežana Mitić, Snežana Tošić, Emilija Pecev Marinković, Miodrag Đorđević, Ružica Micić, Optimization and validation of inductively coupled atomic emission spectrometry method for macro and trace element determination in berry fruit samples, <i>Analytical Methods</i>, 2016, 8, 4844-4852.</p> <p>У раду је дата оптимизација и валидација методе атомске емисионе спектрометрије која као извор побуђивања користи индуковано купловану плазму (ICP-OES) за одређивање макро и микроелемената у јагодастом воћу. Однос интензитета линија Mg II/Mg I је коришћен за процену робусности плазме. Робусни услови плазме при аксијалном посматрању су постигнути при вредности снаге радиофреквентног генератора од 1150 W (Mg II/Mg I=10,57) и при брзини распршивачког гаса од 0,5 L/min (Mg II/Mg I=10,57). При истим оптималним радним условима, робусност плазме при радијалном посматрању постигнута је при следећим вредностима односа интензитета линија магнезијума: Mg II/Mg I=12,06 и Mg II/Mg I=12,06. Процес валидације развијене методе подразумевао је одређивање прецизности, тачности, линеарности калибрационе праве, границу детекције (LOD) и границу квантификације (LOQ). Тачност и прецизност методе су тестирани применом сертифициваног референтног материјала (боровнице NIST 3287) за које је сертифициван садржај 8 метала (Ca, Cu, Fe, Mn, Mg, P, K, Zn). Тачност ICP-OES методе је у опсегу од 94,61% за Zn до 103,6% за Mg. Прецизност методе је у опсегу од 2,48% за Mg до 7,60% за Zn. Развијена метода је примењена за одређивање 20 елемената у 15 узорака јагодастог воћа (купина, малина, боровница и јагода). Од макроелемената, највише је заступљен K, а затим следе по заступљености Ca, P, Mg и Na. Међу микроелементима, са највећим садржајем издваја се Mn, а потом следе Fe, Cu, Zn и Si. У погледу садржаја токсичних елемената, анализирани узорци су безбедни за конзумирање.</p>	M22
2	<p>Nikolić Milena, Pavlović Aleksandra, Mitić Snežana, Mitić Milan, Tošić Snežana, Mrmošanin Jelena, Pecev-Marinković Emilija, Effect of thermal processing on anthocyanin degradation in two bilberry jam formulations, <i>Revista de Chimie</i>, 2020, 71(3): 34-44.</p> <p>У раду је испитан утицај температуре, времена кувања и количине додатог шећера на термичку деградацију антоцијана у току припреме џемова од боровница и израчунати су кинетички и термодинамички параметри реакција термичке деградације антоцијана. Смањење садржаја укупних антоцијана са порастом температуре је израженије у џему са већим садржајем шећера. На основу Аренијусове једначине, израчуната је енергија активације (Ea) реакције деградације укупних антоцијана, у температурном интервалу од 90 °C до 105 °C. У џему са већим садржајем шећера Ea износи 57,4 kJ/mol, док је време полу-живота укупних антоцијана (t_{1/2}) у интервалу од 6,6 до 15,9 минута. У џему са мањим садржајем шећера Ea износи 48,0 kJ/mol, док је t_{1/2} у интервалу од 13,1 до 27,7 минута. У џемовима од боровница, најстабилнији су цијанидин-3-галактозид и цијанидин-3-глукозид, док су петунидин-3-арабинозид и делфинидин-3-арабинозид најнестабилнији антоцијани. Стабилност појединачних антоцијана у односу на агликон опадала је следећим редоследом: цијанидин>неонидин>петунидин>малвидин>делфинидин. Супституенти на Б прстену антоцијанидина утичу на стабилност молекула (нарочито хидроксилна и метоксилна група), па тако додатна хидроксилна група на Б прстену делфинидина смањује његову стабилност. Такође, примењена је већа стабилност свих глукозида и галактозида од арабинозида, што је последица присуства стабилнијих хексозних шећера (глукоза и галактоза) у односу на пентозне шећере (арабиноза).</p>	M22
3	<p>Nikolić Milena, Pavlović Aleksandra, Mitić Snežana, Tošić Snežana, Mitić Milan, Kaličanin Biljana, Manojlović Dragan, Stanković Dalibor, Use of cyclic voltammetry to determine the antioxidant capacity of berry fruits: correlation with spectrophotometric assays, <i>European Journal of Horticultural Science</i>, 2019, 84(3): 152-160.</p>	M22

У раду је примењена електрохемијска метода-циклична волтаметрија за испитивање антиоксидативне активности јагодастог воћа. Циклични волтамограми анализираног јагодастог воћа забележени су у опсегу потенцијала 0–800 mV. Први анодни пик на вредностима потенцијала између 0,310 V и 0,350 V последица је оксидације флавонола (кверцетина и његовог глукозида) и кафене киселине. Циклични волтамограми кверцетина и кверцетин-3-О-глукозида показали су први реверзибилни оксидациони пик при $E_{pa}=0,320$ V и $E_{pa}=0,350$ V, што одговара оксидацији 3', 4'-дихидроксидног супституента на Б-прстену. Други оксидациони пик на 0,537 V кверцетина вероватно је настао стварањем интермедијарног радикала насталог током процеса оксидације. Кверцетин и кверцетин-3-О-β-глукозид показују скоро повратне кораке оксидације. Редуковани пик од 3', 4'-дихинона који настаје током процеса оксидације кверцетина или кверцетин-3-О-глукозида појавио се при $E_{pc}=0,273$ V, односно $E_{pc}=0,318$ V. Анодна оксидација кафене киселине показује неповратне анодне ($E_{pa}=0,344$ V) и катодне ($E_{pc}=0,128$ V) таласе. Други, трећи и четврти анодни пик на потенцијалима између 0,426 V и 0,444 V, 0,524 V и 0,540 V, односно 0,638 V и 0,756 V, могу се приписати антоцијанима и хидроксициметним киселинама. Циклични волтамограм малвидин-3-О-глукозида показао је два пика при 0,428 V и 0,543 V. Први пик се приписује оксидацији -ОН групе Б-прстена, а други пик може бити последица оксидације 5,7-дихидроксилене групе А-прстена. Цијанидин-3-О-глукозид показује два анодна пика при $E_{pa}=0,529$ V и $E_{pa}=0,734$ V. Ова два пика одговарају оксидацијама 3', 4'-ОН група у Б-прстену. Резултати за антиоксидативну активност добијени применом цикличне волтаметрије показали су висок степен корелације са резултатима добијеним применом спектрофотометријских тестова.

Milena Nikolić, Aleksandra Pavlović, Milan Mitić, Snežana Mitić, Snežana Tošić, Emilija Pecev-Marinković, Jelena Mrmošanin, Thermal degradation kinetics of total polyphenols, flavonoids, anthocyanins and individual anthocyanins in two types of wild blackberry jams, *Advanced Technologies*, 2018, 7(1): 20-27.

У раду је праћена кинетика термалне деградације (90, 95, 100 и 105 °C) укупних полифенола (ТП), флавоноида (ТФ) и антоцијана (ТА), и испитана је антиоксидативна активност током припреме две врсте џемова (са мањим и већим садржајем шећера) од дивљих купина. Најмањи губици у садржају ТП, ТФ и ТА забележени су у џему са мањим садржајем шећера припреманом на 90 °C 5 минута, а највећи губици су у џему са већим садржајем шећера припреманом на 105 °C 30 минута. Од идентификованих појединачних антоцијана, у џему са мањим садржајем шећера, цијанидин-3-рутинозид је најстабилнији, док је цијанидин-3-малонилглукозид најнестабилнији. У џему са већим садржајем шећера, цијанидин-3-рутинозид и цијанидин-3-малонилглукозид су били релативно уједначене стабилности, док је цијанидин-3-глукозид био најнестабилнији. За описивање брзине деградације укупних антоцијана током припреме обе врсте џема, коришћене су кинетичке једначине првог реда. Израчунате енергије активације (E_a) реакције деградације укупних антоцијана, у температурном интервалу од 90 °C до 105 °C, у џему са већим садржајем шећера и у џему са мањим садржајем шећера су 57,4 kJ/mol и 48,0 kJ/mol. Време полу-живота, $t_{1/2}$, укупних антоцијана у џему са већим садржајем шећера је у интервалу од 6,6 до 15,9 минута, док је у џему са мањим садржајем шећера у интервалу од 13,1 до 27,7 минута.

M51

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 из докторске дисертације објавио три рада категорије M22 и један рад у универзитетском часопису M51 категорије. Докторска дисертација такође садржи и резултате који још увек нису објављени.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Рад је подељен на: Увод, Циљеви рада, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Извод, Summary, Прилог, Литература, Биографија са библиографијом и Пропратна документација.

У Уводу су дате основне карактеристике јагодастог воћа.

У делу **Циљеви рада** је таксативно наведено шта је рађено у докторској дисертацији.

У **Теоријском делу** дате су грађа и морфолошке карактеристике самих биљака јагоде, малине, купине и боровнице. Описана је подела елемената и подела полифенолних једињења, са посебним освртом на антоцијане и њихову стабилност, као и њихов утицај на људско здравље. Објашњен је појам антиоксиданата и слободних радикала. Затим су представљени основни принципи инструменталних техника које су коришћене у раду: оптичка емисиона спектрометрија са индуктивно куплованом плазмом (ICP-OES), циклична волтаметрија (CV), UV/Vis спектрофотометрија и течна хроматографија високих перформанси (HPLC). Дате су и основе статистичке обраде података (кластер анализе (CA), корелационе анализе и анализе главних компоненти (PCA)).

У **Експерименталном делу** су дати подаци о узорцима, реагенасима и опреми коришћеној у раду. Описани су начини припреме узорака и поступци анализе узорака применом претходно поменутих метода анализе.

Део **Резултати и дискусија** обухвата табеларни и графички приказ добијених резултата при одређивању оптималних услова ICP-OES методе за одређивање елементног састава јагодастог воћа, као и оптималних услова за одређивање антиоксидативне активности јагодастог воћа применом цикличне волтаметрије. Такође су приказани и дискутовани резултати одређивања: укупних полифенолних једињења, укупних флавоноида, укупних антоцијана, антиоксидативне активности и појединачних полифенолних једињења у јагодастом воћу и одговарајућим џемовима применом UV/Vis спектрофотометрије и HPLC хроматографије. Приказани су резултати до којих се дошло при одређивању антиоксидативног капацитета применом четири спектрофотометријске методе (ABTS, DPPH, FRAP и RP) и цикличне волтаметрије. Корелациона анализа између примењених метода за антиоксидативну активност показала је добру корелацију између ABTS и DPPH методе што је последица сличног механизма који се заснива на преносу електрона у слабо киселој и неутралној средини. Резултати добијени електрохемијском методом у овом раду указују да је циклична волтаметрија добра техника за одређивање антиоксидативних својстава узорака јагодастог воћа. Способност метода за брзу процену антиоксидативне активности јагодастог воћа може да буде корисна за прехранбену индустрију. Висок степен позитивне корелације са спектрофотометријским мерењем антиоксидативног капацитета указује на то да су резултати добијени применом цикличне волтаметрије поуздани и упоредиви са резултатима других спектрофотометријских метода. Дискутован је утицај температуре и додатог шећера на термичку деградацију полифенолних једињења у току припреме џевова и приказани су кинетички и термодинамички параметри реакција термичке деградације антоцијана. Резултати су статистички обрађени и упоређени са литературним подацима. Применом мултиваријантних техника анализе (анализа главних компонената и кластер анализа) извршено је диференцирање испитиваних узорака на основу садржаја елемената, појединачних и укупних полифенолних једињења, флавоноида, антоцијана и антиоксидативне активности. Обе методе статистичке анализе показале су слично груписање узорака.

Поглавља **Извод** и **Summary** обухватају кратки приказ добијених резултата на српском и енглеском језику.

У **Прилогу** су табеларно приказани додатни резултати.

У делу **Литература** наведене су референце цитиране у дисертацији.

У поглављу **Биографија са библиографијом** приказани су основни подаци о аутору, као и списак објављених радова.

Део **Пропратна документација** подразумева изјаве аутора.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Планирани циљеви докторске дисертације су остварени. Добијени резултати су дискутовани у контексту садржаја макро и микроелемената, укупних полифенолних једињења, укупних флавоноида, укупних антоцијана, антиоксидативне активности и појединачних полифенолних једињења у јагодастом воћу и одговарајућим џемовима. Метода оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP-OES) оптимизована је и валидирана у циљу одређивања садржаја макро и микроелемената. Примењене су четири спектрофотометријске методе (ABTS, DPPH, FRAP и RP) као и метода цикличне волтаметрије у циљу испитивања антиоксидативне активности полифенолних једињења у узорцима јагода, малина, купина и боровница. Применом течне хроматографије високих перформанси (HPLC), извршена је идентификација и квантификација полифенолних једињења (антоцијана, флавонола и фенолних киселина). Анализа главних компонената и кластер анализа су примењене у циљу диференцирања испитиваних узорака на основу садржаја макро и микроелемената, укупних полифенолних једињења, флавоноида, укупних антоцијана и појединачних полифенолних једињења. Обе методе су дале слично груписање узорака.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Иновативност и научна значајност докторске дисертације, чији је циљ био одређивање елементног састава узорака јагода, купина, боровница и малина, као и одређивање њиховог антиоксидативног капацитета је садржана у следећим констатацијама:

- Добијени резултати пружају информације о елементном саставу и антиоксидативној активности узорака јагода, купина, боровница и малина;
- Рачунањем антиоксидативног композитног индекса (АСИ) након примене различитих тестова процењен је антиоксидативни капацитет анализираних узорака;
- Праћењем утицаја температуре и дужине кувања, као и количине шећера приликом припремања воћних џемова испитана је стабилност укупних полифенолних једињења, флавоноида, укупних и појединачних антоцијана;
- Применом мултиваријантних техника анализе извршено је диференцирање испитиваних узорака на основу садржаја макро и микроелемената, укупних полифенолних једињења, флавоноида, укупних антоцијана и појединачних полифенолних једињења.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

У току израде ове дисертације кандидат је показао висок ниво самосталности у току експерименталног рада, приликом претраживања литературе, дискусије резултата, писања научних радова и докторске дисертације.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Комисија закључује следеће:

- Дисертација представља оригинални и самостални рад кандидата. Написана је коректно, прегледно и у складу са одговарајућим актима Универзитета Природно-математичког факултета у Нишу.
- Идући редом, садржај дисертације одговара називу исте и у складу је са претходно датим образложењем теме.
- Презентовани и дискутовани резултати су значајни за научну заједницу о чему сведоче публиковани радови: три рада М22 и један рад објављен у универзитетском часопису М51 категорије.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу да усвоји извештај о оцени урађене докторске дисертације „Оптимизација и валидација ICP-OES методе и цикличне волтаметрије за одређивање елементног састава и антиоксидативне активности одабраних сорти јагодастог воћа“ кандидата Милене Николић и одобри њену јавну одбрану.

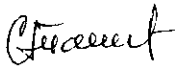
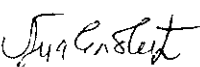

КОМИСИЈА



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

НСВ број 8/17-01-003/22-023

Датум именовања Комисије

18.04.2022.

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Снежана Тошић, редовни професор Хемија, УНО Аналитичка и физичка Хемија (Научна област) Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	председник 
2.	Александра Павловић, редовни професор Хемија, УНО Аналитичка Хемија (Научна област) Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	ментор, члан 
3.	Биљана Каличанин, редовни професор Хемија, УНО Аналитичка Хемија (Научна област) Медицински факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	Милан Митић, ванредни професор Хемија, УНО: Аналитичка и Природно-математички факултет,	члан

	физичка хемија (Научна област)	Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	Јелена Мрмошанин, доцент Хемија, УНО Аналитичка и физичка хемија (Научна област)	Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
Датум и место: 27.04.2022., Ниш			