



УНИВЕРЗИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ" –БИТОЛА
ТЕХНОЛОШКО-ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ ВЕЛЕС



Студиска програма: **ИНОВАТИВНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ХРАНА И**
НУТРИЦИОНИЗАМ

ДОКТОРСКИ ПРОЕКТ

“ФОРМУЛАЦИИ И ОБРАБОТКА НА ФУНКЦИОНАЛЕН ЈОГУРТ,
МИКРОБИОЛОШКА, РЕОЛОШКА, СЕНЗОРНА И НУТРИТИВНА
КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПРИ СКЛАДИРАЊЕ”

Ментор:

Вонр. проф. д-р Татјана Калевска

Кандидат:

М-р. Арбер Хусени

Број на индекс: 2

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД.....	1
2. ФУНКЦИОНАЛНИ ЈОГУРТ	2
3. МЕТОДОЛОГИЈА НА РАБОТА	5
3.1. Материјал и методи	5
3.1.1. Формулации и преработка на функционален јогурт.....	5
3.1.2. Методолошки пристап кон контрола и функционална обработка на јогурт	6
3.1.3. Анализа на контролен и функционален јогурт	6
3.1.3.1. Реолошка анализа на контролен и функционален јогурт	6
3.1.3.2. Сензорна анализа на контролен и функционален јогурт	6
3.1.3.3. Нутриционистичка и хемиска анализа на контролен и функционален јогурт.....	7
3.1.4. Варијационо-статистичка обработка	7
4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	7
4.1. Физичко-хемиски параметри на функционалните јогурти.....	7
4.1.1. Динамика на содржина на протеини за контрола и функционален јогурт	7
4.1.2. Споредба во динамиката на капацитетот за задржување вода (WHC) за Јогурт 01С и 02Р	9
4.2. Реологија на јогуртите	9
4.2.1. Динамика на текстура Профил на јогурт 01С и 02Р за време на складирање ..	9
4.3. Сензорна анализа на јогурти.....	10
4.3.1. Сензорна анализа на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето	10
4.4. Есенцијални минерали во контролните и функционалните јогурти.....	12
5. ЗАКЛУЧОК.....	12
6. РЕФЕРЕНЦИ	13
ЛИСТА ОД ТАБЕЛАС	16
ЛИСТА ОД СЛИКАС	17

1. ВОВЕД

Храната е еден од најважните аспекти од секојдневниот живот. Трендовите на потрошувачка на храна и дискусиите за придобивките и можните здравствени проблеми од одредени модели на исхрана се зголемуваат. Моделите на храна може да се дефинираат како количини, пропорции, разновидност или комбинација на различни видови храна, напитки во исхраната и фреквенцијата со која тие вообичаено се конзумираат (Schulze et al., 2018). Кај холандската популација, шемите на потрошувачка на храна биле независно поврзани со крвниот притисок и плазматската гликоза и концентрациите на холестерол (Van Dam et al., 2003). Студијата за глобално оптоварување на болести ја наведува исхраната како главен фактор зад порастот на хипертензијата, дијабетесот, дебелината и другите компоненти на CVD (Anand et al., 2003). Во светот има околу 500 милиони дебели (Lim et al., 2012; WHO, 2014) и близу 2 милијарди луѓе со прекумерна тежина или дебели луѓе (Fund, 2007). Понатаму, нездравите модели на исхрана имаат негативни влијанија врз животната средина, особено климатските промени (Anand et al., 2003). Денес исхраната се проучува за различни возрастни групи за да се спречат болестите и да се промовира оптимално здравје.

Храната може да се смета за „функционална“ доколку задоволително се докаже дека има корисен ефект врз една или повеќе целни функции во телото, надвор од соодветната исхрана, на начин кој го подобрува здравјето и благосостојбата или го намалува ризикот од болести (Gibson & Willimas, 2000). Функционалните прехранбени производи или хранливите препарати стануваат сè поважни за потрошувачите кои се заинтересирани за здравствените придобивки од функционалната храна за превенција од болести и хронични состојби

Уникатните карактеристики на функционалната храна се:

- да биде конвенционална или секојдневна храна;
- да се конзумира како дел од нормалната/вообичаената исхрана;
- составена од природни (за разлика од синтетичките) компоненти присутни во храна во неприродна концентрација која вообичаено не би ги снабдувала;
- да има позитивен ефект врз целните функции (и) надвор од хранлива вредност/основна исхрана,
- да ја подобри благосостојбата и здравјето и/или да го намали ризикот од болести или да обезбеди здравствени придобивки за да го подобри квалитетот на животот, вклучувајќи физички, психолошки и перформанси во однесувањето и
- има овластени и научно засновани тврдења (Saarela, 2011).

Постои огромен можен опсег на функционална храна која нуди различни типови на придобивки и делува на различни начини, кои се категоризираат како:

- витаминско и минерално збогатување
- намалување на холестеролот
- диетални влакна
- пробиотици, пребиотици и синбиотици
- антиоксиданси
- фитохемикалии
- растенија и ботаника (Gibson & Willimas, 2000).

Млечните производи, особено јогуртите и другите ферментирани млечни производи се составен дел од функционалната храна. Јогуртот е ферментиран млечен производ со

користење на термофилни бактерии LAB соеви *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Целта на трудот беше да се развијат формулации на функционални јогурти и да се изврши микробиолошка, реолошка, сензорна и нутритивна карактеризација за време на складирањето.

2. ФУНКЦИОНАЛНИ ЈОГУРТ

Функционална прехранбена индустрија е брзорастечка индустрија која се постојано се развива. Порастот на оваа храна на пазарот е резултат на нејзината перцепирана хранлива корист. Сепак, одредени функционални намирници со здравствени тврдења не се прифатени од потрошувачите. Ова, исто така, обезбедува докази за зголемување на иновациите на производитите, прифаќање на здрав начин на живот од страна на потрошувачите преку исхраната и растечката промена од фармацевтски добиените додатоци (Boye, 2015).

Функционалниот развој на храната воопшто и развојот на функционален јогурт во овој случај е предизвикувачка тема главно поради прифаќањето на потрошувачите, безбедноста и рокот на траење. Македонските потрошувачи се подготвени во иднина да ја зголемат потрошувачката на функционална храна доколку таа биде поевтина и подостапна во продавниците (Spiroski et al., 2013). Беше заклучено дека само прехранбената индустрија ги прилагодува своите активности на сеопфатен начин, иманентно на регулаторната средина и барањата на потрошувачите во земјата и треба да се погрижи јавноста да има точни информации за функционалната храна и да продолжат да се едуцираат за оваа област што се појавува на науката за исхрана (Spiroski et al., 2013). Ферментираниите видови млеко во голема мера се конзумираат поради нивните утврдени функционални својства кои се поврзани со пробиотиците или генерирањето на функционални молекули како органски киселини и биоактивни компоненти (Lee et al., 2016).

Од општа гледна точка, ферментираното млеко е производ добиен со коагулација на млеко без одземање на серумот (Corradini, 1995). Дејството на ферментативните микроорганизми е потребно и треба да ги исклучи другите процеси на коагулација или гелирање. Јогуртот е млечен производ со одлична хранлива вредност и е омилена храна на сите возрастни групи (Ismaili et al., 2019).

Класификацијата на ферментираниите видови млеко може да се направи врз основа на ферментационите микроорганизми (Corradini, 1995):

- Термофилно кисело млеко. Главниот производ на ферментативните реакции е млечна киселина. Потребниот термички опсег за ферментација е 37-45 °C
- Мезофилно кисело млеко. Главниот производ на ферментативните реакции е млечна киселина. Потребниот термички опсег за ферментација е 20-30 °C
- Кисело алкохолно млеко. Главните крајни производи на ферментативните реакции се млечна киселина, етил алкохол и јаглерод диоксид. Потребниот термички опсег за ферментација е 15-25 °C.

За време на ферментацијата, *S. thermophilus* на почетокот брзо расте, користејќи есенцијални аминокиселини произведени од *L. bulgaricus*. *Streptococcus thermophilus*, за возврат, произведува млечна киселина, која ја намалува рН вредноста на оптимално ниво за раст на *L. bulgaricus*. Произведената млечна киселина и помали количини на мравја киселина го стимулираат растот на *L. bulgaricus* (Pandey et al., 2016).

Текстурата може да се користи како дискриминаторна карактеристика. Јогуртите се достапни во голем број текстурални - течни, цврсти и мазни видови. Покрај тоа, комерцијално достапните јогурти може да бидат присутни со различна количина на декларирана содржина на маст. Конечно, можност за додатоци за вкус, кои може да

сугерираат производство на „природни“ производи збогатени со овошје и житарки (Baglio, 2014).

Во поглед на физичко-хемискиот состав, хигиенскиот квалитет и присуството на остатоци и загадувачи, млекото за производство на јогурт треба да бидат квалитетно и технолошки погодно за производство на ферментирани производи (Kalevska et al., 2019). Квалитетот на суровото млеко најчесто се разгледува во однос на потенцијалниот ефект врз квалитетот на преработените производи (Murphy et al., 2016). На текстурата и реологијата на млечните производи влијае и додавањето на одредени состојки, на пример, сојата кога е додадена во јогурт од козјо млеко може да предизвика зголемување на вискозноста и капацитетот за задржување вода и да го намали синерезисот поради високата содржина на протеини во составот (Widodo & Anindita, 2013; Delgado et al., 2017). Други состојки се овошјето и нивните деривати, како што се пулпата и сокот, кои играат важна улога во производството на млечни напитки. Ова е поврзано со растот на индустријата за преработка на овошје, особено цитрусните, кои ја зголемуваат вредноста на козјите млечни производи (García et al., 2014; Costa et al., 2015). Додавањето овошје во јогуртот од козјо млеко ја подобрува прифатливоста од страна на потрошувачите како алтернатива за прикривање на типичниот вкус на козјото млеко и ферментирани производи, што може да биде причина за отфрлање на производот од невообичаените потрошувачи. Покрај тоа, употребата на влакната од овошната пулпа се алтернатива за ниската текстура што ја прикажуваат козјите јогурти, кои можат да ја подобрат и неговата хранлива вредност, диверзифицирајќи го пазарот на овој млечен производ (Delgado et al., 2017; Costa et al., 2015; Silva et al., 2017).

Денес се произведуваат неколку видови на ферментирано млеко и многу од нив содржат пробиотски соеви или млечно кисели бактерии кои покажуваат специфични карактеристики во крајниот производ кој има здравствени придобивки за консументите (Lee et al., 2016). Среди Keila et al. (2019) *Bacillus subtilis* е ветувачки пробиотик во производството на био-јогурт со антиоксидативен потенцијал (ABTS, DPPH, супероксид, хидроксил и хелација на железо и бакар) и зголемен рок на траење. Покрај тоа, пептидите на системите без лактоза и без пробиотици сè уште можат да се користат како нутритивни состојки во функционалната храна (Keila et al., 2019). Parra (2014) развил ферментирано млеко со додавање на 3,5% сок од јакон; производот имал добри сензорни својства и бил прифатен од потрошувачите, иако конечната рН вредност на производот била пониска отколку кај обичниот јогурт по складирањето. Dubrovskii et al. (2019) инкорпорирале екстракт од анасон во јогуртот што овозможил да се создаде производ со уникатни органолептички карактеристики и здравствени придобивки. Додавањето анасон во прав ја забрзува акумулацијата на киселината и го зголемува капацитетот за задржување вода на гелот од јогурт во споредба со обичниот јогурт (Dubrovskii et al., 2019). Vasconcelos et al. (2012) формулирале нискокалорично ферментирано млеко со брашно од јакон додадено во различни концентрации (1,6-3,9% w/v). Добиениот производ имал ниска содржина на масти и нискокалорична содржина и поголема содржина на диетални влакна од минималната вредност што ја бараат бразилските регулативи. Додавањето екстракти од растенија во јогуртот влијаело на неговата одржливост (Yadav & Shukla, 2014). Затоа, се препорачува додавање на екстракт од цимет во млекото што се користи за производство на јогурт, бидејќи циметот е природен хербален производ со широк спектар на корисни и хранливи својства. Ова го прави произведениот јогурт функционална храна (Yadav & Shukla, 2014). Curti et al. (2017) формулирале цврсти јогурти со брашно од киноа, но јогуртот не бил адекватна матрица за извлекување на соединенија од киноа, бидејќи додавањето на киноа може негативно да влијае на стабилноста на гелот за време на складирањето, поради појавениот синерезис и зголемената вкупната киселост. Јогуртот од морков е развиен,

проценет и со докажано добар квалитет, долг рок на траење, кој може да се чува 21 ден на температура од 4°C, без значителен микробиолошки раст или губење на бојата и текстурата на производот, како и 77% деградација на афлатоксинот M1 за време на производството и складирањето (Salwa et al., 2004).

Истражувачката област на функционална храна покажува значителни ветувања за проширување на млечната индустрија и соодветноста за користење на ксилоолигосахарид (ХО) (несварливи олигосахариди (НДО)/пребиотик) во јогурт на различни нивоа со и без стабилизатор е проверена, при што може да се заклучи дека се задржуваат резултатите од органолептичките атрибути за сите експериментални јогурти. Збогатувањето на јогурт со ксилоолигосахарид (ХО) до ниво од 3,5% со стабилизатор (желатин, 0,4%) се покажало како успешен третман во однос на севкупната прифатливост и зголемени здравствени придобивки поврзани со несварливи олигосахариди (НДО) (Mumtaz et al., 2008). Holasova et al. (2004) ја проучувале содржината на фолати во јогуртот ферментиран со соеви на *Streptococcus thermophilus*, каде по инкубација од 12 часа, постигнато е шест пати поголемо количество на 5-метил-ТНФ во споредба со контролниот примерок. Исто така, испитана е можноста за производство на функционален јогурт користејќи пченични нукулци и јагоди поради нивната висока хранлива вредност. Добиените резултатите сугерираат дека додавањето на пченични нукулци доведува до значително зголемување на содржината на минерали, како и на незаситени масни киселини и влакна, што го прави јогуртот општо прифатлив со подобрен нутритивен квалитет (Gahrue et al., 2019).

Laiño et al. (2013) проучувале 15 различни јогурти ферментирани со комбинирани соеви (*Lb. delbrueckii subsp bulgaricus* и *Strep. thermophilus*) кои произведуваат фолна киселина. Авторите откриле 2,5 пати поголема количина на фолати во јогуртот отколку во неферментираното млеко.

Сурутката, течниот остаток од производството на сирење и казеин, е еден од најголемите резервоари што може да се користи како додаток во јогуртите, кој сè уште останува во голема мера надвор од каналите за човекова потрошувачка. Сурутката опфаќа 80-90% од вкупниот волумен на млекото што влегува во процесот и содржи околу 50% од хранливите материи во оригиналното млеко: растворливи протеини, лактоза, витамини и минерали. Henriques et al. (2014) заклучуваат дека течните концентрати на протеин од сурутка (LWPC) во јогуртот можат да бидат многу привлечни не само за глобалниот принос на процесот, намалување на ефлуентите и додадена вредност на постоечките производи, туку и занимните функционални својства. Протеините од сурутка може да се користи како замена за млечниот протеин во формулацијата на јогуртот, но еластичниот карактер на добиениот гел може да ја намали прифатливоста на потрошувачите. Истражувањето на Matumoto-Pintro et al. (2011) покажало дека модификацијата на состојките на протеините од сурутка пред додавање во млекото може да ги подобри текстуралниот квалитет на јогуртот. Полимеризиран течен концентрат на протеини од сурутка до 8%, подготвен директно од сурутка од сирењето Чедар може да се користи како средство за згуснување за формулацијата на полномасен јогурт (Fang & Guo, 2019). Во друго истражување на Krzeminski et al. (2011) структурните својства на јогуртот збогатен со сурутка биле под влијание на варијациите во содржината на протеини, односот на казеин и протеинот од сурутка и содржината на масти, а текстурата и стабилизирачкиот ефект зависеле од присуството и концентрацијата на протеините од сурутката и присуството на масни глобули, како и видот и јачината на интеракцијата меѓу честичките. Истражувањето на Farah et al. (2017) покажало сличности меѓу сензорните профили на производите што се објаснуваат со високата прифатливост и брендovите на напоите базирани на јогурт и сурутка, а атрибутите поврзани со прифатливоста биле, вискозност (текстура), вискозност (изглед)

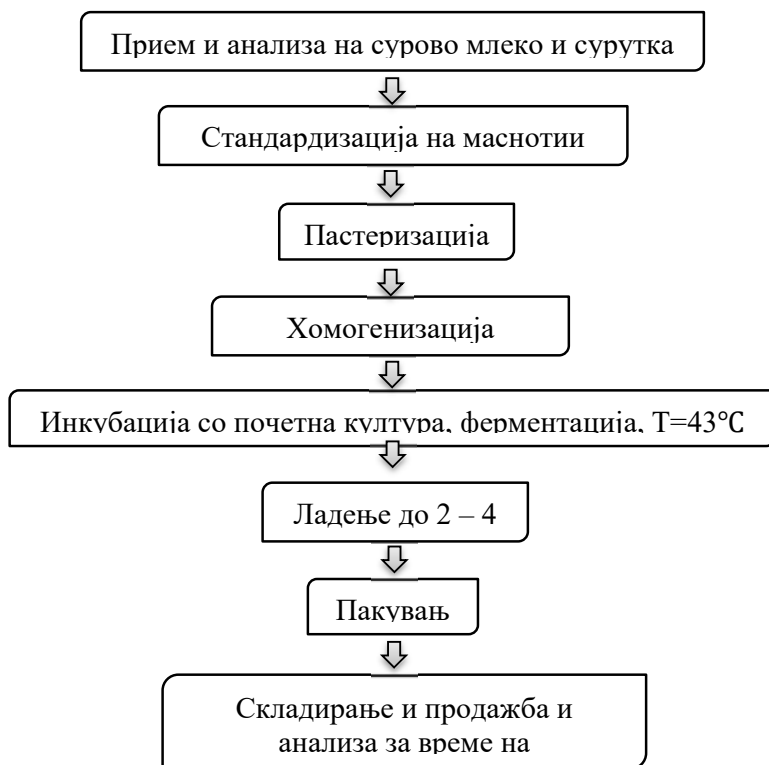
и присуство на пулпа (изглед и текстура). Додавањето на сурутка како функционална состојка во јогуртите ја промовира нивната функционалност како здрави и корисни за потрошувачите, вклучувајќи ја безбедноста и севкупната прифатливост.

3. МЕТОДОЛОГИЈА НА РАБОТА

3.1. Материјал и методи

3.1.1. Формулации и преработка на функционален јогурт

За да се исполнат горенаведените цели, за развој на функционален јогурт од суштинско значење беше испитување на формулациите и техниките на обработка. Од функционална гледна точка за развојот на нов функционален јогурт беше важен изборот на функционални состојки. Млекото за производство на јогурт беше ферментирано во лабораториски услови со млечно кисели бактерии. Кај формулациите на функционалниот јогурт беа земени во предвид нутритивните и терапевтските вредности на различните функционални состојки кои се користеа при производството на функционалниот јогурт. Сурутката е додадена како функционална состојка во млекото за производство на функционалните јогурти. Првата категорија беше контролниот јогурт без сурутка и функционалниот јогурт со сурутка. Втората категорија беше контролниот овошен јогурт и функционалниот овошен јогурт со сурутка. За производство на овошни јогурти се користеле јагода и аронија.



Слика 1. Поедноставениот технолошки процес за производство на јогурт.

3.1.2. Методолошки пристап кон контрола и функционална обработка на јогурт

Контролен и функционален јогурт беа произведени во лабораторијата на Факултетот за биотехнички науки од Битола. Млекото и сурутка беа обезбедени од ВЕМИЛК (ИМВ - Индустрија за млеко Велковски, с.Кравари, Битола). Млекото беше стандардизирано, хомогенизирано и пастеризирано, изладено и асептички спакувано. Од суровото млеко се земени примероци за физичко-хемиска и микробиолошка анализа.

Производството на јогуртот беше по вообичаената стандардна технологија за производство на јогурт. За производство на контролен и функционален јогурт, се користени се комерцијална стартер култура за директна инокулација: YO-FLEX ® Premium 3.0 (Chr. Hansen,). Замрзната јагода (Фриком ДОО Белград, складирана на -18°C), замрзната аронија (Gardenia PREMIUM, CERMAT ДОО Битола) набавени во локален маркет). Експерименталното млеко беше загреано на 45°C ± 2°C со помош на WECK Automatik-Einkochtopf mit Thermostat+Entsafterstufe, Wehr-Öflingen, Германија. Инкубација е со култура YO-FLEX ® Premium 3.0, а времето на ферментација изнесуваше 3 часа.

Контролните и функционалните јогурти се полнети рачно со употреба на кујнски алатки во стерилни полипропилен контејнери 120 ml Ø55X70 MM (Syntesys S.R.L, Италија). Произведени се вкупно 30L јогурт и приближно 264 ПП пакувани контејнери. Контролните и функционалните примероци на јогурт веднаш беа префрлени во ладилник (Daewoo FR-291, Korea и FRINKO HL 180/2T) на температура од 4-7 ±1°C (ден 0) каде беа складирани 21 ден. Микробиолошка, реолошка, сензорна и хемиска анализа на примероците од јогуртот беше направена на 1, 7, 14, 21 ден. Примерокот од јогурт 01C е контролен јогурт без сурутка, а примерокот од јогурт 02P е функционален јогурт со сурутка.

3.1.3. Анализа на контролен и функционален јогурт

3.1.3.1. Реолошка анализа на контролен и функционален јогурт

Анализата на профилот на текстурата (ТРА) е одредена со користење на моделот на анализатор на текстура СТ3-10kg Текстура анализатор (Amtek Brookfield, САД) во лабораторијата на Факултетот за прехранбена технологија, Универзитетот „Иса Болетини“ – Митровица, Косово.

3.1.3.2. Сензорна анализа на контролен и функционален јогурт

Панелистите доби 70 мл ферментирано млеко на 8-12°C, шест примероци беа евалуирани во секоја сесија. Примероците беа анализирани во дупликат од дванаесет оценувачи кои беа претходно обучени да ја разберат сензорната евалуација и да ги оценуваат јогуртите. Водата беше послужена за прочистување на устата помеѓу оценувањето на примероците. За сензорната анализа на јогуртот е користен методот на бодување со 25 поени, кој најчесто се користи за стручна анализа на примероците. За секое својство на јогуртот: изглед, боја, мирис, конзистенција (текстура) и вкус се одредуваше коефициент на важност. Сензорните својства на јогуртот беа оценувани со оценки од 1 до 5, кои се множат со коефициентот на важност (CV), а нивниот збир е изразен во (%) и означува (%) од максималниот можен квалитет. Просечната вредност, т.е. пондерираната општа проценка на квалитетот на јогуртот се добиваше со делење на максималниот можен квалитет со збирот на коефициентот на важност ($\Sigma = 20$).

3.1.3.3. Нутриционистичка и хемиска анализа на контролен и функционален јогурт

Капацитетот за задржување вода (WHC) на јогуртот беше одреден со методот во кој јогуртот беше подложен на центрифугирање од 15 минути со 10.000 вртежи во минута со помош на Центрифуга HETTICH - Rotofix 32A (HETTICH-Germany/BiEИнжинеринг).

Содржината на протеини е одредена со користење на Kjeldahl VELP (МКС EN ISO 8968-1:2014)

Калциум (Ca), калиум (K), магнезиум (Mg), натриум (Na), фосфорно (P) железо (Fe) и цинк (Zn) во примероците на јогурт по извршената дигестија, Лабораторијата на АГРОВЕТ од Косово ги испрати на анализа на Хемискиот факултет при Универзитетот во Белград. Анализите се извршени со употреба на ICP-OES Theroscientific ICAP 7000 серијата по методот EPA 6010C. Ваквите анализи на минералите покрај на примероците од јогуртот се направени и на 12 примероци од домашни и увезени брендови на јогурт кои се на пазарите во Република Северна Македонија за да се изврши споредба со новите производи.

3.1.4. Варијационо-статистичка обработка

Варијационо-статистичка обработка на податоците е вршена врз основа на пресметување на средните вредности и нивните стандардни отстапувања. Тестирање на статистички разлики во средните вредности на испитуваните параметри помеѓу контролниот и функционалниот јогурт е извршено со примена на студентов т-тест. Добиените резултати се прикажани табеларно и графички. Статистичката обработка на добиените резултати е направена со помош на Minitab 18, Excel и Originlab Pro.

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

4.1. Физичко-хемиски параметри на функционалните јогурти

4.1.1. Динамика на содржина на протеини за контрола и функционален јогурт

Резултатите од динамиката на содржината на протеини на Јогуртот 01С и 02Р (контролен јогурт без сурутка и функционален јогурт со сурутка) се прикажани во Табела 1 и 2, а графички се прикажани на слика 1. Просечните вредности на содржината на протеини во контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето се прикажани, максимум (max) и пресметани се минималните вредности (min) на вкупната содржина на протеини што резултираше во периодот на складирање, вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV) се пресметани.

Табела 1. Динамика на протеините при складирање на Јогурт 01С

Период	Протеини (%)				
	min	Max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	3.0500	3.0680	3.0590	0.0127	0.42
7 ден	2.9330	2.9490	2.9410	0.0113	0.38
14 ден	3.0060	3.0180	3.0120	0.00849	0.28
21 ден	3.0090	3.1020	3.0555	0.0658	2.15

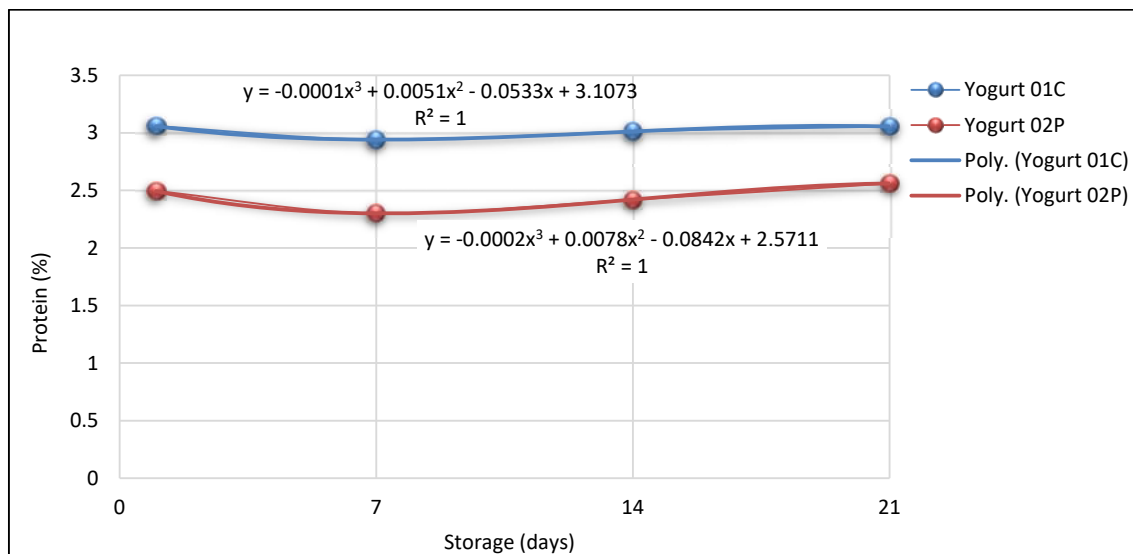
На 1-ви ден за време на ладното складирање на Јогурт 01С, содржината на протеини изнесуваше $3,0590 \pm 0,0127\%$, на 7-ми ден $2,9410 \pm 0,0113\%$, на 14-тиот ден $3,0120 \pm 0,00849\%$, на 21-виот ден $3,0555 \pm 0,0658\%$.

Табела 2. Динамика на протеините при складирање на Јогурт 02Р

Протеини (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2.4810	2.5080	2.4945	0.0191	0.77
7 ден	2.2830	2.3180	2.3005	0.0247	1.08
14 ден	2.4120	2.4290	2.4205	0.0120	0.50
21 ден	2.5470	2.5730	2.5600	0.0184	0.72

На 1-ви ден за време на ладното складирање на Јогурт 02Р, содржината на протеини изнесуваше $2,4945 \pm 0,0191\%$, на 7-ми ден $2,3005 \pm 0,0247\%$, на 14-тиот ден $2,4205 \pm 0,0120\%$ и на 21-виот ден беше $2,5600 \pm 0,0184\%$.

На слика 1, даден е графички приказ на содржината на протеини во Јогуртот 01С и 02Р за време на ладното складирање на јогуртот. Функцијата што би ги приближила вредностите е претставена со кубна функција, која за содржината на протеини во Јогуртот 01С е $y = -0,0001x^3 + 0,0051x^2 - 0,0533x + 3,1073$ и за 02Р е $y = -0,0002x^3 + 8 - 0,0842x + 2,5711$. Протеинската функција за Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето (денови) беше полином.

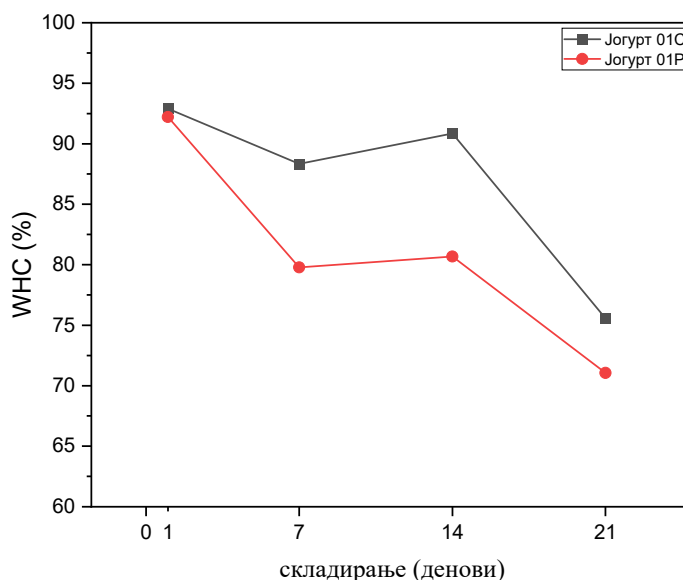


Слика 2. Динамика на протеинот за Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето

Содржината на протеини во текот на складирањето од 21 ден за Јогурт 01С изнесуваше $3,016875\% + 0,054916$, додека содржината на протеини во Јогурт 02Р изнесуваше $2,443875\% + 0,096373$. Додавањето на сурутка влијаеше на намалувањето на вкупната содржина на протеини во функционалниот јогурт. Функциите што ја претставуваат динамиката на содржината на протеини во јогуртите покажуваат дека има мали отстапувања на содржината на протеини во производите за време на складирањето, но нивните вредности биле речиси константни. Ова отстапување може да произлезе од процедурите на мешање и полнење во лабораторија и не е значајно.

4.1.2. Споредба во динамиката на капацитетот за задржување вода (WNC) за Јогурт 01С и 02Р

Компаративната анализа помеѓу контролните и функционалните јогурти за време на складирањето за WNC е прикажана на слика 3. Од презентираниите резултати може да се заклучи дека на првиот ден од контролното складирање јогуртот 01С имал малку повисока WNC од функционалниот јогурт 02Р. На седмиот ден на складирање, Јогуртот 01С имал повисока WNC во споредба со Јогуртот 02Р 88,34% соодветно 79,78%. На 14-тиот ден од складирањето, WNC вредностите на контролниот и функционалниот јогурт се 90,86% соодветно 80,68%. Тоа покажува дека од 7-ми до 14-ти ден немало некоја значајна промена во вредноста на WNC на јогуртите. За време на долготрајно складирање, јогуртот има тенденција да ја губи својата структура и тоа резултира со помала WNC. На 21-виот ден, намалување на вредноста на WNC е забележано кај Јогуртот 01С и Јогуртот 02Р во однос на претходно испитуваниот период. Јогуртот 02Р имаше WNC 71,06%, а Јогуртот 01С 75,58%. Од ова може да се заклучи дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти има негативно влијание врз WNC во споредба со контролниот јогурт во првите две недели од складирањето 8,56-10,18% во текот на две недели и последниот ден разликата беше 4,52%.



Слика 3. Капацитет за задржување вода (WNC) на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето

4.2. Реологија на јогуртите

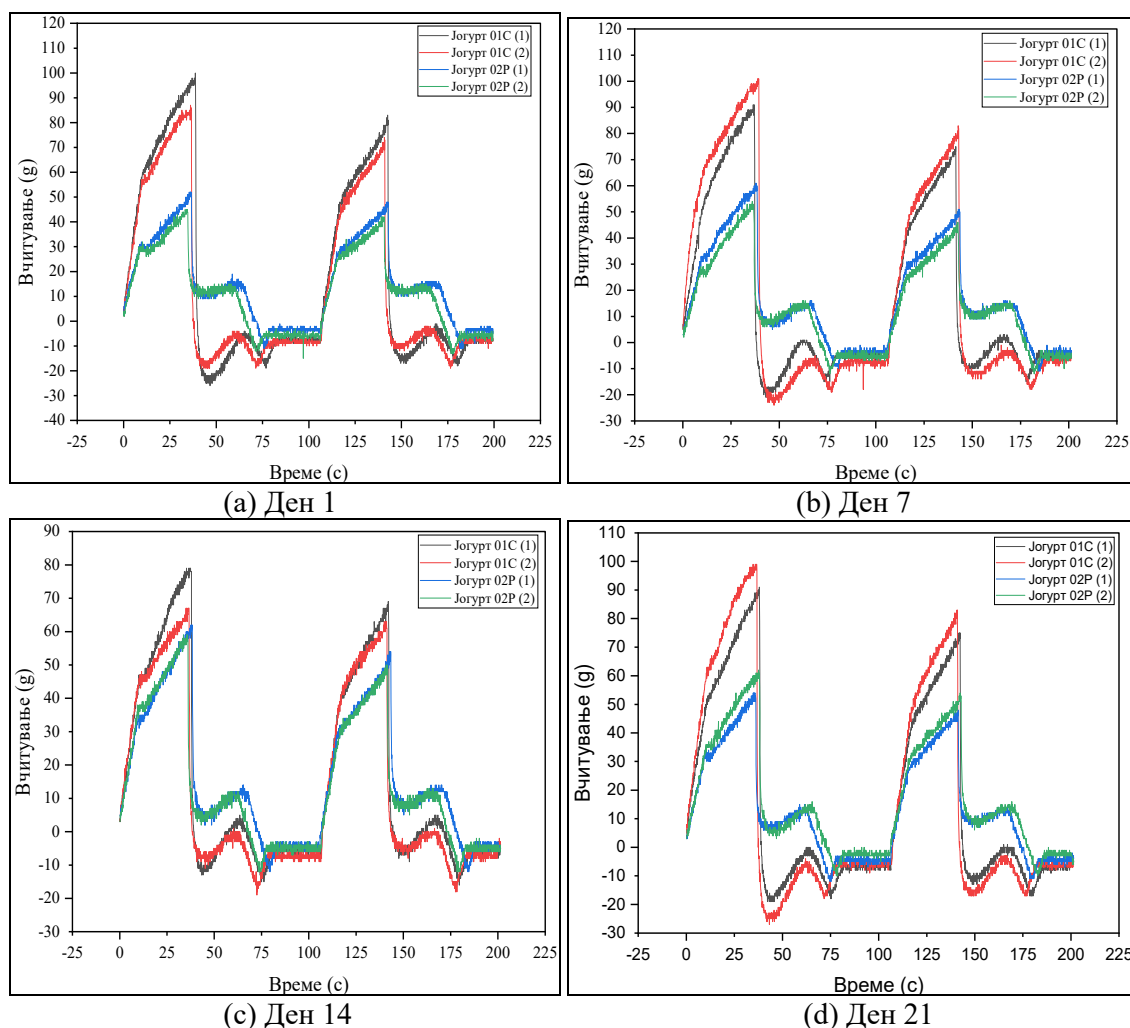
4.2.1. Динамика на текстура Профил на јогурт 01С и 02Р за време на складирање

Јогуртите беа анализирани за профилот на текстура (ТРА) и параметрите на текстурата како цврстина, лепливост, кохезивност, еластичност и цвакање.

ТРА на јогуртот 01С и 02Р е прикажан на слика 4. Тврдоста ја мери силата потребна за првата компресија (макс. оптоварување). ТРА на 1-ви и 7-ми ден покажува дека текстурата на јогуртот е приближно иста со тврдоста на јогуртот 01С и 02Р на првиот ден беше 93,5 g соодветно 48,5 g и 91 g соодветно 57,5 g на 7-ми ден. На 14-тиот

ден има намалување на тврдоста за јогурт 01С на 73 g, но за 02Р беше мало зголемување на 60,5 g. На 21-от ден, цврстината за време на првата компресија беше зголемена за јогурт 01С на 91 g, но Јогуртот 02Р беше речиси константен 58 g.

Јогуртот 01С за време на складирањето ја задржа својата цврстина покрај 14-тиот ден кога првиот примерок имал 79 g, а вториот примерок 67 g. Јогуртот 02Р за време на складирањето имаше најниска цврстина на првиот ден, но ја задржа цврстината за време на складирањето. Цврстината беше помала во функционалниот јогурт што се должи на додадената функционална состојка.



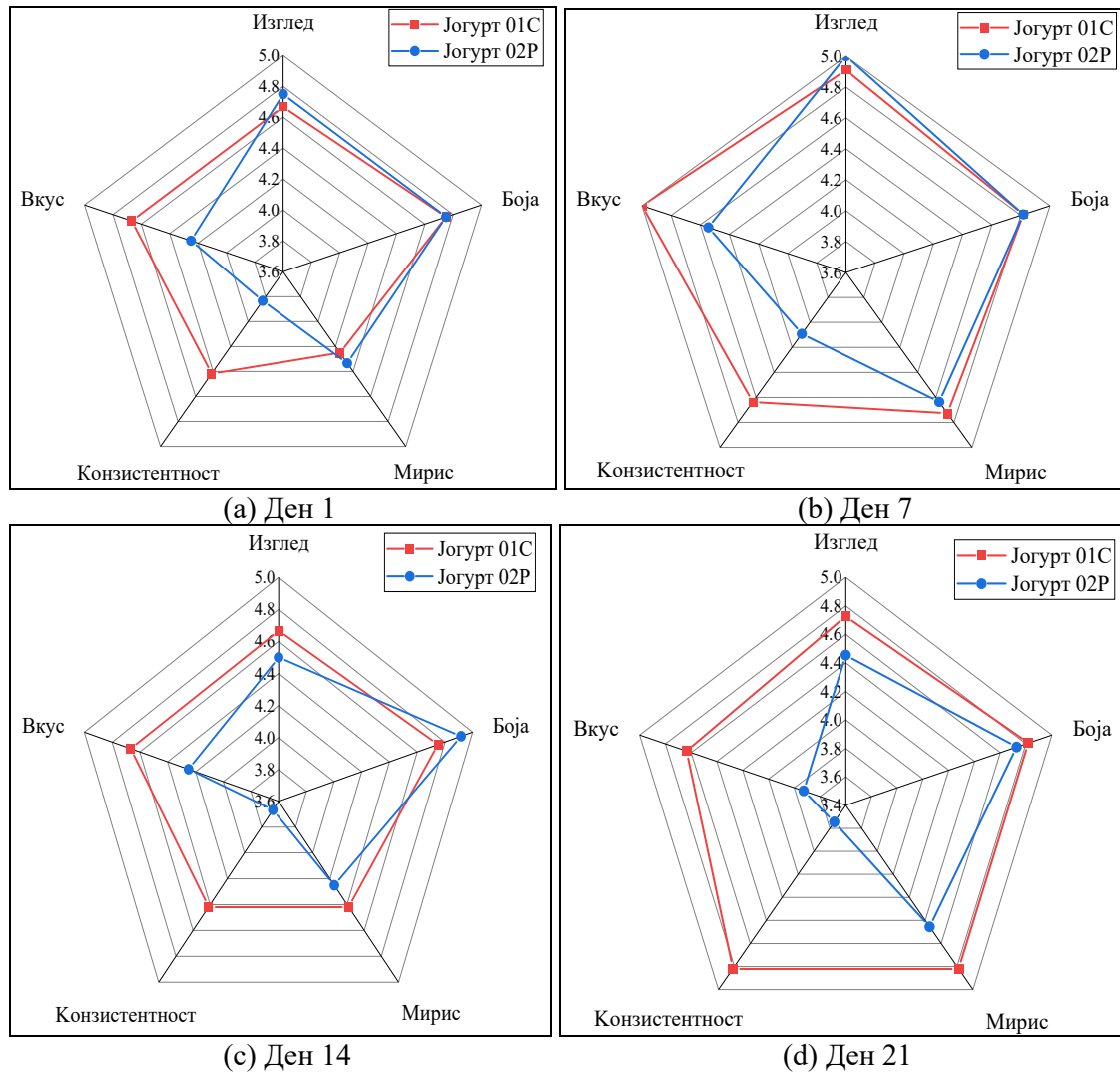
Слика 4. Анализа на профилот на текстура (TPA) на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето

4.3. Сензорна анализа на јогурти

4.3.1. Сензорна анализа на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето

Сензорната анализа на јогуртот 01С за време на складирањето ги доби следните резултати за првиот ден: изглед, просечната оценка беше $4,66 \pm 0,49$; за квалитетното својство - боја просечната оценка беше $4,75 \pm 0,45$; за квалитетното својство - мирис просечната оценка беше $4,25 \pm 0,75$, за текстурата просечната сензорна оцена беше 4,41

$\pm 0,66$ и за најважното квалитетно својство - вкусот, просечната оценка беше $4,66 \pm 0,49$ (Слика 5 (а)).



Слика 5. Сензорна евалуација на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето

Јогуртот 02Р за време на првиот ден од складирањето беше оценет на следниов начин: за изглед просечната оценка беше $4,75 \pm 0,45$, за бојата просечната оценка беше $4,75 \pm 0,45$, просечната оценка за мирис беше $4,33 \pm 0,49$, за текстурата просечната оценка $3,83 \pm 0,71$ и најважното својство – вкусот, просечната оценка $4,25 \pm 0,62$. Јогуртот 01С доби повисоки оценки во текстурата. Јогуртот 02Р беше диференциран како производ со низок вискозитет со мека текстура од страна на потрошувачите што ги потврдува резултатите од анализата на текстурата. Неговиот вкус беше понизок оценет во споредба со контролниот производ. На 7-ми, 14-ти ден како што е прикажано на слика 5 (б) и (в), вкусот на контролниот и функционалниот производ доби понизок резултат, а на 21-от функционален производ имаше просечна оценка $3,72 \pm 0,46$ во споредба со контролната $4,63 \pm 0,67$.

4.4. Есенцијални минерали во контролните и функционалните јогурти

Анализите на есенцијалните минерали е направена на 14-тиот ден од складирањето, како што е прикажано во Табела 3. Јогуртите се карактеризираат со содржина на Са. Содржината на Са во контролниот и функционалниот јогурт беше $977,6 \pm 114,5$ mg/kg и 985 ± 314 mg/kg соодветно. Содржината на К во контролниот јогурт беше $894,6 \pm 56,7$ mg/kg и во функционалниот јогурт 1112 ± 459 mg/kg.

Табела 3. Есенцијални минерали во контролните и функционалните јогурти

киселини mg (%)	Варијации на контролен и функционален јогурт (14-ти ден)	
	Јогурт 01С	Јогурт 02Р
Са	977.6 ± 114.5^a	985 ± 314^a
К	894.6 ± 56.7^a	1112 ± 459^a
Mg	86.09 ± 11.98^a	93.2 ± 29.5^a
Na	269 ± 15.4^a	385 ± 148^a
P	795.1 ± 94.8^a	738 ± 189^a
Fe	8.92 ± 3.51^a	18.4 ± 21.3^a
Zn	2.635 ± 0.431^a	2.3 ± 0.721^a

* Разликите на вредностите со различните надписи во истиот ред се статистички значајни на ниво од $p < 0.05$;

Функционалниот јогурт има поголема содржина на К, но врз основа на т-тестот, таа не е статистички значајна. Содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn во контролниот јогурт беше $86,09 \pm 11,98$ mg/kg, $269 \pm 15,4$ mg/kg, $795,1 \pm 94,8$ mg/kg, $8,92 \pm 3,51$ mg/kg и $2,635 \pm 0,431$ mg/kg соодветно. Содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn во функционалниот јогурт беше $93,2 \pm 29,5$ mg/kg, 385 ± 148 mg/kg, 738 ± 189 mg/kg, $18,4 \pm 21,3$ mg/kg и $2,3 \pm 0,721$ mg/kg соодветно. Т-тестот покажа дека утврдените разлики во резултатите од есенцијалните минерали не се статистички значајни. Додавањето сурутка во функционалниот јогурт не влијаеше на содржината на есенцијалните минерали.

5. ЗАКЛУЧОК

Функционалните јогурти се иновативни производи. Иновативните технологии за производство на храна можат да ја збогатат новата наука за исхрана и пазарот на функционална храна. Производство на функционална храна денес се развива низ целиот свет, при што јогуртот е една од ветувачките намирници поради неговата ниска рН вредност и способноста да ги искористи функционалните состојки. Формулациите на јогурт со функционални состојки кои можат да бидат сурови или додадени нуспроизводи може да имаат здравствени придобивки покрај вообичаениот јогурт. Резултатите покажуваат дека функционалниот јогурт со сурутка бил прифатлив, што може да биде основа за индустриско производство. Истражувањето спроведено во оваа докторска дисертација даде производ кој може да биде дел од функционалниот пазар на храна во Р.С. Македонија и пошироко. Истражувањето има за цел да го промовира функционалниот јогурт како дел од здравиот начин на живот преку исхраната. Произведените функционални јогурти го задржаа својот квалитет во текот на 21 ден

складирање, а тоа ги оправда научните и применетите аспекти на истражувањето. Функционалниот квалитет на јогуртот беше прифатлив за консумирање во текот на целото складирање.

6. РЕФЕРЕНЦИ

1. Anand SS, Hawkes C, De Souza RJ, Menté A, Dehghan M, Nugent R, Zulyniak MA, Weis T, Bernstein AM, Krauss RM, Kromhout D. Food consumption and its impact on cardiovascular disease: importance of solutions focused on the globalized food system: a report from the workshop convened by the World Heart Federation. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015 Oct 6;66(14):1590-614.
2. Baglio E. Chemistry and technology of yoghurt fermentation. *Springer Briefs in Chemistry of Foods*: Springer; 2014 Jun 3.
3. Boye JI. *Nutraceutical and functional food processing technology*. John Wiley & Sons; 2015 Jan 27.
4. Corradini C (1995) *Chimica e tecnologia del latte*. Tecniche Nuove, Milan, pp 235–236
5. Curti CA, Vidal PM, Curti RN, Ramón AN. Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*. 2017 Dec;37(4):627-31.
6. Costa, M.P., Frasaо, B.S., Silva, A.C., Freitas, M., Franco, R.M., Conte Junior, C., 2015b. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. *J. Dairy Sci.* 98, 5995–6003.
7. Costa, M.P., Monteiro, M.L.G., Frasaо, B.S., Silva, V.L., Rodrigues, B.L., Chiappini, C.C., Conte-Junior, C.A., 2017. Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts. *J. Dairy Sci.* 100, 157–168.
8. Delgado, K.F., Frasaо, B.S., Costa, M.P., Conte-Junior, C.A., 2017. Different alternatives to improve rheological and textural characteristics of fermented goat products—a review. *Rheol*, 1–6. open access 1.
9. Dubrovskii II, Evstigneeva TN, Iakovchenko NV, Gorshkova SB, Bazarnova YG, Arseneva TP. (2019). Development of formulation and technology of yogurt with prolonged shelf life enriched with biologically active substances from fennel seed extract.
10. Fang, T., & Guo, M. (2019). Physicochemical, texture properties, and microstructure of yogurt using polymerized whey protein directly prepared from cheese whey as a thickening agent. *Journal of dairy science*, 102(9), 7884-7894.
11. Farah, J. S., Araujo, C. B., & Melo, L. (2017). Analysis of yoghurts', whey-based beverages' and fermented milks' labels and differences on their sensory profiles and acceptance. *International Dairy Journal*, 68, 17-22.
12. Fund WCR, editor. WCRF-AICR. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. London: World Cancer Research Fund; 2007. p. 517
13. Gahruie HH, Eskandari MH, Mesbahi G. Development of functional yogurt fortified with wheat germ and strawberry as functional ingredients. *PROGRESS IN NUTRITION*. 2019 Apr 1;21:388-98.
14. Garcia, V., Rovira, S., Boutoial, K., Lopez, M.B., 2014. Improvements in goat milk quality: a review. *Small Rumin. Res.* 121, 51–57.
15. Gibson RG, Willimas CM. *Functional foods: Concept to product*. CRC; 2000.
17. Henriques, M., Gomes, D., Rodrigues, D., Pereira, C., & Gil, M. (2011). Performance of bovine and ovine liquid whey protein concentrate on functional properties of set yoghurts. *Procedia food science*, 1, 2007-2014.

18. Holasova, M., Fiedlerova, V., Roubal, P., and Pechacova, M. (2004) Biosynthesis of folates by lactic acid bacteria and propionibacteria in fermented milk. *Czech. J. Food Sci.*, 22, 175–181.
19. Ismaili M, Presilski S, Makarijoski B, Karapetkovska-Hristova V, Trajchevski S. Starter cultures effect on ph and sh dynamics of inoculum during fermentation period of probiotic yogurt. *Journal of Agriculture and Plant Sciences*. 2019 Jul 2;17(1):87-91.
20. Kalevska. T, Nedelkoska ND, Stamatovska. V, Uzunoska. Z, Martinovski. S, Jankuloska. V, Evaluation of the quality of raw milk for yogurt production, *journal of agriculture and plant sciences, JAPS*, Vol 17, No. 1, 2019.
21. Keila Aparecida Moreira., et al. "Bacillus subtilis: A Probiotic Promiser in Yogurt Production with Antioxidant Potential". *Acta Scientific Nutritional Health* 3.6 (2019): 115-121.
22. Krzeminski, A., Großhable, K., & Hinrichs, J. (2011). Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2134-2140.
23. Laiño, J.E., del Valle, M.J., de Giori, G.S., and LeBlanc, J.G. (2013) Development of a high folate concentration yogurt naturally bio-enriched using selected lactic acid bacteria. *LWT Food Sci. Technol.*, 54, 1–5.
24. Lee SY, Nielsen J, Stephanopoulos G. *Industrial biotechnology: microorganisms*. John Wiley & Sons; 2016 Nov 18.
25. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012; 380:2224–2260. [PubMed: 23245609]
25. Matumoto-Pintro, P. T., Rabiey, L., Robitaille, G., & Britten, M. (2011). Use of modified whey protein in yoghurt formulations. *International dairy journal*, 21(1), 21-26.
26. Mumtaz S, Rehman SU, Huma N, Jamil A, Nawaz H. Xylooligosaccharide enriched yoghurt: physicochemical and sensory evaluation. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2008;7(4):566-9.
27. Murphy SC, Martin NH, Barbano DM, Wiedmann M. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield?. *Journal of Dairy Science*. 2016 Dec 1;99(12):10128-49.
28. Pandey A, Du G, Sanromán MÁ, Socol CR, Dussap CG, editors. *Current developments in biotechnology and bioengineering: Food and beverages industry*. Elsevier; 2016 Sep 19.
29. Parra, R.A.H. (2014). Efecto de la adición de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogur durante el almacenamiento bajo refrigeración. @ *Limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, vol. 12. Anand, Gujarat, India.
30. Saarela M, editor. *Functional foods: Concept to product*. Elsevier; 2011 Apr 30.
31. Salwa AA, Galal EA, Neimat AE. Carrot yoghurt: Sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2004;3(6):322-30.
32. Schulze MB, Martínez-González MA, Fung TT, Lichtenstein AH, Frouhi NG, Food based dietary patterns and chronic disease prevention. *bmj*. 2018 Jun 13;361: k2396.
33. Silva, F.A., de Oliveira, M.E.G., Figueiredo, R.M.F., Sampaio, K.B., de Souza, E.L., Oliveira, C.E.V., Pintado, M.M.E., Egypto, R.D.C.R., 2017. The effect of Isabel grape addition on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic goat milk yogurt. *Food Funct*. 8 (6), 2121–2132.

34. Spiroski I, Gjorgjev D, Milosevic J, Kendrovski V, Naunova-Spiroska D, Barjolle D. Functional Foods in Macedonia: Consumers' Perspective and Public Health Policy. *Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2013 Dec 1;6(4):440-5.
35. Van Dam RM, Grievink L, Ocké MC, Feskens EJ. Patterns of food consumption and risk factors for cardiovascular disease in the general
36. Vasconcelos, C.M., Minim, V.P.R., and Chaves, J.B.P. (2012) Low-calorie yogurt added with yacon flour: development and physicochemical evaluation. *Rev. Chil. Nutr.*, 39, 65–71. Dutch population. *The American journal of clinical nutrition*. 2003 May 1;77(5):1156-63.
37. Widodo, T.T.T., Anindita, N.S., 2013. Fermented goat milk and cow milk produced by different starters of lactic acid bacteria: quality studies. *J. Agric. Sci. Technol.* A3, 904–911.
38. World Health Organization. Fact Sheet No. 311. 2014. Obesity and overweight.
39. Yadav K, Shukla S. Microbiological, physicochemical analysis and sensory evaluation of herbal yogurt. *The Pharma Innovation*. 2014 Dec 1;3(10, Part A):1.

ЛИСТА ОД ТАБЕЛАС

Табела 1. Динамика на протеините при складирање на Јогурт 01С	7
Табела 2. Динамика на протеините при складирање на Јогурт 02Р.....	8
Табела 3. Есенцијални минерали во контролните и функционалните јогурти.....	12

ЛИСТА ОД СЛИКАС

Слика 1. Поедноставениот технолошки процес за производство на јогурт	5
Слика 2. Динамика на протеинот за Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето	8
Слика 3. Капацитет за задржување вода (WNC) на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето	9
Слика 4. Анализа на профилот на текстура (ТРА) на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето	10
Слика 5. Сензорна евалуација на Јогурт 01С и 02Р за време на складирањето.....	11