

## МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

- Марина Калић, магистар фармације -

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију <b>26.11.2019. Наставно-научно веће Медицинског факултета у Новом Саду</b></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. <b>др Будимка Новаковић</b>, редовни професор, Хигијена, исхрана, 06.12.2007, Катедра за фармацију, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. <b>др Јелена Јовичић Бата</b>, доцент, Фармација, 10.10.2014, Катедра за фармацију, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>3. <b>др Тамара Дапчевић Хаднађев</b>, виши научни сарадник, прехранбено инжењерство, 30.09.2019, Научни институт за прехранбене технологије, Универзитет у Новом Саду</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Марина, Драгослав, Калић</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: <b>23.09.1987. Нови Сад, Република Србија</b></p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: <b>Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду, Фармација, Магистар фармације</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2012, Клиничка медицина</b></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 ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

**Физичко-хемијска и реолошка карактеризација микрокапула рибљег уља инкорпорираних у чоколадни матрикс**

### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Докторска дисертација маг. фарм. Марине Калић садржи 8 поглавља: Увод (стр. 1-4); Општи део (стр. 5-32); Циљеви и радне хипотезе (стр. 33); Материјал и методе (стр. 34-52); Резултати и дискусија (стр. 53-112); Закључци (стр. 113-114); Литература (стр. 115-135); Скраћенице и симболи (136-137). Дисертација је написана на 137 страна, А4 формата, садржи 15 графика, 17 слика, 21 табелу и 205 литературних навода. На почетку је дата кључна документацијска информација са изводом на српском и енглеском језику.

### V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **Уводу** се описују физиолошке улоге омега-3-масних киселина у људском организму и наводе се нутритивни извори омега-3 масних киселина. Наводи се да је рибље уље добар извор омега-3 масних киселина, али постоји проблем непријатног мириса и укуса рибљег уља што онемогућава његову ширу употребу у прехранбеној и фармацеутској индустрији. У Уводу се описује примена сушења распршивањем у комерцијалне сврхе, улога протеина као омотача микрокапула добијених сушењем распршивањем и значај чоколаде као потенцијалног матрикса у који је могуће инкорпорирање микрокапула рибљег уља.

**Општи део** садржи податке о физиолошком значају омега-3 полинезасићених масних киселина и карактеристикама рибљег уља. Описују се поступак микрокапулације, примена, различити начини израде микрокапула и њихове карактеристике. Сушење распршивањем, као поступак микрокапулације примењен у раду, је детаљно приказан. Описани су протеини и њихове основне карактеристике, као и њихово понашање у воденим растворима и емулзијама. Приказане су основне нутритивне и технолошке карактеристике чоколаде, као матрикса који је употребљен за израду финалне формулације. Објашњен је појам функционалне хране, јер финални производ представља функционалну храну.

Општи део јасно и концизно дефинише циљ истраживања који не одступа од формулација датих у пријави докторске дисертације.

Основни задатак истраживања у оквиру докторске дисертације проистекао из прегледа одговарајуће домаће и међународне литературе, изложен је у поглављу **Циљеви**. Циљеви су:

- 1) испитивање утицаја методе сушења распршивањем на стабилност преформулације рибљег уља;
- 2) утврђивање карактеристика микрокапула добијених сушењем

распршивањем;

- 3) испитивање утицаја величине честица на кристализацију у масној фази суспензије која се користи за израду кондиторских производа и
- 4) утврђивање физичко-хемијских карактеристика чоколаде која садржи инкорпориране микрокапсуле рибљег уља у односу на чоколаду без додатка микрокапсула.

**Радне хипотезе** су директно проистекле из циљева истраживања и адекватно су постављене. У складу са наведеним, Комисија је мишљења да су циљеви истраживања и хипотезе јасно и прецизно формулисани.

У поглављу **Материјал и методе** дат је план рада и детаљан опис материјала и метода испитивања примењених у експерименталном раду. У огледима је коришћено рибље уље из комерцијалних капсула и протеини соје, сурутке, грашка, кромпира и пиринча. Коришћено је палмино уље, какао прах, шећер, и чоколада. Карактеристике свих наведених основних компоненти, као и све пратеће хемикалије су прецизно наведене и описане. Карактеризација протеина је рађена испитивањем њиховог аминокиселинског састава, одређивањем растворљивости, површинске хидрофобности, површинског напона и вискозитета њихових раствора. Емулгујуће способности протеина су испитиване припремом емулзија типа уље у води, где је као уљана фаза коришћено рибље уље. Након припреме емулзија, испитивана је њихова величина капљица, стабилност и реолошке карактеристике. Микрокапсуле су израђене применом сушења распршивањем и затим су испитиване њихове морфолошке особине и величина применом електронске микроскопије, одређиван је принос и ефикасност микрокапсулације и одређивана оксидативна стабилност уља инкорпорираног у микрокапсуле. Описана је припрема модела чоколаде, а затим и анализа његових карактеристика, што је укључивало реолошка, текстурна, микроструктурна испитивања применом конфокалне микроскопије, и анализу садржаја чврстих масти применом пулсне нуклеарне магнетне резонанце. У поглављу је објашњен начин инкорпорирања микрокапсула рибљег уља у чоколаду и одређивање особина тако добијеног производа. Рађена су испитивања реологије производа, текстуре и боје. Статистичка обрада добијених резултата испитивања је рађена статистичким програмима OriginPro 8 i SigmaPlot 13 (Systat Software Inc). Изабране методе су адекватне, одговарају постављеним циљевима и омогућавају добијање актуелних научних резултата.

Поглавље **Резултати и дискусија** приказано је на јасан, прегледан и разумљив начин. Показано је да су особине протеина (растворљивост, аминокиселински састав, површинска хидрофобност, вискозитет и површински напон њихових раствора) у блиској вези са емулгујућим способностима. На основу карактеристика протеина, њихових раствора и емулзија, одабрани су протеини соје, сурутке и кромпира као омотачи микрокапсула. Микрокапсуле израђене са наведеним протеинима као омотачима се међусобно нису значајно разликовале у морфологији и величини. Принос и ефикасност микрокапсулације, као и оксидативна

стабилност уља инкорпорираног у микрокапсуле били су слични код све три врсте микрокапсула. Инкорпорирањем микрокапсула у чоколаду је показано да тако добијен производ показује одређене разлике у текстурним, реолошким особинама и боји, али те разлике нису довољне да би значајно утицале на процес израде финалне формулације, у односу на чисту чоколаду.

У поглављу **Закључци**, на основу добијених резултата и дискусије, закључци су јасно и концизно изведени, те се могу сматрати поузданим и научно заснованим и одговарају постављеном циљу дисертације.

Поглавље **Литература**, садржи списак 205 референци цитираних према Ванкуверском начину цитирања. Избор референци је актуелан и примерен тематици која је предмет ове 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.

*Рад објављен у међународном часопису – М22*

1. **Kalic M**, Krstonosic V, Hadnadev M, Gregersen SB, Jovanovic Ljeskovic N, Wiking L. Impact of different sugar and cocoa powder particle sizes on crystallization of fat used for the production of confectionery products. J Food Process Preserv [Internet]. 2018;42(12):e13848. Доступно на: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13848>

*Саопштење са међународног скупа штампано у изводу - М34*

1. **Kalic M**, Hadnadev M, Dapcevic Hadnadev T, Jovanovic Ljeskovic N, Krstonosic V. Microencapsulation as a method for delivery of fish oil in chocolate: effect on rheological properties. Постер презентован на: 4th International Congress Food Quality, Technology and Safety; 2018 Окт 23-25, Нови Сад, Република Србија.
2. **Kalic M**, Dizdar M, Jovanovic Ljeskovic N, Krstonosic V, Hadnadev M, Wiking L, Gregersen SB, Miljkovic T. Does particle size distribution influence solid fat content of potential novel drug carriers? Постер презентован на: 12th Central European Symposium on Pharmaceutical Technology and Regulatory Affairs; 2018 Септ 20-22, Сегедин, Мађарска

3. **Kalic M**, Krstonosic V, Hadnadev M, Dapcevic Hadnadev T. Emulsifying properties of potato proteins in comparison to whey proteins. Постер презентован на: 1st International Conference on Advanced Production and Processing; 2019 Окт 10-11, Нови Сад, Република Србија.

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

Протеини се понашају као добри емулгатори. Од протеина употребљених у овом истраживању, стабилне емулзије дају протеини соје, сурутке, грашка и кромпира, док протеин пиринча нема добра емулгујућа својства. Процент протеина у емулзији такође утиче на стварање стабилне емулзије.

Сушење распршивањем представља ефикасан начин за добијање микрокапула рибљег уља са протеинима као омотачима микрокапула. Добијене микрокапуле са протеинима кромпира, соје и сурутке као омотачима микрокапула су униформних величина, сферног облика, стабилне структуре. Ефикасност микрокапулације је износила преко 60% за све коришћене протеине.

Применом сушења распршивањем добијају се стабилне микрокапуле рибљег уља, адекватних величина. Добијене микрокапуле не нарушавају значајније оксидативну стабилност инкорпорираног уља током 14 дана праћења. Релативно висок принос производа применом сушења распршивањем чини описану методу одговарајућом за израду микрокапула рибљег уља са протеинима соје, сурутке и кромпира као омотачима микрокапула.

Кристализација масне фазе у суспензији која представља модел чоколаде зависи од величине чврстих честица. Мање честице доводе до брже кристализације масне фазе, као и до стварања најгушће и најхомогеније кристалне решетке. Честице какао праха су се показале као бољи промотери кристализације уља од кристала шећера.

Испитиване карактеристике чоколаде са инкорпорираним микрокапулама рибљег уља код којих су као омотачи коришћени протеини соје, сурутке и кромпира су показале да постоје статистички значајне разлике у текстурним, реолошким особинама и боји производа, у односу на чисту чоколаду. Наведене разлике су веома мале и не представљају значајност кад је у питању технолошки процес израде производа. Микрокапуле рибљег уља са протеинима соје, сурутке и кромпира се понашају као инертни пуниоци у чоколади и не мењају њене физичко-хемијске и реолошке карактеристике у мери која би утицала на производни процес чоколаде са инкорпорираним микрокапулама у односу на чисту чоколаду.

**VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА** Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидат Марина Калић, магистар фармације, у потпуности је обавила истраживања која су била предвиђена пријавом докторске дисертације. Резултати истраживања проистекли су из оригинално постављених лабораторијских експеримената у циљу утврђивања утицаја методе сушења распршивањем на стабилност преформулације рибљег уља и утврђивања карактеристика микрокапула добијених сушењем распршивањем, као и испитивања утицаја величине честица на кристализацију у масној фази суспензије која се користи за израду кондиторских производа и утврђивања физичко-хемијских карактеристика чоколаде која садржи инкорпориране микрокапуле рибљег уља у односу на чоколаду без додатка микрокапула. Резултати истраживања су систематично и прегледно приказани, логичним редоследом. Дискусија је заснована на добром познавању истраживане научне области и метода одређивања. Резултати и дискусија су у складу са наводима из литературе, повезани су у целину са теоријским поставкама рада, те се начин приказа и тумачења резултата истраживања оцењује позитивно.

**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 написана у складу са предложеним испитивањима и образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе оригиналног научног рада неопходне за разумевање обрађене теме и добијених резултата.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Резултати истраживања приказани у докторској дисертацији кандидата Марине Калић указују на могућност израде производа којим би се маскирао непријатан укус рибљег уља, као нутритивног извора омега-3 полинезасићених масних киселина. Маскирање непријатних укуса је један од највећих изазова у фармацеутској и прехрамбеној индустрији. Добијени резултати који показују да је могуће израдити технолошки прихватљив и стабилан производ (чоколаду са инкорпорираним микрокапулама рибљег уља), дају конкретно решење проблема маскирања непријатног укуса рибљег уља и пружају могућност за

даља истраживања у истој области.
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања  Недостаци дисертације нису уочени.
<b>X ПРЕДЛОГ:</b>
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
<b>Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију Марине Калић, магистра фармације, под називом „Физичко-хемијска и реолошка карактеризација микрокапула рибљег уља инкорпорираних у чоколадни матрикс“ и предлаже да се Извештај о оцени докторске дисертације прихвати, а кандидату одобри одбрана рада.</b>

датум: 22.01.2020.

Проф. др Будимка Новаковић

---

председник комисије

Доц. др Јелена Јовичић Бата

---

члан 1

Др Тамара Дапчевић Хаднађев

---

члан 2

**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.