

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај комисије за оцену урађене докторске дисертације кандидата
Славише Б. Стајића, дипл. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета број 290/5-6.2. од 25.02.2015. год, именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације под насловом: **»Физичка, хемијска, сензорна и функционална својства ферментисаних кобасица са додатком биљних уља«**, кандидата Славише Б. Стајића, дипл. инж., па пошто смо проучили завршену докторску дисертацију, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

- ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Славише Б. Стајића, дипл. инж., под насловом **»Физичка, хемијска, сензорна и функционална својства ферментисаних кобасица са додатком биљних уља«**, написана је према Упутству за обликовање штампане и електронске верзије докторске дисертације Универзитета у Београду, на 169 страна, у оквиру којих се налазе 36 табеле, 23 слике и 18 графикана. Докторска дисертација садржи следеће делове: насловну страну на српском и енглеском језику, страну са списком чланова комисије, страну с резимеом на српском и енглеском језику, садржај и следећа поглавља: **Увод** (стр. 1–2); **Преглед литературе** (стр. 4–49): *Значај меса у исхрани* (стр. 4–12), *Ферментисане кобасице* (стр. 12–26), *Функционална храна* (стр. 27–49); **Циљ истраживања** (стр. 50–51); **Материјал и методе** (стр. 52–66): *Први део истраживања* (стр. 52–59), *Други део истраживања* (стр. 59–66), *Статистичка обрада података* (стр. 66); **Преглед резултата и дискусија** (стр. 67–139): *Први део истраживања* (стр. 67–97), *Други део истраживања* (стр. 98–139); **Закључци** (стр. 140–143); **Референце** (стр. 144–160); **Прилог** (стр. 161–168); **Биографија аутора** (стр. 169); скениране, попуњене и потписане изјаве дате као Прилог 1, 2 и 3.

- ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Увод: У овом поглављу кандидат износи разлоге настанка и развоја појма функционална храна уз осврт на значај меса у исхрани и потенцијалне негативне последице његовог конзумирања, као и на значај n-3 полинезасићених масних киселина (PUFA). С друге стране, кандидат указује на значај масног ткива и садржаја засићених масних киселина (SFA) у њему, на квалитет ферментисаних кобасица и, стога, на изазов који представља замена дела масног ткива уљима богатим n-3 PUFA.

2. Преглед литературе: У овом поглављу кандидат је приказао доступне податке из литературе који су у вези с предметом проучавања докторске дисертације. У складу с тим у потпоглављу 2.1. *Значај меса у исхрани*, кандидат је кроз сегменте 2.1.1. *Протеини меса*, 2.1.2. *Минералне материје*, 2.1.3. *Витамини*, 2.1.4. *Липиди и састав масти* и 2.1.5.

Остала битна једињења у месу указао на састав и садржај састојака меса од највећег нутритивног значаја. Ово поглавље кандидат је завршио сегментом 2.1.6. *Потенцијални негативни утицај меса на здравље*, у коме је дао преглед новијих података о могућој вези конзумирања меса и настанка и развоја појединих хроничних болести. У потпоглављу 2.2. *Ферментисане кобасице* кандидат је дефинисао појам ферментисаних кобасица и дао детаљан приказ њиховог процеса производње и сензорног квалитета. Потпоглавље 2.3. *Функционална храна* кандидат је започео сегментом 2.3.1. *Развој и појам*, у коме је приказао литературне податке који обрађују узроке настанка и дефинишу појам функционалне хране, а потом наставио сегментима 2.3.2. *Значај масних киселина у исхрани* и 2.3.3. *Препоруке о уносу PUFA*, у којима је дао преглед литературних података о повезаности SFA и PUFA (са нагласком на n-3 PUFA) на настанак, превенцију и лечење појединих хроничних болести (кардиоваскуларних болести, коронарних болести срца, инфламационих обољења...) и препоруке светских, регионалних и националних здравствених организација о потребном дневном уносу масних киселина. Потпоглавље се наставља сегментом 2.3.4. *Месо и производи од меса као функционална храна* где је кандидат дао преглед литературних података о могућностима побољшања функционалних својстава меса и производа од меса, а завршава се сегментом 2.3.5. *Побољшање профила масних киселина ферментисаних кобасица* у коме је кандидат дао преглед досадашњих истраживања у вези са заменом дела масног ткива у ферментисаним кобасицама биљним уљима с циљем побољшања профила масних киселина, као и резултате тих истраживања у погледу побољшања профила масних киселина, али и утицај на квалитет ферментисаних кобасица.

3. Циљ истраживања: У овом поглављу кандидат је дефинисао циљ истраживања поделивши истраживање у два дела. Циљ првог дела истраживања јесте да утврди могуће начине припреме биљних уља на физичко-хемијске и сензорне карактеристике ферментисаних кобасица током и на крају производње, као и после 30 дана чувања у вакуум паковању на температури хлађења. У ту сврху кандидат је 20% чврстог масног ткива (ЧМТ) у надеву ферментисане кобасице (5% у укупном надеву) заменио уљем од коштица грожђа и ланеним уљем: у течном облику, као алгинати гел, као емузија са изолатом протеина соје и инкапсулираним као микросфере. На основу резултата овог дела истраживања кандидат је поставио циљ да за други део огледа изабере два начина примене која су најмање утицала на физичко-хемијске и сензорне карактеристике добијених производа. У овом делу истраживања кандидат је посматрао како повећање удела уља у надеву (5%, 7% и 9%) утиче на физичко-хемијске и сензорне карактеристике, функционалну вредност и стабилност модификованих производа: на крају производње и током чувања у вакуум паковању у периоду од 90 дана на температури хлађења.

4. Материјал и методе: У овом поглављу кандидат је дао приказ припрема ферментисаних кобасица и метода које су коришћене за њихову анализу. Ово поглавље подељено је на три потпоглавља:

4.1. Први део истраживања: У овом потпоглављу кандидат је детаљно изложио начин израде ферментисаних кобасица, припреме уља и метода које су коришћене да би се испитале физичко-хемијске и сензорне карактеристике ферментисаних кобасица. Ово потпоглавље садржи следеће сегменте: 4.1.1. *Израда кобасица*, 4.1.2. *Узорковање*, 4.1.3. *Губитак масе, основни хемијски састав и промена рН вредности*, 4.1.4. *Инструментално мерење боје и текстуре* и 4.1.5. *Сензорна анализа*.

4.2. *Други део истраживања:* У овом потпоглављу кандидат је изложио начин израде ферментисаних кобасица и метода које су коришћене да би се испитале физичко-хемијске и сензорне карактеристике, функционална вредност и стабилност модификованих производа с различитим уделом уља у надеву. Ово потпоглавље садржи следеће сегменте: 4.2.1. *Израда кобасица*, 4.2.2. *Губитак масе, основни хемијски састав, садржај колагена у укупним протеинима, и промена рН вредности*, 4.2.3. *Инструментално мерење боје и текстуре*, 4.2.4. *Профил масних киселина и нутритивна вредност*, 4.2.5. *Промене на липидима*, 4.2.6. *Промене на протеинима* и 4.2.7. *Сензорна анализа*.

4.3. *Статистичка обрада података:* У овом потпоглављу кандидат је дао приказ метода статистичке анализе добијених резултата.

5. *Преглед резултата и дискусија:* У овом поглављу кандидат је на прегледан и јасан начин путем табела, графикона и слика приказао резултате истраживања и поредио их с резултатима сличних истраживања. Ово поглавље је, у складу с циљевима истраживања, подељено на два потпоглавља:

5.1. *Први део истраживања:* У овом потпоглављу кандидат је изнео резултате истраживања о утицају замене дела ЧМТ-а на физичко-хемијске и сензорне карактеристике ферментисаних кобасица, уљем од коштица грожђа (КГ варијанте) и ланеним уљем (ЛН варијанте), у течном облику (Т варијанте), као алгинатни гел (А варијанте), као емулзија (Е варијанте) са изолатом протеина соје (ИПС) и инкапсулираним (И варијанте). Ово потпоглавље је подељено на два сегмента. У сегменту 5.1.1. *Варијанте са уљем од коштица грожђа* кандидат је дао резултате за варијанте са уљем од коштица грожђа. Значајне разлике утврђене су у погледу садржаја воде као последица њеног различитог садржаја у надеву и кала током процеса производње. Промене рН вредности су сличне код свих варијанти и у оквирима за ферментисане кобасице с додатим стартер културама. У погледу параметара инструментално одређене боје на пресеку кобасица утврђене су, у односу на КОН, значајно мања светлоћа (L^*) и значајно већи удео црвене боје (a^*) варијанте КГТ и значајно већи удео жуте боје (b^*) и угао *hue* (h) варијанте КГЕ. Након 30 дана складиштења уочено је мало значајних промена. Кандидат истиче да иако су кобасице пуњене у вештачке омотаче, код варијанте КГТ су утврђене значајно мање вредности свих посматраних параметара инструментално одређене боје површине. Након складиштења, најзначајније разлике уочене су код варијанте КГТ, где су сви параметри значајно већи, док на супрот томе код варијанте КГЕ није утврђена значајна промена ниједног параметра. Инструменталном анализом текстуре измерене су највеће вредности тврдоће код КГЕ и оне су готово 2–4 пута веће него код осталих варијанти. Такође, значајно мање вредности тврдоће и жвакљивости варијанте КГТ (у односу на КГА и КГЕ) вероватно су последица боље повезаности комадића меса и ЧМТ-а у присуству емулзије уља и бољег повезивања комадића алгинатног гела, меса и ЧМТ-а, него у присуству течног уља. Значајно мање вредности тврдоће и жвакљивости варијанте КГТ могле би да буду последица великог броја инкапсулираних честица малог пречника које спречавају комадиће меса да се чврсто повежу током ферментације и зрења. Резултати сензорне анализе указују да су све варијанте са уљем од коштица грожђа прихватљиве јер су у погледу свих оцењиваних сензорних карактеристика оцењене оценама већим од 6. У сегменту 5.2.1. *Варијанте с ланеним уљем* кандидат је дао резултате за варијанте с ланеним уљем. Код варијанте ЛНТ утврђен је значајно мањи кало него код свих осталих варијанти. Последица оваквог губитка масе је значајно већи садржај воде и значајно мањи садржај масти код ове варијанте у односу на све остале. И у овом случају промене

pH вредности биле су сличне код свих варијанти. У погледу параметара инструментално одређене боје пресека кобасица, замена дела ЧМТ-а ланеним уљем утицала је на веће разлике параметара инструментално одређене боје у односу на KON него уље од коштица грожђа. То се пре свега односи на значајно веће L^* , b^* и h вредности. Током складиштења, код свих варијанти значајно су се повећале a^* и C^* вредности, док се b^* вредности нису значајно промениле. Вредности параметара инструментално одређене боје површине кобасица указују на мање разлике варијанти с ланеним уљем од варијанте KON, него код KG варијанти. Промене после складиштења најинтензивније су код варијанти LNT и LNI. Код инструментално одређене текстуре, слично као код KG варијаната, варијанте LNT и LNI имале су значајно мање вредности тврдоће него KON и остале две варијанте, а LNE је такође имала и значајно веће вредности тврдоће од осталих варијанти са уљем. У погледу жвакљивости разлике су израженије, тако да се све варијанте међусобно разликују и, као и код KG варијанти, најмања жвакљивост утврђена је код варијанти LNT и LNI, а највећа код варијанте са емулгованим уљем (LNE). За разлику од KG варијанти, складиштење је имало значајнији утицај на параметре инструменталне текстуре – тврдоћа и жвакљивост значајно су се повећали док се кохезивност значајно смањила после складиштења код свих варијанти. Кандидат истиче да је за разлику од KG варијаната, LNT оцењена најмањим оценама, мањим од 6. Такође, варијанта са инкапсулираним уљем добила је значајно мање оценама него преостале две варијанте. На крају овог поглавља кандидат закључује да утицај замене дела ЧМТ-а биљним уљима може да зависи од врсте уља и начина припреме уља пре додавања – утицај ланеног уља је израженији од уља од коштица грожђа, а такође припрема уља као алгинатни гел и емулзија са ИПС-ом има мањи утицај, нарочито у случају ланеног уља, на физичко-хемијске и сензорне карактеристике ферментисаних кобасица. С обзиром на то да је ланено уље у нутритивном смислу повољније од уља од коштица грожђа, кандидат оправдано закључује да у другом делу огледа користи ланено уље које је пре додавања припремљено као алгинатни гел и емулзија са ИПС-ом.

5.2. Други део истраживања: У овом делу истраживања кандидат је приказао резултате истраживања о утицају различитог удела ланеног уља, припремљеног као алгинатни гел (А варијанте) и емулзија са ИПС-ом (Е варијанте), на физичко-хемијске и сензорне карактеристике ферментисаних кобасица, функционалну вредност и карактеристике током складиштења. Кандидат истиче да је повећање садржаја уља у надеву утицало на значајно повећање кала (у односу на KON) само код А варијанти. Такође, као последица повећања иницијалног садржаја влаге и различитог губитка масе, утврђен је значајно већи садржај влаге само код варијанте А9. Садржај протеина се смањује код А варијаната, док у погледу садржаја масти нису утврђене значајне разлике. С повећањем удела ланеног уља утврђен је прогресивни утицај на параметре инструментално одређене боје пресека, осим удела црвене боје. Најизраженије разлике утврђене су код параметара који говоре о томе колико је површина жута, b^* и h , при чему су веће разлике, у односу на KON, утврђене код Е варијанти. Током складиштења вредности ових параметара углавном се нису значајно мењале. Ни за један посматрани параметар инструментално одређене боје површине није уочен прогресиван утицај с повећањем удела уља у надеву. Повећање садржаја уља у надеву припремљеног као емулзија са ИПС-ом резултирао је прогресивним повећањем вредности тврдоће и жвакљивости, без значајних разлика осим на крају складиштења. Код А варијанти, резултати су супротни – повећање удела алгинатног гела утиче на значајно смањење тврдоће и жвакљивости без значајних разлика

између А7 и А9. Није утврђен правилан ток промена параметара инструментално одређене текстуре током складиштења, мада се може закључити да се вредности углавном нису значајно разликовале на почетку и на крају складиштења. Повећање удела ланеног уља утицало је на значајне и прогресивне промене садржаја појединих масних киселина. То се пре свега односи на значајно и прогресивно повећање масних киселина које имају антиатерогена и антитромбогена својства уз смањење садржаја масних киселина за које се сматра да имају протромбогена и проатерогена својства. Ове промене утицале су значајно и на побољшање односа PUFA/SFA и n-6/n-3 (постигнуте препоручене вредности већ код варијанти с 5% ланеног уља у надеву), као и индекса квалитета липида: атерогени и тромбогени индекс. Кандидат даље истиче да повећање садржаја уља није утицало на значајне и прогресивне промене вредности киселинског броја, али су на крају периода складиштења утврђене значајно веће вредности у односу на контролну варијанту код свих варијанти с ланеним уљем. ТВА вредности, као показатељи секундарних промена на мастима, прогресивно су расле с повећањем садржаја ланеног уља, при чему су веће вредности утврђене код Е варијанти. Међутим, према литературним подацима, утврђене вредности су испод границе сензорне детекције. Није утврђен значајан утицај на ток промене на протеинима за време процеса производње и складиштења. Резултати сензорне анализе панела указују на то да утицај повећања удела уља у надеву није изражен у погледу спољашњег изгледа и боје површине. Међутим, у погледу изгледа на пресеку, боје на пресеку, мириса и укуса утврђен је значајан утицај на смањење сензорних оцена. С повећањем удела уља у надеву сензорне оцене су прогресивно биле ниже уз углавном значајно ниже оцене између варијанти с 5% и 9% уља. Уопштено посматрано, Е варијанте су оцењиване нижим оценама од А варијанти, али углавном без значајних разлика. Кандидат истиче да је утврђена јака негативна корелација између сензорних оцена боје на пресеку и параметара инструментално одређене боје пресека, b^* и h . Кандидат посебно истиче појаву горког укуса, утврђену при сензорној оцени 60. дана складиштења, као последицу настанка октопептида у ланеном уљу чија се концентрација повећава с временом. Оцене сензорних карактеристика које су дали потрошачи указују на то да су варијанте с 9% уља (уз Е7) потенцијално неприхватљиве, док су варијанте с 5% уља добиле оцене блиске онима за КОН. На крају овог дела кандидат износи закључке да је позитиван ефекат постигнут у нутритивном погледу уз потенцијално негативан утицај на сензорне карактеристике код варијанти са 7% и негативан код варијанти с 9% уља.

б. Закључци: Кандидат је у овом поглављу изнео најзначајније закључке до којих је дошао у истраживању. На основу добијених резултата кандидат закључује да утицај на физичко-хемијске, нутритивне и сензорне карактеристике ферментисаних кобасица може да зависи од врсте уља, начина припреме уља пре додавања и удела уља у надеву кобасица. Промене у садржају масти и рН вредности нису биле значајне без обзира на врсту уља, начин припреме и количину уља у надеву, док се садржај протеина значајно смањује с повећањем удела ланеног уља припремљеног као алгинатни гел. Припрема уља као емулзије са ИПС-ом значајно утиче на промене L^* , b^* и h вредности пресека без обзира на врсту уља, док замена дела ЧМТ-а ланеним уљем значајно утиче на поменуте параметре без обзира на начин припреме уља. Повећање удела ланеног уља у надеву кобасица прогресивно утиче на повећање параметара инструменталне боје – L^* , b^* , C^* и h . Боја пресека је стабилна током складиштења без обзира на врсту уља, начин примене и удео уља у надеву. Утврђен је мали утицај параметара инструментално одређене боје површине приликом замене ЧМТ-а алгинатним гелом и емулзијом са ИПС-ом, а већи течним и

инкапсулираним уљем. Приликом повећања удела ланеног уља у надеву нису утврђене значајне промене вредности параметара инструментално одређене боје површине кобасица. У погледу параметара инструментално одређене текстуре, кандидат износи закључак да замена дела ЧМТ-а течним и инкапсулираним уљем утиче на значајно смањење тврдоће и жвакљивости, без обзира на врсту уља. Повећање удела уља припремљеног као алгинатни гел утиче на смањење тврдоће и жвакљивости, док повећање удела уља припремљеног као емулзија са ИПС-ом може да утиче на њихово повећање. Повећање удела ланеног уља утиче на прогресивно и значајно побољшање нутритивних својстава ферментисаних кобасица: значајно мањи садржај SFA, значајно већи садржај ALA и PUFA, побољшање свих параметара који говоре о нутритивном квалитету – односи PUFA/SFA и n-6/n-3 и индекси квалитета липида AI и TI. Промене на липидима, иако значајно израженије код варијанти с ланеним уљем, нису биле довољног интензитета да могу да утичу на промену сензорних својстава. Резултати сензорне оцене указују да су мања одступања од контролне варијанте утврђена код варијанти са уљем од коштица грождја и код варијанти код којих је уље (оба уља) припремљено као алгинатни гел и емулзија са ИПС-ом. Сензорна анализа панела указује да повећање удела уља (без обзира на начин припреме) негативно утиче на боју на пресеку, мирис и укус испитиваних ферментисаних кобасица. С друге стране, потрошачи су и варијанту са 7% уља припремљеног као алгинатни гел оценили као прихватљиву и сличну контролној варијанти. На крају кандидат закључује да се могу произвести ферментисане кобасице с 5% уља у надеву значајно побољшаних функционалних својстава, без утицаја на процесе ферментације, сушења и зрења и сензорним својствима која су прихватљива или блиска конвенционалним ферментисаним кобасицама.

7. *Референце:* Наведено је 177 референци које представљају избор и преглед најзначајнијих радова из области истраживања ове докторске дисертације.

8. *Прилог:* Кандидат је у прилогу приказао фотографије начина припрема уља пре додавања у надев ферментисаних кобасица, изгледе оцењивачких листића за све оцене сензорних карактеристика производа и фотографије готових ферментисаних кобасица из оба дела истраживања.

- ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У докторској дисертацији *Славише Б. Стајића, дипл. инж*, изнети су резултати који доприносе усавршавању процеса производње функционалних ферментисаних кобасица. Кандидат је детаљно и систематски истражио доступне литературне податке, на основу којих је дефинисао и поставио јасан циљ истраживања и применио потребне методе како би добио и анализирао резултате које је потом јасно приказао и упоредио с подацима из литературе. Кандидат је показао да је могуће побољшати функционалне карактеристике ферментисаних кобасица заменом дела чврстог масног ткива биљним уљима богатим PUFA без значајног утицаја на сензорне карактеристике готовог производа. Кандидат је истакао да интензитет промене физичко-хемијских и сензорних карактеристика ферментисаних кобасица зависи од врсте уља, начина припреме и удела уља у надеву ферментисаних кобасица. Резултати указују да уља припремљена као емулзија са изолатом протеина соје и као алгинатни гел најмање утичу на промене карактеристика ферментисаних кобасица, што је од посебног значаја будући да су ови начини припреме применљиви у условима индустријске производње ферментисаних кобасица са опремом и

уређајима који су присутни у производњи. Такође, према националном правилнику о квалитету производа од меса, добијене ферментисане кобасице с ланеним уљем представљају функционалну храну. Докторска дисертација *Славише Б. Стајића, дипл. инж.*, урађена је према одобреној пријави и представља оригинално и самостално научно дело чиме су се стекли услови за јавну одбрану.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију *дипл. инж. Славише Б. Стајића* „**Физичка, хемијска, сензорна и функционална својства ферментисаних кобасица са додатком биљних уља**“, и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану.

Чланови комисије:

др Душан Живковић, ванредни професор,
Пољопривредни факултет, Универзитет у
Београду (ужа научна област – *наука о месу*)

др Владимир Томовић, ванредни професор,
Технолошки факултет Универзитета у Новом
Саду (ужа научна област – *прехрамбено
инжењерство*)

др Слободан Лилић, виши научни сарадник,
Институт за хигијену и технологију меса у
Београду (ужа научна област – *хигијена и
технологија намирница анималног порекла*)

др Малиша Антић, ванредни професор,
Пољопривредни факултет, Универзитет у
Београду (ужа научна област – *хемија*)

др Игор Томашевић, доцент Пољопривредни
факултет, Универзитет у Београду (ужа
научна област – *наука о месу*)

Прилог:

Рад Славише Б. Стајића, дипл. инж., објављен у научном часопису који је на SCI листи:

Stajić Slaviša, Živković Dušan, Tomović Vladimir, Nedović Viktor, Perunović Marija, Kovjanić Nataša, Lević Steva & Stanišić Nikola (2014). The utilisation of grapeseed oil in improving the quality of dry fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(11), 2356–2363. doi:10.1111/ijfs.12555.