

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Датум: 30.08.2022.

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације Марије Љ. Митровић, дипломираног инжењера прехрамбене технологије биљних производа.

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду број: 32/9-7.1. од 29.06.2022. године, именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације под насловом: „Унапређење одрживог квалитета јаја у ланцу хране“, кандидата Марије Љ. Митровић, дипломираног инжењера прехрамбене технологије биљних производа.

Комисија у саставу др Нада Шмигић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Душан Живковић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Мирјана Димитријевић, редовни професор Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду, др Срђан Стефановић, виши научни сарадник Института за хигијену и технологију меса у Београду, др Миленко Смиљанић, ванредни професор Технолошког факултета Зворник Универзитета у Источном Сарајеву, на основу прегледа, анализе и оцене докторске дисертације подноси Наставном-научном већу Пољопривредног факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ

Марија Митровић, рођена је 11.09.1984. године у Крушевцу, Република Србија, где је завршила Гимназију. Дипломирала је на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду на одсеку за Прехрамбену технологију, група Технологија биљних производа 24.12.2010. године са општим успехом 8,22 у току студија и оценом 10 на дипломском испиту. На Пољопривредном факултету Универзитета у Београду завршила је специјалистичке академске студије, Прехрамбена технологија, модул Технолошка микробиологија и дана 07.11.2014. године одбранила специјалистички рад под насловом: „Контрола услова хигијене и безбедности полупроизвода од меса у малопродајним објектима“. Докторске студије на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, смер Прехрамбена технологија, уписала је школске 2016/17. године. Тема дисертације пријављена је на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду и одобрена од стране Већа научних области биотехничких наука одлуком број 61206-3958/2-19 од 08.10.2019 године. За менторе докторске дисертације одређени су др Илија Ђекић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и др Игор Томашевић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

Докторска дисертација Марије Љ. Митровић, дипломираног инжењера прехрамбене технологије биљних производа, под насловом „Унапређење одрживог квалитета јаја у ланцу хране“, написана је у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду на укупно 105 страница (90 нумерисаних). Ненумерисани делови дисертације су:

насловне стране на српском и енглеском језику, страница са информацијама о члановима Комисије, странице са изјавама захвалности, страница са сажетком на српском и енглеском језику са кључним речима и страницама са листом скраћеница коришћеним у тексту. Нумерисани део дисертације садржи следећа поглавља: Увод (стр. 1), Преглед литературе (стр. 2-11), Циљ истраживања (стр. 11), Материјал и методе (стр. 12-29), Резултати и дискусија (стр. 30-51), Закључак (стр. 52-53), Литература (стр. 54-65) и Прилози (стр. 66-85). На крају текста налазе се Биографија аутора (стр. 86), Изјава о ауторству (стр. 87), Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада (стр.88) и Изјава о коришћењу (стр. 89-90). Поглавља Преглед литературе, Материјал и методе као и Резултати и дискусија подељени су на више подпоглавља. У оквиру докторске дисертације приказано је 6 слика, 7 графикона и 24 табела. Цитирано је 190 литературних извора.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ланац снабдевања конзумним јајима посматран је са аспекта одрживог квалитета кроз три подсистема: производњу, малопродају и потрошњу. Истраживање је конципирано тако да обухвати утврђивање карактеристика квалитета јаја од стране произвођача на фарми, продаваца на мало и крајњих потрошача у домаћинству, испитивање и оцену утврђених сензорних карактеристика јаја, испитивање унутрашњих и спољашњих карактеристика јаја, моделирање индекса квалитета, испитивање перцепција о квалитету свих учесника у ланцу, испитивање потрошње јаја и производа на бази јаја, планирање квалитета усмереног ка потребама потрошача уз уважавање захтева животне средине, утврђивање индикатора животне средине производње јаја у ланцу хране и оцену учинка заштите животне средине целог ланца снабдевања.

У сврху унапређења одрживог квалитета јаја у ланцу хране кандидат је поставио циљеве истраживања карактеристика квалитета јаја пратећи ланац хране од произвођача јаја преко малопродаје до крајњих потрошача јаја који се односе на утврђивање преференци потрошача везано за обим, структуру и конзумирање јаја, испитивање карактеристика квалитета јаја, сензорно испитивање квалитета јаја и промене перцепције квалитета пратећи ланац хране од произвођача на фарми преко малопродаје до крајњих потрошача у домаћинству, затим утврђивање индикатора животне средине у ланцу снабдевања јајима (потрошњу енергије и воде, потенцијал глобалног загревања, потенцијал ацидификације и потенцијал еутрофикације) на бази дефинисане функционалне јединице, као и испитивање промена перцепције према животној средини свих учесника ланца снабдевања.

3. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ СЕ ПОЛАЗИЛО У ИСТРАЖИВАЊУ

Основна полазна претпоставка ове докторске дисертације је да је могуће унапредити одржив квалитет јаја у целом ланцу хране. С тим у вези, посебно дефинисане хипотезе спроведеног истраживања биле су да постоје разлике у перцепцији квалитета јаја код свих учесника у ланцу (произвођача, продаваца и крајњих потрошача), да се обим и структура потрошње јаја разликују код крајњих потрошача различитих демографских категорија, да постоје разлике у перцепцији утицаја на животну средину код свих учесника у ланцу (произвођача, продаваца и крајњих потрошача), као и у утицају на животну средину, да је могуће смањити негативан утицај на животну средину уколико се са нивоа подсистема целокупан ланац посматра као један систем.

4. КРАТАК ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. У овом поглављу указано је на значај све веће потрошње јаја и производа на бази јаја, њиховог нутритивног састава и мултифункционалних својстава. Истакнута је важност усвајања нових пракси и правила при производњи и промету јаја, која су дефинисана на националном нивоу и усклађена са европском регулативом. Кандидат указује у овом делу и на потешкоће које прате имплементацију постављених захтева и мањак истраживања из ове области, која би објединила све учеснике у ланцу снабдевања конзумним јајима (произвођаче, малопродају, потрошњу у домаћинству) посматрано из перспективе одрживог развоја.

Преглед литературе. Кандидат је у овом поглављу приказао литерарне податке који су блиско повезани са предметом проучавања докторске дисертације и поделио их у три потпоглавља. У првом потпоглављу *Планирање квалитета у ланцу снабдевања јајима* указано је на унутрашње и спољашње карактеристике квалитета конзумних јаја које утичу на понашање потрошача, развој савремених трендова у овој индустрији, на прописе који регулишу дату област и изазове који прате савремену производњу конзумних јаја широм света. Поред наведеног, објашњен је значај планирања квалитета усмереног ка потребама потрошача (енгл. Quality Function Deployment - QFD) као методе за унапређење карактеристика квалитета производа и његове примене на ланац снабдевања конзумним јајима, тако да обухвата оцену квалитета не само од стране потрошача, већ свих учесника у ланцу. Дат је преглед истраживања који обухвата перцепцију и ставове потрошача из угла прихватљивости одређених карактеристика квалитета јаја, производних система и њихов међусобни утицај у последњих десет година. На основу наведеног прегледа, кандидат је закључио да постоји приметан недостатак студија које би посматрале јаја као производ и ланац снабдевања као целину уз идентификацију кључних карактеристика квалитета за сваког од учесника. У другом потпоглављу *Токсични елементи и остаци ветеринарских лекова у јајима и производима на бази јаја* указано је на интензивни развој пољопривредне производње последњих деценија, а самим тим и на повећање концентрације токсичних елемената изнад дозвољених вредности, неконтролисано одлагање отпада, употребу забрањених хемикалија и остатака ветеринарских лекова у производима животињског порекла. Услед неконтролисане употребе, унакрсне контаминације, нестручности кроз индустријске и пољопривредне активности ови контаминенти се могу наћи и у јајима и производима на бази јаја. Кокцидиостатици и токсични елементи испољавају негативне ефекте на здравље и представљају велики ризик за потрошаче широм света, посебно услед дуготрајног излагања ниским концентрацијама након конзумирања контаминираних хране. Кандидат указује на строге прописе и законске обавезе, националне програме надзора који дефинишу услове и мере за праћења резидуа у храни животињског порекла. Поред наведеног, даје преглед истраживања аутора из Азије и Европске уније која су укључила изложеност потрошача токсичним елементима и процену здравствених ризика при конзумирању кокошијих јаја. Из наведеног, кандидат закључује да је процена изложености токсичним елементима и остацима ветеринарских лекова у јајима и производима на бази јаја од велике важности због економске приступачности самих производа и честог конзумирања, као и да постоји ограничен број студија које су спровеле процену ризика повезану са конзумирањем јаја и производа на бази јаја. У трећем потпоглављу *Оцена животног циклуса ланца снабдевања јајима* указано је на последице убрзаног развоја индустрије конзумних јаја (као једне од најбрже растућих) на климатске промене, важност имплементације и достизања 17 глобалних циљева одрживог развоја Уједињених нација (енгл. Sustainability Development Goals of the United Nations - SDG UN), афирмисање свих заинтересованих страна да препознају своју улогу у проналажењу могућности за смањење

утицаја и важност учешћа научних заједница у решавању еколошког проблема. Истакнут је значај методе оцене животног циклуса (енгл. Life Cycle Assessment - LCA) за утврђивање укупног утицаја на животну средину кроз цео ланац снабдевања конзумним јајима и могућност смањења утицаја на животну средину, као и QFDE методе (енгл. Quality Function Deployment for Environment - QFDE), односно планирања квалитета усмереног ка потребама потрошача уз уважавање захтева животне средине као оптималног модела који обједињује QFD и LCA концепт. Такође, дат је преглед истраживања процене животног циклуса у ланцу конзумних јаја у последњих десет година и осврт на недостатак студија које би обухватиле произвођаче, малопродају и потрошаче у домаћинствима, као и студија које би испитале перцепцију учесника према животној средини у односу на улогу коју имају у ланцу снабдевања.

Материјал и методе. Ово поглавље је груписано у четири потпоглавља. У првом потпоглављу *Карактеристике квалитета јаја у ланцу снабдевања* назначено је да су подаци о преференцијама и ставовима потрошача према квалитету јаја прикупљени у току прве половине 2020. године уз помоћ упитника у циљу утврђивања обима и структуре конзумирања јаја крајњих потрошача различитих демографских категорија којим је обухваћено 1.000 испитаника у већим градовима Србије. Испитаници су рангирани и 32 изјаве о квалитету користећи Ликертову скалу са пет бројчаних категорија (1-уопште се не слажем; 2-не слажем се; 3-немам мишљење; 4-слажем се; 5-потпуно се слажем). Поред наведеног, приоритети потрошача при куповини јаја истражени су на основу развијених девет атрибута који су били груписани у шест подскупова коришћењем скале најбоље-најгоре (најутицајнији атрибут сматрао се најбољим, а најмање утицајан најгорим атрибутом). Узорак је унапред одређен у погледу старосне доби, броја испитаника и места пребивалишта. Подаци о аспектима квалитета јаја прикупљани су током друге половине 2020. године од свих учесника у ланцу, кроз интервјуе са произвођачима јаја, менаџерима квалитета малопродајних ланаца и крајњим потрошачима у домаћинству. Питања са рангирањем су коришћена за процену важности коју учесници у ланцу снабдевања додељују низу аспеката, везаних за квалитет конзумних јаја. Узорак је обухватио произвођаче и малопродајне објекте који обухватају најмање 50% тржишног учешћа у производњи и промету кокошијих јаја у Србији. Свако од испитаника рангирао је 10 утврђених карактеристика квалитета које се односе на његову улогу у ланцу и још 10 карактеристика квалитета које се односе на његове директне добављаче. Скала рангирања укључивала је могућност да учесници сврстају сваку карактеристику квалитета у распону од 10 - најважнија до 1 - најмање важна. Овај приступ примењен је на три учесника са две интеракције (произвођачи наспрам малопродаје, малопродаја наспрам домаћинства). Добијени резултати анализирани су вредновањем становишта купаца - добављач у различитим фазама ланца снабдевања конзумним јајима (од производње до потрошње у домаћинству) и коришћењем QFD методе (од потрошње у домаћинству до производње на фарми). Описани су основни елементи куће квалитета (House of Quality - HOQ) као алата за приказ карактеристика квалитета. HOQ модел који је примењен у овој докторској дисертацији састојао се од три кључна елемента: (а) захтевани квалитет (ШТА), (б) карактеристике квалитета (КАКО) и (в) матрица односа (ШТА наспрам КАКО). Карактеристике квалитета (КАКО) које су употребљене у матрици биле су карактеристике које су дефинисане за сваког учесника у ланцу снабдевања конзумним јајима. Везе између утврђених захтева (ШТА) и карактеристика квалитета (КАКО) у циљу идентификовања важних особина производа оцењена је на следећи начин: 9-јака корелација, 3-средња корелација, 1-слаба корелација и 0-не постоји корелација. Стручни тим из области истраживања квалитета производа животињског порекла који је прихватио учешће у овом истраживању, рангирао је односе у формираном HOQ моделу уз

помоћ Делфи методе до постизања консензуса. Инструментална испитивања карактеристика квалитета јаја (маса јаја, деформација и дебљина љуске, висина беланца) испитане су коришћењем анализатора текстуре (ТА.ХТ Texture Analyzer), након чега је извршено поређење измерених карактеристика у односу на дефинисане тежинске класе (S, M, L, XL) свежих јаја набављених од истог произвођача. Одређивање боје љуске, боје беланца, боје жуманца, удео жуманца у разливеној површини и утврђивање индекса облика јаја спроведено је компјутерским визуелном методом (енгл. Computer vision system - CVS) према Томашевић и сар. (2019). За потребе сензорног испитивања образован је панел од дванаест искусних и обучених оцењивача хране животињског порекла. Панелисти су оценили тврдо кувана јаја дескриптивном методом у две сесије у два понављања. За испитивање сензорног квалитета одабрани су следећи атрибути: 1) визуелни изглед (облик куваног јајета), 2) арома (мирис целог јајета), 3) укус (карактеристична арома и укус целог јајета), 4) тврдоћа жуманцета 5) тврдоћа беланцета 6) лепљивост жуманца (интензитет лепљивости на десни). Оцена узорака јаја (различитих класа XL-L и S-M) у односу на атрибуте вршена је на линијској скали од 0 до 15 cm (где се 0 cm односило на – округлао облик/не опажа се, а 15 cm на - идеално јајолик облик/изузетно јако). Сензорна оцена (мириса и укуса) пржених јаја-кајгане спроведена је тестирањем разлика у троуглу у складу са поступком дефинисаним међународним стандардом ISO 4120:2021 у односу на свежину ($XJ > 70$, $XJ < 70$). Поред наведеног, коришћена је и техника индекса укупног квалитета (енгл. Total Quality Index - TQI) како би се увиделе корелације изабраних карактеристика (укупна разлика у боји ΔE за жуманце и ΔE за беланце) у поређењу са Хоговим јединицама ($XJ = 20-40$, $XJ = 40-60$, $XJ = 60-80$). Резултати су анализирани користећи правило: „што је нижа вредност TQI, то је бољи квалитет“. У другом потпоглављу **Појава, изложеност и карактеризација ризика у вези са јајима и производима на бази јаја** дат је приказ анализе токсичних елемената (As, Cd, Pb и Hg) применом масене спектрометрије са индуковано спрегнутом плазмом (енгл. Inductively coupled plasma mass spectrometry ICP - MS) и кокцидиостатика (диклазурил - DICL, робенидин - ROBN, нарасин - NAR, никарбазин - DNC, монензин - MON, салиномицин - SAL, мадурамицин - MAD, ласалоцид - LAS и толтлазурил - TOL) у свежим јајима применом течне хроматографије – са масеном детекцијом (енгл. Liquid Chromatography - Mass Spectrometry LC-MS/MS), процена изложености становништва токсичним елементима приликом конзумирања јаја и производа на бази јаја, као и процена здравствених ризика. Узорци јаја прикупљени су са различитих фарми јаја у Србији у периоду од 2018. до 2020. године, у оквиру националног програма праћења резидуа. Лабораторијске анализе спроведене су на Институту за хигијену и технологију меса, у Београду. Испитивање потрошње јаја и производа на бази јаја спроведено је током 2020. године и интервјуисано је укупно 1.000 испитаника старијих од 18 година. Упитник је развијен према смерницама Европске агенције за безбедност хране (енгл. European Food Safety Authority - EFSA), како би се омогућила анализа учесталости и количине конзумиране хране. Упитник је имао следеће одељке: (i) демографски подаци - пол, старост, висина и телесна тежина (енгл. Body weight - bw); последња два су омогућила израчунавање индекса телесне масе (енгл. Body mass index - BMI) = тежина [kg]/висина² [m²]; (ii) обрасци потрошње јаја и производа на бази јаја који пружају испитаницима могућност да наведу учесталост конзумирања; (iii) трећи сет питања дизајниран је за анализу потрошње 10 различитих врста јаја и/или производа на бази јаја, на основу два времена опозива: „јуче“ (једнодневни опозив) и „у последњих седам дана“ (седмодневни опозив). Група одабраних 10 врста јаја/производа на бази јаја обухватила је: јаја (пржена јаја, кувана јаја, кајгану, омлет), пецива, тестенине, производе са јајима на бази меса, поховано поврће, другу поховану храну, поховану рибу и морске плодове, колаче, торте и мајонез. Пре теренског истраживања везаног за обрасце потрошње, за сваку наведену групу производа на бази јаја процењен је просечни садржај/удео јаја на 100 g финалног производа.

Изложеност токсичним елементима кроз конзумирање јаја и производа на бази јаја, израчуната је на основу података из анкете о потрошњи, концентрације токсичних елемената у јајима и телесне тежине испитаника уз помоћ Монте Карло симулације за једнодневни и седмодневни опозив потрошње. Такође, на основу добијених концентрација кокцидиостатика израчунат је њихов допринос препорученом прихватљивом дневном уносу (енгл. Acceptable daily intake - ADI). Потенцијал за неканцерогене ефекте (енгл. Total hazard index - THI) процењен је као однос изложености просечном уносу токсичне супстанце путем хране и одговарајуће референтне дозе, док је потенцијал за канцерогене ефекте (енгл. Carcinogenic risk - CR) процењен као производ вероватноће изложености токсичној супстанци и коефицијента њене канцерогености. У трећем потпоглављу *Процена животног циклуса ланца снабдевања*, ланац снабдевања конзумним јајима представљен је кроз три подсистема: производњу јаја на фарми, малопродају и потрошњу јаја у домаћинству. Описана је методологија оцене животног циклуса и фазе израде LCA студије. За сваки подсистем идентификовани су еколошки индикатори на основу дефинисане функционалне јединице (енгл. Functional Unit – FU) од 1 кг јаја. Оптерећење животне средине посматрано је кроз потрошњу природних ресурса (воде и енергије), активности транспорта, управљање отпадом и емисије гасова са ефектом стаклене баште. У сврху прикупљања података, развијена су три циљана упитника за сваког од учесника у ланцу снабдевања (производњу на фарми, малопродају, домаћинство) на основу спроведених сличних истраживања објављених у научној литератури. Произвођачи и малопродајни објекти бирани су тако да обухвате најмање 50% тржишног удела у производњи и промету кокошијих јаја у Србији. Прикупљање података спроведено је током 2021. године у директним разговорима са произвођачима (укупно 30 произвођача са 62,6% удела у укупној производњи јаја у Србији), менаџерима квалитета у малопродајним ланцима (50 малопродајних објеката са уделом од 70,2% у укупној годишњој продаји јаја у Србији) и члановима 300 домаћинстава из урбаних делова Србије (од чега 50% из Београда где је тржиште највеће и најразвијеније). Сирови подаци добијени из LCA анкета, од свих учесника ланца снабдевања, представљали су главне компоненте инвентара података животног циклуса за све наведене подсистеме. Анализом инвентара израчунати су подаци у односу на годишњу производњу јаја за подсистем производња на фарми, на годишњи промет јаја за подсистем малопродаја и годишњу потрошњу јаја за подсистем домаћинство. Изабрани индикатори утицаја на животну средину у ланцу снабдевања јајима били су: потенцијал глобалног загревања (енгл. Global Warming Potential - GWP), кумулативна потрошња енергије (енгл. Cumulative Energy Demand - CED), супстанце које уништавају озонски омотач (енгл. Ozone Depletion Substances - OSD), потенцијал токсичности за људе (енгл. Human toxicity potential - HTP), потенцијал ацидификације (енгл. Acidification Potential - AP) и потенцијал еутрофикације (енгл. Eutrophication Potential - EP). Даља анализа утицаја на животну средину за све подсистеме спроведена је коришћењем базе података CcaLC i Ecoinvent©. Испитивање промена перцепције три учесника ланца снабдевања према утицају на животну средину, спроведено је рангирањем по важности 12 идентификованих еколошких аспеката који се односе на њихову улогу у ланцу снабдевања и још 12 еколошких аспеката који се односе на њихове директне добављаче. Скала рангирања укључивала је могућност да учесници сврстају сваки еколошки аспект по важности у распону од 12 - највећи утицај на животну средину до 1 - најмањи утицај на животну средину. Анализа је обухватила интеракцију производње на фарми наспрам малопродаје и малопродаје наспрам домаћинства. Еколошки захтеви у производњи кокошијих јаја и однос тих захтева са утицајима на животну средину представљени су кроз QFDE матрицу у облику куће квалитета. У четвртом потпоглављу *Статистичка обрада података* приказана је анализа добијених резултата истраживања која је обухватила примену основног параметријског теста (анализу варијанси-ANOVA), непараметријских тестовова и факторску

анализу, коришћењем програма Microsoft Excel 365 и SPSS Statistics 20.0. При анализи перцепције квалитета у ланцу снабдевања јајима израчунате су просечне оцене за сваку карактеристику квалитета и коришћен је непараметријски тест (Mann Whitney U -тест), како би се утврдиле разлике у рангирању 10 варијабилних карактеристика квалитета свих учесника ланца снабдевања. У оквиру истраживања перцепције карактеристика квалитета од стране потрошача, коришћен је хиквадрат тест како би се открило да ли постоје везе између анализираних потрошње јаја и демографских података као што су пол, старост, индекс телесне масе и тежина испитаника. Кластер анализа спроведена је да би се испитаници класификовали према релативном нивоу слагања са дефинисаним изјавама добијеним на Ликертовој скали, које везују за карактеристике квалитета јаја. Разлике између два кластера утврђене су применом непараметријског теста (Mann Whitney U - тест). Подаци добијени сензорном оценом, анализирани су у складу са захтевима међународног стандарда ISO 16820:2019. Ниво статистичке значајности у свим статистичким анализама постављен је на 0,05. За процену дневног уноса одабраних токсичних елемената приликом конзумирања јаја и производа на бази јаја спроведена је Монте Карло симулација која се састојала од 100.000 итерација.

Резултати и дискусија. Резултати истраживања обрађени су у оквиру три потпоглавља и приказани су на прегледан начин кроз табеле, слике и графиконе. Дискусија резултата је темељна и концизна уз адекватно поређење са резултатима сличних истраживања која су доступна у литератури. У потпоглављу *Карактеристике квалитета у ланцу снабдевања јајима* приказана је евалуација аспеката квалитета при поређењу интеракције купаца и добављача, затим евалуација HOQ модела, анализа перципираних карактеристика квалитета и мотива куповине јаја са аспекта најбоље-најгоре, анализа ставова потрошача према конзумним јајима, инструментална анализа спољашњих и унутрашњих карактеристика квалитета јаја, сензорна оцена, као и практичне примене за ланац снабдевања јајима. Добијени резултати за интеракцију производња на фарми-малопродаја, указују да је врста производње доминантна карактеристика квалитета за оба учесника ланца. Поред тога, исхрана и врста хибрида кока носила су важне карактеристике квалитета за произвођаче на фарми, док су за малопродају најважније карактеристике паковање и физичко оштећење јаја. Када је реч о интеркацији малопродаја-домаћинство, старост и класа јаја подједнако су значајне карактеристике за оба учесника у овом делу ланца, док је за малопродају значајан и изглед љуске, а за домаћинство порекло јаја. Резултати добијени применом QFD модела кроз цео ланац снабдевања показују да су најважније карактеристике цена у односу на квалитет, облик и величина јаја и врста хибрида кока носила. Рангирање значаја утврђених карактеристика квалитета разликовало се кроз три подсистема, док је поређење резултата интеракције производња на фарми-малопродаја и малопродаја-домаћинство показало сличност. Инструментална анализа јаја једног од највећих произвођача на српском тржишту, указала је на варијације у најважнијим унутрашњим карактеристикама (боја жуманца, боја беланца, висина беланца) и спољашњим карактеристикама квалитета (боја, дебљина и дефирмација љуске) у односу на свежину (изражену XJ) и тежинску класу (S, M, L, XL). Паралелно, израчунавање укупног индекса квалитета (TQI) указало је на нову димензију при процени квалитета јаја користећи одабране карактеристике (ΔE жуманца, ΔE беланца, XJ). Сензорна анализа за два најчешћа кулинарска начина припреме јаја (пржење и кување), није показала статистички значајну разлику између утврђених карактеристика квалитета. Панелисти нису уочили разлике у мирису и укусу пржених јаја различите свежине ($XJ > 70$, $XJ < 70$), као ни у дескриптивним карактеристикама (мирис, укус, изглед попречног пресека, тврдоћа беланца, тврдоћа и лепљивост жуманца) куваних јаја различитих класа (XL-L и S-M). У потпоглављу *Појава, изложеност и карактеризација ризика у вези са јајима и производима на бази јаја* приказана је анализа

обима и структуре потрошње свежих кокошијих јаја и производа на бази јаја, испитаника различитих демографских категорија, потом концентрације токсичних елемената (As, Cd, Pb, Hg) и кокцидиостатика (DICL, ROBN, NAR, DNC, MON, SAL, MAD, LAS, TOL) у свежим кокошијим јајима, процена изложености становништва токсичним елементима при конзумирању јаја и оцена здравствених ризика. Резултати анкете о потрошњи показали су да одрасло становништво у Србији (60,5%) најчешће конзумира свежа јаја за доручак (69,8%). Популација млађа од 34 године (52,85%), као и она од 34 до 49 година (53,38%), конзумира пржена јаја и омлет за доручак неколико пута недељно. Старији од 50 година, конзумирају само пржена јаја неколико пута месечно. Потрошачи са $BMI \leq 24,9$ и тежином до 70 kg конзумирају пржена јаја (32,11%) неколико пута месечно, док они са $BMI \geq 24,9$ и тежи од 70 kg конзумирају пржена јаја (40,84%) неколико пута недељно. Жене чешће конзумирају пржена јаја (58,92%), док мушкарци чешће припремају пржена јаја и омлет (65,79%). Процењени дневни унос токсичних елемената приликом конзумирања јаја износио је As = 0,0058 $\mu\text{g/kg bw/дневно}$; Cd = 0,0019 $\mu\text{g/kg bw/дневно}$; Pb = 0,0052 $\mu\text{g/kg bw/дневно}$; Hg = 0,0017 $\mu\text{g/kg bw/дневно}$. Добијени резултати показали су да одрасла популација у Србији није изложена здравственим ризицима (As, Cd, Pb, Hg) приликом конзумирања јаја и производа на бази јаја. Присуство антикоцидијалних средстава откривено је у 56 (19%) узорака јаја. Најчешће је детектован MAD (14,12%), затим LAS (6,27%), SAL (3,53%), ROBN (1,96%) и DNC (1,17%). Откривене концентрације ових кокцидиостатика биле су изнад граница важећих прописа у Србији. На основу података о анализираним кокцидиостатикима, израчунат је њихов допринос ADI вредности. Допринос за SAL био је знатно виши (56%), док је за MAD премашио препоручене дневне вредности (130%). У потпоглављу **Процена утицаја ланца снабдевања јајима на животну средину** израчунати су следећи индикатори утицаја на животну средину: (i) потенцијал глобалног загревања (GWP); (ii) кумулативна потражња енергије (CED); (iii) оштећење озонског омотача (ODS); (iv) потенцијал токсичности за људе (НТР); (v) потенцијал ацидификације (AP), и (vi) потенцијал еутрофикације (EP). Такође, приказане су просечне вредности и распон стандардне девијације за GWP, CED, ODS, НТР, AP и EP, као и релативни утицаји процеса, укључених у све подсистеме. Активности на фарми испољиле су највећи еколошки утицај кроз производњу хране за коке носиле и употребу природних ресурса и највише доприносе оптерећењу сваког појединачног индикатора животне средине. Активности на фарми највише доприносе свим испитаним еколошким утицајима појединачно GWP (78,96%), CED (90,28%), ODS (91,67%), НТР (90,21%), AP (87,24%), EP (95,95%). Потом следи малопродаја GWP (20,70%), CED (9,68%), ODS (8,32%), НТР (9,57%), AP (12,55%), EP (3,96%) и домаћинство са најмањим доприносом GWP (0,34%), CED (0,03%), ODS (0,02%), НТР (0,22%), AP (0,22%), EP (0,08%). Кроз цео ланац снабдевања конзумним јајима емитује се укупно 3,33 kg CO₂eq/kg FU; 29,01 MJe/kg FU; 0,17 mg R11e/kg FU; 1,15 kg 1,4 DBe/kg FU; 17,76 g SO₂e/kg FU и 27,79 g PO₄e/kg FU. Резултати показују разлику у еколошком утицају сваког појединачног подсистема и идентификују прилике за њихово ублажавање кроз оптимизацију формулације хране за коке носиле, потрошњу енергије, управљање отпадом у домаћинству. Од 12 утврђених аспеката животне средине који се односе на производњу јаја на фарми, испуштање отпадних вода, употреба фосилних горива и руковање опасним отпадом препознати су као доминантни аспекти животне средине из угла произвођача јаја. Менаџери квалитета малопродајних ланаца издвојили су управљање опасним и неопасним отпадом и контаминацију земљишта као најзначајније аспекте животне средине. Потрошачи деле мишљење у вези опасног отпада, али издвајају и употребу фосилних горива за транспорт и потрошњу електричне енергије као веома значајне аспекте. Циљеви одрживог развоја UN-а које су учесници ланца издвојили као најважније за достизање су одговорна потрошња јаја у домаћинству и одговорна производња јаја на фарми (33,3%), ублажавање утицаја свих

активности кроз цео ланац на климатске промене (26,7%), ефикасна употреба воде (20,0%) и енергије (13,3%). Кандидат наводи да евидентне разлике у перцепцији утицаја на животну средину дуж целог ланца снабдевања јајима, указују на неопходност промоција и иницијатива свих заинтересованих страна за достизање циљева одрживог развоја.

Закључак. На основу добијених резултата истраживања и њихове дискусије кандидат је у овом поглављу правилно извео одговарајуће закључке:

- Постоје разлике у перцепцији квалитета дуж целог ланца снабдевања јајима. Добијени резултати анализе интеракције између производње на фарми и малопродаје показују да је за произвођаче јаја најважнија врста производног система, начин исхране и избор хибрида кока носилца. Малопродајни ланци деле мишљење произвођача о значају система производње, али је за њих такође важна врста и величина амбалаже, као и оштећења јаја при продаји. Резултати анализе интеракције између малопродаје и домаћинства истичу изглед љуске као веома важну карактеристику квалитета за продавца на мало, а информације о пореклу јаја као веома важну карактеристику за потрошаче у домаћинству. Старост, односно рок трајања и класа јаја подједнако су значајни за оба учесника у овом делу ланца снабдевања јајима.
- Применом QFD методологије добијени су резултати који указују да је цена у односу на квалитет најважнија карактеристика квалитета за све учеснике ланца снабдевања. Поред наведеног очекивања, рангирање значаја карактеристика квалитета разликовало се према учеснику у ланцу, почевши од рока употребе, облика и величине јаја (у домаћинству), преко класе јаја (у малопродаји) до врсте хибрида кока носилца (код произвођача на фарми). Поред наведеног, потрошачи различитих демографских категорија имају различите перцепције и ставове о квалитету јаја. Наведени приступ даје бољи увид у разумевање динамике односа у погледу очекиваног квалитета конзумних јаја и задовољства свих заинтересованих страна.
- Спољашње карактеристике квалитета у односу на тежинске класе јаја (S, M, L, XL) нису показале корелацију, јер ове разлике перципирају само потрошачи (што је јаје веће, то је квалитетније) без научне позадине. Насупрот томе, резултати истраживања су указали да постоје разлике у боји (жуманца и беланаца) између јаја различите свежине које су потрошачи могли да уоче. Паралелно, израчунавање укупног индекса квалитета показало је да комбинација одабраних карактеристика може дати нову димензију у процени квалитета јаја. Насупрот томе, сензорни панел није открио уочљиве разлике између ових група квалитета.
- Целокупна испитана популација потврдила је потрошњу јаја најмање на недељном нивоу, при чему је велики број испитаника (95,9%) конзумирао јаја сваки други дан. Јаја се индиректно конзумирају преко производа на бази јаја у готово истој количини као и свежа јаја. Такође, уочене су значајне разлике у структури и обиму потрошње код крајњих потрошача различитих демографских категорија.
- Без обзира на велику потрошњу јаја и производа на бази јаја, одрасла популација у Србији није изложена уносу токсичних елемената As, Cd, Pb, Hg преко прихватљивих вредности (дневних и недељних), а који су последица конзумирања ових производа. Сходно томе, нема опасности по здравље, кокошја јаја су безбедан производ у погледу изложености As, Cd, Pb, Hg. Међутим, присуство недозвољених кокцидиостатика у јајима у Србији указује на потребу за промовисањем добре ветеринарске праксе од стране свих учесника у ланцу снабдевања.

- Учесници различито перципирају утицаје на животну средину дуж целог ланца снабдевања јајима. Произвођачи јаја на фарми нису препознали негативан еколошки утицај активности обезбеђења хране за коке носиле, док малопродаја није рангирала потрошњу електричне енергије и фосилних горива за транспорт као најважније. Потрошачи у домаћинству нису препознали врсту отпада која настаје приликом припреме јаја. Добијени резултати указују на потребу покретања еколошких иницијатива у циљу едукације и подизања свести кроз све подсистеме појединачно, како би се идентификовали најважнији утицаји на животну средину и предузеле мере за њихово смањење.
- Постоје разлике у утицају на животну средину између свих учесника. Активности на фарми јаја испољиле су највећи утицај на животну средину кроз обезбеђење хране за коке носиле и употребу природних ресурса и дале су највећи допринос утицају сваког појединачног еколошког индикатора.
- Коначно, примена резултата QFDE методе може утицати на побољшање еколошких перформанси сваког посматраног подсистема појединачно, али такође може узети у обзир еколошке перцепције свих заинтересованих страна приликом достизања постављених циљева унапређења одрживог квалитета јаја у ланцу хране како је и претпостављено кроз основну постављену научну хипотезу.

Литература. У дисертацији је на правилан начин цитирано 190 релевантних литературних извора.

Прилози. Извршен је приказ упитника који су коришћени за утврђивање карактеристика квалитета јаја у ланцу хране, испитивање перцепција потрошача о карактеристикама квалитета и преференци везано за обим и структуру потрошње јаја и производа на бази јаја, сензорно испитивање квалитета јаја, испитивање перцепције и утицаја на животну средину код произвођача, продаваца на мало и потрошача.

5. ОСТВАРЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Реализацијом ове дисертације анализирани су перцепције квалитета као и утицај на животну средину свих учесника у ланцу снабдевања конзумним јајима (произвођача, продаваца на мало и крајњих потрошача). Остварени резултати у оквиру ове докторске дисертације доприносе унапређењу одрживог квалитета конзумних јаја кроз идентификацију и смањење утицаја на животну средину целокупног ланца снабдевања, као и сваког од учесника уз дефинисање правца побољшања квалитета. Поред наведеног, резултати истраживања пружају квантитативну процену изложености становништва токсичним елементима (As, Cd, Pb, Hg) приликом конзумирања јаја и производа на бази јаја, као и процену здравствених ризика.

6. ОБЈАВЉЕНИ И САОПШТЕНИ РЕЗУЛТАТИ

У сарадњи са другим ауторима кандидат је написао 3 научна рада која су садржински повезана са дисертацијом и објављена у међународним часописима на SCI листи.

Референце:

1. **Mitrovic, M.**, Tomasevic, I., Stefanovic, S., Djordjevic, V. and Djekic, I. (2021). Toxic elements in eggs and egg-based products: occurrence, exposure assessment and risk characterisation for the Serbian population. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 56 No. 12, pp. 6685-6696. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15366>. (M22, IF 3,612)
2. **Mitrovic, M.**, Tomasevic, I. and Djekic, I. (2021). Quality perception throughout the table egg supply chain. *British Food Journal*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-094>. (M22, IF 3,224)
3. **Mitrovic M.**, Tomasevic I., Djekic I. (2022). Assessment of Environmental Impacts from Different Perspectives-Case Study of Egg Value Chain System in Serbia. *Foods*, Vol. 11 No. 12, p.1697. <https://doi.org/10.3390/foods11121697>. (M21, IF 5,561)

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација под насловом „Унапређење одрживог квалитета јаја у ланцу хране“, коју је поднела Марија Љ. Митровић, дипломирани инжењер прехранбене технологије биљних производа, представља оригинални и самостални научни рад из области Технолошког инжењерства. Комисија сматра да је дисертација урађена у складу са програмом који је предложен у одобреној Пријави. На основу анализе, која се односи на научни и стручни допринос остварених резултата ова докторска дисертација представља заокружену научно-истраживачку целину. Кандидат је у циљу правилног тумачења резултата и доношења закључака адекватно дефинисао предмет и програм истраживања, изабрао одговарајући материјал и актуелне методе, поставио циљ и хипотезе, проучио претходна истраживања која су се бавила истом или сличном проблематиком, спровео истраживања, прикупио податке, применио одговарајуће статистичке методе за анализу, поредио резултате са вредностима из истраживања других аутора и дискутовао у циљу извођења закључака.

Остварени резултати истраживања су у складу са постављеним циљевима, потврђују у потпуности све полазне хипотезе, значајни су како за науку, тако и за праксу, имајући у виду да би сви учесници у ланцу снабдевања конзумним јајима, као и све заинтересоване стране могле утврдити потенцијал за побољшање одрживог квалитета. Истраживање може бити од интереса за саветодавне институције, менаџере, ветеринаре и прехранбене технологе који су заинтересовани да усмере поглед на квалитет ка широј перспективи ланца конзумних јаја. Изведени закључци пружају увид и подршку процени комплетног животног циклуса производа и идентификују прилике за ублажавање утицаја целог ланца снабдевања конзумним јајима на животну средину. Поред наведеног, добијени резултати имају економске и комерцијалне утицаје и могу помоћи у импровизацији јавне политике на локалном нивоу.

Имајући у виду постигнуте резултате истраживања, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидата Марије Љ. Митровић, под насловом „Унапређење одрживог квалитета јаја у ланцу хране“ и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, да прихвати позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану.

Београд - Земун,

Датум: 30.08.2022. године

Чланови комисије:

др Нада Шмигић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Управљање безбедношћу и квалитетом хране)

др Душан Живковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Технологија анималних производа)

др Мирјана Димитријевић, редовни професор
Факултет ветеринарске медицине Универзитета у Београду
(ужа научна област: Хигијена и технологија меса)

др Срђан Стефановић, виши научни сарадник
Институт за хигијену и технологију меса у Београду
(ужа научна област: Биотехничке науке - Ветеринарство)

др Миленко Смиљанић, ванредни професор
Технолошки факултет Зворник, Универзитет у Источном Сарајеву
(ужа научна област: Храна и пиће)

ПРИЛОГ

Објављени радови Марије Љ. Митровић, дипломираног инжењера прехранбене технологије биљних производа у часописима на SCI листи, који су садржински повезани са докторском дисертацијом:

4. **Mitrovic, M.**, Tomasevic, I., Stefanovic, S., Djordjevic, V. and Djekic, I. (2021). Toxic elements in eggs and egg-based products: occurrence, exposure assessment and risk characterisation for the Serbian population. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 56 No. 12, pp. 6685-6696. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15366>. (M22, IF 3,612)
5. **Mitrovic, M.**, Tomasevic, I. and Djekic, I. (2021). Quality perception throughout the table egg supply chain. *British Food Journal*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-094>. (M22, IF 3,224)
6. **Mitrovic M.**, Tomasevic I., Djekic I. (2022). Assessment of Environmental Impacts from Different Perspectives-Case Study of Egg Value Chain System in Serbia. *Foods*, Vol. 11 No. 12, p.1697. <https://doi.org/10.3390/foods11121697>. (M21, IF 5,561)

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Немањина 6, 11080 Београд - Земун
Катедра за управљање безбедношћу и квалитетом хране

ИЗВЕШТАЈ

О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

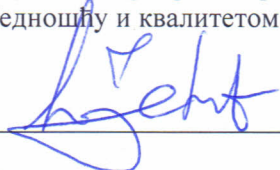
На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације под насловом „**Унапређење одрживог квалитета јаја у ланцу хране**“, аутора Марије Митровић, констатујемо да је утврђено подударање текста које износи 9%.

Овај степен подударности је последица употребе цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, општих и стручних израза, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

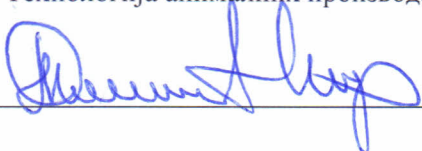
На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Ментори:

др Илија Ђекић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област Управљање безбедношћу и квалитетом хране)

/  /

др Игор Томашевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област Технологија анималних производа)

/  /