

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ НОВИ САД

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовао комисију Дана 21.12.2020. на 91. седници Наставно-научног већа Технолошког факултета Нови Сад именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата MSc Вање Шерегељ под насловом „Инкапсулирани каротеноиди из споредног производа прераде шаргарепе у функционалној храни”</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none"> • др Сенка Видовић, ванредни професор; ужа научна област: Фармацеутско инжењерство, изабрана у звање: 22.06.2017.; Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, председник • др Гордана Ћетковић, редовни професор; ужа научна област; Технолошко-инжењерске хемије, изабрана у звање: 24.02.2009.; Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, ментор • др Александра Ранитовић, доцент; ужа научна област: Биотехнологија, изабрана у звање: 13.07.2017.; Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, члан • др Анамарија Мандић, научни саветник; ужа научна област: Биотехничке науке, изабрана у звање: 25.09.2013; Универзитет у Новом Саду, Научни институт за прехранбене технологије Нови Сад, члан • др Виктор Недовић, редовни професор; уже научне области: Наука о врењу, изабран у звање: 27.06.2012. и Биохемија, изабран у звање: 12.06.2013.; Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет Београд, члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Вања, Нада, Шерегељ</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 20.05.1991. Кикинда, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, студијски програм Фармацеутско инжењерство, мастер инжењер технологије</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2014. година, докторске академске студије, студијског програма Фармацеутско инжењерство</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: „Инкапсулирани каротеноиди из споредног производа прераде шаргарепе у функционалној храни”
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл. Докторска дисертација се састоји из 7 поглавља написаних на 254 странице, са 47 слика и 46 табеле и 450 литературна навода. Кључна документацијска информација је написана на српском и енглеском језику и приложена је на крају докторске дисертације. Списак поглавља: <ol style="list-style-type: none">1. Увод (стр. 1-3)2. Циљеви истраживања (стр. 4-5)3. Преглед литературе (стр. 6-69)4. Материјал и методе (стр. 70-100)5. Резултати и дискусија (стр. 101-195)6. Закључак (стр. 196-205)7. Литература (стр. 206-254)
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: У Уводном делу кандидаткиња наводи да прерадом шаргарепе заостаје значајна количина споредног производа који одликује богат садржај каротеноида. Значај каротеноида огледа се у различитим биолошким функцијама, али и њиховој примени као природних боја у прехранбеној индустрији. С обзиром на повећање здравствене свести потрошача и интересовања за храном која доприноси здравијем стилу живота, као и свести о потенцијалном токсиколошком ризику од употребе синтетских боја, истиче да је валоризација каротеноида у правцу производње функционалних састојака намењених прехранбеној индустрији од великог значаја. Овакви производи, који поред основне нутритивне вредности садрже и састојке који побољшавају специфичне функције организма, декларисани су као функционална храна. С обзиром на савремене трендове прехранбене индустрије, посебно је наглашена потреба за очување стабилности каротеноида пре њихове имплементације у функционалну храну. У поглављу Циљеви истраживања дефинисан је основни циљ истраживања докторске дисертације који подразумева добијање функционалних састојака, односно инкапсулата каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе и њихова примена у функционалној храни. Испуњење основног циља истраживања реализовано је sukcesивним решавањем специфичних циљева: (1) екстракција каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе, применом растварача који је у складу са принципима "зелене хемије"; (2) стабилизација екстрахованих каротеноида различитим техникама инкапсулације (лиофилизација - <i>freeze drying</i> , сушење у струји топлог ваздуха - <i>spray drying</i> и електростатичка екструзија); (3) примена инкапсулираних каротеноида у функционалној храни (тестенина и јогурт); (4) сензорска анализа прихватљивости добијених функционалних производа. Поглавље Преглед литературе састоји се из седам потпоглавља. У првом потпоглављу докторанткиња веома детаљно и студиозно обрађује досадашње литературне податке о функционалној храни. У другом потпоглављу описују се споредни производи прехранбене индустрије као извори функционалних компоненти. У трећем потпоглављу описане су опште карактеристике шаргарепе и споредних производа прераде шаргарепе. У четвртном потпоглављу, докторанткиња детаљно и студиозно обрађује литературне податке о каротеноидима и њиховом значају у унапређењу здравља. У петом потпоглављу наводи се значај "зелене" екстракције каротеноида. У шестом потпоглављу наводи се примена и методе инкапсулације каротеноида. У последњем, седмом потпоглављу докторанткиња скреће пажњу на побољшање квалитета прехранбених производа, применом инкапсулираних каротеноида за њихово обогаћивање. Исткнути су производи који су нарочито заступљени у исхрани становништва – тестенине и јогурта. На основу проучене и систематизоване литературе, докторанткиња је била у могућности да правилно анализира и објасни добијене резултате и да их упореди са резултатима других аутора

који су радили на сличној проблематици.

У поглављу **Експериментални део** докторанткиња наводи да је експериментални рад ове докторске дисертације реализован у лабораторијама за Органску хемију Технолошког факултета у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду, затим Департману за науку о храни, исхрани и заштити животне средине (DEFENS) Универзитета у Милану, Италија, Институту за истраживања у пољопривреди и агроекономији (CREA) у Сант Анђелу Лодиђијану, Италија, Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду и у лабораторијама Научног института за прехранбене технологије у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду. Ово поглавље садржи списак коришћених хемикалија и инструмената, као и неопходне податке о сировинама које су одабране за истраживање. Затим садржи детаљан опис поступка добијања екстракта, инкапсулата екстракта споредног производа прераде шаргарепе, тестенине и јогурта, као и метода и експерименталних процедура које су коришћене за карактеризацију истих.

Резултати претходно описаних испитивања, као и њихова анализа, приказани су у поглављу **Резултати и дискусија**. Ово поглавље је подељено у седам потпоглавља. Резултати су веома прегледно приказани и адекватно дискутовани. Резултати су приказани у 39 табела и 24 слике и образложени су на веома прегледан и методолошки разумљив начин. Проблематика истраживања у оквиру ове докторске тезе, фокусирана је на екстракцију и стабилизацију каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе. За технике сушења у струји топлог ваздуха и лиофилизацију извршена је оптимизација инкапсулације каротеноида, у циљу дефинисања оптималне смеше носача ових једињења. Експериментални план је подразумевао испитивање удела малтодекстрина, протеина сурутке и инулина као носача. Физичко-хемијском карактеризацијом екстракта и оптималних инкапсулата потврђена је ефикасност поступка инкапсулације са циљем заштите каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе. Затим, дизајнирани су функционални производи, тестенине на бази семолине, са различитим уделима оптималних инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе. Након испитивања садржаја каротеноида и токоферола у тестенини пре и након кувања, извршена је *in vitro* симулирана гастроинтестинална дигестија у циљу одређивања биоактивности добијених узорака (антиоксидативна активност одређена β-каротен методом, одређивање редукционе способности, као и одређивање антихипергликемијске и антипролиферативне активности). Такође је испитан и квалитет куване тестенине, микробиолошка исправност, сензорка оцена и нутритивни профил тестенине. Инкапсулат добијен техником електростатичке екструзије, након детаљне карактеризације употребљен је за обогаћивање јогурта. На основу кинетичке студије вијабилности млечно-киселинских бактерија, рН вредности и укупног садржаја каротеноида донешени су коначни закључци о микробиолошкој и физичко-хемијској стабилности обогаћеног јогурта током целокупног периода складиштења.

У поглављу **Закључак**, изведени су адекватни закључци на основу добијених резултата и њихове дискусије, и у складу су са постављеним циљевима дисертације те се могу сматрати поузданим.

У последњем поглављу **Литература** ауторка на правилан и умешан начин наводи 450 референци, које су актуелне и у складу са темом дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Категорија М13 – Монографска студија/поглавље у књизи М11 или рад у тематском зборнику водећег међународног значаја

- **Вања Шерегел**, Јелена Вулић, Гордана Петковић, Јасна Чанадановић-Брунет, Весна Тумбас Шапоњац, Слађана Стајичић, (2020), Natural bioactive compounds in carrot waste for food applications and health benefits, Studies in Natural Products Chemistry, Vol. 67, Elsevier.

Категорија M21 – Рад штампан у врхунском међународном часопису:

- **Вања Шерегељ**, Гордана Петковић, Јасна Чанадановић-Брунет, Весна Тумбас Шапоњац, Јелена Вулић, Стева Левић, Виктор Недовић, Андреа Брандолини, Алиса Хидалго, (2021), Encapsulation of carrot waste extract by freeze and spray drying techniques: An optimization study, Food Science and Technology – LWT, 138, 110696.
- **Вања Шерегељ**, Лато Пезо, Оља Шовљански, Стева Левић, Виктор Недовић, Сениша Марков, Ана Томић, Јасна Чанадановић-Брунет, Јелена Вулић, Весна Тумбас Шапоњац, Гордана Петковић, (2021), New concept of fortified yogurt formulation with encapsulated carrot waste extract, Food Science and Technology – LWT, 138, 110732.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру ове дисертације спроведена су испитивања примене класичне методе екстракције за валоризацију каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе, применом растварача који је у складу са принципима "зелене" хемије. У наставку истраживања извршена је инкапсулација добијеног екстракта разичитим техникама - *freeze drying* или лиофилизација, *spray drying* или сушење у струји топлог ваздуха и електростатичка екструзија. У оквиру физичко-хемијских карактеристика испитани су параметри квалитета који су значајни за њихову примену као функционалних додатака у прехранбеним производима. У завршном делу рада спроведено је испитивање примене инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе у производњи тестенине и јогурта са побољшаним нутритивним и функционалним својствима, као и испитивање сензорске прихватљивости добијених производа.

На основу добијених резултата карактеризације екстракта споредног производа прераде шаргарепе могу се извести следећи закључци:

- Леофилизирани споредни производ прераде шаргарепе екстрахован је класичном методом уз примену сунцокретовог уља као екстрагенса. Садржај укупних каротеноида у екстракту износио је 60,63 mg/kg, а најдоминантнији каротеноид је β -каротен (40,10 mg/kg). Укупан садржај токоферола у екстракту износио је 514,70 mg/kg, а најзаступљенији изомер био је α -токоферол (488,80 mg/kg). Од масних киселина, најзаступљеније су линолна (~54,5%) и олеинска киселина (36%), затим палмитинска (~ 3,3%), стеаринска (~5,9%) и палмитолеинска у траговима.
- Екстракт споредног производа прераде шаргарепе показао је израженију антиоксидативну и фармаколошку активност у односу на сунцокретово уље, чиме је потврђена ефикасност каротеноида као антиоксиданата, али и њиховог синергистичког деловања са токоферолима. Антиоксидативна активност екстракта одређена β -каротен методом и редукциона способност износиле су 159,54 и 30,04 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$, док су антихипергикемијска активност и антиинфламаторна активност имале вредност од 49,01 и 53,28%.
- Током периода складиштења екстракта на собној температури (25 °C), у трајању од 180 дана, у тамним условима (без утицаја дневне светлости), спектрофотометријском методом утврђена је ретенција каротеноида ~70%, док је при складишењу у светлим условима (условима дневне светлости) забележено смањење ових једињења за више од 50%.
- CIE Lab хроматски параметри сугеришу да у испитиваном екстракту доминира наранџаста боја ($a^*=16,66$; $b^*=62,50$), коју условљавају присутни пигменти у споредном производу прераде шаргарепе. Након периода складиштења од 180 дана уочене су промене у границама видљивости голим оком ($\Delta E > 3$), а статистички израженије промене забележене су за екстракт који је складиштен у светлим условима.
- Резултати микробиолошког профила су потврдили исправност припремљеног екстракта у складу са добром лабораторијском праксом, односно његову прихватљивост за даљу употребу.

На основу добијених резултата оптимизације инкапсулације каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе *freeze* и *spray drying* техникама могу се извести следећи закључци:

- За добијање оптималних инкапсулата, за обе технике инкапсулације, коришћена је оптимизација више одзива или "*multi-response*" оптимизација. За *freeze drying* технику инкапсулације, формулација носача која се састоји од 100% протеина сурутке даје оптимални узорак у складу са постављеним критеријумима, односно највећим садржајем каротеноида, највећом ефикасношћу каротеноида и највећом антиоксидативном активношћу. За *spray drying* технику, као најприкладнија формулација носача издвојила се смеша од 71% протеина сурутке и 29% инулина.
- Провером предвиђених вредности испитиваних одзива на оптималним инкапсулатима добијеним *freeze drying* (FDI) и *spray drying* техником (SDI), потврђено је слагање добијених резултата унутар поверења од 95%.

На основу добијених резултата карактеризације инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе добијених *freeze* и *spray drying* техникама могу се извести следећи закључци:

- Резултати испитивања морфолошких карактеристика показали су да се FDI и SDI инкапсулати састоје од честица неправилне структуре, различите величине и порозности. Поред тога, обе технике инкапсулације су дале честице које су груписане у агрегате различитих димензија, што је последица неинкапсулираног уљаног екстракта на њиховим површинама.
- За оба инкапсулата, FTIR спектроскопска анализа показала је да нема значајних хемијских интеракција између активне компоненте, односно екстракта и носача, што указује да су ова једињења формирала физичку смешу унутар инкапсулата. Раман спектроскопском анализом су потврђене траке карактеристичне за екстракт, односно активне компоненте, што указује на његову присутност на површини инкапсулата.
- У FDI и SDI инкапсулатима забележене су изузетно ниске вредности активности воде (мање од 0,2) те је један од закључака да представљају микробиолошке стабилне састојке са могућношћу примене у различитим прехранбеним производима. Такође, одређен садржај влаге у наведеним узорцима је мањи од 5%, што је у оквиру опсега којима се испуњава захтев квалитета за ову врсту производа. Након седам дана складиштења инкапсулата у условима релативне влажности од 75%, утврђена је нехигроскопна природа оба инкапсулата. стале испитиване физичке карактеристике инкапсулата су прихватљиве са аспекта примене.
- Freeze drying техником остварен је око 20% већи принос инкапсулата у односу на *spray drying* технику, али се генерално може закључити да се добијени резултати за обе технике могу сматрати добрим приносом. FDI и SDI инкапсулати показују и високе вредности индекса растворљивости у води (око 55%).
- Анализа расподеле величине честица показала је значајне разлике између добијених инкапсулата које потичу од примењених техника сушења. *Freeze drying* техника даје инкапсулате већих димензија, са су утврђеним средњим пречником од 195,98 μm , док се *spray drying* техника сматра погодном методом за производњу мањих честица, с обзиром да пролазе кроз систем за распршивање (средњи пречник - 20,94 μm).
- Значајно веће вредности насипне и тапкане густине одређене су за SDI узорак, те је инкапсулат добијен овом техником погоднији са технолошког аспекта. У погледу индекса компресибилности и Хауснеровог односа, оба инкапсулата спадају у категорију задовољавајуће проточности и високе кохезивности.
- Резултати одређивања оксидативне стабилности на бази Ранцимат теста потврдили су дужи индукциони период за FDI и SDI инкапсулате у односу на екстракт споредног производа прераде шаргарепе.
- Током периода складиштења инкапсулата на собној температури (25 °C), у трајању од 180 дана, у светлим и тамним условима, највећа ретенција каротеноида забележена је за SDI инкапсулат који је складиштен у тамним условима (82%), док је најмању ретенцију показао FDI инкапсулат складиштен у условима дневне светлости (65%).
- Боја инкапсулата условљена је бојом екстракта споредног производа прераде шаргарепе. Код

FDI инкапсулата израженија је жута боја ($b^*=37,72$) у поређењу са SDI инкапсулатом ($b^*=24,90$). Након периода складиштења од 180 дана забележене су значајне промене у CIE Lab параметрима, што је у складу и са ретенцијом каротеноида у овим инкапсулатима.

- Садржај каротеноида (28,02 mg/kg), токоферола (243,98 mg/kg), протеина (425,51 mg/100 g) и фуросина (487,03 mg/100 g протеина) био је виши у FDI инкапсулату. Нешто нижи садржаји одређени су код SDI инкапсулата, односно 26,03 mg/kg каротеноида, 228,13 mg/kg токоферола, 31,32 mg/100 g протеина и 407,21 mg/100 g протеина.
- Када је реч о антиоксидативној и фармаколошкој активности, након *in vitro* симулиране гастроинтестиналне дигестије више вредности забележене су за FDI узорак.

На основу добијених резултата карактеризације тестенине обогаћене оптималним инкапсулатима споредног производа прераде шаргарепе добијених *freeze* и *spray drying* техникама могу се извести следећи закључци:

- Супституција дела крупице дурум пшенице (семолине) инкапсулатима споредног производа прераде шаргарепе, одразила се на промене садржаја готово свих испитиваних једињења. Пораст удела инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе у формулацији тестенине допринео је повећању садржаја каротеноида, токоферола и фуросина. Поред једињења која су присутна у инкапсулатима, у свим узорцима тестенине детектовано је присуство лутеина и зеаксантина, као и α - и β -токотриенола који су потичу од дурум пшенице.
- Садржај укупних каротеноида за узорке некуване тестенине са уделом FDI и SDI инкапсулата од 10% повећан је за 56,15% и 63,59%, док је за удео ових инкапсулата од 20% одређен 99,23%, односно 118,72% већи садржај у односу на контролни узорак. Обогаћивање тестенине са 10% FDI, односно 10% SDI резултирало је повећањем садржаја укупних токоферола за 32,62%, односно 38,65%, док је са уделом ових инкапсулата у нивоу од 20% садржај укупних токоферола повећан за 100,29%, односно 88,74%
- Током кувања тестенине садржај укупних каротеноида смањено се у опсегу од 2,30% до 22,49%, при чему су већи губици забележени за узорке тестенине обогаћене FDI инкапсулатима. Већи губици каротеноида код ових узорака корелирају са присуством ових једињења на површини инкапсулата. Губитак токоферола током кувања тестенине био је у опсегу од 3,91% до 12,17%.
- Резултати антиоксидативне и фармаколошке активности куваних и дигестираних узорака тестенине указују да се са повећањем удела инкапсулата у формулацијама повећава и антиоксидативна, антихипергликемијска и антиинфламаторна ефикасност.
- Током процеса производње тестенине остварен је задовољавајући ниво хигијене. Такође, нису уочене значајне разлике у броју испитиваних микроорганизама између контролног узорка тестенине и обогаћених узорака, на основу чега се закључује да је укључивање инкапсулата као функционалних додатака безбедно са микробиолошког становишта.
- Инструменталним одређивањем параметара боје установљено је да обогаћени узорци тестенине имају већи удео црвене боје (више вредности a^*) и већи удео жуте боје (више вредности b^*), а разлике у боји настале услед супституције дела семолине инкапсулатима споредног производа прераде шаргарепе видљиве су голим оком. Куване тестенине су светлије, са смањеним интензитетом црвених и жутих тонова у односу на некуване узорке.
- Супституција дела семолине FDI и SDI инкапсулатима доприноси променама у квалитету куваних тестенина, које се огледају у повећању времена кувања тестенине, смањењу процента раскувавања тестенина, смањењу способности апсорпције воде и лепљивости, у односу на контролни узорак. Промене коефицијента повећања запремине забележена је само код узорака обогаћених SDI инкапсулатом.
- На основу резултата сензорске оцене тестенине, уз примену панела полутренираних оцењивача, може се закључити да је бољи сензорски квалитет постигнут код тестенине обогаћене са 10% FDI и 10% SDI инкапсулата. Када је у питању тестенина са 10% FDI инкапсулата, сви испитивани параметри осим текстуре су оцењени боље од контролног узорка, док је тестенина са 10% SDI оцењена боље у погледу укуса и ароме.
- Тестенина бољег сензорског квалитета имала је већи садржај макронутријената (протеина, масти и целулозе) у односу на контролну тестенину.
- На основу препоручених RDA вредности за каротеноиде, конзумацијом једне порције тестенине

(85 g) са 10% FDI оптималног инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе може се обезбедити 23% препорученог дневног уноса, док се конзумацијом порције тестенине са 10% SDI оптималног инкапсулата може обезбедити 25% препорученог дневног уноса каротеноида. Узимајући у обзир препоручене RDA вредности за витамин Е (α -токоферол), конзумирањем порције 10% FDI тестенине може се обезбедити 9,6% препорученог дневног уноса, док конзумирање порције 10% SDI тестенине може обезбедити 10,93% препорученог дневног уноса овог витамина.

На основу добијених резултата карактеризације инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе добијеног техником електростатичке екструзије могу се извести следећи закључци:

- Резултати микроскопске анализе хидрогел и лиофилизованих честица инкапсулата екстракта споредног производа прераде шаргарепе указали су на редукујућу величину честица за око 20% након процеса сушења, као и то да су све добијене честице имале сферни облик. На SEM микрографијама се не уочава агрегација честица, док су приметне пукотине и изражена порозна површинска структура честица.
- FTIR спектроскопска анализа показала је да не постоји јака интеракцију између алгината и смеше уље/каротеноиди, што указује да након формирања капсула Са-алгината ове две фазе највероватније остају раздвојене. Раман спектроскопском анализом потврђено је присуство сунцокретовог уља и екстрахованих каротеноида на површини честица Са-алгината.
- За добијени инкапсулат одређени су укупан садржај каротеноида од 3,65 mg β -каротена/100 g, ефикасност инкапсулације од 72,63% и ретенција каротеноида од 81,54% након периода складиштења од 90 дана на собној температури ($25 \pm 5^\circ\text{C}$).
- Аниоксидативна активности одређена β -каротен методом и редуциона способност овог инкапсулата износиле су 73,68 и 20,19 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$, док су вредности антихипергликемијске и антиинфламаторне активности инкапсулата биле 26,87% и 21,36%.

На основу добијених резултата карактеризације јогурта обогаћеног инкапсулатом споредног производа прераде шаргарепе добијеног техником електростатичке екструзије могу се извести следећи закључци:

- У односу на контролни узорак, узорци обогаћеног јогурта показали су побољшана антиоксидативна, антихипергликемијска и антиинфламаторна својства, проучавана након ин витро симулираног гастроинтестиналног варења.
- Инструменталним мерењем параметара боје уочене су значајне разлике између почетних вредности параметра b^* контролног јогурта и обогаћених узорака. Након периода складиштења од 28 дана, примећена је већа заступљеност жуте боје за обогаћене узорке јогурта, што је директно утицало и на промене вредности L^* и a^* . Ови резултати су у корелацији са ослобађањем каротеноида из инкапсулата у медијуму јогурта током периода складиштења.
- Хигијена током процеса инкапсулације је била на задовољавајућем нивоу уз добру лабораториску праксу. Микробиолошки профил контролног јогурта је био одговарајући за конзумацију, с обзиром да присуство контаминената није примећено након процеса ферментације и паковања јогурта.
- Додатак инкапсулираних каротеноида није показао статистички значајан утицај на вијабилност млечно-киселинских бактерија током целокупног периода складиштења. Добијене вредности броја млечно-киселинских бактерија (*Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbreuckii* subsp. *bulgaris*) су изнад препорученог минимума од 6 лог CFU/ml за здравствено побољшавајући ефекат јогурта.
- Јогурт обогаћен инкапсулатом (2,5 и 5%), као и контролни јогурт, нису се променили током 28 дана складиштења на 4°C са микробиолошког аспекта, док су приметне промене узроковане ослобађањем каротеноида из инкапсулата и променом рН вредности. Благе промене боје и рН у последњих 7 дана периода складиштења сугеришу да би рок употребе обогаћеног јогурта требао бити 21 дан на 4°C .
- На основу кинетичких студија вијабилности млечно-киселинских бактерија, рН вредности и укупног садржаја каротеноида утврђена је микробиолошка и физичко-хемијска стабилност

обогаћеног јогурта током целокупног периода складиштења.

- На основу сензорских оцена јогурта од стране панела полутренираних оцењивача, може се закључити да је обогаћивање јогурта инкапсулатом споредног производа прераде шаргарепе имало позитиван утицај на укупну топадљивост, арому и укус у односу на комерцијални јогурт. Негативан утицај обогаћивања одразио се на текстурне особине јогурта.
- На основу препоручених RDA вредности за каротеноиде, конзумирањем једне чаше јогурта (180 g) са 2,5% инкапсулата може се обезбедити 8% датог захтева, док чаша јогурта са 5% инкасулата испуњава 16% дневних потреба за каротеноидима.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидаткиња Вања Шерегел, мастер инжењер технологије, успешно и у целости је обавила истраживања која су била предвиђена планом датим у пријави ове дисертације. Добијени резултати су добијени из оригинално постављених експеримената, у складу са дефинисаним циљевима. Резултати истраживања су приказани на систематичан и прегледан начин, у виду табела и слика. Тумачење добијених резултата и њихово повезивање са резултатима других аутора, донети су одговарајући закључци који дају адекватне одговоре на постављене задатке ове докторске дисертације. На основу свега наведеног, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Да. Докторска дисертација је у целини урађена и написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да. Докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Дисертација мастер инжењера Вање Шерегел представља оригиналан допринос науци, пружајући детаљан увид у могућност искоришћења и стабилизације каротеноида из споредног производа прераде шаргарепе и њихова примена у производима из категорије тестеничарских и млечно-ферментисаних производа.

Оригиналан допринос науци дат је одређивањем хемијског профила и квалитативне и квантитативне карактеризације екстракта и инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе, те обогаћених тестенина и јогурта. Значајан допринос је дат и детаљном карактеризацијом биоактивности екстракта, инкапсулата и добијених функционалних производа. Урађено је детаљна карактеризација параметара квалитета производа, и на крају сензорска прихватљивост истих од стране потрошача. Посебан допринос ове дисертације је идеја о искоришћењу споредног производа прераде воћа и поврћа високо нутритивног, антиоксидативног и здравствено бенефитног потенцијала, али и формулација функционалних производа са побољшаном стабилношћу биоактивних једињења. Оригиналан допринос науци огледа се у дизајнирању нових прехранбених производа који имају дефинисану функционалност и изванредан здравствени бенефит. Инкапсулирани екстракт споредног производа прераде шаргарепе може наћи примену у правцу обогаћивања и других прехранбених производа и добијање висококвалитетних, тржишно конкурентних и економски оправданих функционалних производа.

Производња тестенина и јогурта обогаћених инкапсулатом споредног производа прераде шаргарепе и одређивања њиховог потенцијала додатно доприноси значају истраживања реализованих у оквиру ове дисертације.

Добијени резултати истраживања и изведени закључци указују на неке од могућности коришћења

екстракта и инкапсулата споредног производа прераде шаргарепе. Екстракт и инкапсулат споредног производа прераде шаргарепе, захваљујући високом садржају каротеноида и доказаној доброј антиоксидативној и фармаколошкој активности, могли би се користити као функционални додаци у прехранбеној, козметичкој и фармацеутској индустрији. Захваљујући доказаној антиоксидативној активности и функционалним карактеристикама испитивани екстракт и инкапсулат споредног производа прераде шаргарепе би могли да се примењују као помоћно средство у превенцији оксидативног стреса и дегенеративних болести, као и за ефикасније постизање препорученог дневног уноса каротеноида.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Нису уочени недостаци у овој докторској дисертацији.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације под називом „**Инкапсулирани каротеноиди из споредног производа прераде шаргарепе у функционалној храни**“, мастер инжењер технологије Вање Шерегељ, Комисија предлаже да се прихвати ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, а кандидаткињи одобрава одбрану дисертације.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

председник

др Сенка Видовић, ванредни професор
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

ментор

др Гордана Ћетковић, редовни професор
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

члан

др Александра Ранитовић, доцент
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

члан

др Анамарија Мандић, научни саветник
Научни институт за прехранбене технологије у Новом Саду

члан

др Виктор Недовић, редовни професор
Пољопривредни факултет Београд, Универзитет у Београду

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.

