

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

Датум: 12.07.2023.

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације
Косане М. Шобот, дипломираног инжењера технологије

На основу члана 57. Став 1. Правилника о правилима докторских студија Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 28.06.2023. године донело је одлуку бр. 32/19-5.2. да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Косане М. Шобот, дипломираног инжењера технологије, под насловом: „**Оптимизација процеса осмотске дехидрације листова сремуша (*Allium ursinum* L.) у меласи шећерне репе и њихов утицај на својства квалитета кекса**“. Комисија у саставу: др Јованка Лаличић-Петронијевић редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Владимир Филиповић научни саветник Технолошког факултета Универзитета у Новом Саду, др Милица Нићетин научни сарадник Технолошког факултета Универзитета у Новом Саду, др Маргарита Додевска виши научни сарадник Института за јавно здравље Србије др Милан Јовановић Батут у Београду, др Виолета Кнежевић научни сарадник Технолошког факултета Универзитета у Новом Саду, подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Косане М. Шобот, дипломираног инжењера технологије, под насловом: „**Оптимизација процеса осмотске дехидрације листова сремуша (*Allium ursinum* L.) у меласи шећерне репе и њихов утицај на својства квалитета кекса**“, написана је у складу са „Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду“, на укупно 145 страна, од којих је 123 нумерисано. Ненумерисани делови дисертације су: насловне стране на српском и енглеском језику, страница са информацијама о менторима и члановима Комисије, странице са изјавама захвалности, странице са сажетком на српском и енглеском језику са кључним речима, странице са садржајем, списак табела и слика, списак скраћеница, биографија аутора, изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и изјава о коришћењу. Нумерисани део дисертације садржи следећа поглавља: Увод (стр. 1-2), Преглед литературе (стр. 3-26), Циљеви истраживања (стр. 27), Материјал и методе (стр. 28-38), Резултати и дискусија (стр. 39-103), Закључак (стр. 104-107), Литература (стр. 108-123). Поглавља Преглед литературе, Материјал и

методе, као и Резултати и дискусија су подељени на више потпоглавља. У оквиру дисертације приказано је 66 слика и 33 табеле. Цитирано је 204 литературна извора.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Предмет докторске дисертације је могућност употребе меласе шећерне репе - нуспроизвода прехрамбене индустрије, као осмотског раствора у процесу осмотске дехидрације листова сремуша (*Allium ursinum* L.), као и додатак осмотски дехидрисаних листова сремуша у прехрамбени матрикс у типу кекса, са циљем креирања новог производа обogaћеног биоактивним састојцима и унапређеног квалитета. Први циљ је оптимизација процеса осмотске дехидрације листова сремуша у меласи, а други циљ је формулација иновативног производа - кекса од интегралног спелтиног брашна са додатком осмотски дехидрисаних листова сремуша и његова карактеризација.

Основне тезе од којих се полазило у истраживању су:

- Као извор бројних биоактивних и нутритивно вредних једињења листови сремуша су потенцијално добро сировина за инкорпорирање у кекс, у циљу побољшања његове нутритивне вредности и функционалности.
- Недостатке употребе свежих листова сремуша у производњи кекса, услед велике количине воде и кратке сезонске доступности, могуће је превазићи неким од поступака сушења.
- Осмотском дехидрацијом се на ниским процесним температурама, уз минимално третирање полазне сировине, постиже смањење садржаја воде (до 50%).
- Меласа, течна мешавина шећера и многих вредних једињења попут минерала, бетаина, полифенола, која заостаје након индустријске шећерне репе, поред једноставне имплементације у процесу осмотске дехидрације, као осмотски раствор нутритивно обogaћује дехидрисани материјал.

Увод. Ово поглавље је фокусирано на предмет истраживања докторске дисертације. Истакнуто је постојање растуће потражње за уобичајеним прехрамбеним производима побољшаног нутритивног профила и функционалности, као и главним изазовима које треба превазићи током производње, како би захтеви потрошача били задовољени. Указано је на могућност употребе секундарних производа прехрамбене индустрије, као извора природних антиоксиданата и других потенцијално функционалних састојака, који могу обогатити различите прехрамбене производе, како би се повећала употребна вредност нуспроизвода прехрамбене индустрије, а смањио еколошки проблем њиховог одлагања. Наглашена је предност процеса осмотске дехидрације у поређењу са другим методама сушења, како са еколошког и енергетског аспекта, тако и у погледу нутритивног квалитета дехидрисаног материјала. Посебно је наглашен потенцијал примене меласе шећерне репе у процесу осмотске дехидрације, при чему настају

нутритивно обогаћени дехидрисани листови сремуша, као добра потенцијална сировина у формулацији кекса.

Преглед литературе. У овом поглављу приказани су литературно доступни подаци који су блиско повезани са предметом проучавања докторске дисертације. Кандидат дефинише принципе процеса осмотске дехидрације и наводи утицаје различитих фактора на ефикасност и оптимизацију процеса. У наставку је приказана могућност употребе меласе шећерне репе као осмотског раствора за дехидрацију листова сремуша, са посебним освртом на антиоксидативна својства меласе. У наставку су детаљно представљене специфичности и хемијске карактеристике листова сремуша, као и брашна спелте и оригана, као главних компоненти сировинског састава кекса.

Циљ истраживања. Кандидат је јасно и концизно назначио циљеве истраживања обухваћене експерименталним радом у оквиру дисертације.

Материјал и методе. У овом делу кандидат наводи основне сировине које су коришћене у експериментима, затим даје приказ припреме узорака кекса и раствора за осмотску дехидрацију. Изложен је поступак извођења осмотске дехидрације, као и прорачуни за добијање параметара процеса на основу мерених вредности. У наставку поглавља кандидат наводи коришћене аналитичке методе: одређивање масе узорака; одређивање садржаја суве материје; одређивање вредности активности воде; испитивање микробиолошког профила; одређивање садржаја укупних фенола, флавоноида и тиосулфата; идентификација и квантификација полифенола течном хроматографијом (HPLC-DAD); одређивања антиоксидативне активности; инструментално одређивање карактеристика квалитета боје узорака кекса; инструментално одређивање текстуре узорака кекса; сензорна анализа узорака кекса; одређивање садржаја бетаина; одређивања садржаја дијетних влакана; метода *in vitro* дигестије. Значајност утицаја појединачних фактора и њихових интеракција, за сваки од посматраних одзива, утврђивана је применом ANOVA и post-hoc Tukey-евих тестова. Софтверески пакет StatSoft Statistica, ver. 12.0. је коришћен за калкулацију ANOVA и модела полинома другог реда.

Резултати и дискусија. Резултати истраживања су подељени у две фазе, са више потпоглавља и приказани су на прегледан начин кроз слике, табеле и текстуалну анализу, уз јасну и концизну дискусију и поређења са резултатима других сличних истраживања. У првој фази је анализиран утицаја примењеног осмотског раствора, температуре и дужине процеса осмотске дехидрације на параметре који описују пренос масе током процеса, дефинисање оптималних услова процеса и њихов утицај на микробиолошка, нутритивна и антиоксидативна својства осмотски дехидрисаних листова сремуша. Други фаза је обухватила формулацију кекса од интегралног спелтиног брашна са додатком осмотски дехидрисаних листова сремуша и оригана и карактеризацију добијених узорака кекса у погледу текстуралних и сензорних карактеристика, инструментално одређене боје, основног хемијског састава и садржаја минералних материја, укупне антиоксидативне активности, садржаја укупних фенола, флавоноида и тиосулфината, квалитативног и квантитативног профила фенолних једињења, садржаја бетаина и дијетних влакана, као и антиоксидативне активности након *in vitro* дигестије.

Закључак. У оквиру овог поглавља кандидат јасно сумира резултате истраживања и правилно изводи закључке о испитиватој тематици, који се могу сматрати релевантим и поузданим.

На основу резултата добијених испитивањем ефикасности процеса осмотске дехидрације кандидат изводи следеће закључке:

Највише вредности губитка воде и прираста суве материје су постигнуте при највишим режимима процеса, након четворочасовне имерзије листова сремуша, на температури од 50°C, при чему је у погледу ефикасности осмотске дехидрације меласа шећерне репе окарактерисана као супериорнији осмотски раствор.

Осмотском дехидрацијом у меласи повећан је садржај суве материје сремуша од 2, до 8,8 пута у односу на почетни садржај суве материје свежих листова сремуша (7,91%), док је исти процес у воденом раствору сахарозе и натријум хлорида допринео повећању крајњег саржаја суве материје листова сремуша у распону од 2,2 до 6,5 пута. У поређењу са воденим раствором шећера и соли, меласа је ефикаснији осмотски раствор и у погледу одрживости листова сремуша, јер је у свим анализираним узорцима, при истим условима процеса, допринела достизању нижих a_w вредности. После четворочасовне осмотске дехидрације, на температури од 50°C измерене су најниже a_w вредности: 0,658 за сремуш осмотски дехидрисан у меласи и 0,706 за сремуш осмотски дехидрисан у воденом раствору, које су ограничавајуће за раст већине бактерија, квасаца и плесни.

Употребом методе одзивне површине су дефинисани математички модели на основу којих се могу предвидети жељени одзиви поступка осмотске дехидрације, у зависности од улазних параметара. Такође, статистичком анализом је утврђено да је време утицајнији параметар у односу на температуру.

Микробиолошком анализом потврђено је да је осмотска дехидрација у оба примењена раствора статистички значајно допринела смањењу иницијалног броја *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* и колиформних бактерија, укупног броја микроорганизама, квасаца и плесни у листовима сремуша, при чему су бољи резултати постигнути дехидрацијом у меласи шећерне репе.

Након осмотске дехидрације у раствору сахарозе и натријум хлорида, количина К и Mg у листовима сремуша се смањила за око 30%, а количине Ca, Fe, Zn, и Cu за око 40%, као последица дифузије дела ћелијских сокова из ткива сремуша у околни раствор. Насупрот томе, меласа је због свог богатог минералног састава, путем масеног трансфера утицала на повећање Ca и Mg за око 1,2 пута, Cu и Zn око 1,8 пута, K 3,56 пута и Fe 6 пута у осмотски дехидрисаним листовима сремуша. Такође, пораст Na у листовима осмотски дехидрисаним у меласи је мање изражен у односу на пораст Na у оним осмотски дехидрисаним у воденом раствору, па, са здравственог и нутритивног аспекта, меласа као осмотски раствор представља много повољнији избор.

Процес осмотске дехидрације који се одвија на собној температури у трајању од 4 сата у раствору шећера и соли, утицао је на смањењу укупне антиоксидативности у испитиваним узорцима листова сремуша, за око 20% одређено АВТС методом, и око 10% мерено DPPH методом у односу на почетну антиоксидативност свежих листова. При истим условима процеса, осмотска дехидрација у меласи, допринела је повећању

антиоксидативности тестиране ABTS и DPPH методама, за око 15% у односу на иницијалне вредности свежег сремуша.

Након осмотског сушења у воденом раствору сахарозе и натријум хлорида, садржај укупних фенола и флавоноида је редукован за око 10% у односу на контролни узорак листова сремуша. Меласа шећерне репе, као осмотски раствор, је утицала на пораст укупних фенола за око 10% и флавоноида за око 15%, у дехидрисаним листовима сремуша, путем секундарног трансфера ових биоактивних једињења из меласе у ткиво листова током процеса.

С обзиром да су тиосулфинати термолабилни, четворочасовна осмотска дехидрација листова сремуша на собној температури у оба раствора, утиче на благо смањење укупних тиосулфината, с тим да након дехидрације у меласи губитак тиосулфината није статистички значајан.

Испитивањем утицаја додатка свежих и осмотски дехидрисаних листова сремуша и оригана на одабране параметре квалитета сланог кекса од интегралног спелтиног брашна, кандидат је закључио следеће: Анализирањем параметара текстуре узорака кекса креираних према експерименталном плану, утврђено је да узорак без додатака (контролни) има највећу чврстоћу (5930,26 g), док најмању (4071,82 g) поседује узорак кекса са највећим додатком листова сремуша осмотски дехидрисаних у меласи (2,5% на с.м. брашна) и оригана (1% на с.м. брашна). Инструментална анализа боје кекса је показала да се у односу на почетну вредност L^* (67,43), са додатком оригана и листова сремуша (свежег и осмотски дехидрисаног) статистички значајно смањује светлоћа кекса, а додатно повећавањем њиховог удела. Најтамнији (вредност параметра L^* 60,04) је био узорак кекса у који је додата максимална количина листова сремуша осмотски дехидрисаних у меласи (2,5%) и оригана (1%), чему доприносе обојене материје из меласе, пре свега меланоидини.

Без обзира на врсту и удео додатака, за вредност параметра a^* , у свим узорцима кекса уочен је тренд статистички значајног смањења у односу на контролни узорак, и пораст удела зелене боје који је највише изражен у кексу са 2,5% додатог осмотски дехидрисаних листова сремуша у раствору сахарозе и натријум хлорида и 1% оригана, где вредност параметра a^* износи -1,71.

Вредности удела жутих тонова у кексу (параметар b^*), као и разлика у обојености и тоновима (С и h) су биле статистички значајно повећане са повећањем одговарајућих додатака у сировински састав кекса, с тим да је највећи утицај на раст ових параметара постигнут додатком осмотски дехидрисаних листова сремуша у меласи.

Укупан садржај скроба и масти у сланом кексу се смањује додатком свежих и осмотски дехидрисаних листова сремуша и оригана, због укључивања сировина које не садрже ове компоненте у основну формулацију кекса, док се укупан садржај протеина не мења значајно.

При истом уделу додатака, у добијеним узорцима кекса, највећи садржај Zn, Cu, Fe и K је постигнут додатком осмотски дехидрисаних листова сремуша у меласи: 27,75% за Zn, 47,03% за Cu, 49,69% за Fe и 17,6% за K.

Додатак свежег сремуша највише је утицао на повећање Mg и Ca у добијеним узорцима кекса. Најнижа концентрација потребна за инхибицију 50% ABTS и DPPH

радикала, 12,37 mg/ml и 62,80 mg/ml, одређена је за узорак који у свом саставу има 2,5% листова сремуша осмотски дехидрисаних у меласи и 1% оригана.

Развијени математички модели су се добро поклапали са експерименталним резултатима и показали су се као адекватни за предвиђање карактеристика квалитета кекса у зависности од врсте и количине додатака.

Кекс са додатком осмотски дехидрисаних листова сремуша у меласи има већу чврстоћу, већу ломљивост, мању прхкост и већу топивост у односу на контролни кекс, као и комплекснију арому (мења укус и мирис на карамел, као и дескриптор за зељаст мирис).

У кексу обогашеном осмотски дехидрисаним листовима сремуша у меласи утврђен је 2,4 пута већи садржај укупних флавоноида него у контролном кексу. У односу на почетни садржај укупних тиосулфината, повећању је највише допринео додаток осмотски дехидрисаног сремуша у меласи у састав кекса (1,52 пута). Квалитативна и квантитативна анализа фенолног профила свежег сремуша потврдила је присуство деривата камферола као најдоминантнијих (924,17 mg/100 g с.м.), затим деривата катехина (241,30 mg/100 g с.м), деривата ферулне (124,27 mg/100 g с.м) и хлорогенске киселине (104,56 mg/100 g с.м). Кекс са додатком осмотски дехидрисаних листова сремуша у меласи је имао највећу концентрацију деривата катехина, камферола, хлорогенске и ферулне киселине.

Свежи листови сремуша додати у формулацију кекса смањили су укупан садржај бетаина у контролном кексу за око 42%, сремуш дехидрисан у раствору сахарозе и натријум хлорида утицао је на смањење садржаја бетаина у кексу за око 17%, док је додаток од 2,5% сремуша дехидрисаног у меласи допринео повећању садржаја бетаина за 56% . У односу на кекс без додатака, свеж и сремуш осмотски дехидрисан у меласи су утицали на повећање садржаја укупних дијетних влакана за 24,67% и 10,27%, док је додаток осмотски дехидрисаног сремуша у воденом раствору сахарозе и натријум хлорида довео до смањења удела влакана за 12,17%. Најмања активност уклањања АВТS радикала након дигестије забележена је код контролног узорка кекса, и износила је 40%. Највећа активност је измерена за кекс обогашен осмотски дехидрисаним листовима сремуша у меласи од око 63%, затим кекс обогашен свежим сремушем где способност неутрализације радикала достигала вредност од 60%, а нешто мања активност измерена је за кекс са осмотски дехидрисаним сремушем у воденом раствору сахарозе и натријум хлорида од око 56%.

Литература. Поглавље садржи 204 литературна навода. Избор литературе је актуелан и прикладан проучаваној тематици.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе докторске дисертације под насловом: **Оптимизација процеса осмотске дехидрације листова сремуша (*Allium ursinum* L.) у меласи шећерне репе и њихов утицај на својства квалитета кекса**“, коју је поднела Косана М. Шобот, дипломирани инжењер технологије, Комисија сматра да је дисертација урађена према одобреној пријави теме и да представља оригинално и самостално научно дело. Кандидат је проучио доступне литературне изворе, који су били од користи приликом

дефинисања циља и предмета истраживања. Методе примењене током израде експерименталног дела дисертације су савремене и поуздане. Добијени резултати су прегледно приказани, правилно анализирани и упоређени са резултатима других аутора. Из резултата су правилно изведени закључци и јасно је назначен практични и научни значај новина које произилазе из ових истраживања.

Допринос ове докторске дисертације се највише огледа у томе што је кроз свеобухватна истраживања креиран иновативни, нутритивно побољшан кекс на бази спелтиног брашна, кроз чију се производњу валоризује споредни производ прехранбене индустрије – меласа шећерне репе. Успешно реализована истраживања показала су да се додатком осмотски дехидрисаних листова сремуса на економски прихватљив, енергетски ефикасан и еколошки погодан начин може производити слани кекс унапређених нутритивних и функционалних својстава, без негативних ефеката на његове сензорне и текстуалне карактеристике. На овај начин је омогућен допринос проширењу постојећег асортимана кондиторских производа у типу кекса, за потрошаче заинтересоване за правилну исхрану, уз истовремено проналажење употребне вредности нуспроизвода прехранбене индустрије, у циљу искоришћења њихових преосталих нутритивних бенефита и смањења отпада.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да позитивно оцени и прихвати овај Извештај, заједно са поднетом дисертацијом кандидата Косане М. Шобот, дипломираног инжењера технологије, под насловом „**Оптимизација процеса осмотске дехидрације листова сремуса (*Allium ursinum* L.) у меласи шећерне репе и њихов утицај на својства квалитета кекса**“ и да након завршетка процедуре омогући кандидату јавну одбрану докторске дисертације пред Комисијом у истом саставу.

Београд,
12.07.2023.

Чланови Комисије

Др Јованка Лаличић-Петронијевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Др Владимир Филиповић, научни саветник
Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет

Др Милица Нићетин, научни сарадник
Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет

Др Маргарита Додевска, виши научни сарадник
Института за јавно здраље Србије др Милан Јовановић Батут

Др Виолета Кнежевић, научни сарадник
Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет

ПРИЛОГ

Објављен рад дипломираног инжењера технологије Косане М. Шобот у научном часопису на SCI листи који квалификује кандидата за одбрану докторске дисертације:

Šobot, K., Laličić-Petronijević, J., Filipović, V., Nićetin, M., Filipović, J., Popović, Lj. (2019). Contribution of osmotically dehydrated wild garlic on biscuits' quality parameters, *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 63 (3), 499-507.

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 извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације под насловом „Оптимизација процеса осмотске дехидрације листова сремуша (*Allium ursinum* L.) у меласи шећерне репе и њихов утицај на својства квалитета кекса“ аутора Косане Шобот, констатујемо да утврђено подударње текста износи 15%. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, посебно из публикованог рада са SCI листе, који је обавезан за оцену и одбрану докторске дисертације и који мора бити из истраживања обухваћених докторском дисертацијом, 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, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду,
09.06.2023.

Ментор 1

Др Јованка Лаличић-Петронијевић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Наука о преради ратарских сировина)

Ментор 2

Др Владимир Филиповић, научни саветник
Универзитет у Новом Саду – Технолошки факултет
(ужа научна област: Квалитет и безбедност хране биљног порекла)