

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име Мрмошанин (Мирослав) Јелена
Датум и место рођења 09.07.1986. године у Нишу

Основне студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Природно-математички факултет
Студијски програм Хемија
Звање Дипломирани хемичар
Година уписа 2005. година
Година завршетка 2011. година
Просечна оцена 9,52 (девет, педесет два)

ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ - НИШ			
Примљено: 05.7.2019.			
Орг. јед.	Б р о ј	Прилог	Вредност
01	1712		

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена
Научна област
Наслов завршног рада

Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Природно-математички факултет
Студијски програм Хемија
Година уписа 2012. година
Остварен број ЕСПБ бодова 150
Просечна оцена 10,00 (десет)

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације **Анализа катехина, процијанидина, макро и микроелемената у црној, млечној, и белој чоколади и какаоу у праху и њихов антиоксидативни потенцијал**
Наслов теме докторске дисертације на енглеском језику **Analysis of catechins, procyanidins, macro, and microelements in dark, milk and white chocolate and cocoa powder and their antioxidant potential**
Име и презиме ментора, звање **Александра Павловић, редовни професор**
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације **НСВ број 8/17-01-003/15-010 у Нишу, 10.03.2015. године**

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 306
Број поглавља 10
Број слика (шема, графикона) 128
Број табела 72

**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><u>Jelena M. Mrmošanin, Aleksandra N. Pavlović, Jovana N. Krstić, Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, Milan B. Stojković, Ružica J. Micić, Miodrag S. Đorđević</u> (2018) Multielemental quantification in dark chocolate by ICP OES. <i>Journal of Food Composition and Analysis</i> 67: 163-171.</p> <p>У раду су оптимизоване и валидиране методе индуктивно спрегнуте плазме оптичке емисионе спектрометрије (ICP OES) у циљу одређивања садржаја макро и микроелемената у црној чоколади. Оперативни услови плазме постигнути су при односу интензитета емисионих линија Mg(II) (280,270 nm) и Mg(I) (285,213 nm) већем од 10. Процес валидације развијених метода је обухватио одређивање тачности, прецизности, линеарности калибрационих правих, границе детекције (LOD) и границе квантификације (LOQ). Тачност метода је испитана применом сертифицираних референтних материјала. Развијене ICP OES методе су примењене за одређивање 25 елемената у узорцима црне чоколаде. Средње концентрације (mg/kg) за макро и микроелементе су: 9,380 (K), 2,360 (P), 1,390 (Mg), 1,120 (Na), 0,660 (Ca), 106 (Fe), 58,2 (Si), 46,5 (Al), 23,3 (Zn), 14,2 (Cu), 13,3 (Mn), 7,0 (B), 6,5 (Sr), 6,2 (Sb), 6,1 (V), 5,4 (Ba), 3,2 (Ni), 1,5 (Li), 0,97 (Cr), 0,71 (Sn), 0,47 (Pb), 0,29 (Mo), 0,27 (Co), 0,11 (Se) и 0,10 (Cd).</p>	M21
2	<p><u>Jelena M. Brčanović, Aleksandra N. Pavlović, Snežana S. Mitić, Gordana S. Stojanović, Dragan D. Manojlović, Biljana M. Kaličanin, Jovana N. Veljković</u> (2013) Cyclic voltammetry determination of antioxidant capacity of cocoa powder, dark chocolate and milk chocolate samples: Correlation with spectrophotometric assays and individual phenolic compounds. <i>Food Technology and Biotechnology</i> 51(4): 460-470.</p> <p>У раду је примењена метода цикличне волтаметрије у циљу испитивања антиоксидативне активности полифенолних једињења у узорцима црне, млечне, и беле чоколаде и какаоа у праху. Циклични волтамограми су снимљени у интервалу потенцијала од 0 mV до 800 mV са брзином скенирања од 100 mV/s. Феноли са о-дифенил групом показују први оксидациони пик између 370 mV и 460 mV (према Ag/AgCl) у 0,1 mol/L ацетатном пуферу (pH=4). Први и трећи анодни пик, близу 670 mV, потиче од оксидације катехин-типа флавоноида који су присутни у високој концентрацији у испитиваним узорцима. Други пик на око 560 mV може се приписати фенолним киселинама. Процијанидини B1, B2, B3 и B4 нису показали видљиве таласе. Резултати за антиоксидативну активност добијени цикличном волтаметријом показали су висок степен корелације са резултатима добијеним применом спектрофотометријских тестова. У циљу идентификације и квантификације појединачних полифенолних једињења примењена је HPLC метода.</p>	M22
3	<p><u>Aleksandra N. Pavlović, Jelena M. Mrmošanin, Jovana N. Krstić, Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, Milan N. Mitić, Biljana B. Arsić, Ružica J. Micić</u> (2017) Effect of storage temperature on the decay of catechins and procyanidins in dark chocolate. <i>Czech Journal of Food Science</i> 35(4): 360-366.</p> <p>У раду је испитана стабилност катехина, процијанидина и укупних флавоноида црне чоколаде током времена чувања. Добијени резултати су показали да деградација катехина, процијанидина и укупних флавоноида прати кинетику реакције првог реда. Из логаритамског облика Аренијусове једначине, на основу нагиба правих, изачунате су енергије активације за (+)-катехин (24,7 kJ/mol), (-)-епикатехин (22,0 kJ/mol) и процијанидине B1 (15,4 kJ/mol), B2 (16,5 kJ/mol), B3 (23,5 kJ/mol) и B4 (18,0 kJ/mol). Енергија активације реакције деградације укупних флавоноида је 61,2 kJ/mol. Чување узорака на 35 °C показује бржу деградацију катехина, процијанидина и укупног</p>	M23

садржаја флавоноида у поређењу са узорцима чуваним на 4 °C.

Jelena M. Brcanović, Aleksandra N. Pavlović, Jovana N. Veljković, Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, Milan N. Mitić (2015) Effect of storage temperature and thermal processing on catechins, procyanidins and total flavonoids stability in commercially available cocoa powders, *Facta Universitatis: Series Physics, Chemistry and Technology*, 12(1): 39-49.

4 У раду је испитан утицај температуре чувања (4 °C – 35 °C) и загревања (95 °C – 125 °C) на стабилност катехина, процијанидина и укупних флавоноида у узорцима какаоа у праху. Линеарна зависност концентрације од времена чувања потврђује да деградација прати кинетику реакције првог реда. Смањење концентрације укупних флавоноида у функцији времена је брже на вишим температурама. Константе брзине деградације, веће су током загревања него чувања. Полувреме реакције у испитиваним узорцима какао у праху, било је краће када су чувани на собној температури него када су чувани у фрижидеру. M52

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 један рад М21, један рад М22, један рад М23 и један рад у универзитетском часопису М52 категорије. Докторска дисертација такође садржи и резултате који још увек нису публиковани.

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, Литература, Биографија са библиографијом и Пропратна документација.

У *Уводу* су дате основне карактеристике чоколаде и какаоа у праху.

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

У *Теоријском делу* дат је историјски преглед порекла, као и карактеристике какаоа у праху, црне, млечне и беле чоколаде. Затим је дата подела полифенолних једињења и елемената у траговима, њихове карактеристике, као и карактеристике алкалоида, објашњен појам антиоксиданата и наведене методе за њихово одређивање. Такође, дати су фактори који утичу на стабилност полифенолних једињења. Наведене су инструменталне технике коришћене у раду, као и њихови принципи: UV/Vis спектрофотометрија, циклична волтаметрија (CV), течна хроматографија високих могућности (HPLC) и оптичка емисиона спектрометрија са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP OES). Такође, дате су и основе примењених статистичких метода анализе.

У *Експерименталном делу* су дати подаци о коришћеним узорцима и реагенсима, описан је начин припреме узорака за дате методе анализе и поступци примењени при анализи узорака применом UV/Vis спектрофотометрије, ICP OES спектрометрије, HPLC хроматографије и цикличне волтаметрије.

У делу *Резултати и дискусија* приказани су резултати до којих се дошло при одређивању: антиоксидативног капацитета полифенола применом четири спектрофотометријске методе (ABTS, DPPH, FRAP и P FRAP) и цикличне волтаметрије, појединачног садржаја полифенола и алкалоида, оптималних услова и валидације ICP OES метода, садржаја макро и микроелемената, праћења деградације полифенола и флавоноида испитиваних узорака. 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. FRAP метода је показала бољу корелацију са DPPH него са ABTS методом што је у складу са чињеницом да се редукција комплекса код FRAP методе одвија у неутралној средини. Дискусијом су обухваћени и резултати претходних истраживања, која су такође испитивала садржај појединачних полифенолних једињења, алкалоида, макро и микроелемената, пре свега у узорцима црне чоколаде.

Применом мултиваријантних техника анализе (анализа главних компонената (РСА) и кластер анализа (СА) извршено је диференцирање испитиваних узорака на основу садржаја појединачних и укупних полифенолних једињења, алкалоида и метала. Обе методе статистичке анализе показале су слично груписање узорака.

У поглављу *Извод* и *Summary* дат је кратак преглед добијених резултата.

У поглављу *Литература* дат је списак цитираних референци.

Поглавље *Биографија са библиографијом* садржи податке о аутору, као и списак публикација.

Поглавље *Пропратна документација* садржи све изјаве аутора.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ 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 катехина, процијанидина, алкалоида, укупних полифенола и флавоноида, као и садржаја макро и микроелемената. Методе оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP OES) су оптимизоване и валидиране у циљу одређивања садржаја макро и микроелемената. Примењене су четири спектрофотометријске методе (ABTS, DPPH, FRAP и PFRAP) као и метода цикличне волтаметрије у циљу испитивања антиоксидативне активности полифенолних једињења у узорцима црне, млечне, и беле чоколаде и какаоа у праху. Анализа главних компонената и кластер анализа су примењене у циљу диференцирања испитиваних узорака на основу садржаја појединачних и укупних полифенолних једињења, алкалоида и метала. 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 садржаја катехина, процијанидина, макро и микроелемената у црној, млечној, и белој чоколади и какаоу у праху, као и одређивање њиховог антиоксидативног капацитета је садржана у следећим констатацијама:

- Добијени резултати пружају информације о хемијском саставу и антиоксидативном потенцијалу узорака црне, млечне, и беле чоколаде и какаоа у праху;
- Рачунањем антиоксидативног композитног индекса (ACI) на кон примене различитих тестова процењен је антиоксидативни капацитет анализираних узорака;
- Праћењем утицаја температуре чувања испитиваних узорака испитана је стабилност катехина, процијанидина и укупних флавоноида;
- Применом мултиваријантних техника анализе извршено је диференцирање испитиваних узорака на основу садржаја катехина, процијанидина, алкалоида, макро и микроелемената.

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 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: један рад M21, један рад M22, један рад M23 и један рад објављен у универзитетском часопису M52 категорије.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу да усвоји извештај о оцини урађене докторске дисертације „Анализа катехина, процијанидина, макро и микроелемената у црној, млечној, и белој чоколади и какаоу у праху и њихов антиоксидативни капацитет“ кандидата Јелене Мрморић и одобри њен јавни одбрану.

КОМИСИЈА

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

8/17-01-006/19-008 (НСВ)

Датум именовања Комисије

25.06.2019. (НСВ)

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
	Снежана Митић, редовни професор <small>(Научна област)</small>	
1.	Аналитичка хемија <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
	Александра Павловић, редовни професор <small>(Научна област)</small>	
2.	Аналитичка хемија <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
	Биљана Каличанин, редовни професор <small>(Научна област)</small>	
3.	Хемија <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
	Снежана Тошић, редовни професор <small>(Научна област)</small>	
4.	Аналитичка и физичка хемија <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
	Милан Митић, ванредни професор <small>(Научна област)</small>	
5.	Аналитичка и физичка хемија <small>(Установа у којој је запослен)</small>	

Датум и место:
3.07.2019., Ниш