

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ  
Број захтева: 290/2-7.6.  
Датум: 26.11.2014.

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ  
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

## **ЗАХТЕВ**

**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији  
за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. став. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12 и 172/13), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији:

Кандидат **МАРКО (Владета) МАЛИЋАНИН**, студент докторских студија на студијском програму Прехрамбена технологија, пријавио је докторску дисертацију под називом: «ИЗОЛОВАЊЕ И ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА УЉА ИЗ СЕМЕНА ЦРВЕНИХ СОРТИ ГРОЖЂА»,

из научне области Прехрамбена технологија.

Универзитет је дана 06.07.2011. године, својим актом број 06-6256/24 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: «ИЗОЛОВАЊЕ И ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА УЉА ИЗ СЕМЕНА ЦРВЕНИХ СОРТИ ГРОЖЂА».

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 17.09.2014. године, одлуком Факултета број 277/2-6.3. у саставу:

**име и презиме члана комисије, звање, научна област, установа у којој је запослен**

1. др Весна Ракић, ванредни професор, Физичка хемија, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
2. др Малиша Антић, ванредни професор, Хемија, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
3. др Ирена Жижовић, ванредни професор, Хемијско инжењерство, Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки факултет,
4. др Биљана Рабеновић, доцент, Наука о преради ратарских сировина, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
5. др Драгица Зорић, редовни професор, Биохемија, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет, у пензији од 01.10.2014. године.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној 26.11.2014. године.

**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

*Проф. др Милица Петровић*

Универзитет у Београду  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ  
Број: 290/2-7.6.  
Датум: 26.11.2014. године  
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 123. Закона о високом образовању и члана 24. Правилника о последипломским студијама и докторату наука, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 26.11.2014. године, донело је

### О Д Л У К У

**I ПРИХВАТА СЕ** извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео **МАРКО МАЛИЋАНИН**, дипл. инж. технол. и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **"ИЗОЛОВАЊЕ И ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА УЉА ИЗ СЕМЕНА ЦРВЕНИХ СОРТИ ГРОЖЂА»**.

**II** Универзитет је дана 06.07.2011. године својим актом број 06-6256/24 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

**III** Рад кандидата у часопису међународног значаја:

**Malićanin, M.,** Rac, V., Antić, V., Antić, M., Palade, L.M., Kefalas, P., Rakić, V. (2014). Content of Antioxidants, Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Grape Seed Oil Obtained by Ultra Sound Assisted Extraction, Journal of the American Oil Chemists Society, 91, 989–999. DOI 10.1007/s11746-014-2441-2

**П Р Е Д С Е Д Н И К  
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА  
Д Е К А Н**

*(Проф. др Милица Петровић)*

Доставити: кандидату, ментору др Весни Ракић, ванредном професору, Институту за прехранбену технологију и биохемију, Студентској служби и архиви.

**Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације  
Марка В. Малићанина, дипл.инж.**

Одлуком Наставно-научног већа факултета од 17.09.2014., именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације под насловом: “Изоловање и физичко-хемијска карактеризација уља из семена црвених сорти грожђа”, кандидата Марка В. Малићанина, дипл. инж., па пошто смо проучили завршену докторску дисертацију, подносимо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација **Марка В. Малићанина**, под насловом „**ИЗОЛОВАЊЕ И ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА УЉА ИЗ СЕМЕНА ЦРВЕНИХ СОРТИ ГРОЖЂА**“, написана је према Упутству за обликовање штампане и електронске верзије докторске дисертације Универзитета у Београду, на 232 стране, у оквиру којих се налази 60 табела и 89 слика. Поред уводних садржаја (*насловне стране на српском и енглеском језику; стране са списком чланова комисије; стране са изразима захвалности; стране са апстрактном на српском и енглеском језику и садржаја*), докторска дисертација има следећа поглавља: *Увод (1-4. стр.); Преглед литературе (5-89. стр.); Циљ рада (90-91.стр.); Материјали и методе (92-117. стр.); Резултати и дискусија (118-203.стр.); Закључак (204-214. стр.); Литература (215-232.стр.); Прилог - Скраћенице; Биографија аутора; скениране, попуњене и потписане изјаве дате као Прилог 1, 2 и 3.*

### 2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

**2.1. Увод-**У овом поглављу кандидат истиче значај управљања отпадом од грожђа који заостаје након процеса производње вина и сокова, а чији највећи део чини семе грожђа; и указује на значај његовог искоришћења и са еколошког и са економског аспекта. Такође истиче потенцијал семена грожђа као сировине за издвајање уља богатог биолошки активним компонентама и указује на могућности - методе издавајања уља из семена грожђа са посебним нагласком на значај обезбеђења еколошких услова у екстракцији. Истакнут је значај наткритичне екстракције као еколошке методе као и могућност примене ултразвука у циљу повећања ефикасности екстракције и смањења утрошка органских растварача. Кандидат указује и на значај утврђивања утицаја сорте грожђа на садржај и квалитет уља, са посебним нагласком на значај испитивања физичко-хемијских карактеристика уља из семена аутохтоне сорте грожђа Прокупац.

**2.2. Преглед литературе-**Кандидат је у овом поглављу приказао доступне литературне податке из области које су предмет проучавања ове докторске дисертације. Ради прегледности а узимајући у обзир својства материјала коришћених у раду ово поглавље је подељено у следећа подпоглавља: *2.1. Липиди (дефиниција и класификација); 2.2. Хемијски састав биљних уља – главни и минорни састојци биљних*

уља; 2.3. Улога липида и есенцијалних масних киселина у исхрани; 2.4. Липиди у грозжђу; 2.5. Семенка грозжђа (морфологија, анатомија и састав); 2.6. Уље из семенке грозжђа; 2.7. Састав и физичко-хемијске карактеристике уља из семенке грозжђа; 2.8. Оксидативна стабилност уља и улога природних антиоксиданата; 2.9. Методе издвајања (екстракције) уља из семенке грозжђа; 2.10. Аналитичке методе у анализи биљних уља. На основу доступне литературе, дате су основе о издвајању уља из семена грозжђа, као и о његовом значају у исхрани. У посебним деловима кандидат даје приказ литературних података везаних за морфологију и анатомију семена грозжђа, састав и физичко-хемијске карактеристике уља а посебно је истакнута улога антиоксиданата у уљу у смислу биолошког антиоксидативног капацитета као и у смислу одрживости уља. Истакнут је значај појединих метода издвајања уља уз приказ позитивних и негативних искустава њихове примене. Приказани литературни подаци указују да постоје основани разлози за испитивања нових поступака и посебно, испитивање издвајања уља под еколошки прихватљивим условима.

**2.3. Циљеви-** Дефинисани су основни циљеви дисертације: 1. Испитивање могућности коришћења семенке грозжђа као секундарне сировине која се јавља у процесу производње вина и сокова. 2. Примена различитих метода издвајања уља (хладно цеђење, екстракција органским растварачем уз третман ултразвуком, наткритична екстракција и екстракција по Soxhlet-у) и испитивање утицаја методе и сорте на принос и квалитет уља из семена грозжђа. 3. Испитивање утицаја уклањања спољњег омотача семена на принос и физичко-хемијске карактеристике уља, у циљу оптимизације методе хладног цеђења уља, на примеру семена аутохтоне сорте Прокупац. 4. Утврђивање физичко-хемијских карактеристика, састава масних киселина, садржаја биолошки активних компоненти, оксидативне стабилности и антиоксидативног капацитета добијених узорака уља из семена испитиваних црвених сорти грозжђа.

**2.4. Материјали и методе-**Кандидат даје приказ поступака издвајања уља као и метода за карактеризацију уља коришћених у дисертацији. У циљу прегледности, ово поглавље је подељено на пет подпоглавља.

2.4.1 У овом подпоглављу наведене су методе које ће бити коришћене за издвајање уља, као и методе физичко-хемијске карактеризације уља; а такође је наведено да ће обрада података бити вршена применом релевантних статистичких метода.

У подпоглављу 2.4.2., као основни материјал приказано је семе црвених сорти грозжђа произведеног у виноградима предузећа Рубин АД из Крушевца: Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Gamay и Прокупац и описан је начин чувања и припреме семена; док су у подпоглављу 2.4.3. побројани сви апарати и хемикалије коришћени током израде ове дисертације.

2.4.4. Ово потпоглавље доноси детаљан опис метода примењених за издвајање уља – хладног цеђења, екстракције *n*-хексаном уз третман ултразвуком, наткритичне екстракције угљеник (IV)-оксидом и методе по Soxhlet-у. Изнети су сви детаљи о поступцима издвајања уља, као и о примењеним апаратурама/пилот постројењима.

2.4.5. У овом подпоглављу детаљно су описане све примењене методе којима су добијени подаци о: морфологији и анатомији семена (скенирајућа електронска микроскопија – SEM; садржају воде и уља у семену, приносу уља, губитку масе сушењем, тачки димљења, сапонификационог, јодног, киселинског, пероксидног и анисидинског броја (применом релевантних SRPS EN ISO метода), као и оксидативне вредности. Садржај масних киселина одређен је применом гасне хроматографије метил естара масних киселина, по стандардној методи (IUPAC 2.302, 1992). Следећи параметри уврћени су применом метода описаних у литератури: садржај укупних фенолних једињења утврђен је спектрофотометријски; садржај  $\alpha$ -токоферола

утврђен је применом хроматографије течног стања под високим притиском (*high pressure liquid chromatography – HPLC*); док је антиоксидативна активност добијених уља одређивана применом две методе: хемилуминисценцијом луминола и преко неутрализације DPPH• радикала. Отпорност уља на оксидацију процењена је применом диференцијално скенирајуће калориметрије (*DSC*) и Ранцимат тестом. Сва мерења су урађена у три понављања; добијени подаци су статистички обрађени применом пакета за друштвене науке *IBM SPSS Statistics 20*. У овом потпоглављу је такође изложен математички модел Совове којим је извршено математичко моделовање екстракције наткритичним угљеник(IV)-оксидом.

**2.5. Резултати и дискусија-**Кандидат је на прегледан начин, кроз графиконе и табеле приказао резултате истраживања а уједно вршио и њихово поређење са резултатима других аутора који су радили на истој или сличној проблематици. У првом експерименту који је кандидат извршио, испитивана је могућност примене ултразвука у подстицању екстракције уља из семена грожђа, уз коришћење релативно мале количине *n*-хексана као растварача (однос растварача и узорка 2:1). У циљу утврђивања оптималног времена излагања узорка ултразвуку са аспекта екстракционог приноса и добијања уља са најбољим антиоксидативним карактеристикама и највећом отпорношћу на процесе аутооксидације, време трајања ултразвучног третмана у екстракцији уља из семена сорте Cabernet Sauvignon (берба 2012) је мењано од 15 до 135 минута; док су сви остали параметри екстракције (температура, однос масе растварача и узорка семенке, снага и фреквенција ултразвука) држани константним. Садржај воде у семенкама био је 7,23% м/м; док је укупан садржај уља (одређен методом по Soxhlet-у) био 11,25% м/м. Добијени резултати су показали да се применом дужих интервала ултразвучног третмана добијају већи екстракциони приноси; као и да третмани дужи од 90 минута немају даљи утицај на повећање приноса. Ултразвучним третманом од 90 минута постигнут је екстракциони принос од  $8,31 \pm 0,09\%$  м/м, што представља степен искоришћења од 74% у односу на укупан садржај уља у семенкама. Показано је да примена ултразвука нема утицај на састав масних киселина добијених уља, што ову методу категорише као погодну за практичну примену. Добијени резултати су указали на тренд пораста садржаја укупних фенолних једињења и  $\alpha$ -токоферола са продужењем времена трајања ултразвучног третмана. Уочава се да примена ултразвука нарочито олакшава екстракцију фенолних једињења у уљну фазу. У овом експерименту кандидат је показао могућност примене две модерне комплементарне методе, диференцијално скенирајуће калориметрије и луминол-хемилуминисценције, у одређивању оксидативне стабилности уља као и њиховог антиоксидативног капацитета. Резултати добијени у овом раду јасно указују на улогу садржаја укупних фенолних једињења у повећању оксидативне стабилности и антиоксидативне активности, и истичу њихов већи значај у односу на  $\alpha$ -токоферол. Други експеримент је имао за циљ физичко-хемијску карактеризацију уља из семена црвених сорти грожђа издвојених методама хладног цеђења и екстракцијом *n*-хексаном уз третман ултразвуком у времену трајања од 90 минута; затим, утврђивање утицаја сорте грожђа на садржај уља у семену, као и утврђивање утицаја сорте и методе издвајања на: екстракционе приносе, физичко-хемијске карактеристике, садржај биолошки активних компоненти и одрживост уља из семена грожђа. Кандидат је утврдио да укупни садржај уља (одређен методом по Soxhlet-у) зависи од сорте грожђа. Утврђени резултати екстракционог приноса показали су да принос уља зависи и од сорте и од методе издвајања. Доказано је да је екстракција *n*-хексаном уз третман ултразвуком значајно ефикаснија у односу на методу хладног цеђења. Хладним цеђењем су постигнути приноси од 4,78 до 6,27% м/м, док су екстракцијом *n*-хексаном уз третман ултразвуком добијени приноси од 10,06 до 13,01% м/м. Резултати добијени

у овом експерименту показују да на састав масних киселина утиче и сорта грожђа и метода издвајања уља. У овом експерименту утврђене су вредности  $\alpha$ -токоферола (у узорцима добијеним хладним цеђењем) у зависности од сорте у опсегу од  $0,542 \pm 0,258$  (Cabernet Sauvignon) до  $1,5 \pm 0,057$  mg/100 g (Прокупац), и у опсегу  $1,803 \pm 0,092$  (Cabernet Sauvignon) до  $3,222 \pm 0,118$  mg/100 g (Pinot Noir, екстракцијом n-хексаном уз третман ултразвуком) па кандидат доноси закључак о већој ефикасности екстракције n-хексаном уз третман ултразвуком по питању издвајања  $\alpha$ -токоферола. Садржај укупних фенолних једињења је пронађен у следећим опсезима: од  $5,99 \pm 0,34$  до  $7,35 \pm 0,19$  mg/100 g код хладно цеђених уља и од  $5,85 \pm 0,27$  до  $7,24 \pm 0,30$  mg/100 g код уља добијених екстракцијом n-хексаном уз третман ултразвуком. Највиши садржај укупних фенолних једињења је нађен код уља из семена сорте Прокупац и Gamay а најнижи код уља од сорти Merlot и Cabernet Sauvignon. Статистичка анализа добијених резултата је потврдила утицај сорте грожђа на садржај укупних фенолних једињења у уљу из семенки грожђа, док утицај методе издвајања уља није утврђен. Параметри који указују на антиоксидативни капацитет уља (DPPH тест) и отпорност уља на оксидацију (диференцијално скенирајућа калориметрија и Ранцимат тест) указују да се екстракцијом n-хексаном уз третман ултразвуком добијају уља већег антиоксидативног капацитета и отпорнија на оксидацију у односу на уља добијена методом хладног цеђења. Објашњење за ове резултате кандидат налази у садржају и саставу биоактивних састојака уља.

У овом раду су испитиване морфологија и анатомија семена пет сорти грожђа (Прокупац, Merlot, Gamay, Pinot Noir и Cabernet Sauvignon, берба 2013) применом скенирајуће електронске микроскопије. Резултати су указали на јасну диференцијацију различитих делова семена: такође, уочене су разлике у дебљини и структури епидермиса и средишњег дела семењаче, као и у структури ендосперма, и то у зависности од сорте. Код семена аутохтоне сорте Прокупац уочена је најкомпактнија и најравнија површина епидермиса, као и најдебљи и најкомпактнији слој средишњег дела семењаче (средње опне). Стога је кандидат извршио трећи експеримент у овом раду, који је имао за циљ утврђивање утицаја уклањања спољашњег омотача семена сорте Прокупац на принос и квалитет уља добијеног методом хладног цеђења. Уклањање дела спољњег омотача извршено је на машини за полирање зрна (рибалици) при чему је уклоњен најчвршћи део спољњег омотача. Добијени резултати су показали пораст приноса уља добијеног хладним цеђењем (са  $4,78 \pm 0,066\%$  код неполираног семена на  $6,17 \pm 0,66\%$  код полираног). Анализа биолошки активних компоненти указала је на повећани садржај  $\alpha$ -токоферола код узорка уља добијеног хладним цеђењем претходно третманог семена. Утицај овог предтретмана на промену састава масних киселина и садржај укупних фенолних једињења није уочен. На основу овога, кандидат је закључио да уклањање дела спољњег омотача олакшава дифузију уља из ендосперма ка површинским слојевима, што резултира олакшаним издвајањем уља (већим приносом) као и неких биоактивних компоненти.

Четврти експеримент је имао за циљ утврђивање могућности примене наткритичне екстракције са угљеник(IV)-оксидом као растварачем за издвајање уља семена претходно наведених црвених сорти грожђа из бербе 2013. Извршено је одређивање екстракционог приноса уља, испитивање кинетике екстракције и њено математичко моделовање по моделу Совове, као и утврђивање садржаја биолошки активних компоненти и оксидативне стабилности уља методом диференцијално скенирајуће калориметрије. Кандидат наводи да се постигнути екстракциони приноси налазе у опсегу од 4,96 до 10,04%, као и да је екстракциони принос уља из семена аутохтоне сорте Прокупац добијен наткритичном екстракцијом при датим условима приближно дупло мањи него у случају семена преостале четири сорте, а у односу на литературне

податке испод просека. Кандидат овакав резултат тумачи претходно поменутом компактном текстуром површине епидермиса и веома израженом и компактном семењачом код семена сорте Прокупац. Највећи екстракциони принос уља постигнут је из семена сорте Pinot Noir. На основу добијених резултата закључио је да екстракциони приноси уља добијени методом наткритичне екстракције са угљеник(IV)-оксидом зависе од сорте грожђа и од услова екстракције; да су приноси добијени наткритичном екстракцијом угљеник(IV)-оксидом нижи од приноса који се постижу екстракцијом n-хексаном уз третман ултразвуком у трајању од 90 минута, а виши у односу на приносе који се постижу хладним цеђењем; као и да не постоји корелација између укупног садржаја уља и оствареног приноса. У поређењу са уљима добијеним применом остале две методе издвајања, ова метода даје нешто различит масно-киселински састав (и нижи садржај укупних фенолних једињења у односу на уља добијена осталим два метода. Низак садржај  $\alpha$ -токоферола у уљима добијеним овом, у односу на друге две методе издвајања уља и у односу на литературне податке наводи на закључак да примењени услови екстракције нису омогућили потпуно издвајање овог изузетно важног биоактивног једињења. Примењени математички модел Совове је добро описао експерименталне податке. На добијеним екстракционим кривама уочени су периоди споре и брзе екстракције. Анализа порозности и густине биљног слоја као и параметара модела Совове, израчунатих оптимизацијом експерименталних података, показала је да је у случају семена Прокупаца потребно више времена да се оствари добар контакт са наткритичним флуидом, да семе ове сорте садржи мању количину лако доступног уља, и да је овом уљу потребно више времена да дифундује до површине честице а онда и у наткритични флуид. Кандидат овим подацима тумачи значајно мањи принос уља из семена ове сорте на почетку процеса и његову спорију екстракцију у односу на уља остале четири сорте.

Кандидат на крају износи мишљење да семе грожђа данас не представља отпадни материјал, већ веома квалитетну сировину за добијање уља, и износи тврдњу да се због карактеристика потврђених у овом раду ово уље може сврстати у ред веома квалитетних јестивих биљних уља.

**2.6. Закључак**-Кандидат је у закључку изнео најрелевантније чињенице до којих је дошао на основу својих истраживања. На основу добијених резултата извео је закључке којима су остварени циљеви и потврђене хипотезе докторске дисертације. Добијени резултати су указали да садржај уља у семену зависи од сорте грожђа; утврђени су следећи укупни садржаји уља: 15,77% $\pm$ 0,04% (C.Sauvignon); 15,22% $\pm$ 0,04 (Pinot Noir); 14,25% $\pm$ 0,03 (Gamay); 12,84% $\pm$ 0,03 (Merlot) и 11,84% $\pm$ 0,05 (Прокупац). У дисертацији је доказано да и сорта и метода издвајања утичу на принос, физичко-хемијске карактеристике и садржај биолошки активних компоненти у уљу из семена грожђа. Кандидат наводи да ултразвучни третман подстиче екстракцију уља и да примена дужих интервала ултразвучног третмана даје веће приноса, већи садржаја укупних фенолних једињења и  $\alpha$ -токоферола, а не утиче на масно-киселински састав уља. Кандидат утврђује време од 90 минута као оптимално време ултразвучног третмана. Утврђено је да је оваква екстракција n-хексаном уз третман ултразвуком ефикаснија од методе хладног цеђења и екстракције угљеник(IV)-оксидом у наткритичном стању, у погледу екстракционог приноса и добијања уља са бољом оксидативном стабилношћу.

У вези са издвајањем уља из семена црвених сорти грожђа: Pinot Noir, Прокупац, Gamay, Merlot и Cabernet Sauvignon (берба 2013), кандидат је утврдио да се у зависности од сорте грожђа екстракцијом n-хексаном уз третман ултразвуком постижу приноси од 10,06 до 13,01% m/m, хладним цеђењем од 4,78 до 6,27% m/m, док су екстракцијом угљеник(IV)-оксидом у наткритичном стању постигнути приноси од 4,96 до 10,04%. Такође, утврдио је да осим на принос уља, сорта и метода издвајањем утичу и на

физичко-хемијске карактеристике и садржај биолошки активних једињења у уљу. Антиоксидативни капацитет и отпорност уља на оксидацију такође зависе и од сорте грожђа и од методе издвајања уља. Кандидат је утврдио и да уклањање спољашњег омотача семена грожђа аутохтоне сорте Прокупац доводи до значајног повећања приноса а да при томе нема значајан утицај на физичко-хемијске карактеристике и квалитет уља добијеног хладним цеђењем. У раду је утврђено да су приноси добијени наткритичном екстракцијом са угљеник(IV)-оксидам нижи од приноса који се постижу екстракцијом n-хексаном уз примену ултразвука и виши у односу на приносе који се постижу хладним цеђењем. Примењени услови наткритичне екстракције не омогућавају да се из семена грожђа издвоје антиоксиданси (укупна фенолна једињења и  $\alpha$ -токоферол) у износима које су омогућиле остале методе издвајања; док су састави масних киселина упоредиви са осталим уљима анализираним у раду. У овом раду указано је на значај морфологије и анатомије семена (дебљине и структуре епидермиса и средишњег дела семењаче) у процесу издвајања уља. Како се у зависности од изабране методе издвајања уља постигнути екстракциони приноси разликују за сваку сорту, кандидат закључује да се за постизање оптималног приноса и састава уља може извршити одабир одговарајуће методе и услова издвајања уља.

**2.7. Литература-** Наведено је 238 референци које представљају избор и преглед најзначајнијих радова објављених на теме издвајања и карактеризације уља, као и на тему улоге биолошки важних компоненти уља.

### 3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација *дипл. инж. Марка В. Малићанина* представља самостални научни рад у области издвајања и карактеризације уља из семена грожђа. Кандидат је систематски проучио резултате истраживања других аутора, дефинисао предмет и програм испитивања, поставио циљ, основне хипотезе, извршио предвиђене експерименте и прикупио податке из њих, применио адекватне математичко-статистичке методе за анализу и процену добијених резултата. Истраживања која су била предмет ове дисертације су дала резултате који пружају нова сазнања у области издвајања уља из семена грожђа, као и њихове карактеризације. Уље семена грожђа је богато биолошки активним компонентама. Резултати истраживања реализованих у склопу ове дисертације потврђују да се уље из семена грожђа може окарактерисати као веома квалитетно биљно уље. Такође, резултати истраживања који су приказани у овом раду су показали да семе грожђа, уместо отпада у производњи вина може бити третирано као квалитетна сировина за добијање уља. Кроз овај рад, кандидат је испитао могућност примене различитих метода издвајања уља из семена грожђа, при чему је показао да је могуће развити технике које омогућавају издвајање квалитетног уља у еколошки прихватљивим условима. Кандидат је показао да се екстракција уља органским растварачем може подстаћи применом ултразвука, при чему постаје могућа примена мале, еколошки прихватљиве количине органског растварача. У раду је такође испитано издвајање уља еколошким методама хладног цеђења као и применом угљеник(IV)-оксида у наткритичним условима. У циљу оптимизације методе хладног цеђења, испитан је утицај уклањања дела спољашњег омотача семена аутохтоне сорте грожђа Прокупац, као предтретмана хладном цеђењу уља, на повећање приноса и на квалитет добијеног уља. У овом раду је анализиран утицај сорте грожђа на укупан садржај уља у семену грожђа, као и утицај сорте и методе издвајања на екстракционе приносе, физичко-хемијске карактеристике, садржај биолошки активних компоненти и одрживост уља из семенки грожђа. Доказан је утицај биолошки активних компоненти



на антиоксидативни капацитет и отпорност уља на оксидацију. Резултати остварени у овом раду допринеће бољем разумевању процеса издвајања уља из семена грожђа, као и бољем разумевању карактеристика овог уља и његових биолошких улога. Дисертација је урађена у свему према одобреној пријави теме и представља оригинално и самостално научно дело, чиме су се стекли услови за јавну одбрану.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију *дипл. инж. Марка В. Малићанина* „**ИЗОЛОВАЊЕ И ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА УЉА ИЗ СЕМЕНА ЦРВЕНИХ СОРТИ ГРОЖЂА**“, и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану.

Чланови комисије:

др Весна Ракић, ванредни професор,  
(Ужа научна област Физичка хемија)  
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет

др Малиша Антић, ванредни професор  
(Ужа научна област Хемија)  
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет

др Ирена Жижовић, ванредни професор,  
(Ужа научна област Хемијско инжењерство)  
Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки  
факултет

др Биљана Рабреновић, доцент,  
(Ужа научна област Наука о преради ратарских  
сировина)  
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет

др Драгица Зорић, редовни професор,  
(Ужа научна област Биохемија)  
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет

**Прилог:**

Рад Марка В. Малићанина, дипл. инж., објављен у научном часопису на SCI листи

**Malićanin, M.**, Ras, V., Antić, V., Antić, M., Palade, L.M., Kefalas, P., Rakić, V. (2014). Content of Antioxidants, Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Grape Seed Oil Obtained by Ultra Sound Assisted Extraction, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 91, 989–999. DOI 10.1007/s11746-014-2441-2