

**Универзитет у Београду - Хемијски факултет**

**Наставно-научно веће**

**ПРЕДМЕТ:** Извештај Комисије за преглед и оцену докторске дисертације **Марије Р. Копривице**, дипломираног мастер хемичара, истраживача-сарадника Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду.

На редовној седници Наставно-научног већа Хемијског факултета одржаној 14. априла 2016. године изабрани смо у Комисију за преглед и оцену докторске дисертације Марије Р. Копривице, дипломираног мастер хемичара, истраживача-сарадника Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду, под насловом:

**Хемијска карактеризација семена брескве (*Prunus persica* L.)**

Пошто смо поднету дисертацију прегледали, подносимо следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**А. ПРИКАЗ САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Докторска дисертација Марије Р. Копривице написана је на 116 страна А4 формата и садржи 23 слике, 18 табела (од тога 4 у Прилогу) и 172 литературна навода. Дисертација се састоји из 7 поглавља: 1. *Увод*, 2. *Опити део*, 3. *Експериментални део*, 4. *Резултати и дискусија*, 5. *Закључак*, 6. *Литература*, 7. *Прилог*. Поред тога, дисертација садржи: *Захвалницу*, *Изводе на српском и енглеском језику*, *Садржај*, *Биографију кандидата*, *Списак радова и саопштења*, *Изјаву о ауторству*, *Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада* и *Изјаву о коришћењу*.

У **Уводу** је дат краћи осврт на област истраживања и тему рада. Као основни циљ ове дисертације наведена је хемијска карактеризација семена брескве у циљу боље класификације и дефинисања сличности и разлика између појединих сорти и генотипова брескве. Одређивање фитохемијског профила семена брескве, пре свега садржаја масних киселина, фенолних једињења и шећера у статистички значајном броју

генотипова брескве применом савремених аналитичких и мултиваријантних хеометријских метода, може бити од значаја за идентификацију потенцијалних биомаркера њиховог генетичког и географског порекла. Поред тога, познавање физичких карактеристика и хемијског састава семена брескве може бити корисно у селекцији и укрштању сорти у оплемењивачким програмима са циљем добијања генотипова са већом нутритивном вредношћу и побољшаним физичким својствима, толератнијих и отпорнијих на дејство различитих абиотичких и биотичких фактора стреса.

У **Општем делу** кандидат укратко наводи проблеме у вези складиштења отпадног материјала из пољопривреде и прехранбене индустрије, затим порекло, класификацију, начин гајења и употребну вредност плода брескве, хемијски састав семена брескве, значај и начин одређивања масних киселина, фенолних једињења и шећера као и кратак осврт на цијаногене гликозиде као састојак. Поред тога, кандидат наводи карактеристике хроматографских метода и принципе гасне, течне и високо-ефикасне јоноизмењивачке хроматографије као основних метода за анализу и раздвајање различитих узорака, идентификацију и квантификацију појединачних компонената смеше, при чему је посебно указано на бројне предности ових хроматографских техника због чега су изабране за истраживања у оквиру ове дисертације. Разматрани су механизми хроматографских раздвајања, својства и одабир стационарних и мобилних фаза, детектора и истакнута је предност примене масене спектрометрије која се све чешће користи у комбинацији са хроматографским методама за поузданију анализу различитих анализата. Посебна пажња је посвећена мултиваријантним хеометријским методама (Анализа главних компонената - PCA, Категоријска анализа главних компонената - CATPCA, Метода делимичних најмањих квадрата са дискриминантним приступом – PLS-DA) које су од практичног значаја у груписању узорака, закључивању и добијању максималних информација из сложених хемијских података помоћу математичких и статистичких модела. Такође, разматрана је аутентичност прехранбених производа и њихових састојака при којој је су најбитнији развој, примена и комбинација различитих аналитичких техника у контроли квалитета, безбедности и оригиналности хране.

У оквиру поглавља **Експериментални део** кандидат даје списак узорака семена брескве, детаљан опис реагенса, стандардних једињења, инструмената, експерименталних и статистичких процедура коришћених у оквиру докторске дисертације.

Поглавље **Резултати и дискусија** се састоји из пет целина у оквиру којих кандидат представља резултате до којих је дошао у току својих истраживања. У свим целинама резултати су приказани тако што су узорци семена брескве груписани у три групе по разлици у пореклу (стандардне сорте, перспективни хибриди и виноградарске брескве) и у две групе по разлици у времену сазревања плода брескве (ране и касне сорте). Приказани су и резултати статистичке процене сличности и разлика између сорти и генотипова, применом *Kruskal-Wallis*-овог и *Mann-Whitney*-евог непараметријског теста. Прво су описане физичке карактеристике семена брескве као што су просечна дужина и тежина коштице, као и просечна дужина и тежина једног семена брескве. Посебна пажња посвећена је садржају воде у узорцима семена. У другом делу је разматран садржај уља у семену брескве као и садржај масних киселина у уљу семена. Поред резултата непараметријских метода, приказани су и резултати РСА анализе на основу садржаја уља и масних киселина. У трећем делу су приказани утврђени фенолни профили семена брескве, где су такође приказани и резултати САТРСА анализе на основу идентификованих и квантификованих фенолних једињења. Резултати шећерног профила описани су у четвртом одељку заједно са резултатима индекса слаткоће и резултатима РСА и PLS-DA анализа на основу садржаја шећера у семену брескве. У наставку продискутовани су резултати РСА анализе на основу свих квантификованих фитохемикалија из семена брескве заједно (садржај уља, садржај масних киселина, квантификована фенолна једињења и шећерни профил семена).

У поглављу **Закључак** сумирани су и прокоментарисани резултати добијени у оквиру докторске дисертације.

Наведена **Литература** (172 цитата) обухвата радове из области истраживања и покрива све делове дисертације.

У **Прилогу** су дати неки од експерименталних података добијени у оквиру истраживања описаних у поглављу Резултати и дискусија.

## **Б. КРАТАК ОПИС ПОСТИГНУТИХ РЕЗУЛТАТА**

У оквиру ове докторске дисертације проучавана су физичка и хемијска својства семена двадесет пет различитих сорти/генотипова брескве. Применом осетљивих и прецизних хроматографских метода са ниским границама детекције и квантификације омогућено је системско испитивање фитохемијског састава, пре свега садржај масних киселина, фенолних једињења и шећерног профила семена брескве. У комбинацији са

савременим хеометријским методама идентификовани су потенцијални биомаркери аутентичности сорти/генотипова који могу допринети интер-култиварној класификацији брескве. Показано је да се могу раздвојити сорте и генотипови брескве по разлици у пореклу и додатно, чак и успешније, раздвојити према времену сазревања плода брескве. Посматрањем физичких карактеристика, генотипови се статистички значајно разликују према својствима семена (дужина и тежина семена) док разлике везане за коштицу и садржај воде немају статистички значај као показатељи порекла и времена сазревања брескве. На основу садржаја масних киселина добијених GC-FID хроматографском техником, разликовање сорти/генотипова по генетичком пореклу могуће је према разликама у садржају уља и садржају најзаступљенијих масних киселина – олеинске, линолне, палмитинске и стеаринске киселине. Коришћењем савремене и осетљиве UHPLC-LTQ Orbitrap MS/MS технике по први пут је идентификовано 76 органских једињења а успешно квантификовано седам фенолних једињења (фенолне киселине и катехин) у семенима брескве. Од фенолних једињења у екстрактима семена брескве доминирају фенолне киселине, естри кининске киселине, флаваноноли, флавоноли, флаванони и њихови гликозиди. Комбинацијом резултата квантификације и квалификације фенолних једињења уз помоћ CATPCA хеометријске методе омогућена је класификација семена према пореклу и времену сазревања брескве. Идентификација и квантификација двадесет сахараида омогућена је коришћењем HPLC-ESI/MS технике, при чему су најзаступљенији сахараиди у семену брескве сахароза, глукоза, фруктоза, малтоза и сорбитол. PLS-DA модел добијен на основу садржаја сахараида успешно класификује узорке стандардних сорти и перспективних хибрида док модел за виноградарске брескве нема задовољавајуће статистичке перформансе али указује на сахараиде који имају улогу у класификацији генотипова брескве према садржају шећера.

## **V. УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА КАНДИДАТА СА РЕЗУЛТАТИМА ИЗ ЛИТЕРАТУРЕ**

У овој докторској дисертацији је по први пут урађена међусобна дискриминација једанаест стандардних сорти, шест перспективних хибрида и осам генотипова виноградарске брескве. За разлику од јестивог дела плода брескве, хемијски састав семена је слабо испитан, односно мало има доступних литературних података о фитохемијском саставу коштице и семена брескве. Пошто је семе коштицавог воћа из

рода *Prunus* богато уљаном фракцијом највише је испитиван садржај есенцијалних уља, масних киселина и токоферола. Резултати ове дисертације сагласни су са резултатима неколико ранијих истраживања. Потврђено је да од масних киселина семе брескве највише садржи незасићене киселине, олеинску и линолну. Семе брескве се разликује од семена бадема и кајсије по присуству лигноцеринске и одсуству линолеинске киселине. Резултати испитивања фенолног састава и садржаја у семену брескве из ове дисертације упоредиви су са литературним подацима узимајући у обзир разлике у проучаваним сортама као и климатским условима гајења. Иако је бресква воће популарно широм света, детаљан шећерни профил њеног семена је слабо испитан. Резултати ове дисертације показују да је шећерни профил семена брескве сличан профилима семена других представника рода *Prunus* као и других представника фамилије Rosaceae.

## **Г. РАДОВИ И САОПШТЕЊА КОЈИ СУ ДЕО ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Резултати испитивања на овој докторској дисертацији објављени су до сада у два научна рада од чега један у врхунском међународном часопису (M21) и један рад у међународном научном часопису (M22).

### **Научни радови објављени у врхунским међународним часописима (M21)**

Marija Stanojević, Jelena Trifković, Milica Fotirić Akšić, Vera Rakonjac, Dragan Nikolić, Sandra Šegan, Dušanka Milojković-Opsenica, Sugar Profile of Kernels as a Marker of Origin and Ripening Time of Peach (*Prunus persicae* L.), *Plant Foods for Human Nutrition*, 70, 4, (2015) 433-440.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-015-0515-4>

### **Научни радови објављени међународним часописима (M22)**

Marija R. Koprivica, Jelena Đ. Trifković, Aleksandra M. Dramićanin, Uroš M. Gašić, Milica M. Fotirić Akšić, Dušanka M. Milojković-Opsenica, Determination of the phenolic profile of peach (*Prunus persica* L.) kernels using UHPLC–LTQ OrbiTrap MS/MS technique, *European Food Research and Technology*, 244, (2018) 2051–2064.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-018-3116-2>

## **Д. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Оригиналност ове докторске дисертације је проверена на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22.06.2018). Помоћу програма iThenticate, утврђено је да количина подударача текста износи 7%. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података коришћених у литератури, тзв. општих места и података у вези са темом дисертације, као и претходно публикованих резултата истраживања проистеклих из дисертације, што је у складу са чланом 9. поменутог Правилника.

На основу свега изложеног Комисија сматра да је докторска дисертација Марије Р. Копривице оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања.

## **Е. ЗАКЉУЧАК**

На основу приказаних резултата може се закључити да је у поднетој дисертацији под насловом „Хемијска карактеризација семена брескве (*Prunus persica* L.)” кандидат Марија Р. Копривица успешно одговорила на све постављене задатке који се тичу испитивања фитохемијског састава семена брескве, првенствено идентификације и квантификације масних киселина, фенолних једињења и шећера. Комисија сматра да резултати објављени у оквиру ове докторске дисертације представљају оригиналан научни допринос карактеризацији и класификацији семена брескве у циљу идентификације потенцијалних показатеља аутентичности сорти/генотипова који могу допринети селекцији генотипова брескве са бољим нутритивним карактеристикама. Додатно, ова дисертација указује на могућност коришћења семена брескве као значајног извора биоактивних једињења са потенцијалном применом у индустрији.

Резултати истраживања проистекли из ове докторске дисертације објављени су у оквиру два рада у водећим међународним научним часописима (један категорије M21 и један категорије M22).

На основу свега изложеног Комисија сматра да се ова дисертација уклапа у савремене трендове аналитичке хемије те на основу свега изложеног предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Хемијског факултета да прихвати поднету докторску дисертацију Марије Р. Копривице под насловом „**Хемијска карактеризација семена брескве (*Prunus persica* L.)**” и одобри њену одбрану.

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

**др Душанка Милојковић-Опсеница**

редовни професор, Универзитет у Београду - Хемијски факултет

**др Јелена Трифковић**

ванредни професор, Универзитет у Београду - Хемијски факултет

**др Милица Фотирић Акшић**

ванредни професор, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет

**др Мирјана Стојановић**

научни саветник у пензији, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина - ИТНМС