

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ НОВИ САД

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ивана Филиповић, дипл. инж. технологије, специјалиста микробиологије хране

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију 03.07.2020. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад</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 Гордана Димић, редовни професор, председник комисије ужа научна област: Прехрамбено инжењерство; датум избора у звање: 02.06.2015. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду • др Синиша Марков, редовни професор, ментор ужа научна област: Биотехнологија; датум избора у звање: 15.10.2012. године; Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду • др Владимир Томовић, редовни професор, члан ужа научна област: Прехрамбено инжењерство; датум избора у звање: 25.2.2020. године; Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду • др Драгољуб Цветковић, редовни професор, члан ужа научна област: Биотехнологија; датум избора у звање: 25.2.2020. године Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду • др Лато Пезо, виши научни сарадник, члан ужа научна област: Машинство; датум избора у звање: 29.6.2015. године Институт за општу и физичку хемију, Београд
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Ивана (Божидар) Филиповић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 01.05.1982. Врбас, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Технолошки факултет Нови Сад, Прехрамбено инжењерство, Микробиолошки процеси, Дипломирани инжењер технологије</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија Година уписа 2012, Прехрамбено инжењерство</p>
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:
Утицај процеса осмотске дехидратације на промене микробиолошког профила дехидрираног полупроизвода од пилећег меса

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација се састоји из 8 поглавља написаних на 145 страница А4 формата, са 35 слика и 22 табеле, као и 184 литературних навода. Кључна документацијска информација је написана на српском и енглеском језику и приложена је на крају докторске дисертације, као и План третмана података.

Списак поглавља:

1. Увод (1-2)
2. Циљеви истраживања (3)
3. Преглед литературе (4-43)
4. Материјал и методи (44-60)
5. Резултати и дискусија (61-119)
6. Закључци (120-123)
7. Литература (124-139)
8. Прилози (140-150)

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **Уводу** докторске дисертације, истакнута је специфичност процеса осмотске дехидратације у поређењу са класичним поступцима сушења сировина, као и могућност примене меласе шећерне репе, нус продукта индустрије шећера, у процесу осмотске дехидратације, као алтернативног осмотског раствора. Досадашњим истраживањима примене меласе шећерне репе као осмотског раствора обухваћени су разне сировине биљног и животињског порекла, али не и пилеће месо. Поред тога, у тим истраживањима коришћено је животињско месо из промета што значи да је било микробиолошки безбедно. Због тога што бактерије значајне за здравствену безбедност могу бити присутне на месу живине, битно је да се примењеним третманима у добијању полупроизвода и производа од меса обезбеди редукција броја ћелија на дозвољени ниво.

У поглављу **Циљеви истраживања** дефинисан је основни циљ истраживања докторске дисертације који подразумева добијање микробиолошки прихватљивог полупроизвода меса пилећих груди које је пре процеса осмотске дехидратације вештачки високо контаминирано са бактеријама значајним за безбедност хране. Испуњење основног циља истраживања реализовано је суцесивним решавањем специфичних циљева: (1) испитивање утицаја вредности процесних параметара осмотске дехидратације меса пилећих груди на одзиве процеса, ради успостављања контроле и управљања процесом, (2) испитивање утицаја вредности процесних параметара на ниво редукције одабраних бактерија у осмотским растворима за дефинисање математичких модела преживљавања одабраних бактерија, (3) испитивање утицаја вредности процесних параметара на преживљавање одабраних бактерија нанетих на месо пилећих груди пре осмотске дехидратације и (4) испитивање утицаја времена складиштења на преживљавање одабраних бактерија на вештачки контаминираном и осмотски дехидрираном месу пилећих груди.

На почетку поглавља **Преглед литературе** дат је приказ основа процеса осмотске дехидратације, где се описују принципи процеса, токови материјала, механизми преноса масе, као и утицај високог осмотског притиска на ћелије и микроорганизме. Преглед литературе се наставља анализом меласе шећерне репе као потенцијалног медијума за процес осмотске дехидратације, приказујући њене физичке карактеристике, хемијски састав и микробиолошки профил. Ово поглавље се наставља кратким прегледом хемијских и физичких карактеристика меса живине као сировине за процес осмотске дехидратације. У наредном делу поглавља обрађени су микробиолошки аспекти здравствене безбедности живинског меса, са акцентом на *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* и *Escherichia coli*, као и на утицај осмотског стреса на преживљавање наведених бактерија. Такође су наведене карактеристике психротрофних и протеолитичких бактерија, као узрочника кварења живинског меса. Хемијске промене на месу, обрађене су приказом карактеристика и настајања биогених амина (хистамина). У наставку анализе литературних података о хемијским променама, приказане су оксидативне промене на липидима меса, као и карактеристике и начини одређивања присуства антиоксидативних једињења, која успоравају оксидацију липида на месу. У завршном делу овог поглавља дат је приказ метода одзивне површине као једне од могућности статистичке обраде резултата и оптимизације процеса.

Поглавље **Материјал и методи** конципирано је тако да обухвати све примењене методе, технике, хемикалије и лабораторијске уређаје коришћене у свим сегментима докторске дисертације. На почетку дат је шематски приказ експерименталног дела рада, а поглавље је подељено на четири основна потпоглавља. Током експерименталног рада, који се састојао од 4 сукцесивне целине, варирани су параметри осмотске дехидратације, а свеобухватно посматрано они су имали следеће вредности: за температуру 20, 32 и 44 °С, за време 0, 0,5, 1, 2, 3 и 5 h, концентрацију воденог раствора натријум хлорида и сахарозе 45, 52,5 и 60% и за концентрацију меласе 60, 70 и 80%. Сви остали подаци у оквиру овог поглавља су детаљно приказани осигуравајући поновљивост експеримената. У последњем потпоглављу дата је метода статистичке обраде експерименталних података и прорачуни параметара осмотске дехидратације, преживљавања микроорганизама, као и начин прорачуна примењених математичких модела.

У поглављу **Резултати и дискусија** приказани су резултати експеримената постављених у овој докторској дисертацији. Резултати истраживања су приказани табеларно или на сликама и образложени на јасан, методолошки разумљив и прегледан начин. Ово поглавље подељено је на четири потпоглавља.

У првом потпоглављу приказани су резултате анализе утицаја вредности процесних параметара (времена и температуре процеса и концентрације и врсте осмотских раствора) на процес осмотске дехидратације меса пилећих груди, пратећи промене најбитнијих одзива процеса, ради дефинисања оптималних вредности параметара процеса. Поред тога, приказане су статистичке значајности промене одзива са променом вредности параметара процеса и описују се математички модели процеса осмотске дехидратације меса пилећих груди, развијени методом одзивне површине.

У другом потпоглављу приказани су резултати анализе утицаја вредности процесних параметара осмотских раствора на преживљавање одабраних микроорганизама (*Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli*, Enterobacteriaceae и укупан број бактерија), са циљем дефинисања нивоа преживљавања одабраних микроорганизама који се налазе у директном контакту са осмотским растворима. Такође су дефинисани и дискутовани математички модели редуccionих односа микроорганизама у осмотским растворима, који су развијени применом метода одзивне површине.

У трећем потпоглављу приказани су резултати анализе утицаја вредности процеса осмотске дехидратације на преживљавање одабраних микроорганизама (*Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli*, и Enterobacteriaceae) на месу пилећих груди. Уочен тренд веће редуccionије свих врста бактерија директно инокулисаних у осмотским растворима од бактерија инокулисаних на месу пилећих груди је објашњен. На крају овог дела приказани су и дискутовани математички модели редуccionих односа микроорганизама на месу пилећих груди, развијени помоћу метода одзивне површине.

У последњем потпоглављу приказани су резултати анализе утицаја времена складиштења на преживљавање микроорганизама (*Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli*, Enterobacteriaceae, укупан број бактерија, протеолитички и психротрофни микроорганизми) на вештачки контаминираном и осмотски дехидрираном месу пилећих груди. Током времена складиштења дехидрираног меса, долазило је до смањења броја свих испитиваних микроорганизама. Приказани су резултати промене одабраних хемијских параметера вештачки контаминираног и осмотски дехидрираног меса пилећих груди током складиштења. На крају и овог дела рада наведени су математички модели микробиолошких и хемијских одзива узорака меса током складиштења.

У поглављу **Закључци** су јасно и концизно формулисани закључци који су проистекли из истраживања спроведених у оквиру докторске дисертације. Сви изведени закључци су у складу са постављеним циљевима истраживања и утемељени су на приказаним резултатима.

Поглавље **Литература** садржи 184 литературна навода. Избор литературе је актуелан и примеран тематици која је проучавана.

У поглављу **Прилози** дата је номенклатура са скраћеним и пуним називима коришћеним у докторској дисертацији, као и 4 табеле које су по обиму биле превелике за уклапање у текст поглавља Резултати и дискусија.

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. **Filipović I.**, Ćurčić B., Filipović V., Nićetin M., Filipović J., Knežević V. (2017): The Effects of Technological Parameters on Chicken Meat Osmotic Dehydration Process Efficiency, *Journal of Food Processing and Preservation* 41(1): e13116, <https://doi.org/10.1111/jfpp.13116>
2. **Filipović I.**, Markov S., Filipović V., Filipović J., Vidaković A., Novković N., Rafajlovska V. (2018): Modeling of factors influencing the effect of osmotic solution on reduction of selected microorganisms, *Journal of Applied Microbiology* 125(3): 843-852. <https://doi.org/10.1111/jam.13927>

M23 – Рад у међународном часопису

Filipović I., Markov S., Filipović V., Filipović J., Vujačić V., Pezo L. (2019): The effects of the osmotic dehydration parameters on reduction of selected microorganisms on chicken meat. *Journal of Food Processing and Preservation* 43(10): e14144, <https://doi.org/10.1111/jfpp.14144>

M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Filipović V., Petković M., **Filipović I.**, Filipović J.: Modelling energy savings in chicken meat osmotic dehydration process, International Conference “Energy Efficiency and Energy Saving in Technical Systems” (EEESTS-2019), Rostov-on-Don, Russian Federation, April 19-20, 2019, Volume 104, 1005, 1-6, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910401005>

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Добијени резултати у оквиру ове докторске дисертације се могу сумирати кроз следеће закључке:

- У оба осмотска раствора (водени раствор натријум хлорида и сахарозе и меласа) повећање вредности процесних параметара (температура, време трајања процеса и концентрација осмотских раствора) доводи до интензивирања преноса масе између дехидрирајућег материјала и осмотских раствора односно, пораста вредности одзива процеса осмотске дехидратације, и до смањења вредности активности воде дехидрираног меса. Максималне вредности одзива процеса осмотске дехидратације меса пилећих груди постигнуте су у процесима осмотске дехидратације при температури од 44°C, током 5 часова процеса, у меласи концентрације 80% суве материје.
- Излагањем одабраних бактерија (*E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp.) осмотским растворима, долази до њихове делимичне, моменталне редуције. Максималне вредности редуцијоних односа за све тестиране бактерије постигнуте су након 5 часова процеса у оба осмотска раствора највећих концентрација, на температурама процеса од 32°C или 44°C. Време процеса је најутицајнији процесни параметар на редуцију броја живих ћелија. Бољи нивои редуције свих испитиваних бактерија постигнути су у меласи, у поређењу са воденим раствором натријум хлорида и сахарозе, при упоредивим, осталим процесним параметрима.
- Процес осмотске дехидратације довео је до значајне редуције броја бактерија на меду пилећих груди у оба осмотска раствора, а највећи постигнут ниво редуције је био за *L. monocytogenes*. Повећање времена процеса и концентрације осмотских раствора, довело је до повећања редуције броја свих инокулисаних бактерија (*E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp.) на меду пилећих груди, где се време процеса показало као утицајнији процесни параметар од концентрације осмотских раствора. Коришћењем меласе у процесу осмотске дехидратације меса пилећих груди добијени су бољи резултати редуције испитиваних бактерија, у поређењу са конвенционално коришћеним воденим раствором. Остварени нивои редуције одабраних бактерија на меду пилећих груди током процеса осмотске дехидратације су нижи у поређењу са резултатима редуцијоних односа истих бактерија директно инокулисаних у истим осмотским растворима, услед различитих микро услова осмотских раствора до чије промене је дошло као последица дехидратације меса пилећих груди.
- Са протоком времена складиштења осмотски дехидрираног меса пилећих груди, долазило је до смањења броја свих испитиваних микроорганизама - *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae*, укупан број бактерија, и психротрофни микроорганизми. Највећа редуција броја ћелија испитиваних микроорганизама на узорцима меса одвијала се у прва 4 дана складиштења. У поређењу са осталим испитиваним микроорганизмима, за *L. monocytogenes* су

најнепогоднији услови за преживљавање на осмотски дехидрираном месу пилећих груди. На основу садржаја малондиалдехида вештачки контаминирано и осмотски дехидрирано месо након 10 дана складиштења није било ужегло, али је након 14 дана складиштења детектована појава ужегнућа. Месо дехидрирано у меласи карактерисано је са већом антиоксидативном активношћу, а значајан пад антиоксидативне активности, који одговара појави ужегнућа, јавио се након 14 дана складиштења.

- Методом одзивне површине развијене су једначине полинома другог реда које су дефинисале статистички значајне моделе за: четири одзива процеса осмотске дехидратације, редукционе односе за све испитиване микроорганизме у оба осмотска раствора, и испитиване бактеријске врсте на месу пилећих груди у оба осмотска раствора. Развијени су математички модели зависности микробиолошких и хемијских одзива вештачки контаминираног и осмотски дехидрираног меса пилећих груди, у оба осмотска раствора, од времена складиштења.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидаткиња, дипл. инж. Ивана Филиповић, врло јасно и прегледно приказује резултате) у виду табела и слика) који су произашли из обимног лабораторијског истраживања. Резултати истраживања су адекватно структурирани на логичке целине, а систематично и детаљно су протумачени. Као резултат дискусије изведени су закључци који дају директне одговоре на постављене циљеве докторске дисертације.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Докторска дисертација садржи све елементе неопходне за сагледавање тематике и разумевање добијених резултата.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
Докторска дисертација дипл. инж. Иване Филиповић представља оригинални допринос науци, јер је анализом више различитих аспеката доказана применљивост процеса осмотске дехидратације са микробиолошког аспекта, као процеса за добијање полупроизвода од меса пилећих груди. Утврђени су оптимални параметри процеса осмотске дехидратације из угла ефикасности процеса којим се добија делимично дехидрирано месо (снижене вредности активности воде) до нивоа погодног за дуготрајније складиштење. Резултати истраживања су омогућили сазнања о утицају процеса осмотске дехидратације и осмотског стреса на преживљавање одабраних микроорганизма који су од значаја за здравствену безбедност. На основу добијених резултата из истраживања дефинисани су утицаји неповољних услова високог осмотског притиска у условима вештачке контаминације на одабране микроорганизме нанете на месо пилећих груди. Резултати анализе утицаја времена складиштења на микробиолошке и хемијске одзиве вештачки контаминираног и осмотски дехидрираног меса пилећих груди имају потенцијал практичне примене научних резултата у реалним условима.

Научни допринос представљају и развијени математички модели утицаја вредности процесних параметара на: одзиве процеса осмотске дехидратације, редукционе односе микроорганизма у осмотским растворима, и на месу пилећих груди; као и математички модели утицаја времена складиштења на микробиолошке и хемијске одзиве осмотски дехидрираног меса пилећих груди. Ови развијени модели имају и практични значај јер омогућавају оптимизацију, пројектовање, контролу и управљање процесом осмотске дехидратације, односно израдом полупроизвода од меса.

Кроз истраживања доказана је могућност примене меласе шећерне репе као алтернативног хипертоничног раствора у процесу осмотске дехидратације меса пилећих груди. У поређењу са уобичајено коришћеним осмотским раствором за дехидратацију сировина животињског порекла,

меласа шећерне репе показала је већу технолошку ефикасност, уз добијање полупроизвода прихватљивијих микробиолошких и хемијских карактеристика.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација нема недостатака.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне анализе, Комисија даје позитивну оцену докторске дисертације и предлаже Наставно–научном већу Технолошког факултета Нови Сад и Сенату Универзитета у Новом Саду да се докторска дисертација, под насловом „Утицај процеса осмотске дехидратације на промене микробиолошког профила дехидрираног полупроизвода од пилећег меса“ прихвати, а кандидату дипл. инж. Ивани Филиповић одобри одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Гордана Димић, редовни професор, председник комисије,
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

др Синиша Марков, редовни професор, ментор,
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

др Владимир Томовић, редовни професор, члан комисије,
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

др Драгољуб Цветковић, редовни професор, члан комисије,
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

др Лато Пезо, виши научни сарадник, члан комисије
Институт за општу и физичку хемију, Универзитет у Београду