

Факултет Пољопривредни

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

33/7-5.2.

(Број захтева)

25.04.2018.

(Датум)

Веће научних области
биотехничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Стабилизација хладно пресованог сунцокретовог уља применом етарских уља и екстраката
одабраних врста лековитог и зачинског биља“.

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

1. Александра, Слободан, Илић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета,
студијски програм):

Универзитет у Београду -

Пољопривредни факултет, Одсек за прехрамбену
технологију биљних производа

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2011.

4. Година уписа на докторске студије: 2011/2012.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Малиша Антић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M. Malićanin, V. Rac, V. Antić, M. Antić, L. M. Palade, V. Rakić (2014): "Content of Antioxidants, Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Grape Seed Oil Obtained by Ultra Sound Assisted Extraction", *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **91** (6), 989-999.
2. D. Paunović, T. Solević Knudsen, B. Zlatković, M. Antić (2013): "Secondary Lipid Oxidation Products of Oil in White Mustard Seeds (*Sinapis albae* semen)", *Oxid. Commun.* **36** (3), 669-675.
3. M. Petrović, D. Z. Sužnjević, F. T. Pastor, M. Veljović, L. L. Pezo, M. P. Antić, S. T. Gorjanović (2016): "Antioxidant Capacity Determination of Complex Samples and Individual Phenolics- Multilateral Approach", *Comb. Chem. High T. Scr.* **19** (1), 58-65.
4. D. Z. Sužnjević, M. Petrović, F. T. Pastor, M. Veljović, S. J. Zlatanović, M. P. Antić, S. T. Gorjanović (2015): "Reduction of Hg²⁺ by Individual Phenolics and Complex Samples and Its Application on Polarographic Antioxidant Assay", *J. Electrochem. Soc.* **162** (7), H428-H433.
5. D. M. Paunović, T. M. Šolević Knudsen, M. Krivokapić, B. P. Zlatković, M. P. Antić (2012): "Sinalbin degradation products in mild yellow mustard paste", *Hem. Ind.* **66** (1), 29-32.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Пољопривредног факултета

на седници одржаној 25.04.2018. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милица Петровић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 33/7-5.2.
Датум: 25.04.2018. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 44. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 25.04.2018. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени пријаве теме докторске дисертације коју је поднела **АЛЕКСАНДРА ИЛИЋ, дипл. инж.** и одобрава израда дисертације под насловом: **«СТАБИЛИЗАЦИЈА ХЛАДНО ПРЕСОВАНОГ СУНЦОКРЕТОВОГ УЉА ПРИМЕНОМ ЕТАРСКИХ УЉА И ЕКСТРАКТА ОДАБРАНИХ ВРСТА ЛЕКОВИТОГ И ЗАЧИНСКОГ БИЉА».**

II За ментора се именује др Малиша Антић, редовни професор.

III На одлуку о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора сагласност даје одговарајуће Веће научних области Универзитета у Београду.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Милица Петровић)

Доставити: кандидату, ментору, Институту за прехранбену технологију и биохемију, Студентској служби и архиви.

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
27.03.2018.**

Предмет: Извештај комисије о оцени пријаве докторске дисертације Александре Илић

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр. 33/5-3.1, именовани смо у комисију за оцену пријаве докторске дисертације коју је поднела дипл. инж. Александра Илић, под насловом:

„Стабилизација хладно пресованог сунцокретовог уља применом етарских уља и екстраката одабраних врста лековитог и зачинског биља“. На основу увида у садржај пријаве докторске дисертације, подносимо Научно-наставном већу Пољопривредног факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Наслов дисертације

Чланови Комисије су једногласни у оцени да предложени наслов докторске дисертације „Стабилизација хладно пресованог сунцокретовог уља применом етарских уља и екстраката одабраних врста лековитог и зачинског биља“ одговара програму и научном циљу истраживања.

2. Предмет и програм истраживања

Све обимнија сазнања о значају квалитета хране за животне функције и општи здравствени статус човека усмеравају произвођаче хране ка изналагању нових начина производње као и нових производа којима би се задовољиле специфичне потребе потрошача. Иако рафинисано сунцокретово уље преовладава у исхрани становништва Републике Србије, све више пажње добијају специфична јестива нерафинисана, односно хладно пресована уља.

Хладно пресована уља се производе механичким поступком, пресовањем, одн. применом притиска, без загревања. У току производње морају се сачувати сви природни састојци уља у непромењеном облику (Службени гласник РС, 43/2013). Одсуство процеса рафинације, којим се неминовно губи део биоактивних компонената и смањује нутритивна вредност сунцокретовог уља, води ка томе да се јавља све већа потреба за производњом хладно пресованог сунцокретовог уља које у себи има очуване високовредне компоненте. Поред тога што имају повољне здравствене ефекте, биолошки активне компоненте су значајне и због тога што доприносе сензорним карактеристикама. За ова уља су карактеристична специфична сензорна својства, пре свега мирис и укус на изворну сировину, по чему се у потпуности разликују од рафинисаних уља (Романић и Кравић, 2017).

Хладно пресована уља су природни извор есенцијалних масних киселина, стерола, каротеноида, фенолних једињења, фосфолипида и липосолубилних витамина, пре свега витамина Е, тј. α -токоферола (Warner et al., 2008). Есенцијалне масне киселине су нарочито важне за нормалну функцију организма а α -токоферол, као природни антиоксиданс, спречава оксидацију незасићених масних киселина (Димић, 2000). Полифеноли који су присутни у уљу, имају изражено антиоксидативно дејство и штите организам од кардиоваскуларних и дегенеративних болести.

Иако хладно пресовано сунцокретово уље има високу нутритивну вредност захваљујући хемијском саставу и начину производње, изузетно је осетљиво на оксидативне промене и има ниску оксидативну стабилност (Rass et al., 2008; Романић и Кравић, 2017). Процеси оксидације биљних уља су неизбежни и они наступају одређеном динамиком која зависи од састава уља и присуства састојака који убрзавају или успоравају ове реакције (Martin-Polvillo et al., 2004). Оксидативно кварење је најчешћи вид кварења уља до кога долази деловањем кисеоника из ваздуха на незасићене везе масних киселина. Током оксидације долази до формирања примарних и секундарних производа који реагују са осталим компонентама присутним у уљу, при чему настају једињења која утичу на промену сензорних и нутритивних карактеристика и која су штетна по људско здравље.

При одређивању свеобухватног квалитета хладно пресованих уља веома је важно одредити и оксидативну стабилност уља која је дефинисана као време за које се она могу сачувати од интензивнијег процеса аутооксидације (Dimić et al., 2012). Познавање стабилности и одрживости хладно пресованих уља је важно како би се могао унапред одредити рок трајања без битнијих промена квалитета (Димић, 2005). У овој врсти уља услед одсуства рафинације могу бити присутне компоненте које погоршавају одрживост (слободне масне киселине, пероксиди, тешки метали и др.). Са друге стране она имају већи садржај природних састојака са антиоксидативним својствима (токоферол, каротеноиди, фенолна једињења и сл.) која могу допринети бољој одрживости уља.

Као узрок ниске оксидативне стабилности "стандардног" линолног типа уља може се навести састав масних киселина у коме преовладава линолна киселина и чињеница да у саставу токоферола доминира α -токоферол са преко 95%. Овај изомер је прекурсор витамина Е и показује изузетно висок антиоксидативни капацитет у *in vivo* условима, док су се у условима *in vitro* као бољи антиоксиданси показали γ - и δ -токоферол. Такође, α -токоферол се при високим концентрацијама (>1000 ppm) понаша као прооксиданс. С обзиром да сунцокретово уље обично садржи укупне токофероле у количини од 500 до 800 ppm, повећање концентрације α -токоферола има ограничену примену (Hamm et al., 2013). Повећање оксидативне стабилности може се постићи прерадом хибрида са измењеним маснокиселинским саставом код којих, према усвојеним критеријумима, удео олеинске киселине треба да буде већи од 80% или прерадом хибрида са измењеним саставом токоферола, односно већим уделом β -, γ - и δ -токоферола (Kamal-Eldin, 2006; Warner et al., 2008).

Врло ефикасан начин оксидативне стабилизације јесте додатак синтетичких или природних антиоксиданаса оним намирницама где је то дозвољено. Најзначајнији синтетички антиоксиданси су: бутиловани хидроксианисол (ВНА), бутиловани

хидрокситолуен (ВНТ), терцијарни бутил хидрохинон (ТВНҚ). Међу природне антиоксидансе се убрајају токофероли, гална киселина и њени деривати, аскорбинска киселина, β -каротен и активне компоненте лековитог биља и зачина (Hamm et al., 2013). С обзиром да је за поједине синтетичке антиоксидансе утврђено да могу имати штетне ефекте по људско здравље и у неким државама су већ забрањени за употребу, последњих година се све више посвећује пажња проналажењу природних извора антиоксиданаса у циљу њихове замене (Sayyari and Farahmandfar, 2017). Тренд замене синтетичких једињења природним активним компонентама је утицао на откривање и изналажење нових природних антиоксиданаса, који су распрострањени у цитрусима, воћу, поврћу, алгатама као и у лековитом и зачинском биљу (Пићурић-Јовановић и Миловановић, 2005). Употреба природних антиоксиданаса представља обећавајућу алтернативу у односу на синтетичке у погледу високе компатибилности са дијететским уносом и нешкодљивости по организам.

Као значајан потенцијални природни извор антиоксиданаса препознато је лековито и зачинско биље. Ове биљке имају терапеутска и функционална својства која потичу од активних биљних компонената. Етарска уља и екстракти лековитог биља и зачина садрже активне компоненте које успоравају процесе оксидације липида, непожељне у прехранбеној индустрији (Sayyari and Farahmandfar, 2017). При утврђивању антиоксидативног потенцијала нових природних препарата врши се поређење са антиоксидативним деловањем добро познатих и у пракси примењиваних природних и синтетичких антиоксиданаса. Испитује се њихова способност инхибиције оксидације масти и уља, као и утицај на повећање стабилности и одрживости уља (Пићурић-Јовановић и Миловановић, 2005). Познато је да биљке из фамилије Lamiaceae имају снажно антиоксидативно дејство. Делујући против штетног утицаја слободних радикала, компоненте биља из ове фамилије имају значајну улогу у превенцији и борби против канцера, кардиоваскуларних болести, дијабетеса, остеопорозе, неуродегеративних и других поремећаја (Hussain et al., 2011; Alimpić et al., 2015).

У оквиру фамилије Apiaceae, вршена су многа испитивања како хемијског састава, тако и биолошке активности различитих типова екстраката и етарских уља. Захваљујући хемијском саставу, екстракти су показали бројне активности због чега имају све већу примену у козметици, фармацеутској и различитим гранама прехранбене индустрије (Christova-Bagdassarian et al., 2014).

Поред утицаја на одрживост и нутритивну вредност, додатак екстраката и етарског уља лековитог и зачинског биља има значајан утицај и на сензорне карактеристике јестивог уља (Gambacorta et al., 2007). Сензорна својства су веома битна за прихватљивост производа од стране потрошача. Већина хладно пресованих уља високог квалитета, која су добијена из семена уљарица, има специфичну и пријатну арому на сировину од које потиче (Димић, 2000). Употреба лековитог и зачинског биља у циљу повећања одрживости уља са собом неминовно носи и одређени степен ароматизације. Из тог разлога, испитивање одрживости хладно пресованог сунцокретовог уља без испитивања сензорних карактеристика и утврђивања прихватљивости тако добијеног производа од стране потрошача не би било потпуно.

3. Научни циљ истраживања

Ово истраживање се изводи у циљу утврђивања садржаја укупних фенолних једињења и флавоноида у етанолним екстрактима одабраних лековитих и зачинских биљних врста из фамилија Lamiaceae и Apiaceae, као и испитивања антиоксидативне и антимикуробне активности етарских уља и етанолних екстраката ових биљних врста.

На основу прелиминарних анализа хемијског састава, антимикуробне и антиоксидативне активности, биће изабрани узорци за даља испитивања. Одабрани екстракти и етарска уља биће додати хладно пресованом сунцокретовом уљу у више концентрација и тако припремљена уља биће чувана на собној температури у стакленим боцама одређени временски период. Поред уља са додатим екстрактима и етарским уљима, на истоветан начин биће третиран узорак уља са додатим синтетичким антиоксидансом и узорак без икаквих додатака, као контрола.

Паралелно са овим истраживањем, биће спроведено праћење оксидативних промена у узорцима уља са или без додатака у условима повишене температуре и присуства кисеоника.

Крајњи циљ истраживања јесте утврђивање утицаја додатих екстраката и етарских уља на одрживост и стабилност уља, поређење са ефектом додатог синтетичког антиоксиданса и сензорна оцена прихватљивости на овај начин ароматизованих и стабилизованих узорака хладно пресованог сунцокретовог уља.

4. Основне хипотезе од којих се полази

- Да издвојена етарска уља и етанолни екстракти одабраних врста лековитог и зачинског биља имају висок садржај компонената које су носиоци биолошке активности
- Да одабране врсте лековитог и зачинског биља имају изражену антиоксидативну и антимикуробну активност, које према подацима из литературе и праксе, потичу од бројних биолошки активних једињења
- Да се додатком етарских уља или етанолних екстраката одабраних врста лековитог и зачинског биља повећава оксидативна стабилност сунцокретовог уља која је упоредива са оном која се постиже додатком синтетичког антиоксиданса
- Да додато етарско уље или етанолни екстракти позитивно утичу на сензорне карактеристике сунцокретовог уља

5. Материјал и методе који ће се користити у истраживањима

❖ Материјал и обрада материјала за истраживања

Основни материјал који ће бити коришћен у истраживањима је сува херба лековитог и зачинског биља из породице Lamiaceae и суви плодови биљних врста из породице Apiaceae.

Надземни делови и плодови испитиваних врста лековитог и зачинског биља биће самлевени у лабораторијском млину непосредно пре дестилације воденом паром односно пре процеса екстракције.

- ***Изоловање етарских уља***

Етарско уље биће изоловано хидродестилацијом одмерене масе биљног материјала током 2 сата у апаратури по *Clevenger*-у. По завршеној дестилацији, етарска уља ће бити осушена преко безводног натријум-сулфата и чувана на температури од 4 °C у тамним вијалама.

- ***Припрема екстракта***

Уситњени биљни материјал биће екстрахован 70% и 96% етанолом применом две паралелне процедуре екстракције.

Прва процедура подразумева екстракцију методом по *Soxhlet*-у. Одмерена маса биљног материјала биће континуално екстрахована у току седам сати на температури кључања растварача независно од примењеног растварача и биљне врсте.

Друга процедура подразумева мацерацију одмерене масе биљног материјала уз коришћење ултразвучног купатила како би се повећала ефикасност екстракције. Биљни материјал биће екстрахован 24 сата на собној температури, с тим да ће првог и последњег сата бити изложен деловању ултразвука у ултразвучном купатилу на температури од 30 °C (Alimpić et al., 2015).

Независно од процедуре, након завршене екстракције биљни материјал ће бити филтриран помоћу филтер папира (*Whatman No.1*), а растварач ће из добијених филтрата бити уклоњен помоћу ротационог вакуум упаривача. Након упаравања, добијени суви екстракти биће чувани на температури од 4 °C до следећих експеримената.

❖ **Методе испитавања изолованог етарског уља и припремљених екстракта**

• ***Анализа састава етарских уља***

Квалитативна и квантитативна анализа етарских уља биће извршена помоћу гасне хроматографије са племено-јонизујућим детектором (*GC-FID*) и гасне хроматографије - масене спектрометрије (*GC-MS*). Идентификација појединачних компоненти вршиће се масеноспектрометријски и преко ретенционих индекса, уз коришћење базе масених спектра (*NIST*) и расположивих литературних података (Adams, 2007; Babushok et al., 2011).

• ***Метода за одређивање садржаја фенолних једињења у екстрактима***

За одређивање укупног садржаја фенолних једињења биће коришћена процедура по Singleton и Rossi (1965). Укупан садржај фенола у екстрактима биће изражен у еквивалентима галне киселине по граму сувог екстракта (mg GAE/g).

• ***Метода за одређивање садржаја укупних флавоноида у екстрактима***

За одређивање садржаја укупних флавоноида у биљним екстрактима биће коришћена процедура по Park et al., (1997). Садржај флавоноида у екстрактима биће изражен у еквивалентима кверцетина по граму сувог екстракта (mg QE/g).

• ***Одређивање антиоксидативне активности етарских уља и екстракта***

- Антиоксидативна активност етарских уља и екстракта биће одређена коришћењем синтетичког радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилхидразил)

према процедури коју је развио Blois (1958) са одређеним модификацијама уз коришћење комерцијалних антиоксиданаса као позитивних контрола. Вредности ће бити представљене као % инхибиције DPPH радикала тестираног узорка у односу на контролу.

- Антиоксидативна активност етарских уља и екстраката биће одређена и коришћењем FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) теста уз коришћење комерцијалних антиоксиданаса као позитивних контрола. Овим тестом се процењује укупни антиоксидативни капацитет узорка на основу редукције комплекса фери -трипиридилтриазин (Fe(III)-TPTZ) до фери -трипикрилтриазин (Fe(II)-TPTZ) у присуству узорка у условима ниске pH вредности. Овај тест ће бити изведен по стандардној процедури (Benzie и Strain, 1996) са незнатним модификацијама. FRAP вредности екстраката биће изражене као $\mu\text{mol Fe(II)/g}$ сувог екстракта.
- За одређивање антиоксидативне активности етарских уља и екстраката биће коришћен и β -каротен/линолна киселина тест који се заснива на спектрофотометријском праћењу деколоризације раствора β -каротена у присуству продукта оксидације линолне киселине. β -каротен/линолна киселина тест биће изведен по модификованој процедури (Dapkevicius et al., 1998) уз коришћење комерцијалних антиоксиданаса као позитивних контрола. Антиоксидативна активност екстраката биће представљена као проценат инхибиције деколоризације раствора β -каротена у односу на контролу.
- За одређивање антиоксидативне активности етарских уља и екстраката биће примењена и поларографска метода заснована на класичној поларографији једносмерне струје са капљућом живином електродом (КЖЕ) - НРМС (HydroxoPerhydroxoMercury(II) Complex) метода (Sužnjević et al., 2011; Gođanović et al., 2013). Резултати поларографске методе биће изражени као нагиб линеарног дела криве зависности процената смањења анодне струје комплекса од запремине додатог узорка (%/ml).

- **Одређивање антибактеријске активности етарских уља и екстраката**

За испитивање антибактеријских својстава етарских уља и екстраката биће коришћене две Грам позитивне бактерије - *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) и *Listeria monocytogenes* (ATCC 19111) и две Грам негативне бактерије - *Escherichia coli* (ATCC 25922) и *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028).

За одређивање минималне инхибиторне (МИК) и минималне бактерицидне концентрације (МБК) етарских уља и екстраката биће употребљена микродилуциона метода (Duvnjak et al., 2016; Matijašević et al., 2016). Минимална инхибиторна концентрација биће дефинисана као најмања концентрација узорка (mg/ml) код које није било уочљивог раста, тј. где је боја ресазурина остала непромењена. Да би се утврдила минимална бактерицидна концентрација, узорци за које се утврди да инхибирају раст бактерија биће засејани на површину одговарајућег агра. У случају изостајања бактеријског раста на површини агара, тестирана концентрација ће представљати минималну бактерицидну концентracију (МБК) (Nowacka et al., 2014).

❖ Аналитичке методе испитивања састава и квалитета уља

• **Састав масних киселина**

Маснокиселински састав узорака уља са или без додатака биће одређен методом гасне хроматографије- масене спектрометрије (GC-MS).

• **Киселост уља - садржај слободних масних киселина**

Киселост уља биће одређена стандардном методом алкалиметријске титрације. Одређивање садржаја слободних масних киселина има за циљ утврђивање степена хидролизе уља у току процеса складиштења. Киселост уља биће изражена као киселински број и проценат олеинске киселине при чему ниске вредности за проценат олеинске киселине указују на одсуство производа хидролизе уља.

• **Садржај укупних каротеноида**

Садржај укупних каротеноида биће одређен стандардном методом мерењем апсорбанције уља раствореног у хексану при таласној дужини од 460 nm.

❖ Испитивање оксидативне стабилности уља

С обзиром да не постоји јединствена метода помоћу које би се могли добити подаци о степену укупно насталих оксидативних промена, у овој докторској дисертацији биће примењено више метода које дају садржај укупних, тј. и примарних и секундарних продуката оксидације, како би увид у степен насталих оксидативних промена био комплетан.

За испитивање оксидативне стабилности уља са или без додатака биће примењене следеће методе:

• **Schaal Oven мет**

Schaal Oven тест (Oven тест) подразумева контролисано загревање узорака у сушници на температури од 63 ± 2 °C у одсуству светлости и праћење промене вредности пероксидног броја у одређеним временским интервалима (Романић и Кравић, 2017).

• **Rancimat мет (Индукциони период)**

Отпорност уља на оксидацију биће утврђена одређивањем индукционог периода на апарату Rancimat Metrohm стандардном методом. Метода је заснована на убрзаном к варењу уља при повишеним температурама и продувавању ваздуха кроз узорак. Индукциони период, изражен у сатима, одређује се кондуктометријски, аутоматским регистровањем проводљивости у функцији времена, услед издвајања нискомолекуларних испарљивих киселина, продуката оксидације.

• **Диференцијално скенирајућа калориметрија (DSC) метода**

Како је оксидација липида егзотермна појава, отпорност уља на оксидацију одређена је на основу утврђене почетне тачке егзотермног DSC сигнала који је добијен током оксидације уља која се дешавала у режиму контролисаног грејања. Процедура је описана ASTM стандардом E2009-08 (Ulkowski et al., 2005). Мерења ће бити изведена на диференцијално скенирајућем калориметру који је повезан са термовагом, под

атмосферским притиском. Узорци ће бити грејани у температурном опсегу 20-200 °C линеарним режимом у отвореном носачу од кварца.

- ***Пероксидни број (PV)***

Пероксидни број биће одређен стандардном јодометријском методом. Овом методом се одређује садржај примарних продуката оксидације. Низак пероксидни број указује на одсуство производа оксидације.

- ***Анисидински број (AV)***

Анисидински број се одређује стандардном UV-VIS спектрофотометријском методом којом се директно омогућава одређивање садржаја неспарљивих карбонилних једињења тј. секундарних производа оксидације.

- ***Одређивање оксидативне вредности (OV)***

Оксидативна вредности је показатељ садржаја примарних и секундарних продуката оксидације, и израчунава се помоћу следеће формуле:

$$OV = 2 \times PV + AV$$

- ***Специфичне апсорбанције***

Специфичне апсорбанције биће одређене спектрофотометријским мерењима у UV области спектра. Апсорпциони максимум на таласној дужини 232 nm показује садржај хидропероксида, конјугованих диена одн. примарних продуката оксидације док апсорпциони максимум на 270 nm указује на садржај конјугованих триена, секундарних продуката оксидације који настају из хидропероксида.

❖ **Сензорна анализа**

Сензорни квалитет хладно пресованих уља обухвата оцењивање ароме, мириса, укуса, боје и изгледа. Боја узорака, поред сензорног оцењивања, биће одређена и инструментално.

Сви резултати биће статистички обрађени, у складу са типом експеримента и природом података.

6. Списак литературе цитиране у тексту пријаве

Списак литературе цитиране у тексту дат је у Прилогу 1.

7. Списак објављених стручних радова и саопштења

Списак објављених стручних радова и саопштења дат је у Прилогу 2.

8. Биографија кандидата

Александра (Слободан) Илић, дипл. инж. рођена је 30.04.1987. године у Крагујевцу, Република Србија. Основну школу и општи смер гимназије завршила је у Великом Градишту.

Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Одсек за прехранбену технологију биљних производа уписала је 2006. године, а завршила 21.04.2011. године са просечном оценом у току студирања 8,75. Дипломски рад под називом „Органолептичке промене приликом сушења корена першуна“ одбранила је са оценом 10. Докторске студије на истом факултету, на Одсеку за прехранбену технологију и биохемију, уписала је школске 2011/12. године и завршила све испитне обавезе у року.

Од 17.10.2011. године почиње са радом у Високој техничкој школи струковних студија у Пожаревцу, на месту сарадника у настави где се од октобра 2012. године налази на месту асистента. Учествоје у извођењу наставе на основним студијама на студијском програму Прехранбена технологија и нутриционизам.

Члан је Удружења прехранбених технолога Србије и удружења Society for Medicinal Plant and Natural Product Research.

9. Закључак и предлог

Кандидат, дипл. инж. Александра Илић поднела је пријаву за израду докторске дисертације под насловом: „Стабилизација хладно пресованог сунцокретовог уља применом етарских уља и екстраката одабраних врста лековитог и зачинског биља“. На основу теме која је обухваћена истраживањима, као и увида у стручне активности кандидата, Комисија сматра да је предложена тема интересантна и актуелна са научног и практичног становишта. Лековито и зачинско биље представља непроцењив извор биолошки активних једињења која изолована на погодан начин могу бити замена за синтетичке антиоксидансе, а притом нису опасна за људско здравље.

Комисија такође налази да је тема ове дисертације у складу са препорученим тематским научним областима. Научни допринос огледа се и у детаљној анализи хладно пресованог сунцокретовог уља. Одређивањем полазног квалитета уља и праћењем параметара квалитета у одређеном временском интервалу долази се до сазнања у којој мери додати екстракти и етарска уља одабраних врста лековитог и зачинског биља утичу на промену хемијских и сензорних карактеристика. Основано се може очекивати да ће се током истраживања стећи сазнања о могућности стабилизације хладно пресованог сунцокретовог уља као и могућности примене лековитог и зачинског биља у том циљу.

Значај истраживања се огледа и у томе што ће се поред оксидативне стабилизације уља додатком лековитог и зачинског биља у облику екстраката и етарских уља постићи и измена појединих сензорних карактеристика уља. Одређени степен ароматизације уља који се на овај начин постиже је од практичног значаја за прихватљивост овако добијеног производа од стране потрошача.

Полазећи од наведених закључака, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду

да прихвати и одобри израду докторске дисертације Александре Илић, под насловом: „Стабилизација хладно пресованог сунцокретовог уља применом етарских уља и екстракта одабраних врста лековитог и зачинског биља“. Као ментора при изради ове дисертације, Комисија предлаже др Малишу Антића, редовног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

У Београду, **27.03.2018.**

Чланови комисије

др Малиша Антић, редовни професор
Универзитета у Београду, Пољопривредни
факултет, Ужа научна област: Хемија

др Биљана Рабреновић, ванредни професор
Пољопривредног факултета Универзитета у
Београду, Ужа научна област: Наука о преради
ратарских сировина

др Станислава Горјановић, научни саветник
Института за општу и физичку хемију,
Универзитета у Београду, Ужа научна област:
Биохемија

др Татјана Шолевић Кнудсен, виши научни
сарадник Института за хемију, технологију и
металургију, Универзитета у Београду, Ужа
научна област: Хемија

др Ана Алимпић Арадски, научни сарадник,
Биолошког факултета Универзитета у
Београду, Ужа научна област: Морфологија,
фитохемија и систематика биљака

др Славица Јелачић, редовни професор
Пољопривредног факултета Универзитета у
Београду, Ужа научна област: Лековито,
ароматично и зачинско биље

Прилог 1.

- Adams, R.P. (2007). Identification of Essential Oil Components By Gas Chromatography/Mass Spectrometry. 4th ed. IL: Allured Publishing Corporation. Carol Stream, Illinois, 69-351.
- Alimpić, A., Pljevljakušić, D., Šavikin, K., Knežević, A., Ćurčić, M., Veličković, D., Stević, T., Petrović, G., Matevski, V., Vukojević, J., Marković, S., Marin, P.D., Duletić-Laušević, S. (2015). Composition and biological effects of *Salvia ringens* (Lamiaceae) essential oil and extracts, Industrial Crops and Products, 76:702-709.
- Christova-Bagdassarian, V., Bagdassarian, K.S., Stefanova Atanassova, M., Ahmad, M.A. (2014). Comparative analysis of total phenolic and total flavonoid contents, rutin, tannins and antioxidant capacity in *Apiaceae* and *Lamiaceae* families, Indian Horticulture Journal, 4(3):131-140.
- Babushok, V.I., Linstrom, P.J., Zenkevich, I.G. (2011). Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils, Journal of Physical and Chemical Reference Data. 40(4), 043101-1 -043101-47.
- Benzie, I. F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239:70-76.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181:1199-1200.
- Dapkevicius, A., Venskutonis, R., van Beek, T.A, Linseen, J.P.H. (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania, Journal of the Science of Food and Agriculture, 77:140-146.
- Димић, Е. (2000). Контрола квалитета хладно пресованих уља, Acta periodica technologica, 31:165-174.
- Димић, Е. (2005). Хладно цеђена уља. Монографија. Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, Нови Сад.
- Dimić, E., Premović, T., Takači, A. (2012). Effects of the contents of impurities and seed hulls on the quality of cold-pressed sunflower oil, Czech Journal of Food Sciences 30(4):343-350.
- Duvnjak, D., Pantić, M., Pavlović, V., Nedović, V., Lević, S., Matijašević, D., Sknepnek, A., Nikšić, M., (2016). Advances in batch culture fermented *Coriolus versicolor* medicinal mushroom for the production of antibacterial compounds. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 34,1-8.
- Gambacorta, G., Faccia, M., Pati, S., Lamacchia, C., Baiano, A., La Notte, E. (2007). Changes in the chemical and sensorial profile of extra virgin olive oils flavored with herbs and spices during storage. Journal of Food Lipids 14: 202-215.
- Gorjanović, S., Pastor, F. T., Vasić, R., Novaković, M., Simonović, M., Milić, S., Sužnjević, D. (2013). Electrochemical versus spectrophotometric assessment of antioxidant activity of hop (*Humulus lupulus* L.) products and individual compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61:9089-9096.
- Hamm, W., Hamilton, R.J., Caliau, G. (2013). Edible oil processing, 2nd edition, John Wiley & Sons, Ltd. UK.
- Hussain, A.I., Anwar, F., Iqbal, T., Bhatti, A.I.A. (2011). Antioxidant attributes of four *Lamiaceae* essential oils, Pakistan Journal of Botany, 43(2):1315-1321.
- Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acid and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils, European Journal of Lipid Science and Technology, 108(12): 1051-1061.

- Martin-Polvillo, M., Marquez-Ruiz, G., Dobarganes, M.C. (2004). Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81: 577–583.
- Matijašević, D., Pantić, M., Rašković, B., Pavlović, V., Duvnjak, D., Sknepnek, A., Nikšić, M. (2016). The antibacterial activity of *Coriolus versicolor* methanol extracts and its effect on ultrastructural changes of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis*. *Frontiers in Microbiology*, 7.
- Nowacka, N., Nowak, R., Drozd, M., Olech, M., Los, R., & Malm, A., (2014). Analysis of phenolic constituents, antiradical and antimicrobial activity of edible mushrooms growing wild in Poland, *LWT- Food Science and Technology*, 59(2), 689-694.
- Park, Y.K., Koo, M.H., Ikegaki, M., Cantodo, J.L. (1997). Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 40: 97-106.
- Пићурић-Јовановић, К., Миловановић, М. (2005). Аутооксидација липида и природни антиоксиданти флоре Србије. Монографија. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Правилник о квалитету и другим захтевима за јестива биљна уља и масти, маргарин и друге масне намазе, мајонез и сродне производе, Службени лист СЦГ, 23/2006; Службени гласник РС, 43/2013.
- Rass, M., Schein, C., Matthüs, B. (2008). Virgin sunflower oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110: 618-624.
- Романић, Р., Кравић, С. (2017). Испитивање оксидативне стабилности хладно пресованог уља сунцокрета високоолеинског типа про повишеној температури, *Хемијска индустрија*, 72(1):175-182.
- Sayyari, Z., Farahmandfar, R. (2017). Stabilization of sunflower oil with pussy willow (*Salix aegyptica*) extracts and essential oil, *Food Science & Nutrition*, 5(2): 266-272.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colometric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Sužnjević D., Pastor F., Gorjanović S. (2011). Polarographic study of hydrogen peroxide anodic current and its application to antioxidant activity determination, *Talanta*, 85(3):1398-1403.
- Ulkowski, M., Musialik, M., Litwinenko, G. (2005). Use of differential scanning calorimetry to study lipid oxidation. 1. Oxidative stability of lecithin and linolenic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 9037-9077.
- Warner, K., Miller, J., Demurin, Y. (2008). Oxidative stability of crude mid-oleic sunflower oils from seeds with high γ - and δ -tocopherol levels, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85: 529-533.

Прилог 2.

- Илић, А. (2013): Алкалоиди као биоактивне компоненте хране и средстава за уживање. Зборник радова ВТШСС Пожаревац, (1):42-57.
- Илић, А., Чабрило, С., Станковић, Г. (2015): Прехрамбени адитиви у индустрији меса. Зборник радова ВТШСС Пожаревац, (1):120-128.
- Илић, А. (2015): Антимикробна активност етарског уља одабраних врста зачинског и лековитог биља. Зборник радова ВТШСС Пожаревац, (2): 147-169.
- Ilić, A., Antić, M., Šolević Knudsen, T., Beatović, D. (2016). Chemical composition of essential oil of two cultivars of *Ocimum basilicum* L. grown in Serbia, III International Congress "Food Technology, Quality and Safety", Publisher University of Novi Sad - Institute of Food Technology in Novi Sad, Book of Abstract, 184.
- Ilić A., Šolević Knudsen T., Antić M. (2017). Characterization of essential oil from two cultivars *Satureja montana* L. grown in the Republic of Serbia. VIII International Scientific Agriculture Symposium, Jahorina, October 5-8, Book of Abstract, 181.
- Ilić, A., Šolević Knudsen, T., Antić, M., Jelačić, S. (2017): Comparison of the chemical composition of essential oil of three cultivars of *Ocimum basilicum* L. grown in Serbia, International participation symposium "15 years of Forestry education academic in the Banat area" USAMVB Timisoara, May 25-26, Book of abstracts.
- Ilić, A., Šolević Knudsen, T., Antić, M.(2016): Chemical composition of essential oils of three aromatic plants grown in Serbia, III International Congress "Food Technology, Quality and Safety", Publisher University of Novi Sad - Institute of Food Technology in Novi Sad, Book of Abstract, 185.
- Ilić A., Šolević Knudsen T., Kalužević A., Salević A., Antić M. (2017). Essential oil composition, antioxidant activity and total phenols of three aromatic herbs from *Apiaceae* family. 3rd International Conference on Natural Products Utilization, October 18-21, Bansko, Bulgaria. Book of Abstracts, 202.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме ментора: **Малиша Антић**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M. Malićanin, V. Rac, V. Antić, M. Antić, L. M. Palade, V. Rakić (2014): "Content of Antioxidants, Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Grape Seed Oil Obtained by Ultra Sound Assisted Extraction", *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **91** (6), 989-999.
2. D. Paunović, T. Solević Knudsen, B. Zlatković, M. Antić (2013): "Secondary Lipid Oxidation Products of Oil in White Mustard Seeds (*Sinapis albae* semen)", *Oxid. Commun.* **36** (3), 669-675.
3. M. Petrović, D. Z. Sužnjević, F. T. Pastor, M. Veljović, L. L. Pezo, M. P. Antić, S. Ž. Gorjanović (2016): "Antioxidant Capacity Determination of Complex Samples and Individual Phenolics- Multilateral Approach", *Comb. Chem. High T. Scr.* **19** (1), 58-65.
4. D. Z. Sužnjević, M. Petrović, F. T. Pastor, M. Veljović, S. J. Zlatanović, M. P. Antić, S. Ž. Gorjanović (2015): "Reduction of Hg^{2+} by Individual Phenolics and Complex Samples and Its Application on Polarographic Antioxidant Assay", *J. Electrochem. Soc.* **162** (7), H428-H433.
5. D. M. Paunović, T. M. Šolević Knudsen, M. Krivokapić, B. P. Zlatković, M. P. Antić (2012): "Sinalbin degradation products in mild yellow mustard paste", *Hem. Ind.* **66** (1), 29-32.

Ментор треба да има **пет радова** (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.