

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију 19.02.2010, XI седница Наставно-научног већа Технолошког факултета Универзитета у Новом Саду.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>Др Маријана Царић, професор емеритус, Технологије конзервисане хране, Технологија млека и млечних производа, 24.09.2008., Универзитет у Новом Саду, председник</p> <p>Др Спасенија Милановић, редовни професор, Технологије конзервисане хране, Технологија млека и млечних производа, 04.05.2004., Технолошки факултет Нови Сад, ментор</p> <p>Др Драгојло Обрадовић, редовни професор, Технолошка микробиологија, 05.07.1995., Пољопривредни факултет Земун, члан</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: МИРЕЛА ( Драгољуб) ИЛИЧИЋ</p> <p>2. Датум рођења, општина, република: 10.05.1977., Задар, Хрватска</p> <p>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе: 14.03.2005., Технолошки факултет, Нови Сад, <i>Развој технологије кварка уз примену пробиотика</i></p> <p>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Технологије конзервисане хране</p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ ФУНКЦИОНАЛНОГ ФЕРМЕНТИСАНОГ МЛЕЧНОГ НАПИТКА
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p>Докторска дисертација мр Миреле Иличић је веома прегледно и јасно изложена у шест поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Увод (стр. 1-2)</li><li>2. Општи део (стр. 3-44)</li><li>3. Материјал и методе рада (стр. 45-52)</li><li>4. Резултати и дискусија (стр. 53-102)</li><li>5. Закључак (стр. 103-104)</li><li>6. Литература (стр. 105 -112)</li></ol> <p>Дисертација је написана на 112 страна А4 формата, садржи 66 слика, 25 табела и 122 литературна навода. На почетку дисертације дата је кључна документација са изводом на српском и енглеском језику.</p>

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **УВОДУ** аутор указује на значај избора стартер културе у производњи ферментисаних млечних производа. Стартер културе су селекционирани микроорганизми изоловани на основу различитих карактеристика који сложеним биохемијским процесима ферментишу млеко продукујући различите компоненте у зависности од типа ферментације (хомо- или хетероферментација), и тако утичу на физичко-хемијске, реолошке, нутритивне и сензорне карактеристике производа. Поред традиционалних термофилних стартера (*Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbruecki* spp. *bulgaricus*) велики напредак у савременој технологији ферментисаних млечних напитака постигнут је развојем пробиотских (интестиналних) бактерија (најчешће из рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*). Најновије варијанте ферментисаних млечних напитака поред пробиотика садрже и пребиотике (инулин, олигофруктоза и др.) који стимулишу раст и вијабилност присутних стартера. Ферментисани млечни напици који садрже пробиотике и/или пребиотике позитивно утичу на здравствени статус хуманог организма, и као такви представљају један од најзначајнијих примера функционалне хране.

Чајна гљива је симбиоза квасаца (*Pichia, Zygosaccharomyces*) и бактерија сирћетне киселине (*Acetobacter* и *Gluconobacter*). Традиционално се гаји на црном чају заслађеним сахарозом, а резултати досадашњих истраживања показују да може да се култивише и на другим супстратима као што су: црно пиво, кока кола, вино (црно, бело), екстракт топинамбура, ећипаса, мента, ртањски чај и др. Примена чајне гљиве, као неконвенционалног стартера, у технологији ферментисаних млечних напитака представља са научног и технолошког аспекта веома интересантну област за истраживање биохемијских и структурних трансформација млека.

Обзиром да је млеко веома сложен физичко-хемијски систем, јер садржи значајну количину протеина, масти и лактозе, кандидат истиче да инокулација чајне гљиве у млеко представља специфичан тип ферментације. Стога је важно дефинисати факторе и технолошке параметре који у процесу производње функционалног ферментисаног млечног напитка изазивају дестабилизацију примарног протеина млека-казеина и доприносе формирању тродимензионалне структуре гела у циљу добијања производа оптималних нутритивних, реолошких и сензорних карактеристика.

У складу са наведеним, у Уводу се истиче да је циљ истраживања у оквиру докторске дисертације да се испита утицај врсте и концентрације инокулума чајне гљиве: а) култивисаног на црном чају, б) концентрисаног применом микрофилтрације и ц) концентрисаног упаравањем, на процес и ток ферментације млека са 0,9 и 2,2% млечне масти. Посебна фаза истраживања обухватиће праћење биохемијских трансформација компонената млека под дејством чајне гљиве и утицај на реолошке и структурне промене функционалног ферментисаног млечног напитка током складиштења.

На основу добијених резултата истраживања дефинисаће се оптимални параметри технолошког процеса производње функционалног ферментисаног млечног напитка уз примену чајне гљиве, што би омогућило креирање новог производа високе нутритивне вредности, изражених терапеутских својстава који би као функционална храна могао да се користи за исхрану различитих популација.

Генерално посматрано, може се констатовати да је циљ истраживања у Уводу јасно и концизно дефинисан и не одступа од формулација датих у пријави докторске дисертације.

Поглавље **ОПШТИ ДЕО** састоји се од осам делова у којима кандидат даје сумарно, студиозан приказ досадашњих релевантних литературних података почев од карактеристика и примене стартер култура у технологији ферментисаних млечних производа, процеса ферментације млека, биохемијских трансформација компонената млека током ферментације, истичући потом савремене поступке за побољшање физичко-хемијских особина ферментисаних млечних производа, нутритивне и функционалне карактеристике производа. Састав, особине и здравствени ефекти чајне гљиве су посебно истакнути, као и резултати досадашње примене чајне гљиве у производњи функционалних напитака култивацијом на другим супстратима.

У прва три поглавља прегледно су приказане карактеристике стартер култура које се актуелно користе у технологији ферментисаних млечних производа (бактерије млечне киселине-БМК, кефирна зрна) и утицај појединих микроорганизама на ток ферментације и биохемијске трансформације компонената млека (угљених хидрата, масти и витамина) код различитих типова ферментације млека (хомоферментација и хетероферментација).

Врста и састав стартер културе има значајан утицај на структурне промене казеинске мицеле при формирању тродимензионалне структуре гела, што је посебно обрађено у четвртм делу овог поглавља. Поред стартер културе и други параметри процеса (састав млека, термички третман, додаток инградијената) утичу на структурне промене током ферментације, као и на реолошке карактеристике финалног производа, приказане у петом делу поглавља. У оквиру поглавља *Реолошка својства ферментисаних млечних напитака* детаљно се описује динамичко понашање јогурта, приказана је тиксотропна природа ферментисаних млечних производа, истиче се да структура заузима важно место у квалитету вискоеластичних млечних

производа, а динамички тестови успешно могу да се примењују у дефинисању феномена настанка гела и структурних промена производа.

Поред уобичајених операција које се примењују у технолошком процесу производње ферментисаних млечних производа, кандидат описује савремене поступке и технике које се користе у циљу побољшања физичко-хемијских, реолошких и сензорних карактеристика ферментисаних млечних производа, и то: мембранске технике концентрисања, примена система за аутоматску контролу рН вредности, надпритисак стерилним гасом (показао се ефикасан у спречавању контаминације микроорганизама) и коришћење различитих инградијената, нпр. обраног млека у праху, сурутке у праху, концентрата протеина сурутке, и др.

Обзиром да савремени тренд у исхрани представља производња ферментисаних млечних напитака са смањеним садржајем млечне масти, за побољшање реолошких и текстуралних својстава финалног производа, приказана је могућност примене ензима трансглутаминазе (ТГ) која каталише интер- и интрамолекуларне везе унутар протеинских ланаца и тако модификује физичка и функционална својства протеина. Предности примене трансглутаминазе у технологији јогурта кандидат документује приказом актуелних резултата научних истраживања коришћењем најновијих литературних извора.

Посебно поглавље представља приказ микробиолошког састава и особина чајне гљиве. Чајна гљива или комбуха представља микробиолошку заједницу састављену од сирћетних бактерија (*Acetobacter* и *Gluconobacter*) и квасаца (*Pichia* и *Zygosaccharomyces*). Уобичајени супстрат за гајење чајне гљиве је црни чај (извор азота и минералних материја), заслађен сахарозом у концентрацији од 5 до 8%, као веома добар извор угљеника. Култивација чајне гљиве се одвија на температури од 25 - 30°C, у аеробним условима. У досадашњим испитивањима различитих аутора утврђено је да симбиоза бактерија сирћетне киселине и квасаца у ферментисаном напитку сложеним биохемијским трансформацијама изазива ферментацију шећера и продукује примарне метаболите: галактозу, фруктозу, глукозу, сирћетну киселину, млечну киселину, глуконску киселину, глукуронску киселину, глицерол, поједине витамине из групе Б комплекса и витамин Ц, катехин и малу количину етанола. Обзиром на велики број детектованих нутритивно вредних метаболита чајне гљиве, кандидат истиче да је значајан број аутора доказао антиоксидативна својства и антимикуробно деловање комбуха напитка, као и широк спектар профилактских и терапеутских ефеката на хумани организам.

Метаболичка активност чајне гљиве у млеку до сада није била предмет научних истраживања, међутим публиковани су резултати испитивања примене чајне гљиве у производњи ферментисаног напитка од сурутке. Напици добијени ферментацијом слатке, киселе и реконституисане сурутке у праху додатком чајне гљиве садржали су етанол, млечну и сирћетну киселину. Такође, испитиван је утицај додатка црног и зеленог чаја на активност јогуртне стартер културе. Утврђено је да додаток чаја у производњи јогурта не инхибира активност бактерија млечне киселине, већ значајно побољшава антимикуробна и антиоксидативна својства, и нутритивну вредност функционалног напитка услед присуства фенолних компонената: епигалокатехина, катехина и галокатехингалата.

Значајан аспект у оцени квалитета функционалних ферментисаних млечних производа представља нутритивна вредност производа. Хемијски састав ферментисаних млечних производа (садржај макрокомпонената, минерала, витамина) приказан је у поглављу *Нутритивна вредност ферментисаних млечних производа*. Такође је дат приказ могућности коришћења различитих инградијената (пробиотици/пребиотици, омега-3-масне киселине, биљни стероли/фитостероли, биоактивни пептиди и др.) у производњи ферментисаних млечних напитака, ради постизања значајних здравствених ефеката конзумирањем оваквих производа обogaћених функционалним додацима.

На основу проучене и систематизоване литературе, докторант је био у могућности да правилно анализира и тумачи добијене резултате и да их упореди са резултатима других аутора истраживања на сличној проблематици.

У поглављу **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА** кандидат детаљно приказује технолошки процес производње варијанти функционалног ферментисаног напитка добијених уз примену различитих врста и концентрација инокулума чајне гљиве. Описан је материјал за производњу варијанти ферментисаних млечних напитака: млеко са 0,9 и 2,2% млечне масти, поступци припреме различитих инокулума чајне гљиве и карактеристике коришћених инградијената: трансглутаминазе и концентрата протеина сурутке. Хемијски састав млека и ферментисаних млечних напитака анализиран је применом стандардних IDF метода. Савремене аналитичке методе – ензимски тестови (Megazyme, Ирска) коришћени су за одређивање садржаја продуката ферментације млека (лактоза, галактоза, глукоза, фруктоза, L- и D-млечна киселина, сирћетна киселина и етанол). Масне киселине су детектоване применом GC/MS, садржај витамина Ц, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> и B<sub>6</sub> анализиран је HPLC техником, док је садржај минерала утврђен атомском апсорпционом спектроскопијом. За анализу реолошких карактеристика коришћени су апарати: Texture Analyser TA XP plus (Micro Stable System, Енглеска) и Naake Rheostress 600 HP (Thermo electron, Немачка). Микроструктура напитака испитивана је применом електронске микроскопије, техником SEM (*scanning* електронска микроскопија).

Микробиолошка анализа стартер култура и ферментисаних млечних напитака обухватила је одређивање укупног броја, детерминацију и изоловање бактерија и квасаца применом API LAB PLUS софтверског система.

Добијени резултати су статистички обрађени применом програмског софтвера Statistica 08 (StatSoft, USA) и коришћењем Данкановог теста.

Резултати испитивања представљени су у поглављу **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** у 14 табела и 46 слика и тумачени јасно, прегледно и на научно-методолошки разумљив начин.

У првом делу поглавља дате су карактеристике млека и стартер култура коришћених за производњу ферментисаних млечних напитака. Потом је дат детаљан приказ процеса ферментације млека коришћењем три врсте инокулума чајне гљиве: нативан, концентрован управљем и концентрован микрофилтрацијом. Време ферментације млека уз примену чајне гљиве два пута је дуже у поређењу са ферментацијом млека уз примену јогуртне или пробиотске стартер културе, јер је чајна гљива симбиоза квасаца и бактерија сирћетне киселине који имају мање изражен афинитет за разградњу лактозе у млеку у компарацији са традиционалном јогуртном културом или пробиотским стартером.

Нутритивна вредност произведених варијанти ферментисаних млечних производа је обухватила приказ хемијског састава и енергетске вредности напитака, као и садржај компонената: лактозе, галактозе, глукозе/фруктозе, млечне киселине, сирћетне киселине, етанола, минерала, витамина и масних киселина. Анализом резултата кандидат истиче да је садржај појединих компонената након производње напитка директно повезан са врстом, саставом и микробиолошким карактеристикама инокулума чајне гљиве. Промена микробиолошких карактеристика и садржаја појединих компонената испитивана је у одабраним ферментисаним млечним напицима током 10 дана складиштења. Садржај лактозе, је опадао у свим анализираним узорцима, док је садржај галактозе, глукозе, фруктозе и L-млечне киселине растао током складиштења. Сирћетна киселина је заступљена у напицима у минималним концентрацијама, а тренд промене у узорцима је у функцији од врсте и односа бактерија млечне киселине и квасаца у одговарајућем инокулуму чајне гљиве, који је такође веома варирао. Компаративни приказ микробиолошких карактеристика инокулума и ферментисаног напитка показује да је просечан број квасаца већи од броја бактерија млечне киселине што је директно утицало на ток ферментације и квалитет функционалних ферментисаних млечних напитака.

Физичко-хемијске, текстуралне и реолошке особине ферментисаних млечних напитака праћене су након производње и током складиштења. Између узорака произведених са различитим инокулумима није утврђена значајна разлика у наведеним особинама. Међутим, узорци добијени уз коришћење 0,02% трансглутаминазе имају значајно боље реолошке особине у поређењу са напицима без ТГ, што је у складу са резултатима примене ТГ у производњи традиционалног јогурта, наведеним у поглављу Општи део.

Сензорна анализа ферментисаних млечних напитака показује да узорци произведени из млека са 0,9% масти и млека са 2,2% масти са 10% инокулума чајне гљиве и уз додатак 0,02% ТГ имају најбоље технолошке и сензорне карактеристике.

Поглавље *Микроструктура ферментисаних млечних производа* описује структурне карактеристике произведених варијанти ферментисаног млечног напитка добијене применом *scanning* електронске микроскопије. Применом чајне гљиве за ферментацију млека, на микрографијама јасно се уочава густо испреплетен протеински матрикс у који су инкорпориране поједине врсте микроорганизама. Евидентно је да додатак ТГ у току производње ферментисаних млечних напитака са чајном гљивом значајно побољшава структуру финалног производа.

У последњем поглављу *Оптимизација* кандидат је компарирајући добијене резултате формулисао оптималне карактеристике хемијског састава, физичке особине, текстуралне карактеристике и сензорна својства новоразвијених ферментисаних млечних производа. Односно, дата је општа оцена утицаја независно променљивих величина на карактеристике финалног производа.

На основу приказане анализе резултата кандидат изводи закључке да:

- примена ниже концентрације инокулума даје боље особине производа,
- додатак ТГ значајно побољшава физичко-хемијске, текстуралне и сензорне карактеристике производа,
- додатак концентрата протеина сурутке значајно не утиче на побољшање ниједне особине производа,
- начин припреме инокулума утиче у следећем смислу: концентрисање упаравањем позитивно утиче на физичке, а микрофилтрација на хемијске особине производа.

У обављеној анализи резултата кандидат је показао значајно теоретско знање користећи бројне податке из цитиране литературе, које је успешно применио при тумачењу резултата сопствених истраживања.

У поглављу **ЗАКЉУЧЦИ** кандидат је на основу добијених резултата и дискусије извео одговарајуће научно засноване и поуздане закључке.

Поглавље **ЛИТЕРАТУРА** садржи списак 122 референце релевантне за област истраживања која је предмет докторске дисертације.

**VI** Списак научних и стручних радова који су објављени или прихваћени за објављивање на основу резултата истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији

*Раd у врхунском међународном часопису*  
**M21**

1. Malbaša, R., Milanović, S., Lončar, E., Djurić, M., Carić, M., **Iličić, M.**, Kolarov, Lj.: Milk-based beverages obtained by Kombucha application, *Food Chemistry*, 112, 178-184, 2009.

*Раd у међународном часопису*  
**M23**

2. Milanović, S., **Iličić, M.**, Djurić, M., Carić, M.: Effect of transglutaminase and whey protein concentrate on textural characteristics of low fat probiotic yoghurt, *Milchwissenschaft Milk Science International*, 4, 388-392, 2009.

*Саопштење са међународног скупа штампано у целини*  
**M 33**

3. Lončar, E., Milanović, S., **Iličić, M.**, Djurić, M., Malbaša, R., Duraković, K.: Fermented milk beverages manufacture by kombucha, International Conference on Science and Technique in the Agri-food Business, ICoSTAF2008, Proceedings on CD, November 5-6, Szeged, 1-8, 2008.

4. **Iličić, M.**, Milanović, S, Carić, M., Đurić, M., Tekić, M., Duraković, K., Vukić, V.: Quality optimisation of fermented dairy beverages produced by transglutaminase application, EuroFoodChem XV-Food for the Future, The Contribution of Chemistry to Improvement of Food Quality, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, Denmark. Book II of Proceedings, 203-206, 2009.

*Саопштење са међународног скупа штампано у изводу*  
**M 34**

5. **Iličić, M.**: Improvement of probiotic yoghurt characteristics by transglutaminase application, *Second European Workshop on Food Engineering and Technology*, Massy, May 26-27, 2008. Presentations by selected European PhD students in Food Engineerings and Technology 2007/2008, 19, 2008,

6. Milanović, S., Carić, M., **Iličić, M.**, Đurić, M., Duraković, K., Vukić, V.: Technology of functional fermented milk beverage produced by tea fungus application, EuroFoodChem XV-Food for the Future, The Contribution of Chemistry to Improvement of Food Quality, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, Denmark. Book of Abstracts, 183, 2009.

7. Milanović, S., **Iličić, M.**, Lončar, E., Duraković, K., Vukić, V.: Technology Development of Functional Fermented Milk Beverages, New Challenges in Food Preservation, , EFFOST 2009, 11-13 November 2009, Budapest, Hungary, Proceedings on CD, P065, 2009.

*Раd у водећем часопису националног значаја*  
**M51**

8. Milanović, S., **Iličić, M.**, Duraković, K., Vukić, V. (2009): Textural characteristics of fermented milk beverages produced by kombucha, *Acta Periodica Technologica*, 40, 63-69.

*Раd у часопису националног значаја*  
**M52**

9. Milanović, S., Carić, M., Đurić, M., **Iličić, M.**, Duraković, K.: Physico-chemical properties of probiotic yoghurt produced with transglutaminase, *Acta Periodica Technologica*, 38, 45-52, 2007.

10. Milanović, S., Lončar, E., Đurić, M., Malbaša, R., Tekić, M., **Iličić, M.**, Duraković, K.: Low energy kombucha fermented milk-based beverages, *Acta Periodica Technologica*, 39, 37-46, 2008.

11. **Илић, М.**, Milanović, S., Carić, M., Đurić, M., Tekić, M., Vukić, V., Duraković, K., Popović, S.: Primena kombuhe u tehnologiji funkcionalnih fermentisanih mlečnih proizvoda, *Prehrambena industrija–mleko i mlečni proizvodi*, vol. 20, 1-2, 65-69, 2009.

12. Radulović, Z., **Илић, М.**, Radin, D., Paunović, D., Mitrović, N., Obradović, D. (2009): Karakterizacija mikroflore kombuhe u fermentisanim mlečnim napicima, *Prehrambena industrija–mleko i mlečni proizvodi*, vol. 20, 1-2, 106-109, 2009.

**Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу  
М64**

13. Milanović, S, Lončar, E., Malbaša, R., Đurić, M., **Илић, М.**, Duraković, K.: Primena kombuhe u proizvodnji fermentisanih mlečnih napitaka, V Simpozijum. Mleko i proizvodi od mleka, Tara, 04-08. jun, 2008., *Zbornik radova*, 29-31, 2008.

14. Milanović, M., Carić, M., **Илић, М.**, Duraković, K.: Nutritivne karakteristike funkcionalnog fermentisanog mlečnog napitka dobijenog uz primenu kombuhe, 11. Kongres o ishrani sa međunarodnim učešćem, Beograd, 15-18. oktobar, 2008. *Izvodi radova*, 264-266, 2008.

15. Milanović, S., **Илић, М.**, Duraković, K., Vukić, V., Filipaš, I.: Funkcionalni fermentisani mlečni proizvodi sa dodatkom kombuhe, IV Savjetovanje o proizvodnji i preradi hrane (*4th Conference about production and processing of food*) "AgroTECH" Gradačac, septembar 2009, Knjiga sažetaka 24-25, 2009.

Истраживања обухваћена овом докторском дисертацијом део су пројекта у области Технолошког развоја ТР-20008: *Функционални ферментисани млечни напиток-нова технологија* који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије (2008-2010), руководилац проф. др Спасенија Милановић и међународног пројекта: E13488: *Development of probiotic yoghurt technology with improved yoghurt characteristics* (2006-2009), руководилац проф. др Маријана Царић, у којима је мр Мирела Иличић, истраживач.

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

У докторској дисертацији мр Миреле Иличић испитан је утицај различитих врста и концентрација инокулума чајне гљиве (култивисан на црном чају, концентрисан применом микрофилтрације и концентрисан упаравањем) на процес и ток ферментације млека са 0,9% и 2,2% млечне масти; праћене су биохемијске трансформације компонената млека под дејством чајне гљиве, као и нутритивне, реолошке и структурне промене функционалних ферментисаних млечних напитака након производње и током складиштења. На основу добијених резултата дефинисани су оптимални параметри технолошког процеса производње функционалног млечног напитка, који поред научног доприноса развоју и унапређењу технологије млека, посебно технологије ферментисаних млечних производа, указује и на могућност практичне примене резултата истраживања у циљу креирања новог производа који као функционална храна може да се користи у исхрани различитих популација.

Кандидат мр Мирела Иличић је на основу резултата истраживања у оквиру докторске дисертације извела следеће закључке:

Процес ферментације млека са 0,9% масти уз примену чајне гљиве траје од 9 сати (узорак 10% нативног инокулума) до 11,5 сати (узорак произведен са 3,0% инокулума концентрованог упаравањем) и просечно је два пута дужи од ферментације млека у производњи пробиотског јогурта.

Доминантни производи сложених биохемијских трансформација лактозе су галактоза и L-млечна киселина, а настају и следећи метаболити: глукоза, фруктоза, D-млечна киселина, сирћетна киселина и етанол. Трансформација лактозе је најинтензивнија у узорцима где је однос бактерија сирћетне киселине и квасаца 1:1. Садржај лактозе након ферментације млека уз коришћење чајне гљиве мањи је просечно за 19,6% у односу на садржај лактозе у полазном млеку. У ферментисаним млечним напицима доминантно је заступљена L-млечна киселина (преко 80%). Функционални ферментисани млечни напици имају просечно 10 пута виши садржај L-млечне киселине од садржаја сирћетне киселине. Садржај етанола је највиши у узорку произведеном уз примену 10% микрофилтрираног инокулума, а најнижи у узорку са 1,5% концентрованог инокулума, и директно је повезан са већим бројем квасаца у односу на број бактерија сирћетне киселине у инокулуму. Током складиштења садржај лактозе у свим узорцима опада, док садржај галактозе, глукозе, фруктозе и L-млечне киселине расте.

Ферментисани млечни напици представљају и богат извор минерала, при чему је доминантно заступљен калцијум – просечан садржај износи 1245,5 mg/kg.

Садржај витамина Ц просечно износи 110,6 g/kg. Конзумирањем 500 g напитка могу да се задовоље дневне потребе одраслих за витамином Ц.

Садржај витамина Б комплекса (Б<sub>1</sub>, Б<sub>2</sub> и Б<sub>6</sub>) у напитку је нижи од садржаја витамина Ц. Ферментисани млечни напаци произведени применом чајне гљиве из млека са 0,9% и 2,2% масти са додатком 10% инокулума чајне гљиве садрже највише витамина Б<sub>2</sub> – 108 µg/100g, односно 136 µg/100g. Потребе хуманог организма за наведеним витаминима су мање, тако да се конзумирањем 150 g ферментисаног млечног напитка са чајном гљивом могу задовољити потребе деце, а дневним уносом 300 g напитка задовољиле би се потребе одраслих за витаминима Б комплекса.

У анализираним узорцима најзаступљенија је палмитинска киселина С16:0 (cis+trans) чији удео износи 29,9% (узорак 10% И из млека са 0,9 % масти), односно 29,3 % (узорак 10% И из млека са 2,2 % масти).

На основу изолације и идентификације квасаца и бактерија сирћетне киселине (БСК) из чајне гљиве, утврђено је да микрофлору бактерија сирћетне киселине сачињавају врсте *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus* и *Gluconobacter xylinum*. Од квасаца утврђено је присуство врста које припадају родовима *Saccharomyces*, *Candida* и *Kloeckera*. Током ферментације млека применом инокулума чајне гљиве повећава се број свих микрорганзиума и значајно је већи у поређењу са бројем у полазном инокулуму. Микробиолошки састав напитака се разликује у зависности од врсте и састава коришћеног инокулума. Највећи број БСК ( $4,5 \cdot 10^4$  ћелија/mL) и квасаца ( $9 \cdot 10^4$  ћелија/mL) је у узорку са 10% микрофилтрираног инокулума, док је мањи у напитку са 10% нативног инокулума и износи БСК:квасци =  $4,05 \cdot 10^4$ : $4,5 \cdot 10^4$ .

Узорци произведени уз додаток 0,02% трансглутаминазе без обзира на врсту коришћеног инокулума имају боље физичко-хемијске, реолошке (текстура и вискозитет) и сензорне карактеристике. Најбоље текстуралне карактеристике имају узорци: 1,5% УПИ+ТГ (узорак са концентрованим инокулумом и ТГ) и 10% И+ТГ (узорак са нативним инокулумом и ТГ). Током 10 дана складиштења минималне су промене текстуралних карактеристика код узорака са нативним инокулумом и микрофилтрираним инокулумом, док опадају код узорака произведених применом инокулума концентрованог упаравањем.

Функционални ферментисани млечни напаци произведени из млека са 0,9% масти уз примену 10% инокулума чајне гљиве и 0,02% ТГ имају густо испреплетен протеински матрикс са уочљивим присуством микроорганизама. Величина микроорганизама присутних у ланцима или појединачно креће се од 1 µm до 1,5 µm. Микрографија узорка 10%И+0,02%ТГ је директно повезана са резултатима добијеним за синерезис и способност везивања воде. Узорци произведени са микрофилтрираним концентратом чајне гљиве имају издиференцирану структуру протеинског матрикса у коме је веома добро уочљиво присуство бактерија у виду ланаца.

Генерално посматрано, производња напитка из млека са 0,9% и 2,2% масти уз примену 10% нативног инокулума (култивисаног на црном чају) даје производ оптималних хемијских, микробиолошких и сензорних карактеристика, док се додатком трансглутаминазе значајно побољшавају физичко-хемијске и реолошке особине производа.

Функционални ферментисани млечни напаци произведени уз примену чајне гљиве су производи високе нутритивне вредности намењени различитим категоријама потрошача.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Кандидат мр Мирела Иличић је успешно и у целости обавила истраживања која су предвиђена планом у пријави ове докторске дисертације. Добијени резултати проистекли из веома комплексних оригиналних истраживања, систематично, јасно и прегледно су приказани и интерпретирани. Тумачење резултата заснива се на најновијим доступним научним сазнањима из области технологије ферментисаних млечних производа и примени савремених метода анализе физичко-хемијског и микробиолошког састава, нутритивних, реолошких и сензорних особина и микроструктуре ферментисаних млечних напитака.

Начин приказивања и тумачења резултата истраживања у оквиру докторске дисертације је заснован на савременим принципима научног рада и оцењује се позитивно

<b>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>	
1.	<p>Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</p> <p>Докторска дисертација написана је у потпуности у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
2.	<p>Да ли дисертација садржи све битне елементе</p> <p>Докторска дисертација садржи све елементе значајне за овакав облик научноистраживачког рада.</p>
3.	<p>По чему је дисертација оригиналан допринос науци</p> <p>Оригиналан допринос ове докторске дисертације огледа се у свеобухватности научних истраживања утицаја неконвенционалне стартер културе - чајне гљиве (култивисане на црном чају, концентроване применом микрофилтрације и концентроване упаравањем) на процес и ток ферментације млека, микробиолошке промене и биохемијске трансформације компонената ферментисаног млечног напитка након производње и током складиштења. Резултати реолошких и структурних промена функционалног ферментисаног млечног напитка током складиштења прецизније дефинишу квалитет и стабилност финалног производа.</p> <p>На основу резултата истраживања дефинисани су оптимални параметри технолошког процеса производње функционалног ферментисаног млечног напитка применом инокулума чајне гљиве, што омогућава креирање новог производа високе нутритивне вредности, који као функционална храна може да се користи за исхрану различитих популација.</p> <p>Стога, докторска дисертација мр Миреле Иличић поред оригиналног доприноса науци са аспекта развоја и унапређења технолошког процеса производње ферментисаних млечних производа, отвара и могућност практичне примене добијених резултата.</p>
4.	<p>Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>Недостаци дисертације нису уочени.</p>
<b>X ПРЕДЛОГ:</b>	
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p> <p>Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију мр МИРЕЛЕ ИЛИЧИЋ, дипл. инж. технологије, под називом: „ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ ФУНКЦИОНАЛНОГ ФЕРМЕНТИСАНОГ МЛЕЧНОГ НАПИТКА“ и са великим задовољством предлаже да се прихвати, а кандидату одобри одбрана овог рада.</p>	

\_\_\_\_\_ ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ \_\_\_\_\_

**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.