

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Данијела Шупут, дипл. инж.

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију 19.06.2015. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета 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> <ul style="list-style-type: none">• др Љубинко Левић, редовни професор, председник комисије Ужа научна област: Хемијско инжењерство, Датум избора у звање: 01.12.2006. године Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду• др Вера Лазић, редовни професор, ментор Ужа научна област: Технологије конзервисане хране Датум избора у звање: 15.03.2011. године Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду• др Наталија Цинић, ванредни професор, члан Ужа научна област: Технологија конзервисане хране, Датум избора у звање: 14.04.2011. године, Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду• др Лаго Пезо, научни сарадник, члан Ужа научна област: Машинство Датум избора у звање: 25.11.2009. године Институт за општу и физичку хемију, Београд
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Данијела (Зоран) Шупут</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 16.06.1984. Нови Сад, Србија</p>

3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив

Технолошки факултет у Новом Саду, Конзервисана храна, Дипломирани инжењер технологије

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија

Школска година 2009/2010., Прехрамбено инжењерство

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:

Синтеза, карактеризација, оптимизација својстава и примена јестивог, активног амбалажног материјала на бази скроба

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1.Увод (1-3)

2.Преглед литературе (4-62)

3.Експериментални део (63-89)

4.Резултати и дискусија (90-163)

5.Закључак (164-167)

6.Литература (168-206)

Докторска дисертација је написана на 206 страна А4 формата и садржи 36 слика, 36 табела и 457 литературних навода. На почетку су дате кључне документацијске информације са кратким изводом на српском и енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Увод

У првом поглављу дисертације приказују се предности примене полимерне амбалаже, али и истичу недосатци, као што су синтеза полимера из необновљивих извора, као и оптерећење животне средине. Као један од могућих праваца решења овог проблема наводи се шира употреба биополимерних амбалажних материјала. Приказане су особине скроба које га чине погодним за синтезу скробних филмова, као и активне амбалаже од скроба уз додатак есенцијалних уља.

У уводном делу истакнут је циљ дисертације, а то је развој јестивих, биоразградивих, активних скробних филмова уз додатак активних природних компоненти у виду есенцијалних уља. Циљ истраживања обухвата и примену оптимизованих скробних филмова за паковање осмотски дехидрираног свињског меса. Утицај скробног филма на упаковано месо испитан је праћењем одрживости и параметара квалитета током периода складиштења.

Преглед литературе

Преглед литературе приказује савремена научна сазнања из области којој тема

дисертације припада. Теоријски приступ је подељен у три целине. Прва се бави полимерним материјалима у погледу њихових особина, примене, значаја, са посебним освртом на савремене услове паковања (паковање у модификовану атмосферу и активно паковање) и еколошки аспект полимерне амбалаже. У другом делу прегледа литературе уводи се појам, подела и главне карактеристике биополимера. Истакнути су јестиви скробни филмови и премази. Обиман део теоријског приступа теми дисертације приказује синтезу, карактеризацију и могућност примене јестивих скробних филмова и премаза. Трећи део прегледа литературе приказује основе осмотске дехидратације и рехидратације, као и карактеристике свињског меса, које је коришћено у експерименталном раду.

Експериментални део

Поглавље Експериментални део јасно приказује структуру спроведених експерименталних истраживања, као и фазе истраживачког рада које су довеле до циљних резултата. У првом делу истакнут је задатак рада. Даље, наведене су основне сировине које су коришћене у експериментима. Такође, дат је приказ метода рада, које се односе на добијање скробних филмова, као и начин добијања и паковања осмотски дехидрираног меса са назначеном динамиком испитивања. Потом су приказане методе карактеризације полимерних и скробних амбалажних материјала, као што су испитивања физичко-хемијских, механичких, баријерних, структурних, термичких, оптичких и биолошких особина, као и метода за анализу животног циклуса амбалаже. Такође, приказане су и методе одређивања параметара квалитета осмотски дехидрираног меса, и то оксидативне, микробиолошке и сензорне. Последња целина Материјала и метода приказује савремене статистичке методе коришћене за обраду експерименталних података.

Резултати и дискусија

Поглавље Резултати и дискусија подељено је у три целине, а редослед приказаних резултата прати ток истраживања. Први део резултата се односи на синтезу и карактеризацију скробних филмова у погледу избора сировине, врсте и садржаја додатог пластификатора и стабилизатора. У циљу постизања биолошке активности, током синтезе филма оптимизованих својстава додају се есенцијална уља оригана и црног кумина. Добијени активни филмови се карактеришу са циљем одабира најпогоднијег филма, који се користи као заштита осмотски дехидрираног свињског меса. Након испитивања утицаја осмотске дехидратације и рехидратације, осмотски дехидрирано свињско месо је заштићено скробним премазом и упаковано у високо баријерне материјале у различитим условима паковања. Испитивањем липолитичких, микробиолошких и сензорних својстава упакованог осмотски дехидрираног меса, доказан је допринос активног скробног премаза у очувању квалитета и одрживости. Резултате сваке експерименталне фазе прате адекватне статистичке методе обраде података.

Закључак

У оквиру овог поглавља, закључци истраживања су јасно и концизно изведени на основу добијених резултата. Закључци се могу сматрати поузданим и одговарајућим постављеном циљу дисертације.

Литература

Поглавље садржи 457 литературних навода. Избор литературе је актуелан и примеран тематици која је проучавана, а референце су цитиране на адекватан и правилан начин.

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

M23 – Радови у међународном часопису

1. Шупут Д., Лазих В., Пезо Л., Лончар Б., Филиповић В., Нићетин М., Кнежевић В. (2014): Effects of temperature and immersion time on diffusion of moisture and minerals during rehydration of osmotically treated pork meat cubes, *Хемијска индустрија*, 69 (3), 297-304.
2. Пезо Л., Шупут Д., Левић Љ., Цветковић Б., Ковачевић О. (2014): Effects of temperature and immersion time on rehydration of osmotically treated pork meat, *Journal of Food and Nutrition Research*, 53 (3), 260-270.
3. Шупут Д., Лазих В., Левић Љ., Кркић Н., Томовић В., Пезо В. (2013). Characteristics of meat packaging materials and their environmental suitability assessment, *Хемијска индустрија (Chemical Industry)*, 67 (4), 615-620.
4. Шупут Д., Лазих В., Пезо Л., Левић Љ., Губић Ј., Хромиш Н., Шојић Б. (2013). Modified atmosphere packaging and osmotic dehydration effect on pork quality and stability, *Romanian Biotechnological Letters*, 18 (2), 8160-8169.

M33 – Саопштења са међународних скупова штампана у целини

1. Шупут Д., Лазих В., Поповић С., Хромиш Н., Пезо Л. (2014): Modified guar-xanthan mixture impact on starch based edible film properties, II International Congress "Food Technology, Quality and Safety" and XVI International Symposium "Feed Technology" (FoodTech2014), 28.-30.X 2014., Novi Sad, 274-279.
2. Шупут Д., Пезо Л., Левић Љ., Лазих В., Кркић Н. (2012). Effects of temperature and immersion time on rehydration of osmotically dehydrated pork meat, International conference on science and technique in the agri-food business ICoSTAF 2012 (Szeged; 2012), 143-152.
3. Шупут Д., Лазих В., Пезо Л., Нићетин М., Филиповић В., Турчић Б., Кркић Н. (2012). Osmotic dehydration impact on microbial profile of packed pork meat, XV International Feed Technology Symposium and COST - "Feed for Health" joint Workshop, Нови Сад, 266-272.
4. Шупут Д., Лазих В., Левић Љ., Кркић Н., Пезо Л., Павловић М., Златановић С. (2012). Characteristics of packaging materials for specific packaging conditions of meat and osmotic dehydrated meat, Central European Congress on Food (6; Novi Sad; 2012), 956-961.

M34 - Саопштења са међународних скупова штампана у изводу

1. Шупут Д., Лазих В., Пезо Л., Лончар Б., Нићетин М., Хромиш Н., Поповић С. (2014). Structural characterisation of starch based edible films with essential oil addition, International Conference On Science and Technique based on Applied and Fundamental research (ICOSTAF) 2014, 25.04.2014., Segedin, 41.
2. Шупут Д., Лазих В., Јелић А., Левић Љ., Пезо Л., Хромиш Н., Поповић С., Лончар Б. (2013). Glycerol content effect on the mechanical, structural and barrier characteristics of starch based edible films, 24th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry, Sarajevo, September 25th-28th, 217.

M51 - Радови објављени у водећим часописима националног значаја

1. Шупут Д., Лазих В., Поповић С., Хромиш Н. (2015): Edible films and coatings – sources, properties and application, Food and Feed Research 42 (1), 11-22.
2. Шупут Д., Лазих В., Пезо Л., Радуловић, А., Поповић С., Хромиш Н., Булут, С. (2015): Structural changes in starch during starch edible film synthesis, Journal on Processing and Energy in Agriculture 19 (3), 139-142.
3. Шупут Д., Лазих В., Јелић А., Левић Љ., Пезо Л., Хромиш Н., Поповић С., Нићетин М. (2014): The influence of different composition and thickness on physico-mechanical, structural and barrier properties of starch based edible packaging films, Technologica Acta, Journal of Science-professional from Chemistry and Technology, Faculty of Technology Tuzla, 7 (1), 80-85.
4. Шупут Д., Лазих В., Хромиш Н., Поповић С., Пезо Л., Лончар Б., Нићетин М. (2014): Effect of black cumin oil on mechanical and structural characteristics of starch based edible films, Journal on Processing and Energy in Agriculture 18 (4), 154-157.
5. Шупут Д., Лазих В., Левић Љ., Пезо Л., Томовић В., Хромиш Н. (2013). Effect of specific packaging conditions on myoglobin and meat color, Food and Feed Research 40 (1), 1-9.
6. Шупут Д., Лазих В., Јелић А., Левић Љ., Пезо Л., Хромиш Н., Поповић С. (2013). Sorbitol content effect on the characteristics of starch based edible films, Journal on Processing and Energy in Agriculture 17 (3), 106-109.

M52 - Радови објављени у часописима националног значаја

1. Шупут Д., Лазих В., Левић Љ., Пезо Л., Томовић В., Хромиш Н., Поповић С. (2013). Karakteristike i mogućnosti primene jestivih filmova na bazi skroba, Храна и исхрана 54 (2), 64-68.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу реализованих циљева дисертације, добијених и продискутованих резултата, могу се извести следећи закључци:

❖ **Скроб се може успешно применити за добијање јестивих филмова, уз неопходну примену пластификатора и стабилизатора. На основу добијених резултата може се закључити да је глицерол погоднији пластификатор од сорбитола, јер су филмови са додатком глицерола показали боље особине. Резултати су показали да је оптималан модел скробних филмова онај у чији састав улази 40% глицерола и 0,1% стабилизатора гуар-ксантана.**

❖ **Додатком есенцијалних уља скробни филмови су оптимизовани тако да су им побољшана:**

- **физичко-хемијска својства** - вредности садржаја воде и способности бубрења су се додатком есенцијалних уља смањиле, и то вредност садржаја воде опада са 14,12%, за контролни филм, на 12,17% и 12,03% за филмове са додатком 2% есенцијалних уља црног кумина и оригана, респективно, док вредности способности бубрења опадају са 230,92%, за контролни филм, на 130,03% и 117,84% за филмове са додатком 2% есенцијалних уља црног кумина и оригана, респективно;
- **механичка својства** - додатком есенцијалних уља смањује вредности затезне јачине са 14,43 МПа, за контролни филм, на 2,3 МПа и 2,12 МПа за филмове са додатком 2%

есенцијалних уља црног кумина и оригана, респективно. Вредност издужења при кидању додатком есенцијалних уља расте са 28%, за контролни филм, на 52% и 61% за филмове са додатком 2% есенцијалних уља црног кумина и оригана, респективно;

- **баријерна својства** - пропустљивост водене паре се додатком есенцијалних уља смањује са $8,58 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, за контролни филм, на $6,50 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ и $5,92 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ за филмове са додатком 2% есенцијалних уља црног кумина и оригана, респективно;
- **оптичка својства** – обзиром да вредност измерене апсорбанце расте на таласним дужинама једнаким и мањим од 280 nm, што одговара UV зрачењу, у случају свих испитиваних узорака филма, може се закључити да се скробни филмови са додатком уља могу користити за паковање хране која је подложна оксидативним променама, које су катализоване UV светлом;
- **биолошка својства** - додатком есенцијалних уља скробни филмови постају активни, чиме се постиже значајна антиоксидативност и антимикуробност скробних филмова. Антиоксидативност расте са 1,55%, за контролни филм, на 12,42 и 87,65% за филмове са додатком 2% есенцијалних уља црног кумина и оригана, респективно. Одређивањем антимикуробности утврђено је да додаток 2% есенцијалног уља оригана има јачи ефекат него деловање антибиотика јер су зоне инхибиције за филм са додатком 2% уља оригана у распону 33-39 mm, док антибиотик показује зоне инхибиције у распону од 12,67 mm до 21,33 mm за тестиране микроорганизме.

Испитивањем **структурних својстава**, идентификоване су везе које се односе на присуство есенцијалних уља. Утврђено је да јестиви филмови са есенцијалним уљима имају смањену укупну **термалну стабилност** у односу на контролни узорак без додатка уља.

На основу свих резултата, може се констатовати да јестиви скробни филм коме је додато 2% есенцијалног уља оригана има оптимална својства.

❖ **Могућност примене оптимизованог активног скробног филма на осмотски дехидрирано месо, испитана је праћењем параметара квалитета и одрживости упакованог меса у различитим условима паковања, и то:**

- Интензитет **липолитичких промена**, изражен преко киселинског броја и садржаја малондиалдехида, је значајно мањи код узорака са скробним премазом. После 60 дана уочавају се статистички значајно различите вредности ($p < 0,05$) киселинског броја: највиша вредност броја код ОД+АТМ узорка (23,06 mg KOH/g), затим код ОД+МАП (21,01 mg KOH/g), ОД+С+МАП (16,97 mg KOH/g) и на крају ОД+С+АТМ узорка (16,43 mg KOH/g). Пораст вредности киселинског броја током периода складиштења је уобичајена појава па се не може користити као једини индикатор хидролитичке деградације липида. Током складиштења, пораст вредности TBARS се уочава код свих група узорака, што је резултат липидне оксидације. Максималне вредности су уочене након 15 дана складиштења: 0,42 mg MDA/kg и 0,34 mg MDA/kg за узорке означене као ОД+МАП и ОД+АТМ, као и 0,32 mg MDA/kg и 0,27 mg MDA/kg за узорке означене као ОД+С+МАП и ОД+С+АТМ, респективно. Највише вредности код узорака са скробном превлаком су биле ниже него код узорака који нису имали скробни премаз као додатну заштиту. Након 30-ог дана, TBARS вредности су опале код свих испитиваних група узорака. Најниже вредности су уочене код узорака означених као ОД+С+МАП (0,15 mg MDA/kg), а највише код узорка означених као ОД+АТМ (0,29 mg MDA/kg).
- Јестиви скробни активни премаз доприноси очувању стабилности **микробиолошког профила**, током периода складиштења од 60 дана, у погледу бактеријске контаминације. Укупан број микроорганизма опада током периода складиштења за све испитиване узорке меса, да би након периода складиштења од 60 дана износио $4,41 \log \text{ CFU/g}$ за узорке уочене као ОД+АТМ, затим $4,25 \log \text{ CFU/g}$ за узорке означене као ОД+МАП, затим $4,11 \log \text{ CFU/g}$ за узорке означене као ОД+С+АТМ и $4,07 \log \text{ CFU/g}$ за узорке означене као ОД+С+МАП. Након 45-ог дана нису уочене ентеробактерије код узорака означених као ОД+С+АТМ, док се ентеробактерије не уочавају већ на половини периода складиштења па све до 60-ог дана код узорака означених као ОД+С+МАП. Уочена је

<p>појава квасаца и плесни након 30 дана складиштења, чији број до краја периода складиштења расте.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Примена јестивог активног скробног премаза са додатком есенцијалног уља оригана позитивно је утицала на све параметре сензорског профила упакованог меса (боја, мирис и ароматичност, укус, текстура) без обзира на услове паковања. Утицај паковања у услове модификоване атмосфере је најизраженији код оцене боје. <p>На основу свих резултата истраживања, показано је да се успешно могу добити и применити јестиви активни скробни филмови. Ова истраживања представљају основу за даљи развој и унапређење области биополимерних филмова са великим апликативним потенцијалом у прехрамбеној индустрији.</p>
<p>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</p>
<p>Кандидат дипл. инж. Данијела Шупут је у целости обавила истраживања која су предвиђена планом у пријави ове дисертације. У својој докторској дисертацији под насловом „Синтеза, карактеризација, оптимизација својстава и примена јестивог, активног амбалажног материјала на бази скроба“ врло јасно и прегледно приказује резултате који су произашли из веома обимног лабораторијског рада. Резултати истраживања су приказани јасно, прегледно и систематично, а дискусија је заснована на поређењу резултата са савременим литературним подацима ове научне области. У дисертацији је јасно назначен научни и практични значај истраживања. Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</p> <p>Докторска дисертација дипл. инж. Данијеле Шупут је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе</p> <p>Докторска дисертација садржи све елементе неопходне за сагледавање тематике и разумевање добијених резултата.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци</p> <p>Дисертација има вишеструки оригинални допринос науци јер добијени резултати имају, како теоријски, тако и практични значај. Генерални допринос докторске дисертације иде у прилог развоју области биополимерних материјала. Оптимизацијом састава филмогеног раствора, добијени су природни јестиви активни скробни филмови унапређених својстава. По први пут је, овако припремљен скробни филм примењен за заштиту осмотски дехидрираног свињског меса, и испитана његова одрживост током контролисаног складиштења. На основу позитивних резултата апликације скробног премаза на осмотски дехидрирано месо, потврђује се његов велики потенцијал за паковање хране уз очување квалитета. Обзиром на добра својства скробног филма, закључује се да, као такав, може наћи примену у паковању широких група прехрамбених производа.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>Недостаци дисертације нису уочени.</p>

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне анализе докторске дисертације под називом „Синтеза, карактеризација, оптимизација својстава и примена јестивог, активног амбалажног материјала на бази скроба“, Комисија даје позитивну оцену и са задовољством предлаже да се прихвати ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ, а кандидаткињи дипл.инж. Данијели Шупут одобри одбрана рада.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Љубинко Левић, редовни професор, председник комисије
Технолошки факултет, Нови Сад

Др Вера Лазић, ред. проф., ментор
Технолошки факултет, Нови Сад

др Наталија Џинић, ванредни професор, члан
Технолошки факултет, Нови Сад

др Лато Пезо, научни сарадник, члан
Институт за општу и физичку хемију, Београд