

Технологија производње функционалних производа на бази млијека

Милка Стијепић

Сажетак Млијеко и млијечни производи су, због својих нутритивних карактеристика и здравствених бенефита, одувјек сврставани у дио свакодневне исхране човјека. Млијеко садржи готово све енергетске, градивне и заштитне материје различитих биолошких учинака који су у таквом квантитативном односу да се могу оптимално искористити у људском организму, што млијеку дају епитет функционалне хране. Заправо, млијеко садржи неколико стотина хемијских састојака од којих су, између осталог, врло значајне есенцијалне аминокиселине, масне киселине, шећери, минералне материје, витамини, ензими и друго.

Уравнотежена исхрана савременог потрошача све чешће подразумијева и повећану конзумацију функционалних млијечних производа, који ће имати посебне физиолошке предности, зависно од животне доби или здравственог стања организма. Разна научна истраживања и нове научне спознаје, те откриће нових функционалних састојака и примјена нових технологија, отварају могућности производње овакве врсте производа.

Данас су у свијету све више популарни млијечни производи са мањим садржајем масти и већим садржајем лакше пробављивих протеина, са више растворљивих минералних материја и дневно потребних витамина, производи са хидролизованом лактозом или протеинима за посебну групу потрошача који пате од нетолеранције лактозе или нетолеранције протеина млијека.

Поред тога, све је већи тренд раста потрошње ферментисаних млијечних производа са различитим варијантама и комбинацијама, различитих укуса и текстура и са кориштењем пробиотика и пребиотика, концентрата протеина сурутке, као и других додатака (млијеко у праху, обрано млијеко у праху, сурутка у праху, обрана сурутка у праху, природни шећери и друго). Према култури, која се у ферментацији користи, добијају се и различити ферментисани производи. Поред класичног јогурта, код кога се примјењују традиционалне термофилне бактерије *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, велики напредак у савременој технологији ферментисаних млијечних напитака постигнут је развојем нове врсте пробиотских бактерија, најчешће из рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, који имају многобројне позитивне учинке на здравље и дио су микробне популације цријева. Међутим, у савременој производњи квалитетних ферментисаних млијечних производа најчешће се користе стартер културе које садрже комбинацију различитих врста и сојева микроорганизама, углавном бактерија млијечне киселине (БМК). Поред традиционалних и пробиотских стартер култура, у производњи јогурту сродних врста, користе се и друге бактеријске врсте попут *Lactobacillus lactis*, *Lactococcus lactis* или *Leuconostoc spp.*, те квасци, било појединачно или у одабраним комбинацијама.

Производња ферментисаних напитака од козјег млијека, иако недовољно истражена, има све већу популарност, нарочито имајући у виду његове терапијске карактеристике. Додатно, кад се ферментисано козје млијеко оплемени пробиотским бактеријама и пребиотским суплементом, као што је нпр. инулин, оно задовољава све захтјеве функционалне хране.

Због доказа о ефектима соје на здравље, интерес потрошача за сојиним производима је све већи. Будући да се ферментацијом може побољшати, иначе, брашнаст укус сојиног млијека, те смањити удио олигосахарида рафинозе и стахиозе, ферментисани сојини производи данас све више добијају на значају. Ферментација се углавном проводи бактеријама млијечне киселине, неким врстама плијесни, али истражује се и могућност ферментације сојиног млијека пробиотским бактеријама.

Узимајући све у обзир, очигледно је да су млијечни производи, који су познати од давнина, полако попримили тренд развоја у нову генерацију млијечних производа другачијих својстава, добрих физичкохемијских и сензорских карактеристика, те високе нутритивне и здравствене вриједности.

Кључне ријечи: Функционална храна, Производи од млијека, Пробиотици, Пребиотици

9.1. Увод

Функционална храна представља потенцијално најпрофитабилнији дио прехранбене индустрије, гдје посебно мјесто заузимају функционални млијечни производи. У новије вријеме порасло је интересовање за функционалну храну због неколико кључних фактора, укључујући раст бриге о свом здравственом стању, промјене у прописима о храни и научни докази који наглашавају везу између исхране, здравља и болести (Hasler 2000). Иако прописима концепт функционалне хране још увијек није добро подржан, у многим земљама развијају се нови, посебно дизајнирани, функционални производи (Arihara 2006), захваљујући „технолошком притиску” који је оријентисан на истраживање нових могућности за иновативним производима, али и по захтјеву потрошача. Како нутритивни атрибути квалитета хране, која је у ствари негдје на граници између хране и лијека, постају све захтјевнији, развијају се групе производа као што су дијететска храна, храна за труднице и дојиље, дјечија храна, храна за старије особе, храна за жене у менопаузи, храна за спортисте и слично.

9.2. Захтјеви за унапређење безбједности и квалитета прехранбених производа

У индустријски развијеном друштву све су више наглашени здравствени проблеми изазвани преухрањеношћу и конзумирањем хране високе енергетске вриједности, а истовремено нутритивно сиромашне хране. Насупрот томе, у сиромашним земљама јављају се проблеми недовољне количине хране потребне за нормалан раст и развој. Болести и стања која се посебно вежу уз неадекватну исхрану, а које захватају цјелокупно свјетско становништво у великим размјерама, укључују претилост, дијабетес типа 2, повишен крвни притисак, кардиоваскуларне болести, остеопорозу, анорексију, булимију, неке облике рака и друго.

Почетак 21. вијека, међутим, ставља и науку о храни и исхрани пред нове изазове, како за научну јавност тако и за прехранбену и фармацеутску индустрију. Храна се више не посматра само са аспекта потреба адекватног уноса у циљу правилног раста, развоја и регенерисања организма. Храна данас има једну од водећих улога у квалитету и стилу живота човјека. Са новим научним сазнањима и са развојем нових технологија, створене су претпоставке за производњу хране која, поред задовољења основних нутритивних потреба, позитивно утиче на здравље човјека, било као превентива настанку обољења, или да има терапеутски карактер. Храна са наглашеним здравственим и нутритивним ефектима назива се **функционална храна**, а њен тренд производње темељ је развоја модерне прехранбене индустрије широм свијета. Међутим, да би функционална храна била добар и општеприхваћен производ, потребно је повезати истраживачки рад, маркетинг и битне повратне информације добијене праћењем ставова потрошача у односу на сам функционални производ (Mark-Herbert 2004). Битна претпоставка у цијелом

концепту функционалне хране је истинита, привлачна и разумљива информисаност потрошача о могућностима и утицају функционалне хране на подржавању њиховог здравља. Многа истраживања недвосмислено указују на повећање свијести потрошача и њихове заинтересованости за здравствена питања, а посебно за намирнице са нутритивним и здравственим изјавама (Karsak et al. 2011; Hojoon et al. 2013). У том свјетлу, здравствене власти у многим земљама покушавају исходovati „здравствене изјаве“ функционалне хране и компоненти које су њени састојци. Према Водичу Европског савјета за научну верификацију здравствених изјава за функционалну храну, неопходно је рангирање доказа различитих типова студија које подржавају здравствену изјаву. Улогу функционалне хране треба посматрати и у снижавању трошкова здравствене заштите, њеној улози у продужењу животног вијека и побољшању квалитета живота, посебно људи у поодмаклим годинама.

Усљед свог специфичног и измијењеног састава у односу на класичне намирнице исте врсте, функционалне намирнице, због позитивног ефекта у балансирању и одржавању максимума тјелесних физиолошких функција, очувању здравља и смањењу ризика обољења (Milner 2000; Roberfroid 2002) најчешће се користе у очувању оптималних гастроинтестиналних функција, подизању нивоа активности антиоксидативне одбране организма, смањењу фактора ризика укључених у етиологију кардиоваскуларних обољења и канцера. Набројане ефекте функционалне намирнице често показују усљед присуства једне или више биолошки активних компоненти у свом саставу (витамини, дијететска влакна, пробиотске културе, минерали, масне киселине и друго), за које је научним истраживањима утврђено да, у количинама у којима су присутне у намирници, имају позитивне ефекте на поједине физиолошке или биохемијске процесе у организму (Diplock et al. 1999; Roberfroid 2002).

Систем осигурања здравствене исправности производа свакако је примјена ISO стандарда, HACCP концепт – анализа опасности на кључним контролним тачкама („The Hazard Analysis and Critical Control Points System“), те Halal и IFS (International Food Standard). Осим међународно признатих стандарда и сертификата, за тржиште су јако важне и константне иновације, које су резултат праћења потреба тржишта и различитих трендова, а које проистичу из домаће гастрономије и прехранбених навика, али и креирање производа који, свакако, прате и нове стилове.

9.3. Концепт функционалне хране

Схватање хране као лијека није новијег датума. Отац медицине, Хипократ, поставио је ову хипотезу још прије 2500 година уз чувену реченицу „Нека храна буде твој лијек и лијек буде твоја храна“, а већ су и древни Египћани били упознати са утицајем исхране на људско здравље.

Током 19. вијека, филозофија „хране као лијека“ била је занемарена, јер је акценат стављен на кориштење модерне терапије лијековима. Међутим, почетком 20. вијека важна улога исхране у превенцији болести и унапређењу здравља поново долази у први план. То доба је било у знаку многих револуционарних открића, попут открића витамина и других кључних нутријената који су одговорни за искорјењивање болести попут гушавости, рахитиса, бери–бери и пелагре. Научници су били у стању да прецизно дефинишу есенцијалне нутријенте и пропишу нутритивне стандарде, који се односе на превенцију недостатата и промовисање раста и развоја. Овим прописима утврђени су препоручени дневни унос хранљивих материја, дијететске смјернице које се односе на свеукупно здравље, као и већ добро познате пирамиде исхране. У другој половини 20. вијека нутриционисти маркирају поједине нутријенте као потенцијалне изазиваче неких болести, као што су слабост срца, дијабетес тип 2, висок крвни притисак и рак (Hasler 2002). То доводи до развоја прехранбених производа са смањеним садржајем штетних нутријената, као што су масноће, шећер и со. Касније, у ближој прошлости, идентификован је цијели низ физиолошки активних материја поријеклом из биљака и животиња (фитохемикалија и зоохемикалија), с потенцијално повољним дјеловањем на превенцију и терапију хроничних болести.

Сматра се да је модерни концепт функционалне хране настао у Јапану 80-тих година 20. вијека и односио се на прехранбене производе обогаћене нутријентима који посједују корисна физиолошка дјеловања (Stanton et al. 2005). Јапанска влада је 1988. године установила пројекат у оквиру којег су спроведена испитивања потенцијалних позитивних учинака хране на здравље човјека у циљу редукције трошкова лијечења, а категорија хране потенцијалног позитивног здравственог дјеловања дефинисана је 1991. год. законском регулативом као „храна за специфичне здравствене потребе“ – FOSHU – *Food for Specufued Health Uses*. Овим се успостављају и регулишу правила за специфичне здравствене изјаве за ову групу производа. Неопходан услов да би производ добио ову декларацију је да постоје научни докази о здравственом и физиолошком дејству прехранбеног производа (Arai 1996; Burdock et al. 2006). Јапан је и до данас једина држава која законом категорише функционалну храну.

У Европи и Америци функционална храна се посматра више као концепт, а не као добро дефинисана група прехранбених производа. И данас се води полемика око овог термина, те постављање границе између конвенционалне и функционалне хране је чак и за нутриционисте и прехранбене технологе изазов (Mark-Herbert 2004; Niva 2007), с обзиром да свака храна мање или више посједује нутритивну вриједност, па је мало вјероватно да постоји нефункционална храна. Дакле, универзално прихваћена дефиниција не постоји, па се данас наилази на велики број објашњења шта припада функционалној храни.

Према америчкој Академији наука (Food and Nutrition Board) из 1994. године, у групу функционалних намирница спадају прехранбени производи са потенцијално повољним дјеловањем, укључујући и сваку измијењену намирницу

или састојак хране који могу обезбиједити здравствени ефекат ван оквира оног који има традиционална намирница исте врсте.

Европска унија је 1999. год. у координацији са International Life Science Institute Europe (ILSI Europe – Европски међународни институт природних наука) успоставила консензус познат као „Scientific Concepts of Functional Foods in Europe» (FUFLOSE). Овај документ посебан акценат ставља на критичну процјену научно потврђених резултата о позитивном дјеловању одређених хранљивих састојака хране на поједине функције организма. Према FUSOSE одредницама функционална храна (Diploc et al. 1999):

- треба да буде конвенционална и свакодневна храна,
- може да се конзумира као дио уобичајене исхране,
- је природног састава са компонентама које се могу природно наћи у тој храни, или су додате у већој количини од концентрације специфичне за ту храну,
- има позитиван утицај на физиолошке функције,
- може побољшати опште здравствено стање, или смањити ризик од болести и
- има потврђене и утемељене здравствене тврдње.

Биолошки активна једињења

Велики дио функционалне хране посједује функционалне особине, захваљујући присуству једног или више биолошки активних једињења, који морају бити заступљени у намирници у количини која има физиолошко повољно дјеловање. Сам термин биолошки активни састојак хране се односи најчешће на спојеве који немају нутритивну вриједност, већ имају функционална својства у организму и дјелују као помоћна средства у превенцији и лијечењу болести. У посљедњих неколико година објављен је велики број научних студија, који се односе на природу и физиолошко дјеловање биолошки активних компоненти из намирница биљног поријекла (житарица, воћа, поврћа, уљарица и зачина), из намирница анималног поријекла (млијека, меса, јаја и рибе) као и из микроорганизама (функционалне микробне културе). Ове биолошки активне компоненте могу бити макронутријенти (резистентни скроб или ω -3 масне киселине), микронутријенти (витамини, минерали), неесенцијални састојци хране који посједују одређену енергетску вриједност (олигосахариди, коњугована линолна киселина, биљни стерол, ликопен). Функционални састојак може бити и нека фитохемикалија (сулфорафан, изофлавони, фитоестрогени) или живи микроорганизам (пробиотици). Ови састојци морају бити нетоксични, стабилни, да не ступају у интеракцију са другим састојцима хране и да током своје биолошке активности могу неутралисати утицај штетних материја у људском организму. Такође, њихово дјеловање мора бити здравствено испитано и потврђено (Milner 2000). Након конзумирања функционалне намирнице, у дигестивном тракту се ослобађа биолошки активно једињење које дјелује на мјесту ослобађања (дијетно влакно, пробиотик) или се ресорбује и дистрибуише до циљних ткива, гдје ће испољити повољно дејство.

9.4. Иновације у производњи функционалне хране

Иновације на подручју функционалне хране могу бити базиране на новим функционалним компонентама или на новим технологијама процесирања. И у једном и у другом случају захтјева се и подразумејева знатан истраживачки рад, било с циљем разумијевања физиолошких механизма повољног дјеловања конвенционалне хране, било да се развијају нове методе процесирања хране и нове процесне методе (Kotilainen et al. 2006). Основу функционалне хране чини немодификована и непрерађена храна без додатих састојака, као што је мрква која садржи бета каротен, мекиње зоби које садрже влакна бета глукана, а зелени чај богат је фитохемикалијама. Парадајз је богат ликопеном који има антитерапијска и антиканцерогена својства и позитиван терапијски учинак у лијечењу кардиоваскуларних болести. Међутим, функционална храна такође може бити и процесирана храна у коју су додате биолошки активне материје. Разни напаци могу бити обогачени витаминима и минералним материјама, уље омега-3-масним киселинама, а ферментисани млијечни производи пробиотицима и пребиотицима. Поред тога, користећи друге и различите састојке, производу се могу потенцијално штетни и непожељни састојци замијенити компонентама које имају позитиван и благотворан учинак. Примјер ове врсте производа су дијетна влакна као замјена за масти, а производе се од житарица (Spence 2006).

9.5. Млијеко као база у производњи нових функционалних производа

Млијеко, као најкомлетнија природна течност, врло сложеног и промјенљивог састава, нутритивно је високо вриједна намирница, јер садржи готово све енергетске, градивне и заштитне материје у таквом квантитативном односу да се могу оптимално искористити у људском организму. Млијеку се већ вијековима приписују бројна превентивна и терапијска дјеловања, његове антимикробне супстанце посједују бактериостатско и бактерицидно дејство (Schanbacher et al. 1998; Abdel-Salam 2010) и оно је већ у свом изворном облику функционална храна.

Млијеко као полидисперзни систем може се сматрати емулзијом или суспензијом млијечне масти у води, у којој се налази низ уклопљених материја, као што су лактоза и растворљиве минералне материје у облику соли, те витамини растворљиви у води. Заправо, млијеко садржи неколико стотина хемијских састојака од којих је више од 90 потпуно различитих врло значајних градивних материја (око 20 аминокиселина, 16 масних киселина, 3 врсте шећера, 26 минералних материја, 12 врста витамина и 10 врста ензима) (Pouliot and Gauthier 2006). Ове материје утичу на нутритивна, физичкохемијска и технолошка својства млијека. Састав млијека је врло промјењив, а зависи од низа различитих фактора. Различите врсте млијека садрже исте састојке, али им се разликује количина и међусобни односи састојака, а тиме је и различита њихова структура.

Протеини

Протеини млијека имају велику биолошку вриједност и по тој особини долазе одмах иза протеина јаја, јер млијеко садржи све есенцијалне аминокиселине и то у односу који је близак ономе у протеинима за чију синтезу служе у човјечијем организму. Различите студије су показале да поједини протеини имају низ значајних функција, као што су опоравак мишића после споратских активности, смањења ризика од каријеса, као и спречавање кардиоваскуларних обољења (Cifelli et al. 2011).

У млијеку је присутно преко 200 различитих протеина, међутим два су главна типа протеина, казеин и протеини сурутке који се у млијеку налазе у односу 80:20%. Казеин је најзаступљенији протеин у млијеку, састоји се од главних фракција α S1-, α S2-, β , κ - и γ -казеина и спада у групу фосфолипида. Јединствене особине казеинске мицеле су резултат пост-транслаторних модификација којима су све казеинске фракције фосфорилисане до одређеног степена. Ова особина је посебно битна код формирања казеинске мицеле и касније током њених промјена услед дејства протеолитичких ензима. Због различитог аминокиселинског састава све компоненте казеинске мицеле су веома реактивне и подлијежу међусобним интеракцијама на бази водоничних, хидрофобних, електростатичких и дисулфидних веза (Farrell 2011). Од протеина сурутке најзаступљенији је β -лактоглобулин и α -лакталбумин који су генски производи млијечне жлијезде, затим протеозе-пептони, имуноглобулини и албумини крвног серума, као и мањи пептиди попут лактопероксидазе, лизозима, гликопротеина, крвног трансферина и лактоферина, а налазе се и бројни ензими. Сви протеини сурутке, а посебно α -лакталбумин имају високу нутритивну вриједност, јер је њихов аминокиселински састав врло близу ономе што се сматра биолошким оптимумом (са великим садржајем сумпора).

Млијечна маст

У млијечној масти констатовано је више од 30 масних киселина. Овако велики број масних киселина не садржи ниједна маст биљног и животињског поријекла. Највећи дио млијечних масти чине триглицероли олеинске и палмитинске, а затим и стеаринске и миристинске киселине. За ову врсту масти је специфично да садржи велики проценат триглицероли нискомолекуларних масних киселина (капронске, капринске, каприлне и лауринске) којих иначе нема у другим мастима животињског поријекла. Велики број масних киселина чини да је биолошка вриједност млијечне масти велика, јер организам из тога мноштва може да одабере оне које су му потребне, а не може да их синтетише (линолна, линоленска, арахидонска). У масти су апсорбоване многе друге материје: лецитин, каротени, витамини растворљиви у мастима и друге материје које повећавају биолошку вриједност млијечних масти и млијека у цјелини. Млијечне масти се искориштавају у људском организму 94,0- 98,5%.

Лактоза

Лактоза служи као један од извора енергије у организму. Прво глукоза улази у крвоток која даје енергију, док се већина галактозе у јетри преводи у глукозу и постаје додатним извором енергије (Crisa 2013). Многи подаци, међутим, говоре да је биолошки значај лактозе много важнији. Физиолошки значај проистиче, прије свега, из чињенице да лактоза садржи галактозу која улази у састав цереброзида који представљају компоненте ткива централног нервног система. Кроз желудац лактоза пролази скоро непромијењена, јер се теже ресорбује и теже подлијеже хидролизи под дејством микроорганизама, него други шећери. Због овога један дио лактозе доспијева у илеум, гдје га користе микроорганизми и ферментацијом образују млијечну киселину која снижава рН у цријевима, чиме се снижава активност штетне микрофлоре и тиме се сузбијају гастроинтестинални поремећаји. Напротив, лактоза стимулише развој бактерија које стварају киселину и синтетишу различите витамине В комплекса, које се касније стављају на располагање домаћину (Ђорђевић 1987). Она подстиче перисталтику цријева и тако потпомаже апсорцију калцијума и фосфора, осигурава оптималан ниво магнезијума, баријума и стронцијума, те пробаву масти и осталих хранљивих материја у организму.

Деривати лактозе, као што су лактулоза, лактитол и галактоолигосахариди се користе као пребиотици за побољшање рада цријева (Schaafsma 2008).

Минералне материје

Са гледишта физиологије исхране минералне материје млијека заузимају мјесто одмах иза протеина, и у таквом су међусобном односу који најбоље одговара потребама организма. У саставу млијека знатне су количине калцијума и фосфора који су веома битни у свакодневной исхрани, те велики број елемената (магнезијум, натријум, калијум, хлор и др) који омогућују организму да изабере оне који су му најпотребнији, што овим састојцима даје велики биолошки значај. Према неким истраживањима унос веће количине калцијума и витамина D у организам смањује ризик настанка неких врста карцинома, те утичу на раст костију, контракцију мишића и пренос нервних импулса.

Витамини

Витамини су биолошки активне супстанце неопходне за нормално одвијање биолошких процеса у организму. Улазе у састав коензима, учествују у оксидо-редукционим процесима, учествују у синтези других неопходних супстанци, спречавају непожељне ефекте неких међупродуката трансформације масти у организму. У млијеку су установљени сви до данас познати витамини. У погледу количине неопходне човјеку за млијеко се може рећи да је богато витаминима В₂ и В₁₂, средње богато витаминима А, В₁, док је сиромашно витаминима D, Е и С. Већина свјетских земаља препоручује конзумацију млијечних производа у количини од 2 или 3 оброка дневно. Посебне препоруке за млијечне производе темеље се дијелом на обичајима и доступности, али првенствено на испуњавању захтјева хранљивим материјама.

9.6. Развој и достигнућа у производњи функционалних ферментисаних млијечних производа

Развој технологије, научна истраживања и нове научне спознаје, те откриће нових функционалних састојака, отварају могућности производње функционалних млијечних производа, која ће имати посебне физиолошке предности, зависно од животне доби или здравственог стања организма. Посебну пажњу свјетска мљекарска федерација и мљекарске индустрије у развијеним земљама придају могућности примјене мембранске технике (микрофилтрације, ултрафилтрације, нанофилтрације и реверзне осмозе) у стандардизацији и обогаћивању млијечне базе, примјени одвојеног (селективног) узгоја стартера (бактерија млијечнокиселог врења) с тачно одређеним својствима, примјени аутоматске рН контроле током ферментације, континуираној и асептичкој инокулацији, примјени стерилизованог ваздуха изнад резервоара за техничку културу, примјени функционалних додатака и примјени пробиотских бактерија.

Данас су све више популарни млијечни производи са већим садржајем лакше пробављивих протеина и с мањим садржајем масти, са више растворљивих минералних материја и дневно потребних витамина, тзв. "light" храна, односно „лагана“ функционална храна. Поред тога, све више се спомињу производи са хидролизованом лактозом или протеинима за посебну категорију потрошача, који пате од нетолеранције лактозе или протеина млијека. Због тога је данас у свијету тренд раста потрошње јогурта и других ферментисаних млијечних производа у великом броју варијанти и комбинација с различитим процентом масти, различитих укуса и текстура (Weerathilake et al. 2014) и са кориштењем пробиотика и пребиотика (дијетних влакана-инулина и других фруктоолигосахарида) (Tamime i sar. 2003; Stijepić 2011), те концентрата протеина сурутке (Tratnik 1998; Stijepić 2011).

Према култури која се у ферментацији користи добијају се и различити јогурти. При производњи традиционалног (класичног) јогурта, користе се термофилне бактерије, које исказују значајан степен симбиотског односа, *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, које не чине природну микробну популацију цријева, али стимулишу раст „добрих“ бактерија у цријевима, те тако имају утицаја на добро здравље интестиналног тракта. Велики напредак у савременој технологији ферментисаних млијечних напитака постигнут је развојем нове врсте пробиотских бактерија најчешће из рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, који имају многе позитивне учинке на здравље, и дио су микробне популације цријева (Weerathilake et al. 2014). У савременој производњи квалитетних ферментисаних млијечних производа захтијева се употреба стартер култура, које најчешће садрже комбинацију различитих врста и сојева микроорганизама, углавном бактерија млијечне киселине (БМК). Ради се о природним изолатима селекционисаним на основу физиолошких карактеристика, односно способности да стварају одређене количине пожељних компонената (лактата, ацетата, ацеталдехида, диацетила, етанола, угљен-диоксида), као и

резистентности на бактериофаге и способности да расту у међусобним комбинацијама. Поред традиционалних и пробиотских стартер култура, у производњи јогурту сродних врста, користе се и друге бактеријске врсте попут *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* или *Leuconostoc* spp. (Morelli, 2014), те квасци, било појединачно или у одабраним комбинацијама (најзначајнији производи кефир и кумис).

Врсте јогурта се могу класификовати према:

- физичким и хемијским својствима (чврсти, течни и питки);
- количини млијечне масти (класични, с ниским садржајем масти и безмасни);
- додатку ароме (воћни и ароматизовани: воће, житарице, поврће, чоколада, ванилија, карамела и ђумбир) (Weerathilake и sar. 2014);
- поступцима након инкубације (пастеризовани и УНТ јогурт, замрзнати јогурт, јогурт у праху и јогурт са додатком лековитих биљака).

За производњу јогурта, уз кравље млијеко, користе се и овчије, козје, кобиле, бивоље и девино млијеко, затим млијеко јака, магарице и соба, те сојино млијеко.

9.7. Нови трендови у производњи ферментисаних млијечних производа

Захваљујући широком асортиману и великој разноврсности, потрошња ферментисаних млијечних производа данас је у свијету све већа. Разлог томе је повећање њихове нутритивне и здравствене вриједности, уз задржавање пожељних физичкохемијских и сензорских својстава током складиштења (Tamime and Marshall 1997). Један од најизраженијих трендова, када су у питању ферментисани млијечни производи, јесте нагла експанзија такозваних „погодних“ производа који могу да представљају цијели оброк, а одликују се лакоћом руковања при чему се штеди енергија и вријеме. Овдје спадају бројне "drink" форме јогурта у пластичним бочицама, производи у аутоматима и "drive in" ресторанима, који су у великој мјери саставни дио дневне исхране. Наиме, млекаре сада праве производе који су намијењени циљаним групама потрошача, као што су дјеца, тинејџери, одрасли, старије особе, па чак и стриктно намијењене женској популацији.

Побољшање квалитета ферментисаног млијечног производа може се постићи, поред оптимизације технолошког процеса и избора стартера, кориштењем и различитих додатака познатог хемијског састава (Stijepić 2011). Без обзира на нутритивну вриједност, додаци се не конзумирају као храна нити су типичан састојак хране, већ се њиховом примјеном желе побољшати технолошка и сензорска својства готовог производа. Од додатака у производњи ферментисаних млијечних производа користе се: млијеко у праху, обрано млијеко у праху, сурутка у праху, производи на бази казеина, производи на бази сурутке, пребиотици,

природни шећери, умјетна сладила, боје, стабилизатори, витамини и друго. Тако су млијечни производи, које познајемо од давнина, полако попримили тренд развоја у нову генерацију млијечних производа другачијих својстава, високе нутритивне и здравствене вриједности и добрих физичкохемијских и сензорских карактеристика. Тој групи нових производа, са функционалним својствима, свакако припадају ферментисани млијечни производи са додатком концентрата протеина сурутке и производи с додатком инулина, а због љековитих и пребиотских својстава, и меду се посвећује све већа пажња.

9.7.1. Могућност примјене концентрата протеина сурутке (КПС), инулина и меда у производњи јогурта

Могућност примјене КПС-а и инулина у производњи ферментисаних млијечних производа оправдан је из више разлога. При овоме се пошло од чињенице да се у производњи јогурта са смањеним учешћем масти може користити инулин, као замјена за млијечну маст и да се процијени оправданост суплементирања инулином, ради побољшања укуса јогурта и смањења издвајања сурутке. Својства инулина базирају се на његовој способности стабиловања структуре водене фазе јогурта, што даје чврстоћу и боље сензорне карактеристике (пуни укус сличан мастима), а такође стимулише раст пробиотских бактерија које имају љековита својства и темељ су функционалне хране. С друге стране, при строжијим режимима термичке обраде млијека (85°C/20 min и 95°C/10 min), долази до формирања комплекса између казеина и протеина сурутке. Разматрањем ове проблематике у модел системима, установљено је да 1 грам казеина везује 2,2 грама β-лактоглобулина, што практично значи да је казеин из млијека способан да веже много већу количину протеина сурутке од оне која се налази у млијеку. То је нарочито битно ако се узме у обзир да су протеини сурутке додати у облику концентрата протеина сурутке, због своје високе нутритивне вриједности сврстани у групу функционалне хране. Надаље, производња ферментисаних млијечних производа са додатком меда, иако без довољно истражених могућности, веома је интересантна, јер се мед показао као добар промотор раста стартер култура, нарочито бифидобактерија хуманог поријекла.

Протеини сурутке

Протеини сурутке су, због своје високе нутритивне вриједности, сврстани у групу функционалне хране (Foegeding et al. 2002), те је пажња научне и стручне јавности усмјерена на њихову што ширу примјену. Ови протеини имају добро избалансирани однос есенцијалних аминокиселина, што им даје велику предност у биолошком квалитету у односу на друге протеине анималног и биљног поријекла. Посједовање изврских функционалних својстава (способност желирања и емулговања и образовање и стабилизација пјене), протеинима сурутке омогућује уклапање у бројне млијечне производе, укључујући и ферментисане. Осим тога,

истраживања показују да протеини сурутке стимулишу раст одређених бактерија млијечне киселине, што је посебно важно у примјени пробиотских култура, које се теже адаптирају и спорије расту у млијеку. С друге стране, испитивања у области функционалне хране дају охрабрујуће резултате и у погледу кориштења протеина сурутке као додатка у побољшању имунолошког статуса организма. Имуноглобулини и неспецифични имуноактивни састојци протеина сурутке штите организам од бактерија, вируса и узрочника заразних болести, те се користе при лијечењу и најтежих обољења (Pins and Keenan 2006). Надаље, протеини сурутке одавно се сматрају незамјенљивим суплементима у исхрани врхунских спортиста при опоравку, изградњи и развоју мишићног ткива, јер се њихове аминокиселине разгранатог ланца (ВСАА) директно метаболизирају и преносе у мишићно ткиво. Корисност протеина сурутке показала се и код дјеце, адолесцената, трудница, као и код људи у зрелијој старосној доби (Huth et al. 2006; McGregor and Poppitt 2013).

С обзиром да су протеини сурутке типични глобуларни протеини, посебно битан фактор који одређује особине, а тиме и могућу примјену протеина сурутке у прехранбеним производима је степен дјеловања високих температура (Singh and Waugana 2001; Spiegel and Huss 2002; Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2013). Тако је и у производњи ферментисаних млијечних производа, за стварање њиховог коагулума термички третман млијека је један од најважнијих процесних параметара. Истраживања су показала да се примјеном строжијих термичких третмана, између казеина и протеина сурутке образују хемијски комплекси - коагрегати протеина млијека. Наиме, на температурама изнад 70°C у млијеку се одвијају комплексне физичкохемијске, биохемијске и микробиолошке промјене које утичу на конзистенцију и квалитет производа (Tamime and Marshall 1997). Сва питања која произилазе из ове проблематике су веома сложена, а односе се прије свега на избор оптималног термичког третмана, при којем се коагрегати образују у највећем степену (Stijepić 2011).

Инулин

Инулин је непробављиви угљени хидрат, састављен из природних фрукто-олигосахарида, посједује карактеристике дијеталног влакна, те је важан пребиотик у људској исхрани (Roberfroid and Slavin 2000; Akin et al. 2007). Као производ хидролизе олигофруктозе, инулин се не апсорбује у горњем дијелу интестиналног тракта и непромијењен пролази кроз уста, желудац и танко цријево. Тек у дебелом цријеву дјеловањем селекционих бактерија инулин подлијеже потпуној ферментацији. Инулин посједује мању енергетску вриједност од осталих угљених хидрата, јер га пробавни ензими не могу сасвим пробавити. Инулин минимално утиче на крвни шећер, тако да га могу конзумирати и дијабетичари, а неке студије показују да чак помаже у снижавању нивоа шећера у крви (Schrezenmeir and de Vrese 2001). Поред тога, инулин побољшава минерални садржај костију (калцијума, магнезијума и жељеза) и густоћу коштане масе.

Инулин се, међутим, прије свега посматра са становишта позитивног учинка на цријевну микрофлору. Доказано је да дебело цријево има кључну улогу у варењу

хране и да микрофлора ове регије обавља виталне ферментационе процесе, односно учествује у трансформацији многих угљених хидрата, разградњи протеина и аминокиселина. Комбинованом примјеном пробиотских бактерија и пребиотских супстрата (инулина), тзв. симбиотски концепт, подстиче преживљавање и активност аутохтоно присутних и алохтоно унесених пробиотских бактерија у интестиналном систему (Martínez-Villaluenga et al. 2006; Donkor et al. 2007). Осим тога, пребиотици побољшавају преживљавање пробиотика док пролазе кроз горњи дио пробавног система и омогућују њихово насељавање у микрофлори дебелог цријева. Додатно својство им је што поспјешују перисталтику цријева и скраћују вријеме проласка хране кроз пробавни канал. Нека научна истраживања су показала да комбинација бифидобактерија и инулина значајно спречава настајање предканцерогених лезија дебелог цријева, које су индикација за развој рака дебелог цријева.

Због својих прехранбених својстава (пребиотско дјеловање, замјена за шећер и масти, ниска енергетска вриједност) и технолошких вриједности (дјелује као средство за поправљање текстуре, побољшава укус намирница са мање масти и шећера, добро се раствара, служи као везивно средство), значајна је његова примјена и у производњи млијечних производа: јогурта, ферментисаног млијека, свјежег сира, млијечних напитака и десерата (Roberfroid 2002; Elleuch et al. 2011). Како бифидобактерије показују слаб раст у млијеку, додатком инулина постиже се потенцијални активитет стимулације раста (Pimentel et al. 2012; Stijepić i sar. 2018). Инулин се употребљава и као замјена за млијечну маст (Gueven et al. 2005) и као такав утиче на текстуралне промјене јогурта, доводи до повећања чврстоће производа током складиштења (Arango et al. 2013; Stijepić 2011), а производу, с обзиром да утиче на стабилизацију структуре водене фазе, даје пуноћу укуса (Oliveira i et al. 2009; Норперт et al. 2013; Stijepić 2011).

Мед

Захваљујући садржају фруктоолигосахарида, мед се убраја у пребиотске материје. У производњи ферментисаних млијечних производа (пробиотских), ради убрзања процеса ферментације, млијеку се може додати мед као промотор раста. Постоји врло мало студија о пребиотским својствима меда, међутим неки резултати су показали да додаток меда знатно убрзава процес ферментације млијека (Varga 2006; Stijepić i sar. 2009c; Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2012c i Glušac i sar. 2015a). Исто тако, неки резултати указују да мед подстиче размножавање стартера једнако као и фруктоолигосахарид, галактоолигосахарид и инулин (Pora and Ustunol 2011). Установљено је да не постоји разлика између наведених саплемената у односу на степен продукције млијечне киселине (Kajiwara et al. 2002). С друге стране, познат је антимикробни и инхибиторни учинак меда према неким психрофилним патогеним бактеријама, али и стимулаторски учинак на бактерије пробавног тракта (Bogdanov et al. 2008). Мед значајно повећава број млијечних бактерија (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium* sp) које имају пробиотски учинак – расту у цријевима и производе метаболите који инхибирају раст патогена и дају отпорност домаћину. Мед такође придоноси ублажавању

вирусних инфекција, смањењу штетних материја који могу узроковати рак дебелог цријева, бољој ресорпцији минерала (посебно калцијума и магнезијума), бољој синтези витамина К, те снижавању нивоа масноће у крви.

9.7.2. Оптимизација додатка КПС-а, инулина и меда у производњи јогурта

Производња различитих ферментисаних млијечних производа уз могућност примјене КПС-а, инулина и меда била је сврха бројних лабораторијских истраживања (Stijepić i sar. 2008; 2009a, b, c, d, e; 2010a, b; 2011a, b, c; 2012a, b; 2013; 2018; Glušac i sar. 2015a, b). Испитивања су била усмјерена на оптимално обогаћење производа медом у комбинацији са КПС-ом, односно инулином, у сврху побољшања физичкохемијских особина (киселост и синереза), текстуалних карактеристика (чврстоћа, конзистенција, кохезивност и индекс вискозитета), вискозитета, нутритивне вриједности, као и постизања пожељних сензорских својстава прихватљивих потрошачу. Такође, сврха истраживања је била да се утврди утицај ових ингредијената на стабилност и одрживост произведених ферментисаних млијечних производа током складиштења.

На основу ранијих истраживања (Stijepić i sar. 2008; 2009a,b,c,d,e; 2010a,b), а касније и потврђених (Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2011a; Stijepić i sar. 2012a; Stijepić i sar. 2013), установљено је да су додаци КПС и инулина у концентрацији 1% оптимални за производњу традиционалног и пробиотског јогурта. Додатак меда у комбинацији са концентратом протеина сурутке (за традиционални јогурт), као и додатак меда у комбинацији са инулином (за пробиотски јогурт) утицао је на физичкохемијске и реолошке карактеристике, те на сензорска својства и микроструктуру финалног производа. Узимајући у обзир све анализирани параметре, концентрација меда од 2% у комбинацији са КПС у производњи традиционалног јогурта и концентрације 2 и 4% меда са КПС у производњи пробиотског јогурта, може се сматрати оптималном. Међутим, све друге комбинације меда са КПС и инулином имају врло добре карактеристике, што је потврђено и јако великом пожељношћу и прихватљивошћу од стране тестираних потрошача (Stijepić 2011).

Пробиотски и традиционални јогурти, произведени уз примјену различитих концентрација меда (2, 4 и 6%) у комбинацији са КПС и инулином, производи су високе нутритивне вриједности и могу се сматрати функционалним ферментисаним производима, те могу бити намијењени различитим групама потрошача: дјеци, адолесцентима, спортистима, старијој популацији и др (Stijepić 2011). Касније, о утицају меда на физичкохемијска, текстуална и сензорска својства традиционалног и пробиотског јогурта бавили су се и Remeňová et al. (2018), Coskun and Dirican (2019), Stijepić i sar. (2018) и други.

9.7.2.1. Карактеристике традиционалног јогурта уз примјену КПС-а и меда

Према Codex Alimentarius стандарду (2003) класични јогурт садржи културу која је састављена од двије бактеријске врсте: *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Обе врсте на крају вијека одрживости јогурта морају бити присутне у броју већем од 10^7 cfu/mL.

Својства класичне јогуртне културе примарно се приписују синергистичком односу између врста бактерија *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. На почетку ферментације бактерија *Streptococcus thermophilus* иницира стварање млијечне киселине која брзо расте до рН вриједности млијека 5,5, тако да својим бржим растом и размножавањем *Streptococcus thermophilus* ствара у млијеку повољне услове за раст бактерије *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Додатно, повољни услови за раст и размножавање и једне и друге бактеријске врсте настају и због смањене концентрације кисеоника у млијеку уз истовремено повећану концентрацију угљен-диоксида, и створеној мрављој, пирогрожђаној и фолној киселини.

Од свих карактеристика квалитета, киселост јогурта је можда и најзначајнија, с обзиром на њен широк распон варирања током складиштења и температурног режима, коме је произведени јогурт подвргнут у ланцу дистрибуције и продаје, а чије повећање може имати изразито негативан утицај на сам квалитет производа. У неким истраживањима производње јогурта, у којима су кориштени различити термички третмани млијека и различити ингридијенти (КПС и мед) (Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2011b, Stijepić i sar. 2012b, Glušac i sar. 2015a), установљено је да додаток 1% КПС, прије термичког третмана млијека, скраћује вријеме ферментације у просјеку за 1 сат у односу на контролне узорке, што је у складу са ранијим резултатима (Milanović i sar. 2009). Наиме, током ацидификације протеини сурутке који су повезани са казеинским мицелама реагују и међусобно при вриједностима рН који су блиски вриједности њихове изоелектричне тачке, и тако доприносе бржој коагулацији млијека. Осим тога, додаток меда додатно је дјеловао на скраћење ферментације (Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2011b, Stijepić i sar. 2012 b). Због посљедица накнадне активности бактеријске културе уочене су извјесне промјене рН вриједности и титрационе киселости током времена складиштења код свих узорака, што је нарочито изражено код узорака са комбинацијом КПС и меда у односу на контролне узорке и узорке са садржајем КПС.

Stijepić (2011) и Stijepić i sar. (2011b; 2012b; 2012c) испитивали су утицај додатка 1% КПС са различитим садржајем меда (2, 4 и 6% М) на *вискозитет* јогурта током складиштења на хладно. Установљено је благо повећање вискозитета код свих узорака јогурта током периода складиштења, без обзира на додатке и термичке третмане млијека. Додатак КПС у млијеку битно је мијењао његову протеинску структуру и ови узорци издвајају се као најстабилнији и са највишим вриједностима вискозитета, јер се додатком КПС повећава број слободних

активних група (вањски дио молекуле протеина сурутке, углавном хидрофилни остаци аминокиселина) чиме је омогућено и везање веће количине воде. Додатак меда утицао је на снижење вискозитета, док је изразито најнижи вискозитет установљен код контролних узорка.

У оквиру исривања утицаја дјеловања центрифугалне силе и одређивања интезитета *синерезе*, установљено је да је синереза контролних узорка била већа у просјеку за око 10 пута у односу на узорке са КПС и медом. Са повећањем концентрације меда, уз присуство КПС, производ добија на стабилности и мањем издвајању сурутке, што је у линеарној зависности са чврстоћом гела, и обрнуто, постоји пропорционална зависност између концентрације додатог меда и синерезе. Током периода складиштења није дошло до битнијег издвајања сурутке ни код једног узорка са примijeњеним додацима (Stijepić 2011).

Испитане су и *текстуралне карактеристике* (чврстоћа, кохезивност, конзистенција и индекс вискозитета) традиционалног јогурта уз различите варијанте додатака као и код претходних параметара. Чврстоћа јогурта директно зависи од садржаја суве материје, протеина и облика (нативних или денатурисаних) протеина. Већа количина протеина условљава више међусобних интеракција у протеинској мрежи и резултује гушћи или ригиднији гел. Stijepić (2011) и Stijepić i sar. (2012a, b, c) установили су различит утицај одабраних фактора (додатак КПС и комбинације КПС и меда, термички третман млијека и вријеме складиштења), те је видљив изразито позитиван утицај додатка КПС и комбинованог додатка КПС и меда на чврстоћу, али и на остале параметре текстуре (конзистенцију, кохезивност и индекс вискозитета). Примјена КПС прије термичког третмана млијека води бољем уклапању протеина сурутке у протеински тродимензионални матрикс, а повећавањем броја веза казеин-протеини сурутке расте чврстоћа и конзистенција јогурта (Augustin et al. 2003; Yamul and Lupano 2005; Milanović et al. 2009; Yamul and Lupano 2009; Akalin et al. 2012). Добијени резултати Stijepić (2011), Stijepić i sar. (2012c) су у сагласности са резултатима других аутора.

При *сензорском оцјењивању* јогурта, уз додатак концентрата протеина сурутке (КПС) и комбинације КПС и меда, генерално, установљено је да додаци КПС и меда су побољшали сензорска својства узорка јогурта. Током периода складиштења није дошло до знатнијих промјена параметара квалитета и да су сви узорци високо оцијењени. Поред сензорске оцјене, и низа других фактора, квалитет готовог производа обиљежава и сазнање о њиховој *прихватљивости* од стране потрошача које је тестирано хедонистичком скалом. Првог дана складиштења сви узорци су били описани као „изразито високо пожељан“ и „високо пожељан“ (прихватљивост 100%). Након 21-ог дана складиштења прихватљивост узорка није се знатније промијенила (Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2012c).

У анализи *микроструктуре*, код контролног узорка јогурта, уочени су неправилно распоређени формирани протеински ланци, различитих величина и дебљина, а растресита структура протеинског матрикса условила је доста високе вриједности синерезе и ниске вриједности вискозитета. Уочен је велики број јасно издиференцираних ланаца бактеријске културе *Streptococcus thermophilus*.

Додатком КПС повећао се удио протеина који погодују хетерогеној дистрибуцији казеинских агрегата и задебљању полипептидних ланаца, односно стварању нових веза међу њима, што резултује повећањем густине и веће умрежености протеинске мреже. Додатак меда и његова инкорпорација у тродимензионални протеински матрикс, претходно обогаћен КПС, резултује додатним повећањем густине разгранате протеинске мреже и смањеном отпуштању сурутке, те побољшању текстуралних карактеристика (Stijepić 2011; Stijepić i sar. 2012c; Glušac et al. 2015a).

9.7.2.2. Карактеристике пробиотског јогурта уз примјену КПС-а и меда

Функционална својства ферментисаних млијечних производа темеље се на њиховом природном високовриједном нутритивном саставу, чију вриједност је могуће повећати суплементацијом различитих додатака, али и кориштењем пробиотских микроорганизама, које доприносе здравственим бенефитима функционалних ферментисаних млијечних производа (Fonden et al. 2003).

Према усвојеној дефинисији FAO/WHO (World Health Organisation) пробиотици су живи микроорганизми, који конзумирани у одговарајућој количини (броју) остварују позитиван утицај на здравље домаћина (FAO/WHO 2001). Тачније, пробиотици су микроорганизми нетоксичне и непатогене природе, који проласком кроз дигестивни тракт испољавају позитиван утицај на здравље домаћина (Guillot 1998). Посљедњу дефинисију пробиотика дао је Европски одбор стручњака (European Expert Committee): „Пробиотици су живи микроорганизми, који конзумирани у одређеном броју (најмање 10^9 cfu po дану) узрокују здравствени бољитак изнад граница нормалне исхране“.

Иако је дошло до праве поплаве научних студија о љековитој дјелотворности бактерија млијечне киселине из ферментисаних млијека, све до прве половине прошлог вијека није се знало да *Lactobacillus acidophilus* боље колонизује људски пробавни тракт, и ту се размножава, за разлику од бактерија стандардних јогуртних култура *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*.

У посљедње вријеме потрошња пробиотских млијечних производа веома је порасла у већем дијелу Европе, Америке и неких азијских земаља. Већина тих производа садржи сојеве *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium* spp. Или обје врсте заједно (Dave i Shah 1998; Oliveira i sar. 2009; Glušac et al. 2015a), које поспјешују одређене физиолошке процесе у организму или спречавају настанак неких патолошких процеса и стања (Frese i sar. 2005). Најзначајнији позитивни учинци пробиотских бактерија на здравље домаћина су: успостављање баланса цријевне микрофлоре, побољшавање метаболизма лактозе и ублажавање ефеката нетолеранције на лактозу, стимулација имунолошког система, антиканцерогено дјеловање, снижавање концентрације серумског холестерола,

повећање апсорпције калцијума, синтеза витамина и дигестија протеина и друго (Dave and Shan 1998).

Трајност колонизације пробиотским сојевима (насељавање дигестивног тракта) у цријевима човјека креће се од 7-21 дан након уноса путем различитих производа. Уз додатке пребиотика повећава се квалитет колонизације у цријевима. Међу пребиотицима значајно мјесто, поред осталих фруктоолигосахарида, свакако заузима *инулин*, чије кориштење је оправдано из више разлога: може да се користи у ферментисаним производима као замјена за млијечну маст, побољшава укус и друге сензорске карактеристике производа (даје пуни и благ укус сличан мастима, задржава бијелу боју, побољшава конзистенцију), утиче на смањење издвајања сурутке, селективно стимулише раст пробиотских бактерија (које у млијеку расту споро) и друго.

У истраживањима Stijepić (2011) и Stijepić i sar. (2011a, b, c), у производњи пробиотског јогурта одабран је додаток од 1% инулина и комбинација инулина са различитим додацима меда (2, 4 и 6%). Претходно је кориштен термички третман млијека на 85°C/20 min или 95°C/10 min.

Резултати праћења промјене рН вриједности током ферментације, независно од термичког третмана млијека, показали су да је за адаптацију пробиотичке културе са додатком инулина и меда (у свим комбинацијама) било потребно око 2 сата времена, што се одразило на врло благи пад рН вриједности. Након тог периода, у овим узорцима дошло је до наглог пада вриједности рН, што се може приписати снажном дјеловању инулина и меда на одабрану пробиотску културу. Додатак меда, уз инулин, генерално је утицао на убрзање ферментације млијека, те је основна претпоставка о додатку меда као пребиотику потврђена. До сличних резултата су дошли и Varga i sar. (2006) и Stijepić et al. 2013).

Током складиштења долази до незнатног опадања броја микроорганизама, у просјеку за двије логаритамске јединице, али је њихов број током 21 дана чувања био изнад терапијског минимума у свим узорцима.

С друге стране, суплементација млијека инулином допринијела је побољшању реолошких особина пробиотског јогурта (вискозитета, синерезе и текстуре), док је додаток комбинације инулина и меда резултирао нижим вискозитетом и текстуалним параметрима, али са хомогенијом и њежнијом конзистенцијом и смањеном синерезом. Микроструктура пробиотског јогурта показује да додаток веће концентрације меда у комбинацији са инулином даје производ финије и умреженије структуре са правилнијим распоредом шупљина. Генерално, са повећањем садржаја меда постиже се боља компактност протеинских ланаца и на тај начин смањује синереза и побољшавају сензорске карактеристике производа.

Касније, у области производње традиционалних и пробиотских ферментисаних производа са различитим додацима, укључујући инулин и мед, између осталих, бавили су се и Santillán-Urquiza (2014), Glušac et al. (2015a); Mollakhalili (2017), Meybodi (2017), Ehsani et al 2018; Eissa et al 2018; Ismail et al. 2018; Unal and Ozer 2018; Remeňová 2018; Coskun and Dirican 2019; Taneva (2019) и др. С друге стране,

и додатак концентрата протеина сирутке (КПС) у производњи ферментисаних млијека, чини ову групу производа занимљивом за проучавање током низа година, а у новије вријеме овом области су се, између осталих, бавили Stijepić et al. (2013), Glušac et al. (2015b), Berber et al. (2015), Zhao et. Al. (2016), Milanović et al. (2016), Roumanas et al. (2016), Pakseresht al. (2017), Rekha and Hati (2017), Andoyo et al. (2018), Bisoi et al. (2018) Stijepić et al. (2018), Rashid et al. (2019) и други.

У производњу традиционалног или пробиотског јогурта занимљива су и новија истраживања у области кориштења сојиног млијека, појединачно или у одабраним комбинацијама са млијеком анималног поријекла и са различитим додацима. Тиме су се бавили: Stijepić i sar. (2013), El-Boraey et al. (2015), Berber et al. (2015), Abou-Dobara et al. (2016), Roumanas et al. (2016), Perreault V. Et al. (2017), Ani et al. (2018), Patrignani, et al. (2018), Rashid et al. (2019) и други.

9.9. Тржиште функционалних млијечних производа и правци развоја

Тржиште функционалне хране константно се мијења, те је и конкуренција у производњи функционалних млијечних производа све већа, немилосрднија и оштрија. Да би неки производ био прихваћен од стране потрошача, кључни фактори који утичу на куповину производа су квалитет, цијена, практичност и једноставност припреме, здравствена добробит и добар укус производа. Едукација становништва о значају функционалне хране, као и мијењање лоших прехранбених навика имају кључну улогу у развоју концепта ове категорије хране. Развој тржишта функционалне хране захтијева и државну подршку и одговарајућу законску регулативу.

У Републици Српској и, генерално, у Босни и Херцеговини (БиХ), уз повећање откупа свјежег млијека, мљекарска индустрија све више ради на производњи производа високе тржишне вриједности, као што су сиреви, павлака, јогурт и остали ферментисани производи који имају карактеристике функционалне хране, чија се производња континуирано повећава. Нарочито је значајан велики потенцијал и широк опсег могућности производње различитих категорија сирева од којих су неки регионално типични, као нпр. Влашићки сир од крављег и овчијег млијека, Херцеговачки сир из мијеха, Трапист и др. Такође, прерађивачки капацитети који су успјели испунити стандарде ЕУ у погледу хигијенско-санитарних услова у производњи, имају велики потенцијал за иновирање у различитим сегментима у производњи сира. Посебно мјесто на тржишту имају сиреви добијени од козјег млијека код којих потрошачи имају перцепцију да се ради о производима који благотворно утичу на здравље. Осим тога, производња албуминског сира и сирева са разним додацима, може да представља широко поље за иновације са практично постојећом технологијом. Поред тога, и потрошња ферментисаних млијечних производа, како у Европи и у свијету, тако и код нас, из

године у годину расте. Сматра се да је раст популарности ове врсте производа условљен увођењем воћних варијанти које су се почеле производити око 1950. године. У данашње вријеме све је већа потрошња ферментираних млијечних производа које се још додатно обогаћују различитим додацима, прије свега непробављивим влакнима. Што се тиче могућности за органску производњу сирева и ферментисаних млијечних производа постоје велике прилике, међутим још увијек оваквих производа нема на тржишту Босне и Херцеговине.

Према Министарству спољне трговине и економских односа БиХ, које је крајем 2018. год. анализирано стање на тржишту млијека и млијечних производа, извоз млијека из БиХ у посљедње четири године биљежио је позитивна кретања. Нарочито позитивни помаци остварени су крајем 2015. године добијањем дозволе за извоз млијека и млијечних производа на тржиште Европске уније (ЕУ) за четири мљекаре из БиХ, гдје је извоз повећан за око 25%, што је довело до благог повећања покривености увоза извозом у овом сектору. Уједно је омогућен и транспорт копненим путем преко територије ЕУ на потенцијално значајна тржишта Турске и Руске Федерације. У 2016. години тај број је повећан, тако да тренутно 11 мљекара извози млијеко у ЕУ. У септембру 2018. године, мљекаре у Републици Српској су од пољопривредних газдинстава прикупиле за 11% више млијека у односу на исти мјесец претходне године, те повећале производњу ферментисаних млијечних производа за скоро 89%, а крављег сира нешто преко 17%. У 2019. години изгубљено је косовско тржиште, а водеће извозно тржиште је и даље Црна Гора, затим Хрватска, Македонија и Србија. Интересантан је значајан скок извоза у Хрватску и то за 200% у односу на 2016. годину као резултат повратка на ово тржиште, које је било изгубљено 2013. године уласком Хрватске у ЕУ. За разлику од извоза, који се највише остварује са земљама ЦЕФТЕ, тржишта са којих БиХ највише увози млијеко и нарочито млијечне производе су Њемачка, Хрватска, Словенија и Србија.

С обзиром на то да је сектор мљекарства један од водећих извозних сектора у оквиру прехранбене индустрије, а да искориштеност мљекарских капацитета у просјеку износи свега око 60%, правци мљекарске индустрије у БиХ, уз неопходну помоћ надлежних институција, у будућности би требали да иду у смјеру проширивања палете производа (појаве нових врста и брендова са различитим додацима и сл), налажења нових извозних тржишта, те боља промоција производа на домаћем и иностраном тржишту.

9.10. Закључак

Млијеко, као основни прехранбени производ, од давнина прати човјекову исхрану и једна је од најважнијих намирница анималног поријекла, јер организму даје енергетску компоненту, хранљиву вриједност, витамине, минерале, те одређене заштитне материје. Заправо, млијеко и млијечни производи спадају у групу функционалне хране јер, осим основних хранљивих састојака, садрже и низ

биоактивних састојака који имају значајну улогу за развој организма и одржавање здравља. Употреба млијека и млијечних производа у свијету веома је разнолика, а зависи од степена развоја поједине земље, куповне моћи и стандарда становништва, те прехранбених навика. Према процјенама ФАО, у дугорочном развојном циклусу до 2030. године, очекује се повећање укупне свјетске производње свих врста млијека према индексу од 164% уз просјечну годишњу стопу повећања производње од 1,94%.

Због пораста свијести потрошача о утицају прехранбених производа на здравље, у посљедње се вријеме све више пажње посвећује испитивању биоактивних састојака прехранбених производа, укључујући и бројне могућности за производњу функционалне хране на бази млијека која је нутритивно и енергетски избалансирана и која има широк спектар профилактских и терапеутских својстава, уз посебне предности за одређене групе потрошача. Имајући у виду виши ниво знања потрошача на подручју исхране и њихово све веће интересовање за здравом храном, мијења се и маркетиншко позиционирање прехранбених производа са функционалним својствима, те је даљи развој ове групе производа оправдан, како са нутритивног и здравственог, тако и са технолошког и економског становишта.

Литература

- Abdel-Salam AM (2010) Functional foods: Hopefulness to good health. *American Journal of Food Technology* 5: 86–99
- Abou-Dobara MI, Ismail MM and Refaat NM (2016) Chemical composition, sensory evaluation and starter activity in cow, soy, peanut and rice milk. *Journal of nutritional health and food engineering* 5(3): 634-640
- Akalin AS, Unal G, Dinkci N and Hayaloglu A (2012) Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science* 95(7): 3617-3628
- Akin MB, Akin MS and Kirmaci Z (2007) Effects of inulin and sugar levels on the viability of yoghurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chemistry* 104: 93-99
- Andoyo R, Lestari DV, Mardawati E and Nurhadi B (2018) Fractal dimension analysis of texture Formation of Whey Protein-Based Foods. *International journal of food science* 2018: 17 pages: e-pub ID 7673259, DOI:10.1155/2018/7673259
- Ani E, Amove J and Igbabul B (2018) Physicochemical, microbiological, sensory properties and storage stability of plant-based yoghurt produced from bambaranut, soybean and *Moringa oleifera* seed milks. *American Journal of Food and Nutrition* 6(4): 115-125
- Arai S (1996) Studies on functional foods in Japan—State of the art. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry* 60(1): 9-15

- Arango O, Trujillo AJ and Castillo M (2013) Influence of fat replacement by inulin on rheological properties, kinetics of rennet milk coagulation, and syneresis of milk gels. *Journal of Dairy Science* 96(4): 1984-1996
- Arihara K (2006) Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science* 74 (1): 219–229
- Augustin MA, Cheng LJ, Glagovskaia O, Clarke PT and Lawrence A (2003) Use of blends of skim milk and sweet whey protein concentrates in reconstituted yogurt. *Australian Journal of Dairy Technology* 58(1): 30-35
- Berber M, González-Quijano GK and Alvarez VB (2015) Whey Protein Concentrate as a Substitute for Non-fat Dry Milk in Yogurt. *Journal Food Process Technology* 6:530
- Bisoi PK, Kumar R, Rani B, Singh B, Barman, A and Maiti T (2018) Effect of Whey Protein Concentrate on Manufacturing of Nonfat Fermented Milk. *International Journal of Microbiology Research* 10(4): 1132-1134
- Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R and Gallmann P (2008) Honey for nutrition and health. *American Journal of the College of Nutrition* 27(6): 677-689
- Burdock GA, Carabin IG and Griffiths JC (2006) The importance of GRAS to the functional food and nutraceutical industries. *Toxicology* 221(1): 17–27
- Cifelli CJ, German JB and O'Donnell JA (2011) Nutrition and health - promoting properties of dairy products: contribution of dairy foods to nutrient Intake. In Fuquay PF *Official journal of the European Union* 404(1): 9-25
- Codex alimentarius commission (2003) Codex standard for fermented milks. *Codex Stan* 243-2003
- Coskun F and Karabulut Dirican L (2019) Effects of pine honey on the physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic yoghurt. *Food Science and Technology e-pub* June 27.2019. doi.org/10.1590/fst.24818
- Crisa A (2013) Milk carbohydrates and oligosaccharides In: *Milk and dairy products in human nutrition: Production, composition and health*, first edition, John Wiley&Sons Ltd, West Sussex, 129-148
- Dave RI and Shah NP (1998) Ingredients supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. *Journal of Dairy Sciences* 81(11): 2804-2816
- Diplock AT, Aggett PJ, Ashwell M, Bornet F, Fern EB and Roberfroid MB (1999) Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *British Journal of Nutrition* 81(4): 1-27
- Donkor ON, Nilmini SLI, Stolic P, Vasiljevic T and Shah NP (2007) Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal* 17(6): 657-665
- Đorđević J (1987) *Mleko-hemija i fizika mleka*, Naučna knjiga, Beograd
- Ehsani J, Mohsenzadeh M, Khomeiri M And Ghasemnezhad A (2018) Chemical characteristics, and effect of inulin extracted from artichoke (*Cynara Scolymus L.*) root on biochemical properties of synbiotic yogurt at the end of fermentation. *Iranian Journal Of Chemistry And Chemical Engineering* 37(2): 219-230

- Eissa SA, Ekbal MA, Elbabary H and Hamdi M (2018) Improvement of yoghurt quality by incorporation of inulin and select probiotic bacteria. *International Journal of Probiotics and Prebiotics* 13(2/3): 103-116
- El-Boraey NA, Ismail MM, Hoda FA and Elashrey HFA (2015) Chemical composition, sensory evaluation, rheological properties and starter activity of admixture of buffalo's, cow's and soymilk. *American Journal of Food Science and Nutrition Research* 2(4): 119-127
- Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes SC, Blecker C and Attia H (2011) Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry* 124(2): 411-421
- FAO/WHO (2001) Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria; pp. 1–34 , Córdoba, Argentina
- Farrell HM (2011) Milk proteins | Casein nomenclature, structure, and association. In Fuquay JW (Ed.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd edition. San Diego, Academic Press, p.p. 765-771
- Foegeding EA, Davis JP, Doucet D and McGuffey MK (2002) Advances in modifying and understanding whey protein functionality. *Trends Food Science Technology* 13(5): 151-159
- Fonden R, Saarela M, Matti J and Mattila-Sandholm T (2003) Lactic acid bacteria in functional dairy products. In: Mattila-Sandholm T and Saarela M. (Eds) p. P.244-262
- Frece J, Kos B, Beganović J, Vuković S and Šušković J (2005) *In vivo* testing of functional properties of three selected probiotic strains. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 21(8): 1401-1408
- Glušac J, Stijepić M, Đurđević Milošević D, Milanović S, Kanurić K, and Vukić V (2015a) Growth and viability of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in traditional yoghurt enriched by honey and whey protein concentrate. *Iranian Journal of Veterinary Research* 16 (3): 249-254
- Glušac J, Stijepić M, Milanović S, Dragica M and Đurđević-Milošević D (2015b) Physicochemical properties of honeybee pollen enriched acidophilus milk and probiotic yoghurt. *APTEFF* 46:1-269
- Gueven M, Yasar K, Karaca OB and Hayaloglu AA (2005) The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yoghurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology* 58 (3): 180-184
- Guillot JF (1998) Les probiotiques en alimentation animal. *Cahiers Agricultures* 7(1): 49-54
- Hasler CM (2002) Functional foods: Benefits, concerns and challenges—A position paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of Nutrition* 132(12): 3772–3781
- Hasler MC (2000) The changing face of functional foods. *Journal of the American College of Nutrition* 19(5): 499–506

- Hojoon C, Kyunga Y, Tae HB, Reid LN and Macias W (2013) Presence and effects of health and nutrition-related (HNR) claims with benefit-seeking and risk-avoidance appeals in female-orientated magazine food advertisements. *International Journal of Advertising* 32(4): 587-616
- Hoppert K, Zahn S, Jänecke L, Mai R, Hoffmann S and Rohm H (2013) Consumer acceptance of regular and reduced-sugar yogurt enriched with different types of dietary fiber. *International Dairy Journal* 28(1): 1-7
- Huth PJ, Di Rienzo DB and Miller GD (2006) Major scientific advances with dairy foods in nutrition and health. *Journal of Dairy Science* 89(4): 1207-1221
- Ismail MM, Hamad MF and Elraghy EM (2018) Using goat's milk, barley flour, honey, and probiotic to manufacture of functional dairy product. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 10(4): 677-691
- Kajiwara S, Gandhi H and Ustunol Z. (2002) Effect of the growth of and acid production by human intestinal Bifidobacterium spp.: an in vitro comparison with commercial oligosaccharides and inulin. *Journal of Food Protection* 65(1): 214-218
- Kapsak WR, Rahavi EB, Childs NM and White C (2011) Functional Foods: Consumer attitudes, perceptions, and behaviors in a growing Market. *Journal of the American Dietetic Association* 111(6): 804-810
- Kotilainen L, Rajalahti R, Ragasa C and Pehu E (2006) Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. *Agriculture and Rural Development Discussion Paper* 30: 11-38
- Mark-Herbert C (2004) Innovation of a new product category—Functional foods. *Technovation* 24(1): 713-719
- McGregor RA and Poppitt SD (2013) Milk protein for improved metabolic health: a review of the evidence. *Nutrition & Metabolism* (Lond) 10(1): 46
- Martinez-Villaluenga C, Frias J, Gomez R and Vidal-Valverde C (2007) Influence of addition of raffinose family oligosaccharides on probiotics survival in fermented milk during refrigerated storage. *International Dairy Journal* 16(7): 768-774
- Meybodi NM and Mortazavian AM (2017) Probiotic supplements and food products: A Comparative Approach *Biochem Pharmacol* 6: 1000227. DOI: 10.4172/2167-0501.100022
- Milanović S, Hrnjez D, Iličić M and Kanurić K (2016) Novel fermented dairy products. *Novel fermented marine based products*, pp 165-201
- Milanović S, Iličić M, Djurić M and Carić M (2009) Effect of transglutaminase and whey protein concentrate on textural characteristics of low fat probiotic yoghurt. *Milchwissenschaft - Milk Science International* 64(4): 388-392
- Milner J (2000) Functional foods: the US perspective. *American Journal of Clinical Nutrition* 71(6): 1654S-1659S
- Mollakhalili N (2017). Probiotic supplements and food products: A Comparative Approach. *Biochemistry & Pharmacology* 6(2):227
- Morelli L (2014) Yogurt, living cultures and gut health. *The American Journal of Clinical Nutrition* 99(5): 1248S-1250S
- Niva M (2007) All foods affect health: Understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns. *Appetite* 48(3): 384-393

- Oliveira RPS, Oliveira P, Converti A and Oliveira MN (2009) Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in co-cultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Food Engineering* 91(1): 133-139
- Pakseresht S, Tehrani MM and SMA (2017) Optimization of low-fat set-type yoghurt: effect of altered whey protein to casein ratio, fat content and microbial transglutaminase on rheological and sensorial properties. *Journal of Food Science Technology* 54(8): 2351–2360
- Patrignani F, Modesto M, Michelini S, Sansosti MC, Serrazanetti DI, Qvirist L, Camprini L, Mattarelli P and Lanciotti R (2018) Technological potential of *Bifidobacterium aesculapii* strains for fermented soymilk production. *LWT-Food Science Technology* 89(1): 689-696
- Perreault V, Rémillard N, Chabot D, Mori P, Pouliot Y and Britten M (2017) Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on cheese composition and rheological properties. *Journal of Dairy Science* 100(7): 5139-5152
- Pimentel T, Garcia S and Prudencio S (2012) Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* in set yoghurts during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology* 65 (1): 104–110
- Pins JJ and Keenan JM (2006) Effects of whey peptides on cardiovascular disease risk factors. *Journal of Clinical Hypertens (Greenwich)* 8(11): 775-82
- Popa D and Ustunol Z (2011) Influence of sucrose, high fructose corn syrup and honey from different floral sources on growth and acid production by lactic acid bacteria and bifidobacteria. *International Journal of Dairy Technology* 64(2): 247–253
- Pouliot Y and Gauthier SF (2006) Milk growth factors as health products: Some technological aspects. *International Dairy Journal* 16(11): 1415–1420
- Rashid AA, Huma N, Saeed S, Shahzad K, Ahmad IS, Ahmad II, Nawaz S and Imran M (2019) Characterization and development of yoghurt from concentrated whey. *International Journal of Food Engineering and Technology* 3(1): 1-7
- Rekha P and Hati S (2017) Importance of WPC 70 and calcium caseinate on sensory and textural properties of milk fermented with *L. Rhamnosus*. *International Journal of Current Microbiology & Applied Sciences* 6(5): 618-629
- Remeňová Z, Čanigová M, Kročko M and Ducková V (2018) Efekt of added rape honey on chosen physiochemical and textural properties and antioxidant activity of yogurts during storage. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 8(2): 802-804
- Roberfroid M (2002) Global view on functional foods: European perspectives. *British Journal of Nutrition* 88(2): 133–138
- Roberfroid M and Slavin J (2000) Nondigestible oligosaccharides *Criticcal Reviews in Food Science & Nutrition* 40(6): 461–480
- Roumanas D, Moatsou G, Zoidou E, Sakkas L and Moschopoulou E (2016) Effect of enrichment of bovine milk with whey proteins on biofunctional and rheological properties of low fat yoghurt-type products, 1st International multidisciplinary

- conference on nutraceuticals and Functional foods. Current research in nutrition and food Science 1(1): 105-113
- Santillán-Urquiza E, Méndez-Rojas MA and Vélez Ruiz JF (2014) Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 8(1): 5-14
- Schaafsma G (2008) Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. International Dairy Journal, 18 (5): 458-465
- Schanbacher FL, Talhouk RS, Murray FA, Gherman LI and Willett LB (1998) Milk - borne bioactive peptides. International Dairy Journal, 8(5-6): 393-403
- Schrezenmeir J and de Vrese M (2001) Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. American Journal of Clinical Nutrition 73(2): 361S-364S
- Singh H and Waungana A (2001) Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. International Dairy Journal 11(4-7): 543-551
- Spiegel T and Huss M (2002) Whey protein aggregation under shear conditions-effects of pH-value and removal of calcium. International Journal of Food Science & Technology 37(5); 559-568
- Stanton C, Ross RP, Fitzgerald GF and Van Sinderen D (2005) Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. Current Opinion in Biotechnology 16(2): 198-203
- Spence JT (2006) Challenges related to the composition of functional foods. Journal of Food Composition and Analysis 19(1): S4-S6
- Stijepić M. (2011) Optimizacija dodatka inulina i koncentrata proteina surutke u proizvodnji tradicionalnog i probiotičkog jogurta - Disertacija. Tehnološki fakultet Zvornik Univerziteta Istočno Sarajevo
- Stijepić M, Glušac J, Đurđević-Milošević D and Kalaba V (2018) Physicochemical properties of acidophilus milk with different protein supplements addition, XII International scientific conference of chemists, technologist and environmentalists of Republic of Srpska, Faculty of technology, University of Banja Luka, 2-3 november, Proceedings, pp 359-368
- Stijepić M, Glušac J, Đurđević Milošević D and Pešić-Mikulec D (2013) Physicochemical characteristics of soy probiotic yoghurt with inulin addition during the refrigerated storage. Romanian Biotechnological Letters 18(2): 8077-8085
- Stijepić M, Đurđević Milošević D and Glušac J (2012a) Reološke i senzorske karakteristike probiotičkog jogurta proizvedenog od kravljeg, kozjeg i sojinog mlijeka obogaćenog inulinom. Prehrambena industrija - mleko i mlečni proizvodi 23(1): 13-18
- Stijepić M, Đurđević Milošević D, Glušac J (2012b) Production of low fat yoghurt enriched with different functional ingredients. Quality of life 3 (1-2): 5-12
- Stijepić M, Milanović S, Djurdjević-Milošević D, Djurić M, Glušac J, Kanurić K and Vukić V (2012c) Effects of honey and whey protein concentrate addition on textural and sensory properties of probiotic yoghurt. Milchwissenschaft - Milk Science International 67(3): 277-280

- Stijepić M, Glušac J. i Đurđević-Milošević D. (2011a) Fizičko-hemijska i senzorska svojstva probiotičkog jogurta sa dodatkom inulina. Prehrambena industrija - mleko i mlečni proizvodi 22 (1): 29-34
- Stijepić M, Milanović S, Glušac J, Kalaba V, Kanurić K, Vukić V, Djurdjević-Milošević D, Ranogajec M (2011b) Sensory and microbiological properties of yoghurt enriched with honey and whey proteine concentrate. 2nd CEFSEER (Center of Excellence for Food Safety and Emerging Risks) Workshop "Persistent organic pollutants in food and environment", 26th Symposium on Recent Developments in Dairy Technology, and BIOXEN seminar "Novel approaches for environmental protection", Faculty of Technology, University of Novi Sad, Serbia, 8-10 September, Proceedings pp. 136-141
- Stijepić M, Milanović S, Glušac J, Vukić V, Kanurić K, Đurđević-Milošević D, Ranogajec M. (2011c) Utjecaj odabranih čimbenika na reološka i teksturalna svojstva probiotičkog jogurta. Mljekarstvo 61(1): 92-101
- Stijepić M, Glušac J. i Đurđević-Milošević D. (2010a) Reološke osobine probiotičkog jogurta sa dodatkom inulina. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik 16(3-4): 211-216
- Stijepić M, Milanović S, Glušac J, Vukić V, Kanurić K, Đurđević-Milošević D. (2010b) Promjene teksturalnih i senzorskih osobina probiotičkog jogurta proizvedenog uz primjenu različitih dodataka. Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi 21(1-2): 103-108
- Stijepić M, Glušac J. i Đurđević-Milošević D. (2009a) Uticaj dodatka koncentrata proteina surutke na reološke i senzorske osobine čvrstog jogurta. Veterinarski žurnal Republike Srpske 9(2): 131-137
- Stijepić M, Glušac J, Đurđević-Milošević D. i Ilić D. (2009b) Promjene sinereze jogurta obogaćenog koncentratom serum proteina u zavisnosti od termičkog tretmana mlijeka. Zbornik radova Tehološkog fakulteta u Leskovcu 19(1): 104-111
- Stijepić M, Glušac J. i Đurđević-Milošević D. (2009c) Preobiotičko djelovanje meda na fermentaciju i svojstva kozjeg i kravljeg probiotičkog jogurta. Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi 20 (1-2): 116-122
- Stijepić M, Glušac J. i Đurđević-Milošević D. (2009d) Uticaj termičkog tretmana mleka i inulina na viskozitet čvrstog kozjeg jogurta. VIII Simpozijum sa međunarodnim učešćem „Savremene tehnologije i privredni razvoj“, 23-24.10.2009, Leskovac, Zbornik radova: 19-27
- Stijepić M, Glušac J, Đurđević-Milošević D. (2009e) Uticaj sadržaja inulina i toplotnog tretmana na sinerezu probiotičkog kozjeg napitka tokom čuvanja. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik 15(3-4): 129-135
- Stijepić M, Glušac J, Đurđević-Milošević D. (2008) Uticaj temperature termičke obrade svježeg kozijeg mlijeka i dodatka inulina na kvalitet probiotičkog napitka. Prehrambena industrija - Mleko i mlečni proizvodi 19 (1-2): 47-53
- Tamime AY, Božanić R. i Rogelj I. (2003) Probiotički fermentirani mliječni proizvodi. Mljekarstvo 53(2): 111-134
- Tamime AY and Marshall VME (1997) Microbiology and technology of fermented milks, Microbiology and biochemisry of cheese and fermented milk. Chapman and Hall, London, p.p. 57-133

- Taneva I (2019) Study on the acidification dynamics and syneresis of yoghurt enriched in goji berry fruit (*Licium barbarum* L. artte). *Applied Researches in Technics, Technologies and Education* 7(1): 41-47
- Tratnik LJ. (1998) *Mlijeko-tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb
- Unal G and Ozer E (2018) Influence of fortification with inulin and Hi-maize on textural and sensory properties of set-type probiotic yoghurt. *Mljekarstvo* 68(3): 192-200
- Varga L (2006) Effect of acacia (*Robinia pseudo-acacia* L.) honey on the characteristic microflora of yogurt during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology* 108(2): 272-275
- Zhao LL, Wang XL, Tian QXY and Mao XY (2016) Effect of casein to whey protein ratios on the protein interactions and coagulation properties of low-fat yogurt. *Journal of Dairy Science* 99(10): 7768–7775
- Weerathilake WADV, Rasika DMD, Ruwanmali JKU and Munasinghe MADD (2014) The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. *International Journal of Scientific and Research Publications* 4(4): 1-10
- Yamul DK and Lupano CE (2009) Viscoelastic properties of whey protein concentrate gels with honey and wheat flour at different pH. *Journal of Texture Studies* 40(3): 319–333

Technology of functional dairy products

Milka Stijepic

Milk and dairy products are main constituents of daily diet due to its nutritive characteristics and health benefits. Milk, known as a good source of proteins, fats, and major minerals, is considered as a nearly complete food with significant amount of biologically active components. Thus, all the mentioned benefits about milk labeled milk and dairy products as a functional food. Milk is a complex mixture of a broad variety of bioactive substances such as essential amino acids, fatty acids, carbohydrates, minerals, vitamins, enzymes and etc.

Consumer's interest about balanced nutrition and personal health are reasons of increased consumption of functional dairy products, targeted for special consumer groups (age and health condition). Progressive scientific research and creation of new functional ingredients followed by application of new technologies, open various opportunities for production and market of functional dairy products.

Nowadays, the high demand for products with lower content of fat and higher content of easy to digest proteins, tailor variety of new dairy low fat products, enriched with minerals and vitamins, hydrolyzed lactose or proteins for specific consumer groups. Besides of that, it has been noticed an increasing trend in consumption of different

types of fermented dairy products, characterized by optimized texture and flavor and addition of various components such as probiotics and prebiotics, whey proteins in form of isolates or concentrates, and other different components (powder milk, skimmed powder milk, whey powder, skimmed whey powder, natural sugar etc.).

Different fermented dairy products can be produced according to the chosen strain used during fermentation. In production of plain traditional yoghurt traditional thermophilic bacteria *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* were used. Introduction of new species of probiotic bacteria originated from *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* led to significant progress in modern technology of fermented dairy products. The probiotic species from *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* possess beneficial effect on human health and they were known as a part of human intestines microbiome.

However, the most often used as a starter culture in modern production of fermented dairy products are lactic acid bacteria (LAB). In yoghurt production, besides the traditional and probiotic cultures, other starter culture can be used such as bacteria *Lactobacillus lactis*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc* spp., or different yeast species, individually or in a chosen combinations.

Despite the fact that fermented goat beverages were not sufficiently researched, production of these beverages has been getting more attention due to therapeutic characteristics of goat milk. Additionally, when fermented goat milk is enriched with probiotic bacteria and prebiotic supplements such as inulin, it meets the level of functional food standards. Beany taste of soya milk, as a main disadvantage of soy products, can be masked during the fermentation followed by reduced level of oligosaccharides, raphinosis and stachyoses. Due to this, fermented soy products are in consumer's demand and are getting more attention. Soya milk is usually fermented with lactic acid bacteria (LAB), specific mold species or probiotic bacteria.

Considering the well-known role and health benefits of dairy products that are constantly developing into new and improved generation of products with advanced functional properties and high nutritional value, it is understandable that dairy products are progressively gaining established scientific credibility.

Key words: Functional food, Dairy products, Probiotics, Prebiotics