

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидаткиње Мионе Беловић, дипл. инж.

-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 именовео комисију 03.06.2016., Наставно-научно веће Технолошког факултета у Новом Саду, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. Састав комисије са знаком 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> <p>1. др Александра Тепић Хорецки, ванредни професор, Прехрамбено инжењерство, 25.02.2015., Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. др Небојша Илић, виши научни сарадник, Хемија производа биљног порекла, 29.04.2015., Научни институт за прехрамбене технологије, Универзитет у Новом Саду</p> <p>3. др Наталија Цинић, редовни професор, Прехрамбено инжењерство, 11.05.2016., Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>4. др Љубица Докић, редовни професор, Прехрамбено инжењерство, 15.07.2013., Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>5. др Сенка Видовић, доцент, Фармацеутско инжењерство, 01.10.2012., Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Миона, Милан, Беловић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 07.06.1986., Нови Сад, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду, Фармацеутско инжењерство, дипломирани инжењер технологије</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2010, Прехрамбено 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:
Искоришћење споредног продукта прераде парадајза као сировине за прехрамбене производе са додатом вредношћу

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Докторска дисертација садржи седам поглавља:

1. **Увод** (стр. 1-3);
 2. **Преглед литературе** (стр. 4-29);
 3. **Циљ рада** (стр. 30);
 4. **Материјал и методе** (стр. 31-58);
 5. **Резултати и дискусија** (стр. 59-111);
 6. **Закључци** (стр. 112-114);
 7. **Литература** (стр. 115-132).
- Прилог** (стр. 133-136)

Дисертација је написана на 136 страна, А4 формата, са 36 слика, 32 табеле и 235 литературних навода.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Увод представља кратак осврт на проблематику истраживања, приказујући значај решавања проблема споредног продукта прераде парадајза, који су недостаци претходно коришћених технолошких решења и у ком смеру би требала да се спроведу даља истраживања. Посебан акценат је стављен на биолошку функционалност тропа парадајза.

У поглављу **Преглед литературе** приказана су досадашња релевантна научна сазнања везана за испитивану област. Приказ литературе груписан је у одвојене целине, са свим битним сегментима који су у оквиру ове тезе обрађивани. Анализирани су резултати рада великог броја аутора на пољу искоришћења споредног продукта прераде парадајза. Приказани су досадашњи резултати испитивања нутритивног састава и биоактивних једињења у парадајзу, са акцентом на значају прехранбених влакана, каротеноида и фенолних једињења у превенцији хроничних болести. Посебна пажња посвећена је прегледу досадашњих истраживања везаних за структурна и реолошка својства производа од парадајза и желираних производа. У овом поглављу анализирани су и методе сензорске анализе и сензорска својства производа од парадајза и желираних производа.

Циљ ове докторске дисертације, дефинисан у оквиру посебног поглавља, био је производња липофилних и хидрофилних екстраката (применом хексана и етанола) од лиофилизованог тропа парадајза и њихова карактеризација у смислу садржаја и састава фитохемикалија и биолошке активности *in vitro*, као и развој формулација и технолошких поступака за производњу кечапа и мармеладе од тропа парадајза са повећаним садржајем прехранбених влакана, уз карактеризацију структурних и реолошких својстава тропа парадајза.

Поглавље **Материјал и методе** садржи детаљан опис експерименталних процедура које су коришћене за реализацију циљева рада. У овом поглављу дат је опис основних и помоћних сировина коришћених у производњи кечапа и мармеладе, као и реагенаса коришћених у *in vitro* тестовима биолошке активности. Стандардне и савремене методе испитивања коришћене су за анализу нутритивног састава, анализу садржаја и састава каротеноида и фенолних једињења, одређивање антиоксидативне активности екстраката и њихове инхибиторне активности на ангиотензин-конвертујући ензим, испитивање микроструктуре микроскопијом и одређивањем расподеле величине честица, анализу реолошких својстава и својстава хидратације, инструментално мерење површинске боје и сензорску анализу финалних производа.

У поглављу **Резултати и дискусија**, резултати истраживања су груписани у шест целина и адекватно продискутовани у складу са постављеним циљевима истраживања.

У првом делу приказани су резултати анализе нутритивног састава тропа и сока парадајза. У другом делу приказани су резултати испитивања профила биоактивних једињења и *in vitro* биолошке активности екстраката тропа и сока парадајза, при чему су израчунати коефицијенти корелације између садржаја појединих биоактивних једињења у екстрактима и њихове антиоксидативне

активности.

У трећем делу окарактерисан је кечап произведен од свежег тропа парадајза, са посебним освртом на промене у хемијском саставу, реолошким својствима и боји до којих долази у различитим фазама технолошког процеса.

Четврти део посвећен је математичком моделовању вискоеластичних својстава система добијених рехидратацијом лиофилизованог тропа парадајза, у циљу испитивања утицаја раличитих удела тропа и третмана на различитим температурама. Ово поглавље обухвата и испитивање својстава хидратације самлевеног лиофилизата тропа и анализу његове микроструктуре пре и након рехидратације.

У петом делу окарактерисани су кечап и мармелада произведени од лиофилизованог тропа парадајза и њихова својства су упоређена са модел системима описаним у четвртном поглављу. Ово поглавље обухвата и резултате анкете спроведене приликом оцене кечапа и мармеладе применом панела потрошача. У шестом делу урађено је преношење поступка производње кечапа и мармеладе од лиофилизованог тропа парадајза на индустријски ниво (*scale-up*) и анализа применљивости поступка производње.

У поглављу **Закључци**, закључци су јасно и концизно изведени из резултата и њихове дискусије, те се могу сматрати научно заснованим и одговарајућим у односу на постављени циљ дисертације.

У поглављу **Литература** наведено је 235 референци које су консултоване током израде дисертације. Литература је цитирана на адекватан начин, а избор референци је актуелан и примерен тематици која је проучавана.

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

Радови проистекли из истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији:

Радови у врхунским међународним часописима (M21):

1. **Belović, M.,** Pajić-Lijaković, I., Torbica, A., Mastilović, J., Pećinar, I. (2016). The influence of concentration and temperature on the viscoelastic properties of tomato pomace dispersions. *Food Hydrocolloids*, 61, 617-624. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.06.021
2. Torbica, A., **Belović, M.,** Mastilović, J., Kevrešan, Ž. Pestorić, M., Škrobot, D., Dapčević Hadnadev, T. (2016). Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace. *Food and Bioproducts Processing*, 98, 299-309. DOI: 10.1016/j.fbp.2016.02.007

Рад у међународном часопису (M23):

3. **Belović, M. M.,** Gironés-Vilaplana, A., Moreno, D. A., Milovanović, I. Lj., Novaković, A. R., Karaman, M. A., Ilić N. M. (2016). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) processing main product (juice) and by-product (pomace) bioactivity potential measured as antioxidant activity and angiotensin-converting enzyme inhibition. *Journal of Food Processing and Preservation, Early View*. DOI: 10.1111/jfpp.12707

Саопштење са међународног скупа (штампано у целини) (M33):

4. Pestorić, M., **Belović, M.,** Jambrec, D., Mastilović, J., Torbica, A., Kevrešan, Ž., Pojić, M., Dapčević-Hadnadev, T., Rakita, S., Cvetković, B. (2015). Possibility of ketchup quality evaluation by sensory and instrumental methods. *Proceedings of the IV International Congress Engineering, Environment and Materials in Processing Industry*, 04.03.-06.03.2015., Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 490-495.

Саопштење са међународног скупа (штампано у изводу) (M34):

5. **Belović, M.,** Torbica, A., Mastilović, J., Dapčević Hadnadev, T., Jambrec, D., Pestorić, M., Kevrešan, Ž. (2015). Change of physicochemical properties during tomato processing into juice and high fibre ketchup made from tomato pomace. *EuroFoodChem XVIII*, 13-16 October 2015, Madrid, Spain, CHC-P-127.

Рад у водећем часопису националног значаја (M51):

6. **Belović, M.,** Пић, N., Тепић, A., Šumić, Z. (2013). Selection of conditions for angiotensin-converting enzyme inhibition assay: influence of sample preparation and buffer. Food and Feed Research 40 (1), 11-16.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64):

7. **Belović, M.,** Пић, N., Тепић, A., Šumić, Z. (2013). Optimization of test conditions for angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of extracts. Fourth Congress of Food Supplements with International Participation – „Evidence Based Supplementation“, October 24-25, 2013. Belgrade, Serbia, 89-90.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу резултата добијених током производње и испитивања биолошке активности липофилних и хидрофилних екстраката тропа парадајза могу се извући следећи закључци:

- Приноси липофилних (хексанских) екстраката тропа парадајза били су значајно нижи од приноса хидрофилних (етанолних) екстраката тропа парадајза.
- Антиоксидативна активност липофилних и хидрофилних екстраката тропа била је слична или виша од антиоксидативне активности екстраката сока парадајза, изузев хидрофилних екстраката сока парадајза, који су испољили вишу антирадикалску активност на азот (II)-оксид радикал.
- Липофилни екстракти (који садрже каротеноиде) имали су вишу антирадикалску активност на супероксид-анјон радикал од хидрофилних екстраката (који садрже фенолна једињења). Хидрофилни екстракти показали су већу способност редукције јона гвожђа од липофилних екстраката.
- Резултати FRAP теста показали су значајну позитивну корелацију са садржајем укупних фенола и садржајем флавонола, дихидрохалкона, ликопена и β-каротена. Садржај хидроксицинамата имао је значајну негативну корелацију са IC₂₅ вредностима антирадикалске активности на азот (II)-оксид радикал, указујући на то да су хидроксицинамати група једињења која је претежно одговорна за антирадикалску активност на азот (II)-оксид радикал.
- ACE инхибиторна активност хидрофилног екстракта тропа била је значајно виша од ACE инхибиторне активности хидрофилног екстракта сока, при концентрацији екстракта од 10 mg/ml.

На основу резултата добијених током производње кечапа са повећаним садржајем прехранбених влакана од свежег тропа парадајза могу се извући следећи закључци:

- Произведени кечап садржи 3,18 g укупних прехранбених влакана на 100 g производа, на основу чега може носити ознаку „извор влакана“.
- Реолошка својства кечапа са повећаним садржајем влакана зависе примарно од садржаја суве материје, а слична су реолошким својствима комерцијалних производа од парадајза.
- Резултати сензорске оцене помоћу панела тренираних оцењивача указују да су мирис на парадајз и арома парадајза били најважнији за јасно разликовање кечапа са повећаним садржајем влакана од комерцијалних кечапа.
- Добијени резултати су охрабрујући за примењени технолошки процес, пошто креирани нов производ поседује сензорска својства слична свежем и благо прерађеном парадајзу. Вискозитет, боја и арома кечапа могу се даље модификовати како би се испунили захтеви потрошача са различитих тржишта.

На основу резултата мерења реолошких својстава система добијених рехидратацијом лиофилизованог тропа и њиховог математичког моделовања својстава могу се извући следећи закључци:

- У системима добијеним рехидратацијом лиофилизованог тропа није дошло до значајног агрегирања честица при различитим концентрацијама лиофилизата тропа парадајза.
- Код концентрованих честица лиофилизата тропа, вредности модула еластичности (G') су ниже на 100°C у односу на 60°C.
- Под деловањем повишене температуре долази до ослобађања пектина из честица тропа

парадајза услед хидролизе, који прелази у околни серум у ком делује као лубрикант, смањујући силе трења између честица. Овај процес је израженији на температури од 100°C у односу на температуру од 60°C.

- Утицај концентрације честица на вредност модула еластичности рехидрираног лиофилизата тропа парадајза је доминантан и може да се дефинише у три опсега концентрација (до 11,1%, од 11,1% до 16,7% и вишим од 16,7%).

На основу резултата добијених током производње кечапа и мармеладе са повећаним садржајем природних влакана од лиофилизованог тропа парадајза могу се извући следећи закључци:

- Произведени кечап садржи 4,24 g укупних прехранбених влакана на 100 g производа, а мармелада 4,44 g укупних прехранбених влакана на 100 g производа, због чега оба производа могу да носе ознаку „извор влакана“.
- Мармелада је произведена без додатка хидроколоида и са 20% нижим садржајем шећера пореклом од додате сахарозе у односу на комерцијалне производе, због чега може да носи ознаку „нискокалорични производ од воћа“.
- Кечап и мармелада се, као реолошки системи, могу описати модификованом фракционом Kelvin-Voigt-овом једначином као вискоеластична тела. Кечап се, као резултат додатка хидроколоида током производње, може окарактерисати као систем који се налази између вискоеластичног чврстог тела и вискоеластичне течности, што се објашњава тиме да вредности модула еластичности (G') и вискозности (G'') расту једнаком брзином са порастом угаоне брзине. Мармелада по својим реолошким својствима у потпуности одговара вискоеластичним чврстим телима, што се објашњава тиме да G'' расте брже од G' (G' је приближно константан).
- Повећање температуре је имало минималан утицај на вредности модула еластичности и модула вискозности кечапа и мармеладе.
- На основу резултата теста допадљивости кечапа и мармеладе од лиофилизованог тропа парадајза, спроведеног применом хедонске скале од 1 до 7, оба производа имају сензорска својства прихватљива за потрошаче (средња оцена укупне допадљивости већа од 4). Мармелада је добила више оцене за сва својства од кечапа. Кечап је добио најнижу просечну оцену за укус (4,38), али се однос киселог, слатког и сланог укуса, као и одабир зачина могу лако прилагодити циљној групи потрошача. Структура кечапа (просечна оцена 4,40) могла би да се побољша млевењем лиофилизата тропа парадајза у ситније честице.

Општи технолошки закључци који се могу извући из ове докторске дисертације су:

- Рехидрирани лиофилизати тропа који су третиран на нижој температури (60°C) имају више вредности модула еластичности (G'), а самим тим су и чвршћи, због чега се препоручује употреба вакуум упаривача за прераду лиофилизованог тропа парадајза. Овај податак је изузетно битан и са аспекта потрошње енергије током производног процеса.
- С обзиром да реолошка својства система који садрже рехидрирани лиофилизат тропа зависе, пре свега, од концентрације и особина нерастворљивих честица, претпоставља се да се својства лиофилизата тропа парадајза, као потенцијалне сировине за производњу кечапа и мармеладе, могу модификовати применом различитих поступака млевења у циљу добијања различите расподеле величине честица.
- Минималан утицај температуре на вредности модула еластичности и вискозности кечапа и мармеладе наводи на могућност производње термостабилних сланих и слатких пуњења за пецива на бази лиофилизата тропа парадајза.
- Кечап од свежег тропа парадајза је могуће произвести применом процесне опреме која је уобичајено на располагању у постројењима за прераду воћа и поврћа. За производњу осталих производа описаних у овој дисертацији потребно је, као предtretман, уклонити воду из тропа парадајза. Поступак лиофилизације одабран је због микробиолошке безбедности, већег степена очувања биоактивних компоненти и порозне структуре полупроизвода, али је скуп и због тога није распрострањен у домаћим постројењима за прераду воћа и поврћа. Стога би будућа истраживања требала да обухвате и друге поступке сушења, као што је вакуум сушење, који би омогућили знатно смањење потрошње енергије приликом прераде овог споредног производа.

<p>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</p> <p>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, графикона и слика. За све резултате дата су аргументована објашњења, која су, тамо где је било могуће, поткрепљена и одговарајућим литературним наводима. Изведени закључци дају адекватне одговоре на постављене задатке ове докторске дисертације. Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачење резултата истраживања.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p> <p>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:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе Дисертација садржи све битне елементе.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци</p> <p>Резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације показују да липофилни и хидрофилни екстракти споредног продукта прераде парадајза (тропа парадајза), поред способности редуције јона гвожђа и антирадикалског дејства на DPPH радикал, поседују и антирадикалску активност на радикале који у претходним истраживањима нису детаљно испитивани – азот (II)-оксид радикал и супероксид-анјон радикал. Етанолни екстракти тропа парадајза поседују <i>in vitro</i> инхибиторно дејство на ангиотензин-конвертујући ензим, које није претходно утврђено. Троп парадајза је, у оквиру ове докторске дисертације, први пут коришћен као основна сировина за производњу кечапа и мармеладе. Кечап је произведен и од свежег и од лиофилизованог тропа парадајза. Мармелада је произведена од лиофилизованог тропа парадајза без додатка хидроколоида, са 20% мањим садржајем шећера пореклом од додате сахарозе у односу на комерцијалне производе. Сва три производа су окарактерисана повећаним садржајем прехранбених влакана (преко 3 g/100 g производа). Утврђено је да реолошка својства креираних производа превасходно зависе од концентрације нерастворљивих честица. Производи од лиофилизованог тропа парадајза се, као реолошки системи, могу описати модификованом фракционом Kelvin-Voigt-овом једначином као вискоеластична чврста тела. Испитивање модел система састављених од различитих концентрација лиофилизата тропа парадајза и воде указало је да примена високих температура током прераде (100°C) доводи до омекшавања система (смањење модула еластичности G').</p> <p>Поред научног доприноса, резултати ове докторске дисертације указују на могућност искоришћења споредног продукта прераде парадајза као сировине за производе са додатом вредношћу, што би довело до решења економских, социјалних и еколошких проблема које проузрокују досадашњи начини одлагања овог споредног продукта.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Недостаци дисертације нису уочени.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p> <p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p>
<p>- Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације Мионе Беловић, дипл. инж., Комисија са задовољством предлаже да се прихвати, а кандидаткињи одобри одбрана овог рада.</p>

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Наталија Џинић, редовни професор
Технолошки факултет, Унивезитет у Новом Саду
-председник-

др Александра Тепић Хорецки, ванредни професор
Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду
-члан (ментор)-

др Небојша Илић, виши научни сарадник
Научни институт за прехранбене технологије,
Универзитет у Новом Саду
-члан (ментор)-

др Љубица Докић, редовни професор
Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду
-члан-

др Сенка Видовић, доцент
Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду
-члан-

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.