

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</p> <p>21.09.2020. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</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 Јелена Вулић, доцент, ужа научна област технолошко-инжењерске хемије, 01.10.2017, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, председник• Др Весна Тумбас Шапоњац, ванредни професор, ужа научна област технолошко-инжењерске хемије, 01.08.2017, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, ментор• Др Анамарија Мандић, научни саветник, ужа научна област биотехничке науке, 25.09.2013, Универзитет у Новом Саду, Научни институт за прехранбене технологије Нови Сад, члан.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Мирјана, Војин, Јакишић</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>04.04.1988. Панчево, Србија</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад, студијски програм Прехрамбено инжењерство, модул Инжењерство угљенохидратне хране, мастер инжењер технологије</p>
<p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија</p> <p>2013, Прехрамбено инжењерство, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет Нови Сад</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:

Функционални производи на бази цереалија и псеудоцереалија са додатком инкапсулираног екстракта тропа цвекле

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација Мирјане Јакишић је прегледно и јасно изложена у шест поглавља:

Увод (стр. 1-4),

Општи део (стр. 5-42),

Експериментални део (стр. 43-58),

Резултати и дискусија (стр. 59-116),

Закључак (стр. 117-124),

Литература (стр. 125-145).

Дисертација је написана на 145 страна А4 формата. Садржи 30 слика и 34 табеле. Цитирано је 230 литературних навода, а на почетку дисертације су дате кључне документацијске информације са кратким изводом на српском и енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **Уводу** кандидаткиња наводи да храна биљног порекла, као што су воће, поврће и интегралне житарице, садрже значајне количине биолошки активних једињења и поред основне функције, пружају жељене ефекте по здравље људи и смањују ризик од појаве хроничне болести. Истиче да је упркос препорученим количинама дневног уноса воћа и поврћа и даље најважнији проблем савременог човека управо правилна и здрава исхрана. Из тог разлога се јавила потреба за примену фитохемикалија кроз различиту функционалну храну која поред основне нутритивне вредности треба да садржи састојке који побољшавају специфичне функције организма. С обзиром на та сазнања, указује се да су биолошки активне компоненте природни делови намирница или су додате у намирницама у којима се природно налазе и као такви производи декларисани су као функционална храна. Такође, утврђено је да антиоксиданти имају важну улогу у људском здрављу, због чега су највише испитана једињења са антиоксидативном активношћу. У овом поглављу наведени су и циљеви и фазе истраживања и садржај докторске дисертације.

Поглавље **Општи део** састоји се из осам потпоглавља. У првом потпоглављу докторанткиња веома детаљно и студиозно обрађује досадашње литературне податке о функционалној храни. У другом потпоглављу описују се нуспроизводи воћа и поврћа као извори функционалних компоненти. У трећем потпоглављу описане су опште карактеристике антиоксиданата, слободних радикала и појава оксидативног стреса. У четвртном и петом потпоглављу, докторанткиња детаљно и студиозно обрађује литературне податке о биоактивним једињењима (као што су полифеноли и беталаини) и цвекли као једној од 10 најмоћнијих биљака. У шестом потпоглављу наводи се примена и методе инкапсулације биоактивних једињења. У шестом потпоглављу описују се основне карактеристике и састав крекера. У последњем, седмом потпоглављу кандидаткиња скреће пажњу да се током индустријске прераде воћа и поврћа генеришу велике количине отпадног материјала (15-30%) који се често користе за производњу сточне хране, дијететских влакана и биогорива. Затим наводи да је доказано да овај отпадни материјал садржи велике количине фитохемикалија које представљају значајан извор биоактивних антиоксиданата, прехранбених влакана, природних боја и других компонената и имају позитиван утицај на човеково здравље. 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 Одељења 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 и Институту за истраживања у пољопривреди и агроекономији (CREA) у Сант Анђелу Лодиђијану, Италија. Ово поглавље садржи списак коришћених хемикалија и инструмената, као и неопходне податке о биљном материјалу који је одабран за истраживање. Затим садржи детаљан опис поступка добијања екстракта и инкапсулата тропа цвекле, теста и крекера, као и метода и експерименталних процедура које су коришћене за карактеризацију истих. Описане су спектрофотометријске методе за одређивање укупних полифенола, флавоноида и беталаина, као и спектрофотометријске методе одређивања антиоксидативне активности на стабилне DPPH и ABTS⁺ радикале и метода одређивања редукционе способности. Затим је одређиван квалитативан и квантитативан садржај полифенолних једињења и беталаина HPLC методом. Детаљно су описане и методе одређивања садржаја фуросина и хидроксиметилфурфурала (HMF), као и одређивање параметара боје CIELab методом.

Резултати претходно описаних испитивања, као и њихова анализа, приказани су у поглављу **Резултати и дискусија**. Ово поглавље је подељено у шест потпоглавља. Резултати су веома прегледно приказани и адекватно дискутовани. Резултати су приказани у 34 табеле и 30 слика и образложени су на веома прегледан и методолошки разумљив начин. Проблематика истраживања у оквиру ове докторске тезе, фокусирана је на изоловање (екстракција), концентровање и стабилизацију биоактивних једињења из тропа цвекле инкапсулацијом на протеин соје. Квалитативном и квантитативном карактеризацијом фитохемикалија у екстракту и инкапсулату тропа цвекле потврђена је ефикасност поступка инкапсулације са циљем заштите биоактивних једињења из тропа цвекле. Затим, дизајнирани су функционални производи (крекери) на бази брашна од цереалија (пшеница) и псеудоцереалија (хелда, амарант и киноа) са додатком екстракта или инкапсулата тропа цвекле. Након испитивања утицаја термичког третмана (печења) на садржај биоактивних једињења у крекерима (укупни полифеноли, флавоноиди и беталаини, антиоксидативну активност на стабилне DPPH и ABTS⁺ радикале и одређивања редукционе способности, као и квалитативно и квантитативно одређивање садржаја полифенолних једињења и беталаина HPLC методом), испитан је утицај складиштења на садржај биоактивних једињења,

антиоксидативну активност и редукциону способност крекера током шест месеци, након чега су донешени коначни закључци о ефикасности поступка инкапсулације у очувању функционалности крајњег производа.

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 230 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 M21 – Рад штампан у врхунском међународном часопису:

- Весна Тумбас Шапоњац, Јасна Чанадановић-Брунет, Гордана Ћетковић, **Мирјана Јакишић**, Соња Ђилас, Јелена Вулић, Слађана Стајчић, (2016), Encapsulation of Beetroot Pomace Extract: RSM Optimization, Storage and Gastrointestinal Stability, *Molecules*, 21, 584.

Категорија M22:

- Весна Тумбас Шапоњац, Јасна Чанадановић-Брунет, Гордана Ћетковић, **Мирјана Јакишић**, Јелена Вулић, Слађана Стајчић, Вања Шерегељ, (2020), Optimisation of Beetroot Juice Encapsulation by Freeze-Drying, *Polish Journal of Food Nutrition and Sciences*, 70(1), 25-34.

Категорија 34:

- **Мирјана Јакишић**, Весна Тумбас Шапоњац, Соња Ђилас, Јасна Чанадановић-Брунет, Гордана Ћетковић, Јелена Вулић, Слађана Стајчић, (2016), Optimization of beetroot juice encapsulation in soy protein, *The International Bioscience Conference and the 6th International PSU-UNS Bioscience Conference- IBSC*, 2016, 19-21 Септембар 2016, Нови Сад, Србија.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У овом истраживању добијен је троп цвекле цеђењем у лабораторијским условима, дефинисани су услови екстракције добијеног тропа, одређиван је укупан садржај биоактивних једињења (укупних полифенола, флавоноида и беталаина), као и појединачан садржај ових једињења. Такође, извршена је и инкапсулација на протеинима соје и истакнут је значај инкапсулације биоактивних једињења, као и њихов квалитативан и квантитативан садржај у инкапсулату.

Даље у раду је спроведена оптимизација формулације функционалних крекера на бази цераалија (еинкорн пшеница (Е) и хлебна пшеница (П)) и псеудоцераалија (хељда (Х), амарант (А) и киноа (К)) без додатака, са додатком екстракта тропа цвекле (Ек) и са додатком инкапсулата тропа цвекле (И). Одређен је функционални квалитет (садржај укупних и појединачних полифенолних једињења, беталаина и антиоксидативни потенцијал) екстракта, инкапсулата и крекера без додатака, са додатком екстракта тропа цвекле и са додатком инкапсулата тропа цвекле и њихова одрживост током 6 месеци складиштења.

Део истраживања посвећен је одређивању степена неензимског тамњења (Maillard реакције) у крекерима утврђивањем садржај фуросина и хидроксиетилфурфурала (ХМФ) као индикатора интензитета термичке деградације. Одређивани су и параметри боје добијених крекера.

На основу добијених резултата изведени су следећи закључци који се односе на добијање и функционалне карактеристике екстракта тропа цвекле:

- Удео флавоноида у укупним полифенолним једињењима присутним у тропу цвекле је мали (10,92%), такође, садржај бетаксантина (50,27%) је занемарљиво већи од садржаја бетацијана (49,73%), без статистички значајне разлике ($p < 0,05$).
- Квалитативном и квантитативном HPLC анализом утврђено је да добијени екстракт тропа цвекле садржи фенолне киселине (деривате хидроксибензојеве киселине: гална, прокатехинска и *p*-хидроксибензојева; деривати циметне киселине: ферулна, синапинска,

кумаринска, хлорогенска и кафена киселина) и флавоноиде (епикатехин, катехин, мирицетин, кверцетин, лутеолин, апигенин и изорамнетин). Катехин је најдоминантније полифенолно једињење у екстракту тропа цвекле (53,42 mg/100 g), остали флавоноиди се налазе у значајно мањим количинама ($\leq 3,52$ mg/100 g), док је од фенолних киселина протокатехинска доминантна (11,53 mg/100 g).

- Квалитативном и квантитативном HPLC методом је одређен и садржај беталаина у екстракту тропа цвекле, при чему је бетанин заступљенији у односу на вулгаксантин-I.
- Вредност антиоксидативне активности добијена применом ABTS теста износи 898,75 $\mu\text{mol TE}/100$ g тропа, вредност добијена DPPH тестом износи 695,31 $\mu\text{mol TE}/100$ g тропа, док је вредност RP тропа цвекле била 228,74 $\mu\text{mol TE}/100$ g тропа.

Резултати добијени оптимизацијом процеса инкапсулације екстракта тропа цвекле и одређивањем функционалних карактеристика оптималног инкапсулата упућују на следеће закључке:

- За добијање оптималног узорка коришћена је оптимизација више одзива (*енгл. multi response*). Утврђено је да низак однос носач:екстракт (50,50 g/l), мало разблажење екстракта (0,22) и време мућкања од 14,1 мин даје оптимални узорак са највећом ефикасношћу инкапсулације, док је за добијање оптималног узорка са највећом AA_{DPPH} такође потребан релативно низак однос носач:екстракт (51,00 g/l), минимално разблажење екстракта (0,04) и време мућкања 16 мин.
- На основу резултата спектрофотометријски одређеног садржаја полифенолних једињења и беталаина у оптималном инкапсулату, закључује се да процес инкапсулације доводи до повећања концентрације укупних полифенолних једињења (27%) и беталаина (57%) у инкапсулату у односу на њихов садржај у екстракту тропа цвекле. Изузетак је садржај флавоноида који је за 3 пута мањи у инкапсулату него код екстракта.
- Квалитативном и квантитативном HPLC анализом утврђено је да је процесом инкапсулације дошло до повећања концентрације фенолних киселина и флавоноида. Као и код екстракта тропа цвекле, у оптималном инкапсулату су идентификовани деривати хидроксибензоеве киселине (гална, прокатехинска, *p*-хидроксибензоева), деривати циметне киселине (ферулна, синапинска, кумаринска, хлорогенска и кафена киселина) и флавоноиди (епикатехин, катехин, мирицетин, кверцетин, лутеолин, апигенин и изорамнетин). Катехин је најдоминантније полифенолно једињење у оптималном инкапсулату док су лутеолин и апигенин најмање заступљени.
- Квалитативном и квантитативном HPLC методом је одређен и садржај беталаина у оптималном инкапсулату тропа цвекле. Након процеса инкапсулације дошло је до смањења у садржају беталаина у инкапсулату у односу на екстракт тропа цвекле.
- Антиоксидативне активности инкапсулата веће су од активности екстракта тропа цвекле (AA_{DPPH} око три пута, а $AA_{ABTS^{+}}$ два пута), док са друге стране, RP инкапсулата је мањи за око седам пута у односу на RP екстракта тропа цвекле. Претпоставка је да се на носачу концентришу једињења из екстракта тропа цвекле која имају изражену антиоксидативну активност, али не и редуccionу способност.

Испитивање функционалних карактеристика крекера довела су до следећих закључака:

- Већи садржај полифенола је заступљен у тесту за крекере у које су додати екстракт или инкапсулат тропа него што је то у крекерима. Добијени резултати указују на чињеницу да је током термичког третмана (печења) дошло до деградације одређене количине полифенолних једињења. Теста обогаћена екстрактом и инкапсулатом тропа цвекле имала су већи садржај полифенолних једињења од теста необогаћених крекера. Код крекера, удео флавоноида у укупним полифенолима је био низак, док је код теста удео флавоноида био нешто већи. Разлог смањења удела флавоноида код крекера је деградација појединих компоненти током печења и различита отпорност према температурном третману. Садржај укупних бетацијана у тесту је био знатно већи од садржаја укупних бетаксантина док се њихова вредност код крекера не разликује значајно ($p \leq 0,05$). Са друге стране, садржај бетацијана се редуковао након печења крекера у односу на тесто, при чему је редукација у садржају бетаксантина мања код крекера са додатком инкапсулата него код крекера са додатком екстракта тропа цвекле. Смањење укупног садржаја бетацијана и бетаксантина је последица деградације укупних беталаина током печења, који су евидентно боље заштићени када су инкапсулирани.

- Највиши садржај укупних полифенолних једињења био је код теста (502,64 mg GAE/100 g) и крекера (334,10 mg GAE/100g) од смеше еинкорн и хељдиног брашна са додатком инкапсулата. Хељда представља богат извор полифенолних једињења при чему у узорцима теста и крекера са хељдиним брашном, поред функционалних додатака, тј. екстракта и инкапсулата тропа цвекле, и хељдино брашно је допринело да садржај полифенола буде висок. Са друге стране, највиши садржај беталаина у крекерима је забележен код крекера од смеше еинкорн брашна са додатком инкапсулата (20,41 mg/100 g). Добијени резултати показују да су биоактивна једињења у инкапсулату тропа цвекле у већој мери заштићена него у самом екстракту тропа цвекле.
- HPLC анализом је идентификовано и квантификовано седамнаест полифенолних једињења у контролним крекерима (од брашна хлебне пшенице, еинкорна, смеше еинкорна и амаранта, киное и хељдиног брашна) и крекерима са додатком екстракта или инкапсулата тропа цвекле. На основу добијених резултата, може се закључити да је гална киселина најзаступљеније полифенолно једињење, присутно у свим врстама испитиваних крекера. Такође, садржај епикатехина је био највећи од свих идентификованих полифенолних једињења, и то код узорака Е+Х+И (18,577 mg/100 g), међутим, није идентификовано у свим крекерима од брашна хлебне пшенице и од смеше еинкорн и амарант брашна. Хлорогенска киселина, *p*-хидроксibenзоева киселина и рутин су такође присутни у већини узорака.
- Квалитативном и квантитативном HPLC анализом су у узорцима крекера идентификовани бетацијани (бетанин и његов епимер), док бетаксантани нису. Садржај идентификованих једињења већи је код крекера обогаћених инкапсулатом него код крекера обогаћених екстрактом тропа цвекле, што доказује да инкапсулација тропа има заштитни утицај на ова једињења. Закључује се да је бетанин најзаступљенији у узорцима крекера, и то у већој мери у крекерима обогаћених инкапсулатом тропа цвекле (од 3,80 mg/100 g крекера до 4,89 mg/100 g крекера) него у крекерима обогаћених екстрактом (од 1,92 mg/100 g крекера до 2,29 mg/100 g крекера), док разлика у садржају изобетанина у крекерима обогаћених екстрактом тропа цвекле (од 1,06 mg/100 g крекера до 1,48 mg/100 g крекера) и крекерима обогаћених инкапсулатом (од 1,99 mg/100 g крекера до 2,42 mg/100 g крекера) није тако значајна, што указује на слабију заштиту овог једињења поступком инкапсулације. Повећање садржаја деривата бетанина у узорцима крекера обогаћених инкапсулатом и смањење садржаја деривата изобетанина у односу на крекере обогаћене екстрактом тропа цвекле може се објаснити различитим понашањем ових деривата бетацијана у присуству протеина из соје који су носачи у инкапсулату и утичу на хемијске реакције током термичке обраде крекера.
- AA_{DRPH} је била мања код необогаћених крекера него у крекерима обогаћених екстрактом тропа цвекле или инкапсулатом. Највиша вредност AA_{DRPH} забележена је код крекера припремљених од хлебне пшенице са додатком инкапсулата (1307,91 mmol TE/100 g). Највиша вредност AA_{ABTS+} забележена је код крекера припремљених од хељдиног брашна са додатком инкапсулата (2304,42 mmol TE/100 g), док је та вредност код необогаћених крекера за више од три пута мања него код крекера обогаћених екстрактом и инкапсулатом тропа цвекле. Редукциона способност није забележена у тесту од смеше еинкорн и киное, док је код крекера припремљених од смеше еинкорн и хељдиног брашна са додатком инкапсулата забележена највиша вредност RP (828,08 mmol TE/100 g). Закључује се да се AA_{DRPH}, AA_{ABTS+} и RP повећава са додатком Ек и И у односу на необогаћене крекере. Такође, евидентно је да је антиоксидативна активност крекера код свих узорака већа у односу на тесто, што се може објаснити појавом производа Maillard реакција као и ослобађањем везаних полифенола.
- Садржај фуروزина је најнижи у крекерима са додатком екстракта, што указује на заштитно дејство биоактивних једињења из екстракта тропа цвекле током печења. Садржај фуروزина у необогаћеним крекерима и крекерима са додатком инкапсулата је за скоро три пута већа у односу на крекере обогаћене екстрактом тропа цвекле. Са друге стране, садржај ХМФ у неким узорцима необогаћених крекера (П i Е) није идентификован, а највише вредности су забележене код крекера са додатком екстракта тропа цвекле (Е+А+Ек) (5,55 mg/kg).
- Контролни крекери су показали највеће *L** вредности, односно светлоћу (код крекера од пшеничног брашна 83,00), док је најнижа код крекера од смеше еинкорн и хељдиног брашна (64,00), јер је хељдино брашно тамније у односу на пшенично. Контролни крекери су такође показали најнижу *a** вредност. Међутим, додатком екстракта тропа и инкапсулата у крекере, долази до повећања црвене компоненте (*a**) и смањења светлоће (*L**), највише

вредности за L^* забележене су код крекера од пшеничног брашна са екстрактом тропа цвекле (51,00), а најниже вредности су забележене код крекера од смеше еинкорн и хељдиног брашна са додатком екстракта (50,00) и инкапсулата екстракта тропа цвекле (48,00).

На основу добијених резултата који се односе на одрживост екстракта тропа цвекле, инкапсулата и функционалних карактеристика крекера током складиштења, могу се извести закључци о утицају складиштења на функционалне карактеристике екстракта тропа цвекле, инкапсулата и крекера:

- Поређењем садржаја полифенола, флавоноида, бетацијана и бетаксантина, антиоксидативне активности и редукционе способности екстракта и инкапсулата тропа цвекле пре и после 6 месеци складиштења, можемо закључити да су највећу ретенцију, односно стабилност, показала полифенолна једињења која су инкапсулирана (95,11%), док је највећа деградација забележена код флавоноида у екстракту тропа цвекле (49,24%). Ретенција инкапсулираних бетацијана (87,98%) и бетаксантина (87,96%) била је без статистички значајне разлике ($p \leq 0,05$), као и код екстракта тропа цвекле (ретенција бетацијана 74,99% и бетаксантина 72,41%). Заштитни ефекат процеса инкапсулације је потврђен знатно већом ретенцијом биоактивних једињења у инкапсулату него у екстракту тропа цвекле ($p \leq 0,05$).
- Способност елиминисања слободних $ABTS^+$ радикала је најзначајније очувана активност, са ретенцијом у инкапсулату од 88,82%, док је редукциона способност имала најмању ретенцију, и то у екстракту тропа цвекле (28,27%). До смањења антиоксидативне активности на обе слободнорадикалске врсте ($DPPH^*$ и $ABTS^{++}$) и редукционе способности ($p \leq 0,05$) дошло је током 6 месеци складиштења, и то значајније у екстракту тропа цвекле него у инкапсулату. Добијени резултати показују позитивно деловање инкапсулације на очување биолошке активности.
- На основу резултата може се закључити да су се полифеноли и флавоноиди мање деградирани, односно ретенција је већа, код крекера који су обogaћени инкапсулатом тропа цвекле (ретенција у опсегу 68,99-99,49%) него што је то случај код крекера који су обogaћени екстрактом тропа цвекле (ретенција у опсегу 52,41-62,83%). Такође, крекери обogaћени инкапсулатом су показали већу ретенцију бетацијана и бетаксантина у односу на крекере који су обogaћени екстрактом тропа цвекле. Из наведеног може се потврдити ефикасност инкапсулације као методе за заштиту биоактивних једињења од спољашњих утицаја.
- Антиоксидативне активности на обе слободнорадикалске врсте ($DPPH^*$ и $ABTS^{++}$) и редукционе способности у крекерима значајно су опале током 6 месеци складиштења. Крекери обogaћени инкапсулатом тропа цвекле су показали знатно већу ретенцију у односу на крекере обogaћене екстрактом тропа цвекле. Нижа ретенција која је забележена код крекера са додатком екстракта тропа цвекле потврђује да је поступак инкапсулације веома ефикасан за заштиту функционалних карактеристика. Посматрајући добијене резултате може се закључити да је највећа ретенција забележена код крекера са смешом еинкорн и хељдиног брашна и инкапсулата (E+X+И). С обзиром на то да је хељда богат извор полифенолних једињења, прокатехинске и галне киселине, закључује се да поред додатака инкапсулата тропа цвекле, и хељдино брашно доприноси високој ретенцији антиоксидативне активности ($DPPH^*$ и $ABTS^{++}$) и редукционе способности у крекерима.

Сагедавајући досадашње закључке, финални закључак ове дисертације је:

Посматрајући испитиване параметре екстракта, инкапсулата и крекера без додатака и са додатком екстракта или инкапсулата тропа цвекле, закључује се да поступак инкапсулације има заштитни ефекат на биоактивна једињења и антиоксидативну активност. Крекери обogaћени инкапсулатом тропа цвекле показали су боље функционалне карактеристике од крекера са додатком екстракта тропа цвекле и крекера без додатака, што је управо доказ ефикасности инкапсулације. Поред тога, крекери су припремљени од различитих врста брашна (П, Е, Е+Х, Е+А, Е+К), евидентна је и разлика у погледу нутритивних и функционалних особина, при чему су се крекери од хељдиног брашна најбоље показали у погледу ових особина.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Кандидаткиња Мирјана Јакишић, 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
Дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Дисертација садржи све неопходне елементе за разумевање обрађене теме и добијених резултата. Написан је монографски преглед литературе, изведени су сви планирани експерименти, примењене су савремене аналитичке методе, резултати испитивања су дискутовани и дати су закључци урађене тезе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
Дисертација мастер инжењера Мирјане Јакишић представља оригиналан допринос науци, пружајући детаљан увид у могућност искоришћења биоактивних једињења из тропа цвекле сорте Visog, и њихова примена у производима на бази цереалија и псеудоцереалија (крекерима).

Оригиналан допринос науци дат је одређивањем хемијског профила и квалитативне и квантитативне карактеризације екстракта и инкапсулата тропа цвекле и крекера без додатака и са додатком екстракта и инкапсулата тропа цвекле. Значајан допринос је дат и детаљном карактеризацијом биоактивности екстракта и инкапсулата тропа цвекле. Урађено је детаљно спектрофотометријско одређивање биоактивних једињења, истраживање антиоксидативне активности и фитохемијске и функционалне карактеристике екстракта и инкапсулата тропа цвекле и припремљених крекера. Посебан допринос ове дисертације је идеја о искоришћењу нуспроизвода 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 познат здравствени бенефит. Инкапсулирани екстракт тропа цвекле може наћи примену у правцу обогаћивања и других млинарских, пекарских и сличних производа и добијање висококвалитетних, тржишно конкурентних и економски оправданих функционалних производа.

Лабораторијска производња крекера обогаћених екстрактом и инкапсулатом тропа цвекле 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 тропа цвекле. Екстракт и инкапсулат тропа цвекле, захваљујући високом садржају полифенолних структура и доказаној доброј антиоксидативној 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 тропа цвекле би могли да се примењују као помоћно средство у превенцији оксидативног стреса и дегенеративних болести, укључујући и канцер и дијабетес II, или у комбинацији са одговарајућим лековима у лечењу ових болести.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Недостаци дисертације нису уочени.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације под називом „**Функционални производи на бази цереалија и псеудоцереалија са додатком инкапсулираног екстракта тропа цвекле**“, мастер инжењер технологије Мирјане Јакишић, Комисија предлаже да се прихвати **ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**, а кандидаткињи одобрава одбрану дисертације.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

председник комисије
др Јелена Вулић, доцент,
Универзитет у Новом Саду,
Технолошки факултет Нови Сад

ментор, члан комисије
др Весна Тумбас Шапоњац, ванредни професор,
Универзитет у Новом Саду,
Технолошки факултет Нови Сад

члан комисије
др Анамарија Мандић, научни саветник,
Универзитет у Новом Саду,
Научни институт за прехранбене технологије
Нови Сад

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.