

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Број захтева: 32/28-8.1.

Датум: 23.06.2021.

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. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

Кандидат **МИЛОШ (Перо) ПУРИЋ**, студент докторских студија на студијском програму Прехрамбена технологија, пријавио је докторску дисертацију под називом: „Могућности искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехрамбене индустрије“

из научне области Прехрамбена технологија.

Универзитет је дана 14.05.2019. године, својим актом 02-08 број: 61206-2062/2-19 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: «Могућност искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехрамбене индустрије».

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 28.04.2021. године, одлуком Факултета број 32/26-6.1. у саставу:

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

1. др Биљана Рабреновић, ванредни професор, Наука о преради ратарских сировина, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
2. др Владислав Рац, ванредни професор, Физичка хемија, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
3. др Стева Левић, доцент, Биохемија, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
4. др Марко Малићанин, доцент, Технологија и инжењерски процеси, Универзитет у Нишу - Пољопривредни факултет у Крушевцу и
5. др Мирјана Демин, редовни професор, Наука о преради ратарских сировина, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној 23.06.2021. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Душан Живковић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/28-8.1.
Датум: 23.06.2021. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 44. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 23.06.2021. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео **мр МИЛОШ ПУРИЋ** и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«МОГУЋНОСТ ИСКОРИШЋЕЊА СЕМЕНКИ ЈАБУКА КАО НУСПРОИЗВОДА ПРЕХРАМБЕНЕ ИНДУСТРИЈЕ».**

II Универзитет је дана 14.05.2019. године, актом 02-08 број: 61206-2062/2-19, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Рад кандидата у научном часопису који га квалификује за одбрану докторске дисертације:

Purić, M., Rabrenović, B., Rac, V., Pezo, L., Tomašević, I., Demin, M. (2020): Application of defatted apple seed cakes as a by-product for the enrichment of wheat bread. LWT – Food Science and Technology, 130: 109391.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

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

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Датум: 29.04.2021.

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације Милоша П. Пурића, магистра биотехничких наука

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду број: 32/26-6.1. од 28.04.2021. године, именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом: **»Могућност искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехранбене индустрије«**, кандидата Милоша П. Пурића, магистра биотехничких наука.

Комисија у саставу др Биљана Рабеновић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Владислав Рац, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Стева Левић, доцент Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Марко Малићанин, доцент Пољопривредног факултета у Крушевцу Универзитета у Нишу и др Мирјана Демин, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, на основу прегледане докторске дисертације подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Милоша П. Пурића, магистра биотехничких наука, под насловом „Могућност искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехранбене индустрије“ написана је у складу са „Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду“ на 138 страна, од којих је 127 нумерисано, и садржи 46 слика, 31 табелу и 288 литературна навода. Докторска дисертација састоји се од: насловне стране на српском и енглеском језику, стране са информацијама о члановима Комисије, стране са изјавама захвалности, стране са сажетком и кључним речима на српском и енглеском језику, приказа садржаја и следећих поглавља: Увод (стр. 1-2), Преглед литературе (стр. 3-49), Циљ рада (стр. 50), Материјали и методе рада (стр. 51-67), Резултати и дискусија (стр. 68-96), Закључак (стр. 97-99), Литература (стр. 100-122), Прилог (стр. 123), Биографија аутора (стр. 124) и Изјаве о ауторству, о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

и о коришћењу (стр. 125-127). Поглавља Преглед литературе, Материјали и методе рада и Резултати и дискусија садрже више потпоглавља.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. У овом поглављу указано је на могућност искоришћења нуспроизвода који настају после прераде сировина у прехранбеној индустрији. Посебна пажња је посвећена отпаду из индустријске прераде воћа и поврћа. У том смислу истакнут је значај јабуке, као воћа које се највише узгаја у свету, а индустријски се најчешће прерађује у сок. Као нуспроизвод заостаје троп у коме се, поред пулпе и петелки, налазе и семенке. Наглашена је могућност да семенке могу бити добра потенцијална сировина за издвајање јестивог биљног уља, које може бити заштићено од оксидације инкапсулацијом, а погача која заостаје после хладног пресовања, самлевена до гранулације брашна, може бити употребљена за обогаћење хлеба или других пекарских и кондиторских производа.

Преглед литературе. У овом поглављу, које је подељено на једанаест потпоглавља са више подналова, кандидат је дао студиозан приказ досадашњих релевантних литературних података из области која је предмет проучавања докторске дисертације. У првом потпоглављу, *Јабука*, дат је осврт на климатске и земљишне услове који погодују узгајању јабука, а затим је приказан обим производње јабука у свету и Србији. У оквиру истог потпоглавља описане су основне морфолошке и анатомске карактеристике плода јабуке, а у наставку је дат преглед сортимента јабука са посебним освртом на сорте које су биле предмет истраживања ове докторске дисертације: Ајдаред, Златни делишес и Шуматовка, као и поступцима бербе и чувања односно складиштења плодова. У другом потпоглављу, *Физичко-хемијски састав јабучног тропа*, дат је приказ главних компоненти тропа, у коме највише има пулпе (меса), семенки и петелки. Због високог удела воде и ферментабилних шећера, јабучни троп је веома подложен микробиолошком, ензиматском и оксидативном кварењу. Поред хранљивих влакана, која имају највећи удео, у хемијски састав јабучног тропа улазе и протеини, минерали и полифенолна једињења. Треће потпоглавље, *Семенке јабука*, даје информације о хемијском саставу семенки јабуке, са посебним освртом на садржај уља, поступку издвајања семенки из масе тропа, као и припреми семенки за издвајање уља. У оквиру четвртог потпоглавља, *Технолошки поступак производње хладно цеђених биљних уља*, размотрени су технолошки поступци издвајања уља, као што су пресовање и екстракција, фактори који утичу на ефикасност пресовања, опис рада пужне пресе, поступак одвајања механичких нечистоћа из уља и амбалажирање готовог производа. У петом потпоглављу, *Главни састојци биљних уља*, су разматрани главни састојци биљних уља, а у шестом, *Минорни састојци биљних уља – неосапуњиве материје*, састојци као што су фосфолипиди, токофероли и токотриеноли, стероли, пигменти и фенолне материје, који су по свом садржају минорни али са нутритивног аспекта су од изузетног значаја. Седмо потпоглавље, *Кварење уља и деловање природних антиоксиданата*, се бави врстама кварења биљних уља и деловањем природних антиоксиданата у циљу одлагања аутооксидације. У оквиру осмог потпоглавља, *Садржај и хемијски састав уља из семенки јабука*, кандидат даје преглед релевантне литературе која се односи конкретно на уље семенки јабуке и његов састав. Да би експерименти били изведени неопходно је применити различите аналитичке технике, чији је детаљан преглед дат у оквиру деветог потпоглавља, *Аналитичке*

технике у анализи биљних уља. које се користе за испитивање квалитета биљних уља и за њихову идентификацију. У оквиру десетог потпоглавља, *Инкапсулација*, дефинисан је поступак инкапсулације, као и различити материјали и технике који се у ту сврху користе. У завршном, једанаестом потпоглављу, *Искоришћење нуспроизвода прехрамбене индустрије у производњи обогаченог пшеничног хлеба*, приказан је значај додатка обезмашћене погаче у пшенични хлеб са циљем повећања удела хранљивих влакана и протеина.

Циљ рада. Основни циљ истраживања је био да се семенке јабуке, које заостају у тропу као нуспроизвод након цеђења сока, валоризују кроз више производа. Пре свега, добијањем високовредног хладно пресованог уља, које би због високог удела есенцијалних, полинезасићених масних киселина, било стабилизовано поступком инкапсулације различитим техникама и материјалима. Затим, обезмашћена погача која заостаје након хладног пресовања, самлевена до гранулације брашна, била би искоришћена као делимична замена пшеничног брашна при производњи хлеба, у циљу побољшања сензорних и хранљивих карактеристика хлеба.

Материјали и методе рада. Ово поглавље подељено је у десет потпоглавља са више поднаслова. У потпоглављу *Материјали* дати су подаци о пореклу семенки и поступку њиховог издвајања, као и припреми за складиштење. У другом потпоглављу, *Издавање уља из семенки јабука*, дат је детаљан приказ поступка издвајања уља на пужној преси мањег капацитета. Треће потпоглавље, *Методе испитивања хемијског састава семенки јабука*, подељено је у више поднаслова који се односе на стандардне ISO методе којима је одређен основни хемијски састав полазне сировине, као што су садржај: влаге (SRPS EN ISO 665:2020), сирових протеина методом по Кјелдалу (SRPS ISO 1871:2013), уља по Сокслету (SRPS EN ISO 659:2011) и пепела (SRPS ISO 749:2014). Потпоглавље *Методе испитивања физичко-хемијских карактеристика уља семенки јабука*, подељено је у два поднаслова са детаљним описима метода за испитивање киселинског броја односно киселости уља према стандардној методи SRPS EN ISO 660:2015, који је показатељ хидролитичких промена у уљу, док су у оквиру другог поднаслова наведене методе које служе за идентификацију уља и односе се на одређивање густине уља (SRPS ISO 6883:2003), индекса рефракције (SRPS EN ISO 6320:2017), јодног броја (SRPS EN ISO 3961:2019) и сапонификационог броја (SRPS EN ISO 3657:2014). Пето потпоглавље, *Методе одређивања нутритивне вредности уља*, даје детаљан опис методе одређивања састава масних киселина испитиваних уља према стандардној ISO методологији (SRPS EN ISO 12966-2:2017 и SRPS EN ISO 12966-1:2015), одређивање садржаја изомера токоферола методом течне хроматографије високих перформанси (HPLC) и укупних полифенола (метода са Folin-Ciocalteu реагенсом). У шестом потпоглављу, *Методе одређивања оксидативне стабилности и одрживости уља*, дат је приказ метода којима се испитује оксидативна стабилност и одрживост испитиваних уља. Садржај примарних производа оксидације добијен је одређивањем пероксидног броја стандардном методом SRPS EN ISO 3960:2017, док је садржај секундарних продуката оксидације утврђен одређивањем анисидинског броја (SRPS EN ISO 6885:2017), а садржаја коњугованих диена и триена према стандардној IUPAC методи. Ранцимат тестом, који је изведен према стандардној AOCS Cd 12b:1992 методи, је одређен индукциони период узорака изражен у сатима, док су почетне температуре оксидације узорака одређене DSC тестом. Седмо потпоглавље односи се на *Методе одређивања антиоксидативне активности уља*, које обухватају DPPH и ABTS тест. У циљу уношења узорака уља у чврсте носаче и повећања антиоксидативне стабилности узорака, у осмом потпоглављу, *Методе инкапсулације уља семенки јабука*, описане су у више поднаслова методе

инкапсулације уља и методе карактеризације инкапсулата. Девето потпоглавље, *Припрема и испитивање квалитета хлеба обогашеног обезмашћеном самлевеном погачом од семенки јабуке*, бави се завршним делом експеримента који је обухватио припрему хлеба са обезмашћеном погачом, хемијску анализу и анализу боје добијених хлебова, затим одређивање садржаја укупних полифенола и антиоксидативне активности обогашених хлебова, као и анализу текстуре и сензорну анализу. У поглављу *Статистичка анализа* наведени су статистички модели, тестови и критеријуми примењени за статистичку обраду резултата.

Резултати и дискусија. Резултати истраживања представљени су у седам потпоглавља са више подналова. Приказ резултата дат је на прегледан начин кроз графиконе, табеле и јасну текстуалну анализу. Резултати су темељно дискутовани и поређени са резултатима сличних истраживања. У потпоглављу *Хемијски састав испитиваних семенки јабука* дат је садржај влаге, пепела, уља и сирових протеина. Укупни садржај уља (20,6 – 24,4 %) и влаге (7,55 – 8,69 %) био је у сагласности са литерарним подацима за семенке јабуке, док је садржај пепела (3,53 – 3,64 %) и, нарочито, протеина (25,76 – 29,47 %), био нешто нижи у односу на податке других аутора. Резултати су указали на изражену нутритивну вредност семенки јабука. У потпоглављу *Физичко-хемијски параметри идентификације и квалитета испитиваних уља* обрађене су најважније карактеристике хладно цеђених уља семенки јабука, густина (0,9317 – 0,9487 g/ml), принос (9,8 – 13,4 %), индекс рефракције (1,4731 – 1,4735), јодни (121 – 129 g/100g), сапонификациони (187 – 192 mg KOH/g) и киселински број (1,5 – 1,8 mg KOH/g). Добијени резултати одговарају литерарним подацима и у потпуности задовољавају критеријуме прописане Правилником којим се регулише квалитет јестивих биљних уља, са изузетком густине, која је за испитивана уља била нешто виша од вредности прописане за нерафинисана биљна уља. Резултати су указали да испитивана уља поседују значајан проценат незасићених масних киселина као и масних киселина дугог ланца. У потпоглављу *Нутритивна вредност испитиваних уља* приказан је састав и садржај масних киселина, токоферола и полифенола. Према саставу масних киселина, уља из семенки испитиваних јабука припадају групи уља линолног типа (садржај линолне киселине 53,83 – 60,02 %). Друга по садржају била је олеинска киселина, чији се садржај кретао од 28,76 до 33,37 %. Висок садржај линолне и олеинске киселине сугерисао је да се ова уља могу сматрати нутритивно високовредним. Укупан садржај токоферола кретао се у интервалу 23,4 – 45,1 mg/100 g, што представља ниже вредности од података других аутора. У испитиваним узорцима, α - изомер је доминантан (75,5 – 76,3 % од укупног садржаја), следе β и γ – изомери, са 22,2–24,6 % од укупног садржаја. δ – токоферол (0,6 mg/100g) детектован је само у уљу семенки Златног делишеса. Присуство полифенола квантификовано је Folin-Ciocalteu методом и добијени резултати (2,42 – 3,81 mg GAE/100g), који су у сагласности са малобројним подацима из литературе, показују да је садржај полифенола у уљима семенки јабука упоредив са вредностима карактеристичним за уља семенки грожђа. У потпоглављу *Антиоксидативна активност испитиваних уља* обрађени су резултати два антиоксидативна теста, DPPH (49,0 – 616 $\mu\text{mol TE/kg}$) и ABTS (46,9 – 68,2 $\mu\text{mol TE/kg}$). Оба теста показала су да је поларни екстракт уља семенки сорте Златни делишес имао најизраженије антиоксидативне способности. Резултати DPPH теста показали су изузетно јаку корелацију са садржајем укупних полифенола, док је корелација у случају ABTS теста била слаба. У случају DPPH теста извршено је и кинетичко испитивање, где је мерење концентрације DPPH· радикала у смеси са екстрактима уља вршено континуално у току 20 сати. Илустровано је да се, у случају екстраката уља, реакција не завршава у потпуности ни после овако дугог периода, чиме је истакнута потреба за опрезом при

тумачењу резултата DPPH теста, што је у сагласности са налазима других аутора. У потпоглављу *Оксидативна стабилност испитиваних уља* приказани су садржаји примарних и секундарних производа оксидације уља, као и резултати два теста за процену оксидативне одрживости уља, Ранцимат теста и DSC теста. Као најважнији индикатори присуства производа оксидације одређени су пероксидни број ($2,8 - 5,2 \text{ mmol O}_2/\text{kg}$) и анисидински број ($0,61 - 0,65$). Формирање коњугованих диена и триена процењено је на основу одговарајућих карактеристичних апсорбанција (A_{232} : $1,95 - 3,67$ и A_{270} : $0,37 - 0,75$). Презентовани резултати показали су да током и након хладног цеђења уља из семенки јабука није дошло до значајних оксидативних промена. Резултати Ранцимат теста нису указали на значајне разлике у одрживости међу узорцима, с обзиром на вредности измерених индукционих периода који су се кретали у уском интервалу $13,24 - 13,97 \text{ h}$. Насупрот Ранцимат тесту, DSC мерења истакла су израженије разлике у оксидативној стабилности узорака уља. Карактеристична ООТ вредност била је у интервалу $174,7 - 187,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Уље семенки Шуматовке имало је највишу температуру почетка оксидације и тиме и највећу оксидативну стабилност. Најизраженији негативан утицај имао је садржај линолне киселине, а најјачи позитиван утицај садржај олеинске киселине. Такође, јак негативан утицај утврђен је и за однос садржаја полинезасићених и мононезасићених масних киселина. Анализа свих резултата приказаних у овом потпоглављу потврдила је комплексност утицаја различитих фактора (маснокиселински састав, присуство полифенола, токоферола, итд) на отпорност уља према оксидацији. У потпоглављу *Резултати инкапсулације уља* анализирани су основни параметри успешности инкапсулације, принос, садржај уља у инкапсулатима и ефикасност. Метода електростатичке екструзије резултовала је већим приносом ($77,1 - 78,6 \%$) у односу на методу спреј сушења ($45,0 - 46,2 \%$), иако су обе методе показале високу ефикасност инкапсулације (просечно $92,6 \%$ и $85,7 \%$, редом). Утврђено је да је мали принос добијен спреј сушењем увелико последица везивања материјала за зидове коморе за сушење, што се може избећи посебним техничким конструкцијама које омогућавају континуално уклањање материјала у току процеса, те да би реалан принос ове методе могао бити значајно већи. Морфолошке карактеристике инкапсулата одређене су микроскопским методама. Светлосна микроскопија инкапсулата добијених електростатичком екструзијом показала је да су добијене честице издуженог облика, средњег пречника око $1000 \text{ }\mu\text{m}$, фактора сферичности $0,13 - 0,16$ (у сувом стању, независно од узорка уља). Скенирајућом електронском микроскопијом утврђено је да након сушења није дошло до формирања пукотина на површини честица што је од значаја за њихову стабилност. У случају инкапсулата добијених методом спреј сушења, скенирајућа електронска микроскопија показала је да су формиране честице за релативно широком расподелом дијаметара (доминантно $< 10 \text{ }\mu\text{m}$), што је типично за ову технику инкапсулације. Утицај инкапсулације на оксидативне особине уља одређен је Овен тестом, који је показао да је уље у инкапсулатима додатно заштићено од оксидације. Релативно смањење пероксидног броја после Овен теста, у односу на слободно уље, било је $10,1 - 29,8 \%$ у случају методе електростатичке екструзије, и $5,3 - 25,9 \%$ у случају методе спреј сушења. У потпоглављу *Резултати испитивања хлебова обаогаћених погачом од исцеђених семенки јабука* анализирани су: хемијски састав погача и узорака хлеба са додатком 5 и 20% погаче, боја хлеба, садржај укупних полифенола и антиоксидативна активност, текстурна и сензорна својства хлеба уз примену PCA анализе (Principal component analysis). Захваљујући високом садржају протеина ($33,7 - 37,7 \%$), масти ($10,9 - 12,2 \%$) и хранљивих влакана ($35 - 40,71 \%$), погаче од исцеђених семенки јабука имале су високу хранљиву вредност. Делимична замена пшеничног брашна са 5% и 20% погаче утицала је хемијски састав хлеба. Повећање садржаја протеина (више од 30

%) и нерастворљивих влакана (2,57 %) је било посебно изражено код хлебова са додатком 20 % погаче. Додатак погаче условио је значајне разлике у боји коре (ΔE 1,1 до 10,4) и средине (ΔE 4,7 до 16,2) видљиве и голим оком као сложену дистрибуцију боје са неравномерно обојеним производом. Анализом садржаја укупних полифенола у обогаћеним хлебовима (48,7 mg GAE/100g - 86,1 mg GAE/100g) утврђена је 1,7 до 2,9 пута виша вредност у односу на контролни узорак. Са порастом удела погаче у обогаћеним хлебовима растао је и антиоксидативни потенцијал (0,8 до 1,44 $\mu\text{mol Trolox/g}$) по којем су се нарочито истакли узорци хлеба са 20% погаче Шуматовке и Ајдареда. Високом антиоксидативном потенцијалу ових узорака допринели су и меланоидини, продукти Мајардових реакција настали током печења. Анализом текстурних својстава (почетна тврдоћа 4,08-6,36 N и 4,67-7 N после седам дана складиштења) утврђено је да су узорци хлеба са већим уделом погаче (20 %) имали бољу свежину после седам дана складиштења (промена свежине 4,75 до 9,55 %) услед веће количине хранљивих влакана која омогућавају боље задржавање воде, спречавају синерезу, док је повећан садржај протеина утицао на пораст дебљине зидова пора и чвршћу структуру средине. Сензорно испитивање је показало да су хлебови имали уједначен квалитет и сврстани су у категорију производа врло доброг квалитета, што је квантитативно изражено оценама које су се кретале у интервалу од 3,22 (узорак са 20 % погаче Ајдаред) до 3,97 (узорак са 5 % погаче Шуматовке).

Закључак. У овом поглављу су сумирани најважнији резултати и изведени су релевантни закључци. На основу хемијске карактеризације семенки јабука сорти Ајдаред, Златни Делишес и Шуматовка, утврђен је њихов потенцијал као извора уља, али и као сировине која се може додавати другим прехранбеним производима ради побољшања њихове нутритивне вредности. Физичко-хемијска анализа уља показала је да се ради о уљу са високим процентом незасићених масних киселина (првенствено линолне киселине), задовољавајућим садржајем укупних полифенола и токоферола, уз доминантно присуство α - изомера. Резултати одређивања садржаја примарних и секундарних продуката оксидације, као и киселинског броја, показали су да у уљима није дошло до значајног оксидативног или хидролитичког кварења уља током процеса хладног цеђења. Испитивање могућности инкапсулације испитиваних уља и карактеризација добијених инкапсулата указала је на извесне предности методе електростатичке екструзије, у односу на методу спреј сушења, нарочито у смислу бољег приноса. Ефикасност обе методе је, међутим, била веома висока, што уље семенки јабука чини погодном компонентом за инкапсулацију. Такође, показано је да процес инкапсулације донекле има и заштитну улогу од оксидативне деградације уља. Иако је електростатичка екструзија показала нешто бољи заштитни ефекат, треба истаћи да процес спреј сушења, који подразумева краткотрајно излагање уља повишеној температури, није довео до негативних оксидативних ефеката. Морфолошка испитивања инкапсулата показала су да су добијене честице облика и величина које су типичне за примењене методе. Анализа погача које су заостале после хладног цеђења уља показала је да оне садрже значајне количине уља, протеина и растворљивих и нерастворљивих влакана, што их чини нутритивно вредним. Делимична замена пшеничног брашна сушеном млевеном погачом утицала је на хемијски састав произведених обогаћених хлебова, пре свега на повећање саржаја протеина и хранљивих влакана, али и полифенолних материја. Такође, додатак погаче значајно је утицао на боју средине и коре обогаћених хлебова, као и на текстуралне особине, у смислу веће дебљине зидова и чвршће структуре средине. Узорци хлеба са већим уделом погаче имали су бољу свежину, што је последица веће количине влакана која омогућавају боље задржавање воде, спречавају појаву синерезе и промену

текстуралних карактеристика. На основу сензорне анализе узорака хлеба примећено је да су тестирани хлебови имали уједначен квалитет и високе оцене. Разматрањем свих презентованих резултата, констатовано је да семенке јабука могу имати значајну употребну вредност у прехранбеној индустрији, као алтернативни извор квалитетног уља, али и као сировина богата хранљивим влакнима и протеинима, чиме јабука добија додатну вредност.

Литература. У дисертацији је на правилан начин наведено 288 референци, које су актуелне и одговарају предмету истраживања.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе докторске дисертације под насловом „Могућност искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехранбене индустрије“, коју је поднео кандидат Милош П. Пурић, магистар биотехничких наука, Комисија сматра да је дисертација урађена према одобреној пријави теме и да представља оригинално и самостално научно дело.

Кандидат је, на основу темељно и систематски истражених литерарних података, дефинисао јасан циљ истраживања, осмислио план рада и одабрао и применио адекватне, савремене експерименталне методе, неопходне за успешну реализацију дисертације. Добијени резултати су анализирани, приказани на правилан и прегледан начин и упоређени са резултатима других аутора. Из резултата су на адекватан начин изведени закључци.

Резултати овог истраживања су значајни како за науку, тако и за практичну (индустријску) примену. Кандидат је показао да су семенке јабука значајан извор нутритивно вредних материја. Потребно је истаћи да је једна од испитиваних сорти јабука домаћа, аутохтона сорта Шуматовка, и да у научној литератури није могуће пронаћи овако детаљна испитивања уља и погаче семенки ове сорте. Кандидат је конципирао своја истраживања у три целине. Прва целина односила се на физичко-хемијску карактеризацију семенки три сорте јабука, Ајдаред, Златни делишес и Шуматовка, и уља добијених хладним цеђењем. Показано је да су ова уља високог квалитета, са великим уделом незасићених масних киселина и незанемарљивим садржајем токоферола и полифенола. У оквиру друге целине, успешно је извршена инкапсулација испитиваних уља, чиме је показана могућност њиховог уношења у чврсте носаче у циљу олакшавања манипулације при прехранбено-технолошким поступцима. Испитивани су и упоређени резултати две методе инкапсулације, електростатичке екструзије и спреј сушења. Инкапсулати су окарактерисани у смислу приноса, ефикасности процеса, морфолошких особина и утицаја на оксидативне особина инкапсулираног уља. У трећем делу истраживања, кандидат је испитивао ефекте делимичне замене пшеничног брашна сушеном, млевеном погачом заосталом после цеђења уља, при производњи хлеба. Коришћене погаче и добијени обogaћени хлебови детаљно су анализирани. Утврђен је утицај додавања погаче на хемијске, нутритивне, текстуралне и сензорне карактеристике хлебова. Сви представљени и анализирани резултати показали су да семенке јабука могу имати значајну употребну вредност у прехранбеној индустрији.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију Милоша П. Пурић, магистра биотехничких наука, под насловом „Могућност

искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехранбене индустрије“, и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 29.04.2021. године

Чланови комисије:

Др Биљана Рабеновић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
ужа научна област: Наука о преради ратарских сировина
(Ментор 1)

Др Владислав Рац, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
ужа научна област: Физичка хемија (Ментор 2)

Др Стева Левић, доцент,
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
ужа научна област: Биохемија

Др Марко Малићанин, доцент,
Универзитет у Нишу – Пољопривредни факултет у
Крушевцу
ужа научна област: Технологија и инжењерски процеси

Др Мирјана Демин, редовни професор,
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
ужа научна област: Наука о преради ратарских сировина

Прилог:

Рад Милоша П. Пурића, магистра биотехничких наука, објављен у научном часопису који је на SCI листи (M21):

Purić, M., Rabrenović, B., Rac, V., Pezo, L., Tomašević, I., Demin, M. (2020): Application of defatted apple seed cakes as a by-product for the enrichment of wheat bread. LWT - Food Science and Technology, 130: 109391.

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

Датум: 29.04.2021.

**ОЦЕНА ИЗВЕШТАЈА О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ**

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у и з в е ш т а ј у и з програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „**Могућност искоришћења семенки јабука као нуспроизвода прехрамбене индустрије**“, аутора **Милоша П. Пурића**, магистра биотехничких наука, констатујемо да утврђено подударање текста износи 11%. Овај степен подударности последица је цитата, назива и личних имена, библиографских података о коришћеној литератури и тзв. општих места и података, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 29.04.2021. године

Ментори:

Др Биљана Рабреновић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
ужа научна област: Наука о преради ратарских
сировина (Ментор 1)

Др Владислав Рац, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
ужа научна област: Физичка хемија
(Ментор 2)