

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Датум и орган који је именовео комисију 15.07.2016., Наставно-научно веће Технолошког факултета, Универзитета у Новом Саду.
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: 1. Др Соња Ђилас , редовни професор, Органска хемија, 27.07.1998., Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду 2. Др Анамарија Мандић , научни саветник у области биотехничких наука – прехранбено инжењерство, 25.09.2013., Научни институт за прехранбене технологије у Новом Саду, Универзитет у Новом Саду 3. Др Весна Тумбас Шапоњац , доцент, Примењене и инжењерске хемије, 01.08.2012., Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду 4. Др Јасна Чанадановић-Брунет , редовни професор, Примењене и инжењерске хемије, 15.05.2008., Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду 5. Др Бојана Иконић , доцент, Хемијско инжењерство, 1.06.2012., Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Бојана, Милко, Шарић
2. Датум рођења, општина, држава: 07.11.1981., Пљевља, Црна Гора
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Технолошки факултет Нови Сад, фармацеутско инжењерство, дипломирани инжењер технологије
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2008., студијски програм Прехрамбено-биотехнолошке науке
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Искоришћење тропа боровнице и малине у формулацији безглутенског кекса са додатом вредношћу

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација је написана јасно и прегледно, и садржи све неопходне делове научно-истраживачког рада који су организовани у следећа поглавља:

- ❖ Увод (стр. 1-3)
- ❖ Општи део (стр. 4 – 39)
- ❖ Експериментални део (стр. 40 – 62)
- ❖ Резултати и дискусија (стр. 63 – 107)
- ❖ Закључак (стр. 108 – 113)
- ❖ Литература (стр. 114 – 142)
- ❖ Прилог (стр. 143– 153)

Рад има 153 страна А4 формата, 29 слика, 25 табела и 338 литературних навода и 8 прилога. Поред тога рад садржи Кључну документацијску информацију са изводом на српском и енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У првом поглављу докторске дисертације, **Увод**, истиче се све већа учесталост појаве алергија и интолеранција на храну, која је определила један део научне и стручне јавности ка интензивном развоју производа за потрошаче са овим проблемима. Као једна од најзаступљенијих генетски предиспонираних болести наводи се целијакија, и истиче се значај доследног спровођења безглутенске исхране, као јединог третмана који омогућава нормалан живот особама са овом болешћу. Указано је на главне недостатке примене безглутенске исхране, попут смањеног уноса витамина, минерала и прехранбених влакана, а као један од могућих праваца унапређења производа из ове категорије, наводи се њихово обогаћивање функционалним састојцима добијеним из споредних производа индустријске прераде воћа. Сагледавајући економску оправданост искоришћења ових споредних производа, као и њихов изузетан нутритивни потенцијал, као главни циљеви рада наводе се добијање функционалног састојка, коришћењем споредних производа индустријске прераде воћа и његова примена у креирању безглутенског кекса са додатом вредношћу, којим би се потенцијално проширио асортиман безглутенских производа на тржишту Републике Србије.

Циљ истраживања је јасно формулисан.

Поглавље **Општи део** садржи седам подпоглавља. Прво подпоглавље *Преосетљивост на храну* бави се врстама реакција преосетљивости на храну, њиховим узрочницима и манифестацијама, док се подпоглавље *Целијакија* бави прегледом сазнања о преваленци ове болести, симптомима и последицама изостанка стриктног спровођења безглутенске исхране. Треће подпоглавље односи се на различите аспекте *безглутенске исхране*: одређивање садржаја глутена у намирницама, структуру глутена и његову улога у тесту, сировине за производњу безглутенских производа и њихов нутритивни аспект, док је посебно обрађена категорија безглутенских производа на бази жита, у које, између осталих, спада и кекс. Сагледавајући досадашња научна и технолошка достигнућа у области креирања безглутенских производа, дефинисани су и потенцијални правци унапређења овог тржишта. Подпоглавље *Функционална храна*, полазећи од дефиниције овог појма, обрађује различите начине поделе функционалних производа, могућности имплементације овог концепта у пракси, а бави се и поделом функционалних једињења. У подпоглављу *Бобичасто воће као извор функционалних једињења* дат је преглед најважнијих фитохемикалија и нутријената бобичастог воћа, са посебним акцентом на њихове позитивне здравствене ефекте, а посебно су издвојене боровница и малина, као воћне врсте обрађене у оквиру дисертације. Доказана функционална својства и богатство нутријентима главне су одлике споредних производа индустријске прераде воћа, чијом се ревалоризацијом бави шесто подпоглављу Општег дела. Последње подпоглавље односи се на примену поступка одзивне површине (енг. *Response surface methodology – RSM*) у дизајну и формулацији нових

производа, као и побољшању квалитета већ постојећих.

Општи део садржи неопходне теоријске основе и преглед досадашњих истраживања из области којом се бави ова докторска дисертација.

Поглавље **Експериментални део** садржи детаљан опис експерименталних процедура које су коришћене за реализацију циљева рада. У овом поглављу, у делу *Материјал* дат је опис поступака производње функционалних састојака из индустријски добијеног тропа боровнице и малине и безглутенског кекса. У делу *Метод* садржан је детаљан опис метода за одређивање: нутритивних и функционалних карактеристика тропа боровнице и малине и произведеног безглутенског кекса, реолошких параметара теста, физичких особина и микробиолошког квалитета безглутенског кекса, као и детаљан опис сензорске оцене кекса уз примену панела утренираних оцењивача. *Експериментални план и статистичка обрада података* садржи опис примењених метода за статистичку обраду добијених резултата, као и *Simplex lattice* дизајна смеше као одараног експерименталног плана за оптимизацију формулације безглутенског кекса са додатком тропа.

Примењене методе анализе и статистичке обраде података у потпуности су адекватне и примерене истраживачком задатку.

Поглавље **Резултати и дискусија** подељено је у осам подпоглавља и покрива две тематске целине: прва се односи на карактеризацију функционалних састојака добијених сушењем и млевењем тропа боровнице и малине, а друга обрађује њихову примену у формулацији безглутенског кекса.

У оквиру подпоглавља *Нутритивни профил осушеног и самлевог тропа боровнице и малине* дат је основни хемијски састав ових функционалних састојака, са посебним акцентом на садржај прехранбених влакана, есенцијалних масних киселина и минерала у њима. Анализом нутритивног профила утврђено је да овако добијени састојци представљају концентрате прехранбених влакана, богат су извор линолне и α -линоленске киселине, а садрже и значајне количине макроелемената дефицитарних у безглутенској исхрани.

Антиоксидативни потенцијал осушеног и самлевог тропа боровнице и малине испитан је применом спектрофотометријских метода и LC-MS/MS анализом полифенолних једињења, а добијени резултати указују на изузетан антиоксидативни потенцијал, који је потврђен одређивањем антирадикалске активности на DPPH[•]. Резултати ове анализе показују да троп боровнице има сличну активност као и синтетички антиоксидант ВНТ, док је антирадикалска активност тропа малине нешто нижа.

С обзиром на значајно већи антиоксидативни потенцијал у односу на троп малине, осушен и самлевен троп боровнице одабран је за испитивање могућности производње екстракта богатих полифенолним једињењима, а екстракција водом под повишеним притиском одабрана је као техника, имајући у виду могућност да се добијени екстракти директно користе у прехранбеној и козметичкој индустрији. ESR спектрална анализа утицаја екстракта на стварање и трансформацију хидроксил и супероксид анјон радикала показала је да добијени водени екстракт показује бољу антирадикалску активност у поређењу са ВНА.

Будући да формулација новог производа представља веома захтеван процес, два подпоглавља ове тематске целине баве се технолошким аспектом производње безглутенског кекса: *Одабиром оптималних услова печења и Реолошким особинама теста за кекс*.

Примена поступка одзивне површине у дизајну и формулацији безглутенског кекса са додатком тропа боровнице и малине обрађена је у подпоглављу *Оптимизација формулације безглутенског кекса*.

Полазећи од тога да је један од циљева ове докторске дисертације било обогаћивање постојеће (контролне) формулације безглутенског кекса и добијање нутритивно вредног функционалног производа, у оптималној и контролној формулацији одређен је садржај макронутријената (протеина, угљених хидрата и масти), са посебним акцентом на прехранбена влакна и есенцијалне масне киселине, као и садржај макронутријената (минерала), у оквиру којих су посебно издвојени калцијум и гвожђе, као дефицитарни у безглутенској исхрани. Ови резултати

дати су у подпоглављу *Нутритивни профил оптималне формулације безглутенског кекса*.

Испитивање ефекта креираног безглутенског кекса спроведено је у оквиру *дијететске интервенционе студије* у трајању од 4 недеље, током којих се режим исхране није мењао, осим што су испитанице у исхрану уврстиле и креирани кекс. Резултати студије указују на позитиван утицај креираног безглутенског кекса на липидски статус испитаника.

У поглављу **Закључци**, закључци су јасно и концизно изведени, те се могу сматрати научно заснованим и одговарајућим у односу на постављене циљеве дисертације.

У поглављу **Литература**, наведено је 338 референци које су коришћене у писању дисертације. Литература је цитирана на адекватан начин, а избор референци је актуелан и примерен тематици која је проучавана.

У поглављу **Прилог** налази се укупно 8 прилога, од којих су 4 табеларни прикази, 3 су графици и 1 је пример оцењивачког листа коришћеног за сензорску оцену кекса.

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

M22 Рад у истакнутом међународном часопису

1. Šarić B., Mišan A., Mandić A., Nedeljković N., Pojić M., Pestorić M., Đilas S. (2016). Valorisation of raspberry and blueberry pomace through the formulation of value-added gluten-free cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2):1140–1150, DOI 10.1007/s13197-015-2128-1

M33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини

2. Šarić, B., Mandić, A., Đilas, S., Mišan, A., Nedeljković, N., Kos, J., Šarić, Lj. (2015) Blueberry processing waste as a source of valuable bioactive compounds. *Proceedings*, 219-223, 4th International conference sustainable postharvest and food technologists-INOPTER 2015 and 27th National conference processing and energy in agriculture-PTEP 2015, April 19th-24th, 2015, Divčibare, Serbia.
3. Mišan, A., Šarić, B., Nedeljković, N., Pestorić, Jovanov, P., Pojić, M., Tomić, J., Filipčev, B., Hadnađev, M., Mandić, A. (2014) Gluten-free cookies enriched with blueberry pomace: optimisation of baking process, *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 8(4), 195-198
4. Nedeljković N., Sakač M., Mandić A., Mišan A., Jovanov P., Jambrec D., Banjac V., Šarić B., Pestorić M. (2013) Challenges in creating gluten-free cookies, *Third International Conference “Sustainable Postharvest and Food Technologies” – INOPTER 2013, Proceedings*, 338-339, Vrnjačka Banja, Serbia.

M34 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

5. Šarić B., Mišan A., Nedeljković N., Milovanović, I., Sakač M., Jovanov, P., Mandić A. (2014) Extraction of polyphenols from Fagopyri herba: Optimization using response surface methodology, *8th World Congress on Polyphenols Applications – ISANH Polyphenols 2014, Abstracts Book*, 252,

Lisbon, Portugal.

6. **Šarić, B.**, Jambrec, D., Nedeljković, N., Mišan, A., Pestorić, M., Kos, J., Mandić, A. (2014) Sensory profiling of gluten-free cookies enriched with Fagopyri herba. 6th European Conference on Sensory and Consumer Research, A Sense of Life, Online abstract book, P186, Copenhagen, Denmark, 7-10 September.
7. **Šarić, B.**, Mišan, A., Nedeljković, N., Mandić, A., Sakač, M., Jovanov, P., Milovanović, I.: Blueberry pomace as a source of bioactive compounds for enrichment of gluten-free diet, Proceedings of the 4th International Conference on Food Digestion, P-13, 74, Naples, Italy, 17-19 March, 2015.
8. Nedeljković N., Sakač M., Mandić A., Mišan A., Jovanov P., Jambrec D., Banjac V., **Šarić B.**, Pestorić M. (2013) Challenges in creating gluten-free cookies, Journal of processing and energy in agriculture, 3rd International conference sustainable postharvest and food technologist - INOPTER 2013 and 25th national conference processing and energy in agriculture - PTER 2013, Vrnjačka Banja-Srbija: Proceedings, 338.

M51 Rad u vodeћem časopisu nacionalnog znaĉaja

9. **Šarić B.**, Nedeljković N., Šimurina O., Pestorić M., Kos J., Mandić A., Sakač M., Šarić Lj., Psodorov Đ., Mišan A. (2014) The influence of baking time and temperature on characteristics of gluten free cookies enriched with blueberry pomace. Food & Feed Research, 41, 1, 39-46.

M83 Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак

10. **Šarić B.**, Šimurina O., Nedeljković N., Milovanović I., Kos J., Pojić M., Mandić, A., Sakač M., Šarić Lj., Jovanov P., Pestorić M., Jambrec D., Ilić N., Mišan A. (2013) Bezglutenski keks sa antiaterogenim efektom, Novi proizvod je prihvaćen i koristi se u „Nutry allergy center“, Zemun.
11. **Šarić B.**, Mišan A., Nedeljković N., Pestorić M., Hadnađev M., Jovanov P., Mandić, A., Sakač M., Šimurina O., Jambrec D., Milovanović I., Šarić Lj., Kos, J., Đilas S. (2014). Iskorišćenje tropa borovnice u formulaciji bezglutenskog keksa sa dodatom vrednošću. Novi proizvod se koristi u „Nutry allergy center“, Zemun.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Тропови боровнице и малине, споредни производи добијени у поступку производње воћног сока, сушењем и млевењем могу се облик погодан за апликацију у прехранбене производе. Овако добијени састојци представљају концентрате нутријената и различитих једињења са функционалним својствима, те додати у малим количинама у прехранбене производе могу значајно допринети њиховој функционалности.

У нутритивном профилу ова два функционална састојка са више од 50 g/ 100 g с.м. доминирају прехранбена влакна. По низу особина ови састојци могу се категорисати као идеална прехранбена влакна:

- стабилни су са аспекта микробиолошког квара обзиром на ниску a_w вредност;
- садрже везана биоактивна једињења попут полифенола која додатно доприносе њиховој

функционалности;

- погодни су за различите технолошке поступке и апликацију у производе;
- имају ниску цену.

Поређењем нутритивног профила осушеног и самлевог тропа боровнице и малине може се закључити да је:

- садржај већине нутријената у њима сличан;
- троп боровнице богатији прехранбеним влакнима за око 7,5%;
- удео нерастворљивих у укупним прехранбеним влакнима сличан и износи око 96%;
- садржај масти у тропу малине већи за око 60%, што доприноси и већој енергетској вредности.

Поређењем хидратационих својстава осушеног и самлевог тропа боровнице и малине може се закључити да троп боровнице показује за око 46% већи капацитет задржавања воде, што је последица разлика у хемијској структури полисахаридних компоненти влакана, с обзиром да су гранулација и примењени поступак за оба тропа исти.

Сагледавајући потенцијал примене осушених и самлевених тропова боровнице и малине као извора есенцијалних масних киселина може се закључити следеће:

- линолна и α -линоленска заступљене су у највећем уделу у оба функционална састојка;
- однос PUFA/SFA далеко је изнад препорученог минимума од 0,4 и износи $6,49 \pm 0,12$ у тропу боровнице, односно $9,46 \pm 0,15$ у тропу малине;
- с обзиром на знатно већи удео масти и већи садржај есенцијалних масних киселина, осушен и самлевен троп малине има већи потенцијал као функционални састојак прехранбених производа.

У минералном саставу оба функционална састојка доминирају макроелементи К и Mg, а највећа разлика јавља се у садржају Са, кога у осушеном и самлевоном тропу боровнице има око 5,5 пута више. Оваква дистрибуција Са у тропу боровнице, може се објаснити високим уделом покожице, која садржи највећи проценат Са присутног у плоду, те се поступком сушења тропа, остварује вишеструко концентрисање овог макроелемента.

Полазећи од чињенице да од фитохемикалија бобичастог воћа најзначајније место заузимају полифенолна једињења, детаљно је испитан антиоксидативни потенцијал осушеног и самлевог тропа боровнице и малине и закључено је следеће:

- садржај укупних растворљивих полифенола (ТПС) у тропу боровнице је око 3 пута већи, садржај укупних флавоноида (ТФС) око 1,7 пута већи, док је највећа разлика утврђена у погледу садржаја укупних антоцијана, за које је у тропу боровнице утврђен око 4,5 пута већи садржај у односу на троп малине;
- најдоминантнија полифенолна једињења у оба тропа су флавоноиди, који чине 79,9% укупних полифенолних једињења тропа боровнице, односно 53,6% укупних полифенолних једињења тропа малине;

- LC-MS/MS анализом садржаја полифенолних једињења, у тропу боровнице утврђено је присуство 10 једињења у концентрацијама изнад границе квантификације примењене методе, а најзаступљенија једињења из класе флавоноида су кверцетин и хиперозид, чији садржај износи $57,40 \pm 2,01$ и $32,12 \pm 2,22$ mg/100 g с.м., респективно. Хлорогенска киселина присутна у количини од $61,12 \pm 4,32$ mg/100 g с.м. најдоминантније је једињење из класе фенолних киселина;
- LC-MS/MS анализом садржаја полифенолних једињења, у тропу малине утврђено је присуство 15 једињења у концентрацијама изнад границе квантификације примењене методе, а епикатехин је најдоминантније једињење са садржајем од $31,39 \pm 1,89$ mg/100 g с.м.;
- користећи DPPH[·] за процену антирадикалске активности екстракта, утврђена је веома ниска IC₅₀ вредност за троп боровнице ($0,68 \pm 0,06$ mg/ml), скоро на нивоу вредности референтне супстанце ВНТ ($0,50 \pm 0,01$ mg/ml). Екстракт добијен из тропа малине показује слабију активност према DPPH[·] (IC₅₀ = $0,98 \pm 0,01$ mg/ml).

Имајући у виду висок садржај полифенолних једињења, може се очекивати да би додатак ових састојака у прехранбене производе, омогућио значајно унапређење функционалности са аспекта антиоксидативног потенцијала. Додатна вредност огледа се у чињеници да је садржај прехранбених влакана у њима већи од 50 g/100 g с.м., те се могу очекивати позитивни здравствени ефекти својствени за тзв. *antioxidant dietary fiber* (ADF).

Као још један од потенцијалних праваца искоришћења тропа боровнице испитана је могућност производње екстракта богатих полифенолним једињењима, који би потенцијално могли наћи примену у прехранбеној и/или фармацеурској индустрији. Применом ASE технике и воде као екстрагенса, добијен је екстракт са изузетним антиоксидативним потенцијалом, који показује мању IC₅₀ вредност, односно већу антирадикалску активност према DPPH[·], O₂^{·-} и ·OH у поређењу са синтетичким антиоксидантом ВНА.

У циљу унапређења нутритивног профила и функционалности безглутенског кекса, састојци добијени сушењем и млевењем тропа боровнице и малине, примењени су у креирању нове формулације. Како је креирање новог производа веома захтеван процес, у овом делу испитано је више аспеката технолошког поступка производње и изведени су следећи закључци:

- температура од 170 °C и време печења од 15 минута показали су се оптималним за добијење производа задовољавајућих технолошких и сензорских карактеристика;
- разлике у реолошком понашању теста за кекс у формулацијама са различитим уделима тропа боровнице и малине, последица су различитих хидратационих својстава влакана присутним у њима.

Примена поступка одзивне површине (RSM) у дизајну и формулацији новог производа омогућава вишекритеријумски приступ оптимизацији, а формулација са следећим уделима функционалних састојака: 28,2% тропа боровнице и 1,8% тропа малине добијена је као оптимална применом функције пожељности. Праћењем утицаја додатка тропова боровнице и малине на физичке карактеристике и антиоксидативни потенцијал безглутенског кекса закључено је следеће:

- промене у боји кекса, настале додатком тропа боровнице и малине, одражавају састав антоцијана у овим двома воћним врстама. Повећањем удела тропа боровнице у кексу, дошло је до смањења вредности *b*^{*}, што указује на повећање удела плаве боје услед присуства карактеристичних плавих пигмената (гликозиди делфинидина, малвидина и петунидина). У формулацијама кекса са већим уделом тропа малине доминира црвена боја, а овакав профил боје последица је присуства пигмената попут цијанинид-3-софорозида, својствених за малину;

- с обзиром да су вода и маст, као главни састојци одговорни за текстурна својства производа, додати у истој количини у све испитиване формулације, разлике у вредностима чврстоће кекса (Н) могу се приписати различитом садржају и различитим функционалним карактеристикама прехранбених влакана, пореклом из тропа. Формулације у којима је 30% безглутенске смеше замењено тропом малине, имају највећи садржај влаге и најмање вредности Н, насупротив томе, садржај влаге у узорцима у којима је 30% безглутенске смеше замењено тропом боровнице, је најмањи, а вредности Н највеће;
- анализирајући сензорски профил испитиваних формулација безглутенског кекса, може се закључити да су најмање оцене остварене за параметре који описују текстурна својства, што указује на генерални проблем безглутенских врста кекса, код којих се јавља издвајање честица условљено одсуством глутена, и адхезивност, условљена значајним уделом скроба у производу. Поредиши два гранична случаја – формулације које садрже само један од тропова на нивоу супституције од 30%, утврђено је да нема статистички значајне разлике ($p < 0,05$) у погледу вредности укупне сензорске оцене (КБ), иако су појединачни параметри условили значајну диференцијацију ових формулација приликом РС анализе;
- резултати спектрофотометријског одређивања садржаја укупних растворљивих полифенола и мономерних антоцијана за различите формулације безглутенског кекса указују да са повећањем удела тропа боровнице у формулацији, долази до линеарног повећања вредности ТРС. Без обзира на однос функционалних састојака, у свим формулацијама је постигнуто вишеструко повећање антиоксидативног потенцијала услед додатка тропа.
- оптималну формулацију безглутенског кекса карактеришу мале промене у боји током складиштења, обзиром да је установљена вредност $\Delta E = 1,89 \pm 0,05$ знатно испод вредности која је значајна за људско око ($\Delta E < 3$). Након складиштења од 6 месеци на амбијенталној температури у метализираној полпропиленској амбалажи, укупан број микроорганизама у кексу био је испод границе детекције методе (<10 CFU/g), као и укупан број осмофилних квасаца (<100 CFU/g) и ксерофилних плесни (<100 CFU/g), те се може закључити да оптимална формулација безглутенског кекса представља микробиолошки стабилан производ.

Полазећи од тога да је један од циљева ове докторске дисертације било обогаћивање постојеће (контролне) формулације безглутенског кекса и добијање нутритивно вредног функционалног производа, на основу упоредне анализе оптималне и контролне формулације безглутенског кекса закључено је следеће:

- поређењем добијених вредности за састав макронутријената, утврђено је да се супституцијом дела безглутенске смеше тропом боровнице и малине добија производ значајно обогаћен прехранбеним влакнима, са мањим садржајем zasiћених масних киселина и нижом енергетском вредношћу;
- оптимална формулација садржи око два пута већу количину линолне и чак око 25 пута већу количину α -линоленске киселине. Однос PUFA/SFA у оптималном кексу износи $0,51 \pm 0,07$, што се категорише као избалансиран однос масних киселина;
- оптимална формулација кекса представља “производ са високим садржајем влакана“, обзиром да садржи више од 6 g прехранбених влакана у 100 g производа;
- додатком тропа боровнице и малине постигло се вишеструко повећање количине свих испитиваних минерала у безглутенском кексу, а највећи пораст у односу на контролни кекс, остварен је у садржају Са, Mg и Fe и износи 204,7%, 297,7% и 360,9%, респективно. Овакав резултат посебно је значајан имајући у виду да многе клиничке студије спроведене на пацијентима са целијакијом указују на дефицит Са и Fe у исхрани;

- дневним уносом 50 g оптималног безглутенског кекса задовољава се: 10,3%, односно 15,6% адекватног уноса (AI) прехранбених влакана (за мушкарце, односно жене, респективно); 5,00% односно 7,73% AI за линолну киселину и 23,6% односно 34,3% AI за α -линоленску киселину (за мушкарце, односно жене, респективно), а значајно је повећан и допринос RDA/AI за микронутријенте – са 2,2 на 6,7% (за Ca), са 2,16% на 9,94% (за Fe, за мушкарце) и са 0,96% на 4,42% (за Fe, за жене).

Имајући у виду да је крајњи циљ у креирању новог прехранбеног производа његов пласман на тржиште, урађен је упоредни приказ нутритивног профила комерцијално доступних безглутенских врста кекса, кексова од целих зрна житарица са додатком боровнице и/или малине и оптималног кекса креираног у овој студији. По нутритивним параметрима, оптимални кекс сличнији кексовима од целих зрна житарица (поготову по садржају влакана), што указује на то, да се додатком тропа боровнице и малине постигао изузетан помак у нутритивним својствима и да се добио производ који може да парира комерцијално доступним кексовима намењеним здравој популацији.

Резултати испитивања ефекта креираног безглутенског кекса у оквиру дијететске интервентне студије на групи од 20 здравих, нормално ухрањених испитаника женског пола, старосне доби од 30-50 година указују на следеће:

- концентрација LDL-холестерола је након спроведене студије значајно ($p < 0,01$) смањена (за 21%), а липидски статус је, категорисан на почетку као “гранично повишен ризик за превремену атеросклерозу” промењен у категорију “пожељан липидски статус”;
- током студије дошло је до сигнификантог повећања нивоа адипонектина са $11,99 \pm 3,29$ mg/ml на $15,05 \pm 5,47$ mg/ml, а с обзиром да се овај адипоцитни-секреторни протеин доводи у везу са антиинфламаторним и антиатерогеним потенцијалом у третману метаболичког синдрома и дијабетеса типа 2, може се очекивати протективно дејство креираног безглутенског кекса.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Добијени резултати су проистекли из оригинално постављених експеримената и у складу са дефинисаним циљевима. Резултати истраживања су приказани прегледно и на систематичан начин, у виду табела, графикана и слика. Тумачењем добијених резултата и њиховим повезивањем са резултатима других аутора, изведени су одговарајући закључци, који дају адекватне одговоре на постављене задатке ове докторске дисертације. Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачење резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ 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 потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да. Дисертација садржи све битне елементе који се захтевају за радове овакве врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Дисертација дипл. инж. Бојане Шарић представља оригинални допринос науци, пружајући детаљан увид у могућности искоришћења тропа двеју воћних врста из категорије бобичастог воћа са високим потенцијалом за узгој на територији Републике Србије. Дисертација се бави могућношћу искоришћења споредних производа индустријске производње воћног сока, те је ова тема значајна, како са еколошког, тако и са економског аспекта, нудећи нека од потенцијалних решења за будуће стратегије у решавању великих количина отпадне биомасе.

Сагледавајући вишеструку добробит ревалоризације тропа, као споредног производа прераде воћа, технолошким поступцима који обезбеђују очување биолошки активних једињења, тропови боровнице и малине преведени су у састојке погодне за апликацију у прехранбене производе. Комплетна карактеризација добијених састојака указује на њихов изузетан потенцијал за функционално обогаћивање прехранбених производа.

У одабиру потенцијалне примене произведених функционалних састојака, узет је у обзир значај креирања прехранбених производа за специјалне категорије потрошача, те је део дисертације посвећен формулацији безглутенског кекса са додатом вредношћу. Избор ове категорије производа оправдан је имајући у виду да у доступној литератури нема података везаних за сличну формулацију безглутенског кекса са додатком воћа или тропа воћа, а да ова врста функционалног састојка садржи велике количине управо оних нутријената, који су дефицитарни у безглутенској исхрани. Посебно значајан аспект овог истраживања било је постизање прихватљивог технолошког квалитета производа, имајући у виду да су комерцијално доступни безглутенски производи веома често лошијих квалитетних карактеристика у односу на сличне производе који садрже глутен.

У креирању безглутенског кекса, примењен је савремени приступ оптимизацији – RSM, а оптималан однос тропа боровнице и малине утврђен је применом технике вишекритеријумског одлучивања, чиме су узети у обзир сви релевантни параметри значајни за добијање производа добрих нутритивних карактеристика и одрживости. Посебан акценат стављен је на добијање производа прихватљивих сензорских својстава, што је изузетно значајно у пласирању новог производа на тржиште.

Овом докторском дисертацијом дат је вредан допринос разумевању значаја оптимизације свих корака и технолошких параметара у креирању новог производа, функционалност и нутритивни профил окарактерисани су применом савремених метода, а као последњи корак у пласирању производа на тржиште, спроведена је и упоредна анализа нутритивног профила креираног безглутенског кекса и сличних производа присутних на тржишту.

Функционалност креираног безглутенског кекса испитана је и потврђена у дијететској интервентној студији, што додатно доприноси значају истраживања спроведених у оквиру ове дисертације.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Недостаци дисертације нису уочени.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију дипл. инж. **Бојане Шарић**, под насловом: „**Искоришћење трона боровнице и малине у формулацији безглутенског кекса са додатом вредношћу**” и предлаже да се Извештај о оцени докторске дисертације прихвати, а кандидаткињи одобри јавна одбрана рада.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

председник комисије

др Весна Тумбас Шапоњац, доцент, Технолошки
факултет Нови Сад

ментор, члан комисије

др Соња Ђилас, редовни професор,
Технолошки факултет Нови Сад

ментор, члан комисије

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

члан комисије

др Јасна Чанадановић-Брунет, редовни професор,
Технолошки факултет Нови Сад

члан комисије

др Бојана Иконић, доцент, Технолошки факултет
Нови Сад