



**УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”-БИТОЛА
ТЕХНОЛОШКО-ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ ВЕЛЕС**



М-Р АРБЕР ХИСЕНИ

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

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

ВЕЛЕС, 2023

ЧЛЕНОВИ НА КОМИСИЈА: д-р Татјана Калевска-ментор, вонреден професор на Технолошко-технички факултет-Велес

д-р Даниела Н. Неделкоска-член, вонреден професор на Технолошко-технички факултет-Велес

д-р Гордана Димитровска-член, редовен професор на Факултетот за биотехнички науки-Битола

д-р Весна Книгхтс член, вонреден професор на Технолошко-технички факултет Велес

д-р Викторија Стаматовска член, вонреден професор на Технолошко-технички факултет Велес

ИЗЈАВА ЗА ОРИГИНАЛНОСТ НА ТРУДОТ

Јас м-р Арбер Хисени кандидат за одбрана на докторската дисертација со наслов **“ФОРМУЛАЦИИ И ОБРАБОТКА НА ФУНКЦИОНАЛЕН ЈОГУРТ, МИКРОБИОЛОШКА, РЕОЛОШКА, СЕНЗОРНА И НУТРИТИВНА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПРИ СКЛАДИРАЊЕ”** изјавувам под морална, материјална и друга одговорност дека при изработката на трудот ги почитувам позитивните законски прописи од областа на заштитата на интелектуалната сопственост и не користев трудови на други автори без да бидат почитувани пропишаните методолошки стандарди. Користената литература достоино ја бележев во подбелешките и во литературата, составен дел на темата. Тоа значи дека трудот е оригинален, не е плагијат.

Велес,

2023.

Кандидат: М-р Арбер Хисени

Благодарност

Сакам да изразам благодарност до сите кои помогнаа при реализирањето на оваа докторска дисертација, за да ја добие потребната форма и содржина во која ќе биде презентирана.

Најголемата и искрена благодарност за моралната и стручната поддршка, стручните совети, консултации, сугестии и насоката за изработката на оваа докторска дисертација, упатувам до мојот почитуван ментор проф. д-р Татјана Калевска, на другите членови во Комисијата за одбрана на дисертацијата: проф. Даниела Н. Неделкоска, проф. д-р Гордана Димиртовска, проф. д-р Викторија Стаматовска и проф. д-р Весна Книгхтс.

Се заблагодарувам на Советот на трет циклус, кој одлучи да работам на оваа тема која за мене претставува посебен интерес од стручен и научен карактер.

Благодарност до Факултетот за биотехнички науки - Битола, кој ми овозможи во лабораториите на факултетот да го работам истражувачкиот дел од мојата докторска дисертација.

Искрена благодарност до моето семејство за нивната огромна морална поддршка во изработката и одбраната на докторскиот труд.

Исто така изразувам благодарност до сите кои со стручен материјал и со совети ми помагаа за добивање оригинален карактер на мојот труд.

М-р Арбер Хисени

АПСТРАКТ

Јогуртот претставува составен дел од исхраната и во светски рамки се консумира не само како традиционален пијалок туку и поради неговите здравствени придобивки. Јогуртот се дефинира како функционална храна, бидејќи покрај тоа што е дел од основната исхрана има и здравствени придобивки. Функционалните јогурти се добиваат со збогатување односно додавање на функционални компоненти кои содржат биоактивни соединенија.

Сурутката содржи различни биоактивни компоненти благодарение на кои претставува важна состојка за формулација на функционален јогурт, но и покрај тоа не се вклучува во редовната исхрана.

Целта на оваа докторска дисертација е насочена кон производство на функционален јогурт преку различни функционални формулации и модификации. Во истражувањето беше формулиран функционален јогурт со мешање на млеко со течна сурутка пред ферментација. Произведени се три производни серии на контролни и функционални јогурти: една серија без овошје, друга со јагода и трета со аронија. Во формулацијата на произведениот функционален јогурт беа користени стандардизирано, хомогенизирано млеко пастеризирано на $90\pm 2^\circ\text{C}$ (5 минути) и 25% пастеризирана сурутка на $90^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$ (25 минути). Ферментација на јогуртот беше на 43°C до крајна рН вредност 4,6 и се ладе на $35\pm 3^\circ\text{C}$. Пастеризираното овошје (јагоди/аронија) се додаваше и на контролните и на функционалните јогурти. Физичко-хемиските, микробиолошките, реолошките (текстурните) и сензорните карактеристики на контролните и функционалните производни серии од јогуртот беа утврдени за време на складирањето на $4-8^\circ\text{C}$ во времетраење од 21 дена. Есенцијалните минерали беа анализирани на 14-тиот ден од складирањето. Според физичко-хемиските резултати додавањето на течна сурутка има влијание врз параметрите на функционалната производна серија на јогурт во споредба со контролната серија. Намалувањето на содржината на протеини и масти и зголемувањето на синерезисот беа најпогодени параметри со додавањето на сурутка. Микробиолошките карактеристики на функционалниот јогурт не беа воопшто променети со додавањето на сурутка.

Анализата на текстурата со додавање на сурутка покажува значително влијание врз цврстината, конзистентноста и компактноста на коагулумот врз функционалната производна серија на јогурт. Текстурните својства на двете серии на јогурт беа во корелација со сензорната анализа.

Сензорната анализа на функционалната серија во споредба со контролната покажува дека биле засегнати конзистентноста (текстурата) и вкусот. Со дескриптивна сензорна анализа на функционалната серија од оценувачите беше забележано одвојување на вода/сурутка. Замената на млекото со сурутка немаше никакво влијание врз содржината на есенцијални минерали ($p>0,05$). Добиените резултати во формулацијата и преработката на функционален јогурт ќе придонесат во областа на истражувањето на јогуртите со течна сурутка и при користењето на технолошките параметри во масовното производство на функционален јогурт со сурутка како и аспектите за неговата безбедност и квалитет при складирање.

Клучни зборови: функционален јогурт, сурутка, текстура на јогурт, микробиологија на јогурт, нутритивна проценка на јогурт;

ABSTRACT

Yogurt is part of the diet and is consumed worldwide not only as a traditional drink but also due to its health benefits. Yogurt is functional food by definition as it offers health benefits beyond basic nutrition. Functional yogurts are formulated by fortification with functional ingredients containing bioactive compounds.

Whey contains various bioactive components that make it an important ingredient for functional yogurt formulation but remaining out of our diet.

The objective of this doctoral thesis was focused on functional yogurt formulation and processing. Functional yogurt was formulated by mixing milk with liquid whey before fermentation. Three variants of control and functional yogurts were produced: without fruits, with strawberries and with chokeberries. The milk that was used was standardized, homogenized and pasteurized at $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ (5 min), whey was pasteurized at $90^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (25min) and 25% whey was used in formulation of functional yogurts. Fermentation process was done at 43°C and ended at pH 4.6, cooled at $35\pm 3^{\circ}\text{C}$. The pasteurized fruits (strawberries/chokeberries) were added to control and functional yogurts. Physicochemical, microbiology, rheological (texture), and sensory characterization of control and functional yogurt variants were done during storage at $4-8^{\circ}\text{C}$ for 21 days. Essential minerals were analyzed on day 14 of storage. According to the physicochemical results addition of liquid whey had impact on parameters of the functional yogurts compared to control yogurts. Decrease in protein and fat content and increase of syneresis were most affected parameter by whey addition. Microbiology of functional yogurts was not affected by whey.

Texture profile analysis shows higher impact of whey addition in the hardness, consistency and firmness of yogurt gel on functional yogurt. The textural properties of yogurts were in correlation with sensory evaluation.

Sensory evaluation of functional yogurt compared to the control ones shows that consistency (texture) and taste were affected. In the descriptive sensory analysis, the water/whey separation was noticed by assessors in functional yogurts. Replacement of milk with whey didn't have any impact in essential mineral content ($p>0.05$). The obtained results in formulation and processing of functional yogurt will contribute in the research field of yogurts with liquid whey and using the technological parameters for large-scale production of functional yogurt with whey and considerations for its safety and quality during storage.

Key words: *functional yogurt, whey, yogurt texture, yogurt microbiology, nutritional assessment of yogurt;*

СОДРЖИНА

1.	ВОВЕД.....	10
2.	ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА.....	13
2.1	МЛЕКОТО КАКО СУРОВИНА ВО ПРОЦЕСОТ НА ПРОИЗВОДСТВО НА ФУНКЦИОНАЛЕН ЈОГУРТ.....	13
2.2	ХЕМИСКИ СОСТАВ НА МЛЕКОТО.....	14
2.2.1	Маси	15
2.2.2	Протеини	18
2.2.3	Јаглехидрати – лактоза.....	20
2.2.4	Ензими	21
2.2.5	Витамини и минерали	22
2.2.6	Други состојки во млекото	24
2.3	ПОЕДИНЕЧНИ ОПЕРАЦИИ ВО ПРЕРАБОТКАТА НА ЈОГУРТ	25
2.3.1	Филтрација на млекото	25
2.3.2	Прием и складирање на млекото	26
2.3.3	Стандардизација на содржината на цврстата без маслена материја во млекото	28
2.3.4	Додавање на сурутка, прав од сурутка и/или концентрати на протеин од сурутка.....	28
2.3.5	Хомогенизација.....	37
2.3.6	Термичка обработка	39
2.3.7	Процес на ферментација	40
2.3.8	Ладење	44
2.3.9	Додавање на овошје.....	45
2.3.10	Пакување.....	47
2.3.11	Складирање во ладилници	48
2.4	МИКРОБИОЛОГИЈА НА ЈОГУРТ	49
2.5	ФИЗИЧКИ И РЕОЛОШКИ СВОЈСТВА НА ЈОГУРТОТ	50
2.5.1	Физички својства на функционалниот јогурт	51
2.5.2	Текстура.....	52
2.6	СЕНЗОРНА АНАЛИЗА НА ФУНКЦИОНАЛЕН ЈОГУРТ	55
3.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА.....	58
4.	МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ НА РАБОТА	59

4.1	МАТЕРИЈАЛ.....	59
4.1.1	Сурово млеко.....	59
4.1.2	Сурутка	59
4.1.3	Стартер култура	60
4.1.4	Овошје и шеќер.....	61
4.1.5	Земање примероци од суровини за анализа	61
4.2	МЕТОДИ	62
4.2.1	Функционална формулација на јогурт	62
4.2.2	Производство на контролни и функционални јогурти	64
4.2.3	Производство на контролна и функционална производна серија на овошен јогурт	67
4.3	МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗА НА СУРОВИНИ И ПРОИЗВОДИ.....	71
4.3.1	Микробиолошки анализи на млекото	72
4.3.2.	Физичко-хемиска анализа на сурово млеко	73
4.4	АНАЛИЗА НА ПРОИЗВОДНИТЕ СЕРИИ ЈОГУРТ	74
4.4.1	Физичко-хемиска анализа кај производните серии јогурт	74
4.4.2	Микробиолошка анализа на производи.....	80
4.5	РЕОЛОШКА АНАЛИЗА НА ПРОИЗВОДНИТЕ СЕРИИ ЈОГУРТ	81
4.6	СЕНЗОРНА АНАЛИЗА (ОЦЕНУВАЊЕ)	82
4.7	АНАЛИЗА НА ЕСЕНЦИЈАЛНИ МИНЕРАЛИ.....	86
4.8	СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА.....	87
5.	РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.....	88
5.1	СУРОВИНИ КОРИСТЕНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ПРОИЗВОДНИТЕ СЕРИИ НА КОНТРОЛНИ И ФУНКЦИОНАЛНИ ЈОГУРТИ.....	88
5.1.1	Физичко-хемиски параметри за квалитет на контролното сурово и пастеризирано млеко	88
5.1.2	Микробиолошки квалитет на контролното сурово млеко.....	89
5.1.3	Физичко-хемиски параметри за квалитет на контролната сурутка	90
5.1.4	Физичко-хемиски параметри за квалитет на овошјето	91
5.1.5	Микробиолошки параметри на плодовите.....	92
5.2	КАРАКТЕРИСТИКИ НА КОНТРОЛНИТЕ И ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ЈОГУРТИ ВО ТЕКОТ НА СКЛАДИРАЊЕТО.....	93
5.2.1	ФИЗИЧКО-ХЕМИСКИ ПАРАМЕТРИ ЗА КВАЛИТЕТОТ НА КОНТРОЛНИ И ФУНКЦИОНАЛНИ ЈОГУРТИ.....	93
5.2.2	Микробиолошки параметри на функционалните јогурти	170

5.2.3	Реолошки параметри на функционалните јогурти	176
5.2.4	Сензорна анализа на функционалните јогурти	186
5.2.5	Содржина на есенцијални минерали во јогуртите	202
5.2.6	Нутритивна проценка на функционалните јогурти.....	207
6.	ЗАКЛУЧОЦИ	216
7.	КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	219

1. ВОВЕД

Храната е еден од најважните аспекти во секојдневниот живот. Трендовите за потрошувачката и дискусиите за придобивките како и можните здравствени проблеми поради одредени навики на исхрана покажуваат пораст. Навиките за исхрана може да се дефинираат како количини, пропорции, разновидност или комбинација на различни видови храна и пијалоци во режимот на исхрана како и зачестеноста со која тие вообичаено се конзумираат (**Schulze et al., 2018**). Во истражувањата за глобалното оптоварување со болестите, исхраната се наведува како главен фактор зад порастот на хипертензија, дијабетес, прекумерната тежина и другите компоненти од групата на кардиоваскуларните болести (**Anand et al., 2015**). Се проценува дека има над 500 милиони лица во категоријата на дебели лица (**Lim et al., 2010; World Health Organization, 2014**) и близу 2 милијарди лица со прекумерна тежина или дебели ширум светот (**Fund, 2007**).

Освен тоа, нездравите навики на исхрана имаат негативни влијанија врз животната средина особено врз климатските промени (**Anand et al., 2015**). Денес исхраната се проучува во рамките на различни возрастни групи со цел да се спречат заболувања и да се промовира оптималното здравје. Концептот на „функционална храна“ вклучува и побарува употреба на позитивни биоактивни состојки или присуство на природни здрави биоактивни молекули во храната (**Coisson et al., 2005**). Храната може да се смета за „функционална“ доколку се докаже дека има висококорисен ефект врз една или повеќе целни функции во телото, надвор од вообичаената исхрана, на начин кој го подобрува здравјето и благосостојбата или го намалува ризикот од болести (**Gibson, 2000**).

Функционалните прехранбени производи или хранливите производи стануваат сè поважни за потрошувачите кои се заинтересирани за здравствените придобивки од функционалната храна со цел да се превенираат од болести и хронични состојби и вклучуваат конвенционална храна, модифицирана храна (засилена, збогатена или подобрена), исхрана за медицински цели и храна за специјален режим (**Granato et al., 2010**). Постои широка палета на различни типови функционална храна која нуди различни придобивки и влијае на различни начини (**Gibson, 2000**). Млечните производи, особено јогуртите и другите ферментирани млечни производи се составен дел од функционалната храна (**Gibson, 2000**).

Јогуртот е ферментиран млечен производ добиен со употреба на термофилни млечно-кисели бактерии (LAB) од соевите: *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

Функционалната прехранбена индустрија е брзорастечка која се повеќе се шири и побарувачката на пазарот за овој тип храна е резултат на нивната воочлива хранлива корист (Boye, 2015). Сепак, одредени типови на функционална храна иако имаат утврдена здравствена придобивка сепак не се прифатени од страна на потрошувачите, што ги поттикнува производителите за зголемување на иновациите кај производите. Прифаќањето на здрав начин на живот од страна на потрошувачите преку исхраната доведува и до растечка промена на фармацевтски добиените додатоци (Boye, 2015). Функционалниот развој на храната во општа смисла како и функционалниот развој на јогуртот во овој случај претставуваат особен предизвик главно поради прифаќањето на производот од страна на потрошувачите, неговата безбедност и рокот на траење. Македонските потрошувачи се подготвени да ја зголемат потрошувачката на функционална храна во иднина, доколку таа би била поевтина и полесно достапна во продавниците (Spiroski et al., 2013). Се смета дека само прехранбената индустрија ги прилагодува своите подвизи на сеопфатен начин, иманентно за регулаторната средина и барањата на потрошувачите во земјата, така што од особена важност е јавноста да има точни информации за функционалната храна и да продолжи да се едуцира за оваа развојна област во науката за исхрана (Spiroski et al., 2013). Ферментираниите млека во голема мера се конзумираат поради нивните утврдени функционални својства кои се поврзани со пробиотиците или генерирањето на функционални молекули како што се органските киселини и биоактивни компоненти (Lee & Nielsen, 2016).

Од општа гледна точка, ферментираното млеко е производ добиен со коагулација на млеко без одземање на серумот/серумските протеини (Corradini, 1995). Јогуртот е млечен производ со одлична хранлива вредност и е омилена храна на сите возрасни групи (Ismaili et al., 2019). Текстурата може да се користи како карактеристика за разликување на јогуртите: течни, цврсти и мазни типови јогурти (Baglio, 2014). Освен тоа, достапните јогурти во комерцијална смисла може да ги има со различни количини на декларирана содржина на маснотии, а додатоците за вкус може да индицираат дека истите се „природни“ производи збогатени со овошје и житарки (Baglio, 2014).

Сурутката, течниот остаток од производството на сирење и казеин е еден од најголемите резервоари што може да се користи како додаток во јогуртите и сè уште останува во голема мера надвор од синцирот за човекова потрошувачка (Bylund, 1995). Сурутката сочинува 80-90% од вкупната количина на млеко во процесот на производство на јогурти и содржи околу 50% од хранливите материи во оригиналното млеко и тоа: растворливи протеини, лактоза, витамини и минерали (Bylund, 1995). Сурутката се сметала за отпаден материјал долго време во минатото особено со отпочнувањето на современото индустриско масовно производство на сирење во деветнаесеттиот век, а отпадот од сурутка се смета за најголем загадувач од млечните индустриски производи со биохемиско побарување на кислород (COD) помеѓу 35 и 45 kg m³ и хемиско побарување на кислород (COD) од 60–70 kg m³ (Guo & Wang 2019). Со оглед на фактот дека истражувачите постојано ги истражуваат компонентите на сурутката, постои веројатност да се произведе нова линија на функционална храна (Marshall, 2004).

Јогуртот е многу популарен функционален прехранбен производ во голем број земји поради неговата репутацијата дека припаѓа во групата на здрава храна, особено со додавањето на пробиотиците и пребиотиците (Das et al., 2019).

Целта на трудот е развивање на метод/ добивање на функционални јогурти со сурутка, нивно производство во пилот-погон и испитување на микробиолошките, реолошките, сензорните и нутритивните карактеристики во текот на складирањето. Формулирањето и преработката на функционален јогурт со додаток на сурутка како функционална компонента и овошје би значело промоција на функционалноста на јогуртот како здрава и корисна храна за потрошувачите, заедно со безбедноста и севкупната прифатеност.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

2.1 МЛЕКОТО КАКО СУРОВИНА ВО ПРОЦЕСОТ НА ПРОИЗВОДСТВО НА ФУНКЦИОНАЛЕН ЈОГУРТ

Млекото е бела или жолтеникава течност која се добива од млечните цицачи за време на лактацијата и се излучува од млечните жлезди и кај луѓето и кај цицачите, која му служи на новороденчето како храна (**Spreer, 1998**). Доењето и секрецијата на млечните жлезди се одвиваат во низа интегрални фази во самата млечна жлезда, бидејќи лактацијата се регулира преку специфични физиолошки, ендокринолошки и биохемиски функции, кои се тесно поврзани со репродуктивните функции на цицачите и самиот процесот на секреција на млеко е под влијание на хормонот окситоцин. (**Park & Haenlein, 2013**). За младите цицачи, вклучително и новороденчињата кај луѓето, млекото е првата храна која им се дава на новородените и најчесто продолжува да биде единствената состојка во исхраната и тоа во рамките на подолг период, што значи дека млеко станува дел од исхраната и кај возрасната човечка популација (**Varnam & Sutherland, 1994**).

Количината и составот на млекото се под влијание на многу физиолошки, еколошки, одгледувачки и индивидуални фактори кај животните, а оние кои влијаат на зголемувањето на млеко продукцијата кај кравите вклучуваат: зголемена телесна тежина, возраст, зголемено ниво на дажба, есенско и зимско породување, умерена или ладна температура на животната средина и солидна конституција, додека факторите кои имаат тенденција да ја намалат млеко продукцијата вклучуваат предвремена лактација, напредна фаза на бременост, краток пресушен период, пролетно и лето телење, високи температури и влажност на околината, болести кои влијаат на вимето или внесот на храна за кравата како и редуцирано ниво на дажба (**Park & Haenlein, 2013**). Млекото е високонутритивна храна бидејќи содржи совршена рамнотежа на хранливи материи. Терминот „млеко“ се користи и се однесува на кравјото млеко, а за останатите цицачи: кози, овци, биволици, камили итн., кои се користат за молзење во различни делови на светот се нагласува потеклото. Главните компоненти на млекото се: вода, масти, протеини, јаглехидрати (лактоза), есенцијални минерали, витамини итн. Продуктите произведени на база на млеко може да се поделат на млечни производи

и рекомбинирани млечни производи (**Spreer, 1998**):

1. *Млечните производи* се целосно составени од млеко. Во одредени случаи, може да се користат додатоци за време на производството, но тие не можат делумно или целосно да ги заменат компонентите на млекото.

2. *Рекомбинирани млечни производи* се производи во кои млекото или млечните компоненти се главен дел. Млечните компоненти не можат да се заменат со додатоци.

Функционалниот јогурт е рекомбиниран млечен производ со додатоци во кои млекото го сочинува најголемиот дел.

2.2 ХЕМИСКИ СОСТАВ НА МЛЕКОТО

Хемискиот состав на кравјото млеко е сличен на оној на другите цицачи, но сепак во составот на млекото постојат варијации кај различни раси и покрај селективното долгогодишно одгледување. Но исто така има многу фактори кои влијаат на составот. На просечната содржина на масти, протеини, лактоза и вода имаат влијание расата, генетиката, исхраната, фазата на лактација, здравјето на животното, особено маститисот и нутритивниот статус, како и други непознати фактори на животната средина (**Chandan et al., 2008; Smit, 2003**). Пример за просечен состав на млеко е прикажан во Табела 1.

Водата е компонента која е присутна во содржината на млекото во најголем процент 85,3-88,7%. Од гледна точка на пазарната и хранливата вредност, содржината на протеини и масти во млекото е релативно позначајна (**Chandan et al., 2008**). Просечната содржина на масти во млекото се движи од 2,5-5,5% и на протеини 2,3-4,4%. Јаглехидратите сочинуваат многу важен дел од млекото, од кои лактозата е главна компонента. Минералните материи не се еквивалентни на солите што главно се однесуваат на К, Na, Ca, Mg, Cl и фосфати (**Walstra et al., 1999**).

Табела 1. Просечен состав на млекото¹ (Walstra et al., 1999)

Состав	Просечна содржина во млекото	Опсег	Просечна содржина во сува материја
	(% w/w)	(% w/w)	(% w/w)
Вода	87,1	85,3–88,7	/
Безмасна сува материја	8,9	7,9–10,0	/
Масти во сува материја	31	22–38	/
Лактоза	4,6	3,8–5,3	36
Масти	4,0	2,5–5,5	31
Протеини ²	3,25	2,3–4,4	25
Казеин	2,6	1,7–3,5	20
Минерални материи	0,7	0,57–0,83	5,4
Органски киселини	0,17	0,12–0,21	1,3
Разно	0,15		1,2

¹ Типично за млекото од низински раси

² Непротеинските азотни соединенија не се вклучени

2.2.1 Масти

Мастите или липидите се естри на масните и слични киселини или дериватни соединенија, кои се растворливи во неполарни органски растворувачи и скоро нерастворливи во водена течност со висок меѓу фазен притисок на водата и најчесто се јавуваат во форма на масни капки. (Mulder & Walstra, 1974). Тие се главната енергетска компонента во млекото и се одговорни за многу физички својства, производствени карактеристики и органолептички својства на млекото и млечните производи.

Мастите се состојат претежно од триглицериди (над 95%) кај сите цицачи, но вистинската нивна содржина во млекото многу варира меѓу различните видови (Bauman & Griinari, 2003). Содржината на масти во млекото и составот на масните киселини во липидите може значително да се разликува, како резултат на промени на факторите како што се расата на кравите, исхраната и фазата на лактација. (Fox & McSweeney, 2007). Млеко добиено од говеда содржи 3,5 до 5% вкупна количина на липиди, кои постојат како емулгирани глобули со дијаметар од 2 до 4 μm и обложени со мембрана добиена од секретирачката клетка, при што во хомогенизираното млеко обвивката е главно казеин. (Jansen et al., 1991). Палмитинската киселина (16:0) и долговерижните масни киселини потекнуваат од

диететски липиди и од липолизата на триацилглицероли на масното ткиво, додека кратковерижните и средноверижните масни киселини, главно стеаринската киселина (18:0) можат да бидат дезаситени во млечната жлезда за да се формираат соодветните монозаситени киселини (**Lindmark et al., 2008**). Промените во составот на масните киселини (на пр., 16:0 и 18:1) може да бидат прилично изразени и може да доведат до промени и на физичките својства на мастите. Ваквите промени ја отежнуваат споредбата на млечните масти и затоа се препорачува споредбата да се прави помеѓу кравите кои се во средината на лактацијата и кои имаат слична нормирана дажба (**Fox & McSweeney, 2007**).

Во истражувањето објавено од **Palmquist et al., (1993)** се наведува дека трендот на ниски пропорции на кратковерижните масни киселини и повисоки пропорции на долговерижните за време на топлите месеци наведува на поголем внес на масти во исхраната. Од практична гледна точка, млечните липиди се многу важни, бидејќи даваат карактеристични хранливи, текстуални и органолептички својства на млечните производи, како што се: кајмакот, путерот, полномасното млеко во прав и сирењето (**Fox & McSweeney, 2007**). Составот на липидите во кравјо млеко е прикажан во Табела 2.

Составот и структурата на мембраната на млечните масти (MFGM) не се познати во детали, но таа главно се состои од поларни липиди и мембрански врзани и поврзани протеини, а липидната фракција која опфаќа приближно 30% од мембранскиот материјал се состои од липиди како што се: фосфолипиди (25%), цереброзиди (3%) и холестерол (2%), но застапени се и мали количини на млечни липиди. (**Lindmark et al., 2008, Fox & McSweeney, 2007**). Помалите компоненти на млечните липиди вклучуваат главно диглицериди (0,3-1,59%), моноглицериди (0,016-0,038%), фосфолипиди (PLs) (0,8-1,0%), стероли (0,22-0,41%) и слободни масни киселини (0,1- 0,44%) (**Corredig, 2009**).

Масните киселини во млекото се добиваат од два извори, навлегувањето од циркулацијата и синтезата во епителните клетки на млечната жлезда, притоа во голем дел разликите во видот и во составот на млечните масти го одразуваат изворот на масни киселини кои се користат за синтеза на млечна маст (**Bauman & Griinari, 2003**).

Табела 2. Состав на липидите во кравјото млеко (**Corredig, 2009**)

Класа на липиди	% Вкупна колични на млечни липиди (w/w)
триглицериди	95-98
диглицериди	0,3-1,59
моноглицериди	0,016-0,038
глицериди на кето киселина (вкупно)	0,85-1,28
глицериди на хидрокси киселина (вкупно)	0,60-0,78
лактогени глицериди	0,06
неутрални глицерилни етери	0,016-0,020
неутрални плазмалогени	0,04
слободни масни киселини	0,1-0,44
фосполипиди (вкупно)	0,80-1,00
сфинголипиди (помалку сфингомиелин)	0,06
Стероли	0,22-0,41
сквален	0,03
каротеноиди	5 – 10 E ⁻⁴
витамин А	6 – 9 E ⁻⁴
витамин Д	0,85 – 2,1 E ⁻⁶
витамин Е	0,0024
Витамин К	1 E ⁻⁴

Кратковерижните масни киселини се првенствено естерифицирани на позицијата sn-3 и се синтетизираат во млечната жлезда и во голема мера ги одредуваат својствата на топење и кристализација на млечната маст во однос на физичките својства, но постои и донекаде стереоспецифична дистрибуција на масните киселини, така што идентификацијата на сите триглицериди на млечни масти не е изводлива поради високо сложената шема на масни киселини. (**Corredig, 2009**). Долговерижните масни киселини (>16 јаглерод) се добиени од навлегувањето на циркулирачките липиди, а масните киселини со должина од 16 јаглероди потекнуваат од двата извори прикажани во Табела 3. (**Bauman & Griinari, 2003**).

Присуството и количината на CLA (конјугирана линоленска киселина) и транс масните киселини се определуваат и со процесот на изомеризација и биоразградување на незаситените масни киселини и активноста на Δ9-десатураза во млечната жлезда (**Corredig, 2009**).

Табела 3. Состав (тежина% и mol %) на главните масни киселини во масниот дел од млекото (Corredig, 2009)

Масни киселини	Тежина%	Mol%
4 : 0	3,70 ± 0,02	9,61 ± 0,05
6 : 0	2,45 ± 0,02	4,85 ± 0,04
8 : 0	1,36 ± 0,01	2,17 ± 0,01
10 : 0	2,88 ± 0,01	3,87 ± 0,01
12 : 0	3,21 ± 0,01	3,71 ± 0,01
14 : 0	11,19 ± 0,02	11,37 ± 0,02
14 : 1	1,05 ± 0,01	1,08 ± 0,01
15 : 0	1,27 +/- 0,05	1,35 +/- 0,05
16 : 0	27,37 ± 0,03	24,78 ± 0,03
16 : 1	1,65 ± 0,02	1,51 ± 0,02
18 : 0	13,91 ± 0,02	11,36 ± 0,02
18 : 1	27,99 ± 0,04	23,02 ± 0,03
18 : 2	2,05 ± 0,05	1,70 ± 0,04
18 : 3	0,99 ± 0,01	0,83 ± 0,01
20 : 0	0,19 ± 0,01	0,14 ± 0,01

2.2.2 Протеини

Природната функција на млечните протеини е да ги снабдува младите цицачи со есенцијалните аминокиселини потребни за развој на мускулните и другите ткива што содржат протеини и со голем број биолошки активни протеини пр. имуноглобулини и протеини кои врзуваат витамини и метали, како и разни протеински хормони (Fox & McSweeney, 1998). Млечните протеини сочинуваат сложена смеса од која е тешко да се одвојат поединечни чисти компоненти, делумно поради тоа што некои од протеините се тесно поврзани (Walstra et al., 1999). Вообичаено, млекото содржи околу 3,5% протеини, но концентрацијата значително се менува за време на лактацијата, особено во првите неколку дена по породувањето, а најголемата промена се јавува во фракцијата на протеинот од сурутка (Fox & McSweeney, 1998). Млекото содржи два вида протеини кои можат да се одвојат со закиселување до рН 4,6. Протеинот кој е нерастворлив на рН 4,6 се нарекува казеин и претставува 78% од вкупниот азот во кравјото млеко; а растворливите протеини се нарекуваат протеини од сурутка или серум (Smit, 2003).

Пред прецизно да се знае механизмот на дејство на сириштето, се сметало дека казеиногенот се претвора од сириште во казеин, кој се коагулира во присуство на Ca²⁺; оваа ситуација е аналогна на конверзијата на фибриногенот во крвта преку

тромбин во фибрин, кој се коагулира во присуство на Ca^{2+} поради што пред околу 70 години, терминот „казеин“ бил универзално прифатен како англиски збор за протеинот што се таложи од млекото на рН 4,6 (Fox & McSeeoney, 2003). Уште во 1885 година е докажано дека има два вида протеините од сурутка, глобулини и албумини и се сметало дека тие се пренесуваат директно од крвта (протеините на крвта и сурутката имаат генерално слични физичко-хемиски својства и се класифицирани како албумини или глобулини), но било укажано дека млечниот протеин – казеин, во рана фаза е јасно различен протеин специфичен за млекото. Сега е веќе потврдено и дека двата главни протеини од сурутка, β -лактоглобулинот (β - Lg) и α -лакталбуминот (α -La), исто така се специфични за млекото (Smit, 2003). Течноста која останува по изоелектричното таложење на казеин од обезмастено или полномасно млеко се нарекува сурутка, која е разреден раствор на протеини (наведени како протеини од сурутка или серум и се присутни во концентрација од 0,7% во млекото), лактоза, неоргански соли, витамини и неколку конституенти на нивоа во траги (Fox & McSeeoney, 2003).

Казеин

Својствата на казеинот се разликуваат од својствата на повеќето протеини, бидејќи се хидрофобни; имаат прилично висок полнеж, многу пролини и малку остатоци од цистеин (Walstra et al., 2006). Казеинот не е глобуларен протеин; тој интензивно се поврзува и е присутен во млекото во големи агрегати, казеинските мицели, кои исто така го содржат таканаречениот колоиден калциум фосфат (CCP) и при ацидификација CCP се раствора (Walstra et al., 1999). Млекото содржи шест млечни специфични протеини: четири фракции на казеин: α_{S1} -, α_{S2} -, β - и κ -, што претставува приближно 38%, 10%, 36% и 15%, поединечно од интегралниот казеин и β -Lg и α -La, кои претставуваат приближно 40% и 20%, од вкупните протеини од сурутка (Smit, 2003). Сепак, казеинот во млекото е присутен во мицеларна форма со релативно голема големина на честички во опсег од 80-300 nm, во споредба со протеинот од сурутка (2,5-3,7nm) (McSweeney & O'Mahoney, 2016). Казеинските мицели се дестабилизираат со специфична, ограничена протеолиза и се таложат или коагулираат во присуство на Ca^{2+} . Така коагулираниот казеин се менува, а неговите својства се многу различни од оние на изоелектричниот казеин. Одредени својства на казеинот од сириштето го прават многу погоден за одредена прехранбена примена (Fox & McSweeney, 2003).

Протеини од сурутка

Околу 20% од вкупната количина на протеини од млекото е растворлив на рН 4,6 и генерално се нарекуваат протеини од сурутката (или серум) или неказеински азот. Сурутката содржи некои фосфопептиди добиени од казеините (т.е. PPs) кои треба да се класифицираат како добиени од казеинатите (**McSweeney & Fox, 2013**).

Во структурата, протеините од сурутка се типични компактни глобуларни протеини со релативно униформна дистрибуција на секвенци на неполарни, поларни и наелектризирани остатоци, (**Varnam & Sutherland, 1994**). Фракцијата на протеинот од сурутка главно се состои од β -лактоглобулин (β -Lg), α -лакталбумин (α -La), имуноглобулини (IGs), говедски серумски албумин (BSA), лактоферин (LF) и лактопероксидаза (LP), кои се соодеветно претставени на најмалку 50%, 20%, 10%, 10%, 3% и 0,3% (**Ramos et al., 2016**).

Протеините од сурутка како група лесно се одвојуваат од млеко со кој било од методите опишани за одвојување на казеин, т.е. протеините кои се: (**Fox & McSweeney, 2003**):

- растворливи на рН 4,6
- растворливи во заситен NaCl
- растворливи по коагулација на сириштето на казеините
- одвоени од казеинските мицели со филтрација на коагулум
- одвоени од казеинските мицели со микрофилтрација
- не седиментирани со ултрацентрифугирање, со или без додаден Ca^{2+}

Протеините од сурутка имаат многу S-S врски во нивната структура, така што тие имаат глобуларна и силно свиткана структура и се чувствителни на топлина, а исто така ја развиваат глобуларната структура на протеините од сурутка и поради врските на S-S врските; макроефектот е желирање (**Chandan et al., 2008**).

2.2.3 Јаглехидрати – лактоза

Лактозата е главната цврста состојка на млекото. Концентрацијата на лактозата варира во количина помеѓу 4,2 и 5,0%, а нејзината содржината обично е најниска во млекото со доцна лактација или во млекото од животни кои страдаат од болест на вимето (**Varnam & Sutherland, 1994**). Лактозата, заедно со јоните на

натриум и калиум-хлорид, игра голема улога во одржувањето на осмотскиот притисок во млечниот систем, независно од расата, карактеристиките и нутритивните фактори. Секое зголемување или намалување на содржината на лактоза (секретирана состојка, т.е. формирана во млечна жлезда) се компензира со зголемување или намалување на состојките на растворливата сол (излачена) (**Fox & McSweeney, 1998; Smit, 2003**). Лактозата е дисахарид составен од D-гликоза и D-галактоза. Алдехидната група на галактоза е поврзана со групата C-4 на гликоза преку β -1, 4-гликозидна врска (**Walstra et al., 2006**). Лактозата се синтетизира во епителните млечни клетки од две молекули на гликоза апсорбирана од крвта. Една молекула на гликоза се претвора (епимеризира) во галактоза преку Лелоаровиот пат кој е широко распространет во животинските ткива и бактериските клетки (**Fox & McSweeney, 2009**). Гликозата и UDP-галактозата се комбинираат за да формираат лактоза, катализирана од дејството на лактоза синтаза која е составена од галактозил трансфераза и α -лакталбумин, а брзината на биосинтеза на лактоза се одредува со достапноста на α -лакталбумин од RER (**Chandan et al., 2008**).

Лактозата има технолошко значење за време на сите процеси на закиселување кои вклучуваат млеко (закиселени производи, зреење) во кое служи како супстрат за лактобацилите, како и за време на неговото директно производство (**Spreer, 1998**). Покрај тоа, лактозата може да учествува во реакциите за време на технолошкиот процес, што доведува до формирање на лактулоза и во реакциите на Maillard (**Spreer, 1998**).

2.2.4 Ензими

Млекото содржи околу 60 автохтони ензими кои претставуваат помал но многу важен дел од системот на млечни протеини кои потекнуваат од секреторните клетки или крвта и влегуваат во млекото како резултат на механизмите со кои состојките на млекото, особено масните глобули, се излачуваат од млечната жлезда (**Fox & McSweeney, 1998; Smit, 2003**). Тие се или поврзани со FGM на млеко (ксантин оксидаза, сулфхидрил оксидаза и γ -глутамилтрансфераза) или со фракција на обезмастено млеко (каталаза, супероксид дисмутаза) или со мицели на казеин (плазмин и липопротеинска липаза) (**Chandan et al., 2008**). Овие протеази и липази може да влијаат врз вкусот и стабилноста на протеините на млекото, додека оксидоредуктазите исто така влијаат на вкусот, особено во липидната фракција

(Varnam & Sutherland, 1994).

Овие, како и некои други ензими, може да предизвикаат расипување на млекото за време на складирањето (Walstra et al, 2006). Иако некои од активностите на одредени ензими природно присутни во млекото може да бидат корисни, ниту една не е од суштинско значење за квалитетот на млекото и млечните производи, бидејќи некои се инактивираат со термичка обработка на млекото при HTST услови или над нив; сепак, многу од нив се прилично стабилни на топлина, а некои преживуваат дури и УНТ обработка, (Fox & McSeeney, 2003). Плазминот предизвикува протеолиза во млекото и кај некои млечни производи; тоа може да биде одговорно за старосно желирање (згуснување) во УНТ млекото (Smit, 2003).

2.2.5 Витамини и минерали

Витамините се органски соединенија што му се потребни на телото во мали количини (трагови). Витамините не можат да се синтетизираат од телото, а се потребни за раст и одржување на здравјето, се разликуваат меѓу видовите; односно соединенијата кои се сметаат за витамини за еден вид може да се синтетизираат со адекватна брзина од други видови (Fox & McSweeney, 1998). Млекото е извор на витамини растворливи во масти, А витамин како воведен, (бета-каротин), Д и Е и витамини растворливи во вода Ц, Б1, Б2, Б6, Б12, пантотенска киселина, ниацин, биотин и фолна киселина (Varnam & Sutherland, 1994). Значењето на млекото во исхраната се поврзува и со податокот дека важен извор на витамини растворливи во масти и на многу витамини растворливи во вода (Varnam & Sutherland, 1994). Полномасното млеко е добар извор на витамин А, но процесот на сепарација, доведува до намалување на витаминот А во млекото со ниска масленост и обезмастеното млеко. Витаминот Д од млекото е важен за здравјето на коските (Chandan et al., 2008). Млекото не е добар извор на витамини Ц и Е, но тие во повеќето режими на исхрана лесно се добиваат со внесување на друга храна (Walstra et al., 2006). Витаминот Е е антиоксиданс, а витаминот К е присутен во млекото, но неговата нутритивна улога е мала (Chandan et al., 2008). Содржината на витамини во млекото е прикажана во Табела 4.

Табела 4. Витамини во млекото и препорачан дневен внес (Walstra et al., 2006)

Витамин	хемиско име	концентрација по кг млеко	RDI ^a	присутно во/на
А	Ретинол	0,7–1.3 mg REb	0,4–1	Масти
Б ₁	Тиамин	0,5 mg	0,5–1	Серум
Б ₂	Рибофлавин	1,8 mg	1–2	Серум
Б ₃	Ниацин+ амид	8 mgc	18	Плазма
Б ₅	Пантотенска киселина	3,5 mg	3–8	Серум
Б ₆	Пиридоксин итн.	0,5 mg	1–2	Серум
	Биотинд ^d	20–40µg	100–200	Серум
	Фолна киселина ^e	50–60µg	200–400	Протеин
Б ₁₂	Кобаламин	4,5µg	1,5–2,5	Протеин
Ц	Аскорбинска киселина	10–25 mg	40–70	Серум
Д	Калцифероли	0,1–0,8µg	2–10f	Масти
Е	Токофероли	1–1,5 mg	5–10	Масни глобули
К ₂	Менакинон	10–50µg	100–1,000	Масти

^a Приближен препорачан дневен внес. Препораките се разликуваат, на пример, со возраста; оние за бебиња се исклучени.

^b Ретинол еквиваленти: ретинол + β - каротен/6.

^c Еквиваленти на ниацин; вклучува 1/60 пати присутен триптофан во износ поголем од неговата вредност на RDI

^d Витамин Б.

^e Специфични протеини кои се врзуваат за фолати.

^f RDI во голема мера зависи од изложеноста на кожата на сончева светлина.

Кога млекото се загрева во муфова печка на 500°C за \approx 5 часа, останува остаток, пепел, главно добиен од неорганските соли на млекото и претставува \approx 0,7%, w/w, од млекото, (Smit, 2003). Млекото од цицачите ги содржи сите есенцијални компоненти за одржување на растот и развојот на новороденчето, а тоа се однесува и на минералните компоненти, млечните соли, вклучувајќи ги цитратите, фосфатите и хлоридите на H^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} и Ca^{2+} , без разлика дали се како јони во раствор или како колоидни видови комплексни со казеините (Fox & McSeeney, 2009). Дистрибуцијата на калциумот, цитратите, магнезиумот и фосфатите помеѓу растворливите и колоидните фази и нивната интеракција со млечните протеини имаат големо влијание за стабилноста на млекото и млечните производи (Chandan et al., 2008).

Кога се дискутира за системот за млечни соли, мора да се земат во предвид три фактори (Fox & McSweeney, 1998):

1. Потребата за одржување на електричната неутралност;
2. Потребата за одржување на изотонично млеко со крвта; како резултат на ова, постои збир на корелации помеѓу концентрациите на лактоза, Na^+ , K^+ и Cl^- ;
3. Потребата да се формираат казеински мицели што поставува ограничувања на pH и $[\text{Ca}^{2+}]$ и бара комплексност на калциум-фосфатот со казеинот. (Fox & McSweeney, 1998):

Покрај тоа, овие соли имаат силно влијание врз стабилноста на протеините за време на обработката (на пример, сиришната коагулација, топлинската и алкохолната стабилност), текстурата на различни видови коагулуми со млечни протеини, текстурата и функционалноста на сирењето и стабилноста на емулзијата, (Fox & McSeoney, 2009). Млекото е важен извор на калциум во исхраната и се сугерира дека поврзаноста со казеинот може да ја подобри апсорпцијата во гастроинтестиналниот тракт. Калциумот е клучен фактор за одредување на здрав развој на коските и забите кај младите и соодветниот т.е. препорачан внес е од суштинско значење, (Varnam & Sutherland, 1994).

2.2.6 Други состојки во млекото

Млекото нормално содржи соматски клетки (бели крвни зрнца или леукоцити), чиј број е мал во здраво виме, а се зголемува при заболување на вимето. Зголемувањето на бројот на соматските клетки обично е пропорционален со воспалителниот процес на вимето (Bylund, 1995). Содржината на бројот на соматските клетки во млекото од здрави животни по правило е помал од 200,000/ml, но и вредноста до 400,000/ml е сепак прифатлива и е во согласност со законските прописи. Исто така, млекото содржи и гасови, околу 5 – 6 % од волуменот на свежото млеко, од вимето, но во моментот на пристигнување во млекарницата содржината на гас може да биде висока и до 10% по волумен (најчесто заради јаглерод диоксид, азот и кислород). Гасовите во млекото се наоѓаат во три состојби (Bylund, 1995):

1. растворени во млекото,
2. врзани и неодвојливи од млекото,
3. дисперзирани во млекото.

2.3 ПОЕДИНЕЧНИ ОПЕРАЦИИ ВО ПРЕРАБОТКАТА НА ЈОГУРТ

Преработката на суровото млеко е многу важна за производство на функционален јогурт. Поединичните операции кои се вообичаени за производство на јогурт, се однесуваат и на производството на функционалниот јогурт. Следниве операции се карактеристични за производство на јогурт: филтрација на млекото, прием и складирање на млекото, стандардизација на содржината на масти во млекото, стандардизација на сувата материја без масти, додатоци од сурутка, сурутка во прав и/или концентрати од протеин од сурутка, хомогенизација, термичка обработка на млекото, додавање на starter култури, ферментација, ладење, додавање на овошје/состојки за арома/боење, пакување и складирање во фрижидер.

2.3.1 Филтрација на млекото

Млекото може да содржи клеточен материјал како: епителни клетки и леукоцити, кои потекнуваат од вимето на кравите, а во некои случаи тоа е последица на невнимание при производството на млеко, но е склоно и кон дополнителна контаминација од околината со: слама, лисја, влакна, семиња, почва итн. Иако, видливиот нерастворлив седимент целосно се отстранува со филтрација или со прочистување, сепак одредени пообемни микроскопски истражувања покажале честички од седиментот во филтрираното млеко, кои пак ги немало во прочистеното млеко. Затоа, примарна цел на преработувачите на млеко е да ги отстранат таквите контаминенти од млекото, за да обезбедат поквалитетен краен производ. Иако, во млекарниците се користат различни методи, најуниверзален систем за отстранување на овие материи е платнениот филтер или металното сито (Tamime & Robinson, 2007). Дали комерцијалната вредност и здравствената исправност на млекото е мерливо подобрена со нивното отстранувањето, сепак останува непотврдено, бидејќи млекото од здравствена гледна точка веројатно не е значително подобрено со процедување или центрифугирање на тугите материи (Dahlberg & Marquardt, 1924). Сепак, користењето на бактофугатори или микрофилтрација на линијата за производство на јогурт не е потребна, бидејќи топлотната обработка на млекото е доволно висока за да се елиминираат или барем

драстично да се намалат непожелните микроорганизми во млекото за јогурт, посебно оние кои создаваат спори, без да предизвикаат некои значителни проблеми при производство на јогурт со понатамошна контаминација (**Tamime & Robinson, 2007**).

2.3.2 Прием и складирање на млекото

Квалитетот на суровото млеко е од клучно значење за сензорниот, хемискиот и микробиолошкиот квалитет на финалниот производ, (**Yildiz, 2010**). Млекото веднаш по молзењето се лади на температура од 4-8°C во фармите или во собирните центри, од каде со цистерни со ладно складирање се транспортира до млечната индустрија. Млекото добиено од болни животни и млекото кое содржи антибиотици или седименти не смее да биде прифатено во млекарницата, бидејќи и трагови од антибиотите во млекото може да го направат несоодветно за производство на млечни производи кои ферментираат со додавање на бактериски култури, на пр. јогурт и сирење, (**Bilynd, 1995**). Размножувањето на бактериите веројатно се јавува помеѓу молзењето и пристигнувањето на млекото во млекарницата, бидејќи овој интервал може да потрае и еден ден. Нивото на бактериска контаминација е одредена со квалитетот на хигиената во текот на молзењето, температурата и периодот на складирање. Генерално, суровото млеко за добивање јогурт треба: (**Yildiz, 2010**).

- да има ниска киселост,
- да биде чисто,
- да се молзи од здрави животни,
- да има добар микробиолошки квалитет,
- да има нормален вкус и мирис,
- да не содржи остатоци од антибиотици, неутрализатори, детергенти, бактериофаги итн.
- да има нормален хемиски состав.

Тековната пракса за прием на млекото во млекарниците вклучува: (а) обезбедување температурата околу 5°C, (б) евентуално подложување на млекото на различни третмани пред складирање, како што е термизирање на околу 65±67°C и ладење на <5°C; инокулација на млекото со млечно-кисели бактерии од или друга микрофлора за да се контролира растот на психотрофни бактерии, (в) испирање со

CO₂ и/или (г) чување на суровото млеко под комбиниран CO₂, притисок и ладење за подобрување на микробиолошкиот квалитет и безбедноста на суровото млеко (**Tamime & Robinson, 2007**).

Согласно Правилникот за барања за квалитетот на суровото млеко (**Сл. Весник на РМ, бр. 96/2011**), млекото мора да ги задоволува следните услови:

- да е измолзено најмалку 30 дена пред и не помалку од 10 дена по телењето;
- да има карактеристичен вкус на млеко, мирис и боја;
- да нема остатоци од лекови или други штетни материи во количина која може да го наруши здравјето на луѓето;
- точката на мрзнење да не е поголема од -0.517°C , а рефракциониот број да не е понизок од 39 (да нема додадена вода); како и Правилникот за посебните барања за безбедност и хигиена и начинот и постапката на вршење на службените контроли на млекото и млечните производи (**Сл. Весник на РМ, бр. 26/2012**)
- број на колонии на 30°C (на ml) $\leq 100,000$
- број на соматски клетки (на ml) $\leq 400,000$

Поголемиот број на соматски клетки епителни клетки од вимето и крвни клетки), упатува на воспаление на вимето (маститис).

Добиеното млеко има променлива содржина на масти, која зависи од многу фактори, а јогуртот се произведува со разновидна содржина на масти. Согласно различните традиции и практики низ светот содржината на масти може да варира од 0,1 до дури 10% со цел да се исполнат постоечките или предложените стандарди за нивната содржина (**Tamime & Robertson, 1999**). Денес, преференциите на потрошувачите за производи со помала содржина на масти се должат на тврдењата дека мастите не се здрави. Содржината на масти во јогуртите произведени во Република Северна Македонија мора да биде најмалку 0,5% - 3% (**Сл. Весник на РМ, бр. 96/2011**).

За да се прилагоди нивото на млечна маст, се користат голем број практични начини (**Yildiz, 2010**):

- отстранување на дел од мастите од млекото преку механичко одвојување
- додавање на кајмак (крем/павлака) на свежо обезмастено, полуобезмастено или полномасно млеко
- мешање полномасно млеко со обезмастено млеко
- комбинација на некои од методите дадени погоре

2.3.3 Стандардизација на содржината на цврстата без маслена материја во млекото

Добро е познато дека зголемувањето на SNF (безмаслената сува материја) во млекото над типичната вредност од 8,5–9,0% ја подобрува јачината на коагулумот на цврстиот јогурт (киселото млеко) и вискозноста на течниот јогурт (Yildiz, 2010). Процентот на безмаслената сува материја (SNF) (главно лактоза, протеини и минерални материји) во млекото за производство на јогурт се регулира или директно со законските стандарди на одредена земја или индиректно од производителот кој сака да произведе краен производ со одредени физички својства и вкус (Tamime & Robinson, 2007). Вредностите за овие физички параметри имаат тенденција на зголемување со зголемување на безмаслената сува материја до максимум 16%. Мерењето на вискозноста/конзистентноста на коагулумот е од големо значење, односно колку е повисоко нивото на цврсти материји во мешавината на јогуртот, толку е поголема вискозноста/конзистентноста на крајниот производ, (Yildiz, 2010; Tamime & Robinson, 2007). Сепак, различните вредности на безмаслената сува материја во млекото може да влијаат на времето на создавање и бројот на клетките од starter културите за јогурт; односно 12 g и 14 g безмаслена сува материја 100 g^{-1} за *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* и *S. thermophilus*, соодветно (Tamime & Robinson, 2007).

Според Yildiz (2010) постојат голем број различни методи за зајакнување на нивоата на SNF во базата на млеко од јогурт како што следи:

- вриење
- додавање млеко во прав (MP)
- додавање на матеница во прав (БП)
- додавање на сурутка во прав (WP) или концентрат од сурутка (WC), протеин од сурутка во прав (WPP) или концентрат од протеин од сурутка (WPC)
- додавање на казеинат
- испарување
- мембрански техники [ултрафилтрација (UF) или обратна осмоза (RO)]

2.3.4 Додавање на сурутка, прав од сурутка и/или концентрати на протеин од сурутка

Согласно Правилникот за барања за квалитетот на суровото млеко (Сл.

Весник на РМ, бр. 96/2011), киселото млеко или јогуртот се произведува од пастеризирано млеко, кондензирано (концентрирано) млеко, пастеризирано делумно обезмастено млеко, кондензирано (концентрирано) делумно обезмастено млеко, пастеризирано обезмастено млеко, кондензирано (концентрирано) обезмастено млеко, варено млеко, пастеризирана павлака и со комбинирање на два или повеќе од млечните производи наведени погоре. Со зацврстување, фракционирање и трансформација на сурутката, производителите може да се здобијат со значајна економска вредност, усогласувајќи го интересот на производниот сектор со социјалните барања за заштита на животната средина, во рамките на одржливиот развој (**Spalatel, 2012**). При производството на кисело млеко и јогурт може да се додаде млеко во прав, обезмастено млеко во прав, неферментирана матеница, концентрирана сурутка, сурутка во прав, протеини од сурутка, концентрирани протеини од сурутка, млечни протеини растворливи во вода, казеин за конзумирање и изведен казеин за конзумирање од пастеризирани производи (**Сл. Весник на РМ, бр. 96/2011**). Една од можностите е добивање на напитки на база на сурутка кои можат да се поделат на неферментирани и ферментирани напитки и првата сурутка често се меша со овошни сокови за да се добие пријатен вкус (**Fischer & Kleinschmidt, 2021**). Грчките процедени и збогатени јогурти со додавање на сушени млечни состојки или со традиционално цедење и центрифугирање имаат мали, но разновидни разлики во вкусот и текстурата утврдени со дескриптивна сензорна анализа, притоа потрошувачите се информирани за зголемената содржина на протеини во грчките јогурти, но генерално не се свесни за разликите помеѓу процедениот и збогатениот автохтон (грчки) јогурт (**Desai et al., 2013**).

Сурутка

Сурутката е нуспроизвод од производството на сирење и нејзината вредност се зголемува за прехранбената и млечната индустрија. Главните состојки на сурутката се: лактоза, протеини, минерали и вода, која е најзастапена состојка во сурутката со 95%, од масата, следна обилна состојка е лактозата, па следат минералите (**Chandan et al., 2008**). Сурутката е разредена течност која содржи приближно 6% цврсти материи, од кои приближно 5,4% лактоза и 0,7% протеини кој се комплексна мешавина од β - лактоглобулин (β - Ig; приближно 55%), α - лакталбумин (α - Iac; приближно 24%), серумски албумин (BSA; приближно 5%),

имуноглобулини (приближно 15%) и неколку други помали протеини (Chandan & Kilara, 2011).

Составот на сурутка е прикажан во Табела 5. Вклучувањето на високо хранлива суровина во базата на млечниот напиток (јогурт) наместо млекото може на крајот да ги намали трошоците за производство што укажува на фактот дека интересот треба да се посвети кон природната сурутка, во течна форма (Almeida et al., 2008).

Сурутката од сирењето може директно да се користи како прехранбена состојка или концентрирана за протеински прашоци и во овој контекст 50% од сурутката од производството на сирење се користи за развој на храна и производи за добиточна храна, а половина од оваа количина се користи директно во течна форма, 30 % како сурутка од сирење во прав, 15% како лактоза, а преостанатата количина како протеински концентрат (Barba, 2021).

Табела 5. Типичен состав на течната сурутка (Chandan & Kilara, 2011)

Состојки (%)	Слатка сурутка	Кисела сурутка	Растворлив протеин од сурутка од микрофилтрација
вкупно цврсти материји	6,4 ± 0,4	6,4 ± 0,4	5,8 ± 0,3
протеини	0,85 ± 0,05	0,7 ± 0,2	0,55 ± 0,05
лактоза	5,0 ± 0,1	4,6 ± 0,3	4,6 ± 0,2
масти	0,06 ± 0,4	<0,05	не се детектирани
пепел	0,65 ± 0,05	0,75 ± 0,05	0,55 ± 0,05
калциум	0,04 ± 0,05	0,15 ± 0,5	нема податок
pH	5,9 ± 0,2	4,5 ± 0,1	6,6 ± 0,21

Моменталната светска популарност на јогуртот за пиење со вкус на овошје нуди одлична можност за инкорпорирање на сурутката во овие производи, бидејќи компатибилноста на сурутката, особено на кисела сурутка и/или дополнително ферментирана слатка сурутка со својството на култивирани млечни напитки претставува особено привлечен пристап за традиционалните преработувачи на млечни производи (Zadow, 1992). Со оглед на волуменот, составот и органското оптоварување, слатката сурутка се сметала за отпаден материјал кој се третираше што е можно поевтино (на пр. како добиточна храна) поради ограничувањата за отстранување на нетретирана сурутка (Tsermoula et al., 2021). Се смета дека киселата сурутка од производството на изварка или урда е погодна за напитки на

база на сурутка од типот на овошен сок, бидејќи е покомпатибилна со киселиот вкус на овошјето (**Papademas & Kotsaki, 2019**). Употребата на сурутка значи да се обработи во согласност со одредена технолошка процедура, при што компонентите на сурутката како нуспроизвод може да се користат за производство на квалитетни прехранбени производи, кои ќе се користат во исхраната на луѓето, а во исто време ќе се запре трошењето, поточно искористување на потенцијалната храна и спречување на загадувањето на животната средина (**Kalevska et al., 2018**).

Употребата на сурутка или компоненти на сурутка во јогуртот за пиење или сличен напиток од млечен тип е кај два вида млечни напитки и тоа: (**Chavan et al., 2015**):

- неферментирано млеко и млечни деривати, млечни шејкови, млеко со вкус и слични производи (на основа на обезмастено, делумно обезмастено, полномасно или дури и производи збогатени со масти); и
- ферментирани производи како кисело млеко, матеница, кефир и други слични култивирани млечни напитки.

Главната разлика кај овие производи е рН вредноста што е во неутрален опсег (рН 6,2-6,5) кај неферментираните, додека повеќето ферментирани млечни производи и кисела сурутка се доста кисели, со рН од 4,8-4,5.

Значајни карактеристики за прифаќањето на процесот на производство на ферментирани напитки од сурутка (во нашето истражување функционален јогурт) од страна на млечната индустрија се следните предности: (**Kumar & Vandna, 2015**):

- составот на сурутката ја прави погодна основа за ферментација,
- млечната индустрија поседува знавање и искуство за процесот на ферментација како што се производството на сирење и јогурт,
- млечната индустрија располага со опрема за процес на ферментација,
- потрошувачите и веруваат на млечната индустрија,

Како резултат на овие карактеристики, млечната индустрија може да произведува хранливи и вкусни здрави напитки од сурутка со сопствен идентитет, наместо да биде поврзана со уште едно производство на безалкохолни напитки.

Во последно време, индустриите за производство на храна го потврдуваат и прифаќаат фактот дека состојките од сурутката играат витална улога во подобрувањето на нутритивниот квалитет на прехранбените производи, но недостатокот на знаење за целосниот молекуларен профил на сурутката го

ограничува искористувањето на потенцијалните здравствени придобивки од нискомолекуларната фракција на сурутка (Tsermoula et al., 2021)

Составот на сурутка е променлив и зависи од голем број фактори (Chandan & Kilara, 2011):

- Употребата на сирило (химозин) при производството на сирење од сиришниот казеин додава гликомакропептид во течната сурутка. Оваа протеинска фракција не е присутна кај течна сурутка добиена со директно закиселување или микрофилтрација на обезмастеното млеко. Добрата производна пракса (GMP) ја зголемува содржината на протеини во фракцијата на сурутката и ги менува нејзините функционални својства со разредување на ефектите на β -лактоглобулинот и α -лакталбуминот.
- Видот на сирењето влијае на рН вредноста, на вкупните суви материи и содржината на минерали и масти; производството на сирење, разни протеински пептиди и ензими и стартерите.
- Употребата на директно закиселување доведува до добивање на течна сурутка со поголема содржина на минерали и доколку се додаваат киселински јони може да се менува вкусот и функционалните својства на сурутката.
- Општо земено, казеинската сурутка која се произведува од обезмастено млеко има помала содржина на масти од сурутката од сирење која се произведува од полномасно млеко. Оваа разлика во почетната содржина на мастите се намалува со одвојување на мастите од сурутката во текот на обработката на сурутка.
- Протеинот од сурутка добиен со микрофилтрацијата на обезмастеното млеко обично нема мерливи масти и може да содржи мали количини на казеин протеини.
- Сезонските варијации во составот на млекото и сурутката се под влјание на млечните стада кои се хранат со трева и добиваат минимална дополнителна исхрана. Партусите се случува во пролет и стадата обично произведуваат млеко само 8 до 9 месеци за време на типичната сезона на молзење. Сезонските промени во составот на млекото се резултат на варијации во нутритивниот внес на молзното стадо. Во текот на последните три месеци од лактацијата, содржината на α -лакталбумин во сурутката се намалува, а

содржината на β -лактоглобулинот и содржината на гликомакропептиди се максимизираат.

Сурутка во прав и концентрати на протеин од сурутка

Основните производи од сурутка се сурутка во прав, делумно деминерализирана, делумно делактозирана, делумно деминерализирана и деминерализирана сурутка во прав, кои се произведуваат со предпроцесирање за подготвување на супстратот (сурутка) за понатамошна обработка (**Chandan et al., 2008**).

Сурутка во прав се произведува со сушење на обезмастена свежа сурутка од сиришниот казеин или од производството на сирење (сува слатка сурутка) или од свежите култивирани типови сирења (сува кисела сурутка), (**Chanda & Kilara, 2011**). Конкретно, сурутката во прав и ултрафилтрираните млечни протеини се секако поскапи од млекото во прав или казеинатите, а од друга страна, нивното додавање овозможува да се добијат одлични производи земајќи ја предвид конечната густина (**Baglio, 2014**). Придобивките од WPC (концентрат на протеин од сурутка) и WPI (изолати на протеин од сурутка) во храната ја вклучуваат нивната висока содржина на протеини и аминокиселини; ниска содржина на калории, масти и натриум; недостаток на патогени, токсични соединенија и антинуитритивни фактори; добар капацитет за емулгирање; компатибилност со други состојки; целосна достапност; и перцепцијата дека тоа е „природен“ производ (**Onwulata & Huth, 2008**). Нивото на WP (протеини од сурутка) и WPP (протеини од сурутка во прав) додадени во млекото може да варира помеѓу 0,6% и 4,0% и со цел да се минимизира ризикот од појава на неприфатлива арома/вкус на јогуртот, а нивото на збогатување треба да биде околу 2-3% што ја подобрува карактеристичната арома/вкус во јогуртот и се препорачува преинкубација на сурутка со starter култури (**Yildiz, 2010**). Протеините од сурутка поседуваат многу добри функционални својства, како што се растворливост, пенење, емулгирање, желирање и врзување за вода. Растворливоста на протеините од сурутка е висока при сите рН вредности во споредба со другите протеини како казеинот и протеините од сојата, кои се многу зависни од рН вредноста (**Bais et al., 2017**).

Неодамнешните истражувања на темата за ефектот на мешање обезмастено

млеко со различни WP и/или WPC (прашоци од протеини на сурутка) го сугерираат следново (**Tamime & Robinson, 2007**):

1. Зголемената замена на сувите материи со WPC ги нарушува вискозноста и развојот на коагулум на јогуртот поради нестабилноста на млечната основа за термичка обработка; серијата на сурутката што се користи за подготовка на WPC е исто така важна.
2. Прекумерното ниво на протеини од сурутка може под одредени услови, да доведе до зрнеста текстура на производите.
3. WPCs- концентрати од протеини од сурутка (произведени со ултра филтарација UF или испарување пред сушење) од сирењето Чедар (Церси или мешано млеко) користен за збогатување на сувата материја за време на производството на јогурт ја намалуваат привидната вискозност и синерезисот на производот, но цврстината на коагулумот (цврстиот јогурт) се зголемува со зголемено додавање на концентрирани суруткени протеини; додека вкусот е под влијание на изворот на сурутката.
4. Подобрување на вискозноста на јогуртот по 14 дена складирање се забележува кај производите каде што млечната основа е збогатена со деминерализирана сурутка и загреана на 90°C.

Повисоките протеински состојки, како што се концентратите и изолатите на протеинот од сурутка, најчесто се користат поради нивните хранливи, функционални и текстурални атрибути (**Dar & Light, 2014**).

Henriques et al., (2011) заклучуваат дека течните концентрати на протеини од сурутка (LWPC) во цврстите јогурти може да се користат и да бидат многу привлечни не само во однос на глобалниот принос на процесот, намалување на отпадните води, додавање вредност на постоечките производи, туку и во поглед на нивните функционални својства. Пониските производствени трошоци и сложеноста на работењето во производството на течни концентрати од протеин од сурутка, како и нивните перформанси во функционалните својства на јогуртот, овозможуваат негова имплементација во мали до средни погони за производство на млечни производи. (**Henriques et al., 2013**).

Нутритивна вредност на сурутката

Светските здравствени власти (ФАО/СЗО) имаат воспоставено профил на аминокиселини што ги одразува дневните потреби на есенцијалните аминокиселини за да се обезбеди одржување на добро здравје. Споредувајќи ја

содржината на аминокиселини во протеинот со идеален состав, дава можност да се процени степенот до кој производот ги исполнува барањата на организмот за есенцијални аминокиселини прикажани во Табела 6 (Chandan & Kilara, 2011). Витамините во сурутката се растворливи во вода и ги поддржуваат физиолошките функции во телото и се карактеризираат со витамин Б₅, витамин Б₂, витамин Ц, витамин Б₆ (De Wit, 2001). Терапевтскиот потенцијал и функционалните својства сурутката може да се подобрат преку ферментација, бидејќи за време на ферментација со пробиотски бактерии, процентот на есенцијални и сварливи аминокиселини се зголемува на значително ниво, со што овие ферментирани млечни производи се идеални додатоци во исхраната против дијареа и други состојби, (Gupta & Prakash, 2017).

Табела 6. Потреби за аминокиселини на деца од предучилишна возраст поставени од ФАО/СЗО (Chandan & Kilara, 2011)

Есенцијални аминокиселини	Препорачани количини на есенцијални аминокиселини (mg/g протеин)	WPC 80 (mg/g протеин)
изолеуцин	28	54
леуцин	66	119
лизин	58	94
метоинин + цистеин	25	52
фенилаланин + тирозин	63	68
треонин	34	66
триптофан	11	20
валин	35	51
хистидин	19	21

Биолошки својства на сурутката

Постојат сè повеќе докази кои се однесуваат на потенцијалните здравствени придобивки од сурутката и нејзините компоненти врз основа на податоците кои доаѓаат од *in vitro* и *in vivo* истражувања на животните, со ограничени клинички испитувања на луѓе, но сепак постои минимално комерцијално искористување на овие податоци, како што е прикажано во Табела 7 (Chandan & Kilara, 2011).

Производството на напитки на база на сурутка се чини дека е најекономично и наједноставно решение за искористување на сурутката во исхраната на луѓето, бидејќи потребата за развој на млечни напитки на база на сурутка е тесно поврзана со

хранливите и функционалните својства на сурутчините протеини од (Barukčić et al., 2019).

Табела 7. Потенцијални здравствени придобивки од производите од сурутка и компонентите од сурутка (Chandan & Kilara, 2011)

Здравствени придобивки	компоненти
имуномодулација	лактоферин лактопероксидаза κ-Казеин гликомакропептид
заштита од некои видови на рак	WPC лактоферин α-лакталбумин пептиди сфинголипиди
заштита од хипертензија	пептиди
антивоспалителни	пептиди колострум
антиромботично дејство	лактоферин пептиди
намалување на нивото на холестерол	WPC
активност слична на опиоиди	пептиди
пребиотици	казеин гликомакропептид олигосахариди
антиоксидативни ефекти	WPC/WPI лактоумферин албумин

Протеините од сурутка се чини дека се доста богат извор на биоактивни пептиди кои можат да ги модулираат физиолошките функционалности преку врзување за специфични рецептори или дејствувајќи на специфични места на целните клетки во различни системи на телото, како што се имунолошкиот, нервниот, кардиоваскуларниот и гастроинтестиналниот систем, поради што денес биоактивните пептиди имаат стекнато голем интерес како компоненти во функционалната храна и нутриенти (Kareb & Aider, 2018). Антиоксидантната активност на протеините од сурутка е многу популарна во моментов, поради неговата способност да го третира стареењето и да го подобри имунитетот на целото тело, бидејќи биохемиските реакции во телото генерираат реактивни видови кислород (ROS) и слободни радикали, кои можат да го засилат оксидативното оштетување на различни биомолекули на ДНК, протеини и мали клеточни молекули и да доведат до одреден број заболувања доколку не се лекуваат (Guo, 2019). Добиените резултати од различни научни испитувања

сугерираат дека протеинот од сурутка (WP) и неговите деривати се ефикасни во сузбивањето на развојот на туморот, го намалуваат ризикот од белодробна инфекција од патогенот *Pseudomonas aeruginosa*, α -La покажува анти-пролиферативни ефекти, инсулиноген ефект (производство на инсулин), постоењето на сфингомиелин во WP има терапевтски својства за инхибирање на ракот на дебелото црево, ослободување од слободните радикали. WPН има потенцијал во лечење на дијабетес тип 2 (Mehra et al., 2021).

2.3.5 Хомогенизација

Хомогенизацијата се применува за да се намали големината на масните глобули во млекото и да се обезбеди хомогена емулзија помеѓу две течности кои не се мешаат (масло/масти и вода) (Varnam & Sutherland, 1994; Tamime & Robinson, 2007).

Емулзиите што може да постојат во млечните производи се поделени во две категории (Tamime & Robinson, 2007):

- Емулзија - масло во вода каде капките од масло се дисперзирани во водната фаза, поголемиот дел од хомогенизираните млечни производи припаѓаат во оваа категорија.
- Емулзија - вода во масло каде капките од вода се дисперзирани во маслената фаза, типичен пример за оваа категорија е путерот.

Млекото се хомогенизира со подложување на висок притисок со што се намалува големината на масните глобули (просечен дијаметар $<1 \mu\text{m}$), се зголемува површината на мастите (4-6 пати) и се заменува природната (MFGM) обвивка на топчестата масна глобула со слој од протеини од обезмастеното млеко, ги денатурираат криоглобулините и со тоа спречува аглутинирањето и групирањето на глобулите (Smit, 2003). Хомогенизаторите понекогаш се вградени во пастеризаторот и работат на, температура на пастеризација или приближна, а тоа е предност да користат понизок притисок и да се намали проблемите со микробна контаминација (Varnam & Sutherland, 1994).

Мастите од млекото во јогуртот имаат тенденција да се одвојуваат при мирување (особено во резервоарите за ферментација за време на периодот на инкубација) (Tamime & Robinson, 2007).

Како резултат на хомогенизацијата на млекото, се случуваат голем број

физички и/или хемиски промени во јогуртот, прикажани во Табела 8.

Табела 8. Физичко-хемиски промени предизвикани од хомогенизација на млекото при производство на јогурт (Tamime & Robinson, 2007)

Ефект на хомогенизацијата	Промени
<i>Зголемување</i>	
Вискозитет	Намалување на големината на масните глобули и зголемена адсорпција на казеин мицелата што го зголемува ефективниот вкупен волумен на суспендирана материја.
Активност на ксантин оксидаза	Поради нарушување на мембраната на масните глобули кои содржи околу половина од ензимот присутен во млекото.
Боја (побела)	Зголемување на бројот на масни глобули што влијае на светлинска рефлексија и расејување.
Липолиза	Зголемување на вкупната површина на масти достапна за липазите; уништување на мембраната на масните глобули што може да се засили липолиза со starter култура.
Правилно мешање	
Фосфолипиди во обезмастено млеко	Како резултат на физичкото дејство, повеќе масни глобули од мембранскиот материјал се пренесуваат во обезмастено млеко.
Пена Како резултат на зголемени фосфолипиди во фазата на обезмастено млеко, пумпањето на млеко од јогурт може да предизвика пена во резервоарите за инкубација.	
<i>Намалување</i>	
Големина на масни глобули	Го спречува создавањето на кремливост во јогуртот, особено за време на инкубацијата.
Оксидиран вкус	
и формирање на сулфидрилни соединенија кои дејствуваат како антиоксиданси; веројатно преку денатурација на протеините од сурутка што предизвикува изложување на скриените SH групи.	

Стабилност на протеините	Промени во интеракцијата протеин-протеин како резултат на одредена денатурација и промена на рамнотежата на солта.
Аглутинација и ефективна пловност	Намалување на групирањето на масните поради адсорпција на казеинските мицели и субмицели во масните глобули.
Казеин во обезмастена фаза	Делумно пренесување во казеин од обезмастено млеко за да се формира нова мембрана околу новоформираните мали масни глобули

2.3.6 Термичка обработка

Млекото за производство на јогурт треба термички да се обработи за да се уништи целата патогена флора, повеќето вегетативните клетки од микроорганизми и автохтоните ензими. (Yildiz, 2010). Иако примената на топлина, т.е. загревањето на млекото, за време на производството на јогурт, долго време се практикува како метод за зголемување на концентрацијата на сувите материи, во овој контекст ефектите од топлотната обработка може да се сумираат како: (Tamime & Robinson, 2007):

- уништување и/или елиминација на патогени и други непожелни микроорганизми;
- производство на фактори за стимулирање на јогуртните стартер култури;
- промени во физичко-хемиските својства на млечните состојки кои се од важност за производство на јогурт.

Оптимални резултати се постигнуваат со топлотна обработка на млекото од 90 – 95°C и време на задржување од околу 5 минути, бидејќи таа комбинација температура/време денатурира околу 70 – 80% од протеините од сурутка, особено β -лактоглобулинот, кој е главен протеин од сурутка и е во интеракција со к-казеинот, што помага јогуртот да добие стабилен коагулум (Bylund, 1999).

Влијанието на топлотната обработка значајно за функционалните својства на јогуртот е сумирано во табела 9. (Tamime & Robinson, 2007). Термичките третмани имаат различни влијанија врз компонентите од млекото во зависност од нивниот температурен режим (опсег), но сите се поврзани со непријатни промени во бојата, конзистентноста и нутритивниот квалитет (Dash et al., 2022).

Табела 9. Некои временски-температурни комбинации што се користат при преработка на течно млеко и јогурт на база на млеко (**Tamime & Robinson, 2007**)

Време	Температура (°C)	Процес	Коментари
мало (s)	≤ 65	Термизација	Главната цел е да се уништат психотропните бактерии; не предизвикува други неповратни промени
30 min 15 s	65 72	Сериска пастеризација Пастеризација	Уништување на речиси сите патогени организми присутни во млекото, но притоа не се уништуваат сите вегетативни форми на микроорганизмите; инактивација на некои ензими; вкусот и протеините од сурутката остануваат непроменети
4±20 s 30 min 5 min	85 85 90-95	Висока пастеризација	Уништување на сите вегетативни форми на микроорганизмите, но не и бактериски спори; повеќето ензими се уништени, но не и млекото и бактериските протеинази или бактериските липази; денатурација на протеините од сурутката.
40-20 min 20-2 s	110-120 135-150	Стерилизација и автоклавирање во контејнер УНТ	Уништување на сите микроорганизми и спори; некои УНТ третмани можеби не се доволни за да ги инактивираат сите ензими; засегнати се хемиските промени, бојата и вкусот на млекото

2.3.7 Процес на ферментација

2.3.7.1 Вовед

Киселото млеко и јогуртот се млечни производи добиени со млечно-кисела ферментација на млекото со или без додатоци, под дејство на *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrucki subsp. bulgaricus* или без додатоци кои содржат *Lactobacillus spp.* (Сл. Весник на РМ, бр.96/2011).

Традиционалните култури од мешани соеви во масовното производство сега се заменети со еден или повеќе дефинирани соеви, кои се користат во ротација. Повеќето современи големи производни капацитети користат метод во кој од почетната култура се додава 2% (v/v), за ферментацијата да се заврши во рок од 4

часа на температура на инкубација од 40-42°C и киселост од 0,90-0,95% (**Varnam & Sutherland, 1994**).

Меѓутоа, јогуртот произведен со користење на различни видови термофилни starter култури (кои произведуваат ектополисахариди (EPS) или не произведуваат ектополисахариди EPS), и со ферментација на млекото на 38°C и 43°C, било заклучено дека температурата на инкубација значително влијаела само на едно сензорно својство (пр. текстура), а севкупно јогуртите направени на 38°C имале тенденција за постигнување на повисоки резултати (**Tamime, 2009**). Температурата од 43°C е компромис меѓу оптимумите за двата микроорганизми (ST 39°C; LB 45°C) (**Yildiz, 2010**). Мала количина на јогурт сè уште се произведува со подолготраен процес, во кој се додава 0,5% (v/v) и ферментацијата трае 14-16 часа на 30°C (**Varnam & Sutherland, 1994**). Вискозниот јогурт се произведува на ниска температура на инкубација, но конечната рН вредност треба да биде ниска и да се користи сојот *Str. Thermophiles*, за текстурата, за што е потребно долго време на ферментација (**Tamime, 2009**).

Директната инокулација е широко распространета во производството со користење на култури кои се испорачуваат како супер концентрирани замрзнати суспензии или лиофилизирана форма, кои се практични за употреба и се технички супериорни поради способноста за суво мешање на двете компоненти и да дадат добра контрола на крајните својства на јогуртот (**Varnam & Sutherland, 1994**). Единствените вистински разлики помеѓу цврстиот и течниот јогурт се реолошките својства на коагулумот, бидејќи кај првиот тип млекото останува во недопрена состојба за време на инкубацијата и добиениот коагулум е во форма на континуирана полуцврста маса (**Tamime & Robinson, 2007**). Течниот јогурт се ферментира во големи количини или во повеќенаменски резервоари или во посебни садови за ферментација при што се применува бавно до умерено мешање, не повеќе од 5-10 мин, што овозможува да се добие добра текстура, а исто така, ја успорува ферментацијата и го намалува ризикот од прекумерно закиселување (**Varnam & Sutherland, 1994**).

2.3.7.2 Starter култури

Starter културите за јогурт треба да се состојат од термофилни бактерии со оптимален раст >42°C, бидејќи тие мора да бидат доминантна култура во готовиот производ во споредба со мезофилните (**Spreer, 1998**). Starter културата за

поголемиот дел од производството на јогурт е симбиотска мешавина на *Str. salivarius subsp. thermophilus* и *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* кои можат да растат независно, но сепак степенот на производство на млечна киселина е многу повисок кога се користат заедно двата соеви (Yildiz, 2010). Причините за избор на комбинации на стартер култури кои се користат за производството на јогурт и сродните ферментирани млечни производи, се да се постигнат саканите карактеристики на вкус на производот, главно лактати, ароматични соединенија (ацеталдехид, ацетоин и диацетил) и EPS, и да им се обезбеди на потрошувачите широк избор на терапевтски производи (Tamime & Robinson, 2007). Денес, лабораториите за стартер култури користат напредни техники за производство на прилагодени култури за јогурт за да се задоволат специфичните барања за вкус и вискозност. Некои примери на својствата на крајниот производ што може да се постигнат се: (Bylund, 1998):

- Висок вискозитет со ниска содржина на ацеталдехид и прилично висока крајна рН вредност.
- Низок вискозитет и средна содржина на ацеталдехид, погоден за јогурт за пиење итн.

2.3.7.3 Ферментација на јогуртот

Очигледно е дека формирањето коагулум е резултат на биолошкото и на физичкото дејство врз млекото, како што е збогатувањето, хомогенизацијата, топлотна обработка и катаболизам на лактозата од млекото од страна на стартер културата за нивната енергетска потреба, а како резултат на тоа производство на млечна киселина и други соединенија. (Tamime & Robinson, 2007).

Инокулацијата ја иницира ферментација на млечна киселина со ензимска хидролиза на лактоза во гликоза и галактоза, а гликозата понатаму се разградува преку неколку чекори во млечна киселина, при што галактозата останува неискористена, се додека гликозата и лактозата се достапни за ферментација (Spreer, 2000).

Количината на лактоза во свежото млеко е од 4,8 до 5.1%; оваа содржина може да биде приближно 6 % кога се зборува за сурово млеко за производство на јогурт, а по испарувањето и ферментацијата, хемискиот профил на присутните шеќери треба да одговара на следните податоци: вкупни јаглехидрати 4,8–5,2 %;

неферментирана лактоза 3,8-4,0 %; галактоза 1,0-1,2 %; гликоза во трагови (**Baglio, 2014**).

Во истражувањето на **Karagül-Yüceer et al., (2003)** се проучувани компонентите на аромата на течната сурутка, на кои влијаела ротацијата на starter културата и изворот на млекото и/или разликите во обработката, со оглед дека примероците од сурутка од различни мешавини на starter култури исто така биле различни. Недоследностите во вкусот на течната сурутка може да влијаат на вкусот и последователната крајна употреба на производите од сурутка (**Karagül-Yüceer et al., 2003**).

Оваа фаза на ферментација која се нарекува предферментација е без видливи структурни промени и со прогресивно намалување на рН (< 5,0), во која киселиот коагулум полека се развива, достигнувајќи го својот врв на изоелектричната точка од рН 4,65, кое се нарекува главна ферментација (**Spreer, 2000**).

Врз основа на симултаното следење на промените на рН вредноста и микроструктурата на јогуртот забележани се три фази: (**Tamime & Robinson, 2007**):

- Фаза 1 (рН $6,6 \pm 5,5$) \pm не може да се забележат промени во големината на казеинските мицели.
- Фаза 2 (рН $5,5 \pm 5,3$) \pm казеинските мицели стануваат погрубни што укажува на започнување на агрегацијата.
- Фаза 3 (рН $5,3 \pm 5,0$) \pm казеинот се појавува како големи мицелаларен агрегати одвоен со нерелефнирачки (серумски) простор, што укажува на започнување на формирање на 3-Д мрежа. Во оваа фаза иницирана е контракција во казеинските агрегати, што доведува до формирање на пошироки нерелефнирачки простори (серумски шуплини) и протеински кластери кои се поврзани преку потенки нишки (добро дефинирана мрежа).

Се забележува дека гелот започнува да се формира кога рН вредноста ќе достигне околу 4,7 и дека цврстината брзо се зголемува за да достигне прилично висока вредност за околу 20 минути, освен во случај на течен јогурт кога гелот започнува да се формира на приближно иста рН вредност, но потребно е подолго време коагулумот да стане доволно цврст за да може да се започне со мешање (**Walstra et al., 2006**). Врз основа на споменатите хемиски профили, може да се

истакне дека метаболизмот на млечно-киселите бактериски (LAB) култури во јогуртите и другите видови ферментирано млеко ја одредува синтезата на следните соединенија: (**Baglio, 2014**):

1. Соединенија добиени од хидролиза и метаболизам на лактоза: CO₂, млечна киселина, оцетна киселина, етил алкохол, мравја киселина, килибарна киселина, ацетон, диацетил, ацетоин, галактоза и полисахариди.
2. Соединенија добиени од хидролиза на протеини: пептиди, аминокиселини, оцетен алдехид.
3. Соединенија добиени од искористување на уреа: амонијак, мравја киселина, CO₂.
4. Соединенија добиени од употреба на органски киселини: бензоева киселина од хипурина киселина.

Млечно-киселите бактерии (LAB) што се користат како starter произведуваат други метаболити кои ја инхибираат микрофлората и придонесуваат за продолжување на рокот на траење на млечните производи (**Chandan & Kilara, 2013**).

Според **Baglio, (2014)** најмногу забележливи варијации се:

- Модификации во хемискиот профил на витамини: зголемување на фолна киселина и ниацин, намалување на пантотенска киселина и B₁₂.
- Промени во количеството на забележливи нуклеотиди: зголемување на аденозин монофосфат, уридин монофосфат, гванин монофосфат и аденин динуклеотид.
- Варијации во дистрибуцијата на минералите: зголемување на јонските форми, дестабилизација на комплексите калциум казеинат-фосфат.
- Синтеза на протеини со препознаена антибактериска активност: различни бактериоцини.
- Акумулација на ензими: бета-галактозидаза, протеази и пептидази.

2.3.8 Ладење

По ферментацијата, јогуртот се лади на температура од 4°C – 8°C. Ладењето на коагулот започнува директно откако производот ќе ја достигне саканата киселост од рН 4,6 или 0,9% млечна киселина, во зависност од видот на произведениот јогурт, методот на ладење што се користи и/или ефикасноста на

пренос на топлина. (Tamime & Robinson, 2007).

Ладењето треба внимателно да се контролира, бидејќи пребрзото ладење доведува до синерезис. Вообичаената индустриска практика вклучува ладење во првата фаза до 15-20 °C и во втората фаза ладење до под 5 °C во ладилник (Varnam & Sutherland, 1994). Бидејќи присутната микрофлора во јогуртот покажува ограничена активност на раст околу 10 °C, примарна цел на ладењето е што побрзо да се намали температурата на коагулумот од 30±45 °C на <10 °C (најдобро на околу 5 °C) за да се контролира финална киселост на производот (Tamime & Robinson, 2007). Закиселувањето иако бавно сепак продолжува дури и откако производот ќе се олади, но за да се минимизира или дури и да се спречи тековното закиселување, јогуртите или производите слични на јогурт понекогаш се пастеризираат; ова исто така го спречува растот на сите присутни квасци и мувла (Walstra et al., 2006).

2.3.9 Додавање на овошје

Ароматизираниот јогуртот и овошниот јогурт се производи направени со млечно-кисела ферментација под дејство на *Lb. delbruccki subsp. Bulgaricus*, *S. thermophilus*, со додаток на адитиви како што се: шеќери и други засладувачи, млеко во прав, обезмастено млеко во прав, млечни протеини од сурутка, концентрирани протеини од сурутка, протеини растворливи во вода, казеин за конзумирање и казеини за конзумација направени од пастеризирано млеко (Сл. Весник на РМ, бр. 96/2011). Во многу ферментирани млека кои ги среќаваме денес, особено јогуртот, вкусот се добива од овошјето и други додатоци, (Varnam & Sutherland, 1994). Од разновидните состојки за ароматизација (овошје, природни ароми и/или синтетички ароми) кои се додаваат во јогуртот, може да се забележи дека овошните вкусови, кои најчесто ги бараат потрошувачите се многу малку на број, а останатите се додаваат од производителите само за да поттикнат поширока популарност на производот (Tamime & Robinson, 2007). Состојките кои се додаваат најчесто се овошни препарати како што се: овошен сируп, џемови, мармалади, овошни конзерви, овошно желе, овошје, засладена овошна каша, овошен концентрат, замрзнато овошје, шеќер, природни ароми и бои (Spreer, 2000).

2.3.9.1 Овошје

Нивото на додавање овошни препарати за овошен јогурт е 20-25% (Spreer, 2000). Свежото овошје може да се користи за ароматизирање на јогуртот, но поради сезонската достапност на истите и променливиот квалитет, неговата употреба во индустријата е многу ограничена (Tamime & Robinson, 2007). Затоа, преработените плодови се поеќе се користат, особено затоа што саканата овошна мешавина од овошје преработувачите може да ја стандардизираат, за да се исполнат бараните спецификациите. Генерално, овошните препарати во индустријата за јогурт се состојат од овошје, шеќер (сируп и/ или вештачки засладувачи), стабилизатори, ароми, бои, киселини за храна и рН регулатори (Tamime & Robinson, 2007). Во цврстиот јогурт, овошните препарати се додаваат пред да се наполни млекото во пакувањето, со што се формира видлив талог на дното на производот или се додава по ферментацијата врз производот. (Spreer, 2000).

- Конзервирање на овошје

Конзервираното овошје се обработува во мала количина шеќерен сируп за да се добие краен производ кој се состои од ($g\ 100\ g^{-1}$) (70 овошје : 30 вода), а овој производ може да се нарече чист или природен, бидејќи не содржи додадени бои или адитиви (Tamime & Robinson, 2007).

Предностите од употребата на преработеното овошје во производството на овошен јогурт се следните:

- не содржат квасец и мувла
- нивото на боја може да се прилагоди за да се обезбеди изедначен изглед во финалниот производ
- степенот на сладост во финалниот производ може да се прилагоди со додавање на сахароза (Yildiz, 2010).

Во зависност од техниката на обработка, производот може да стане многу ароматичен, но природните бои на кое било овошје стануваат непривлечни поради ефектот на топлотната обработка. Исто така, важно е дека таквите производи се скапи, поради што вкупната побарувачка од индустријата за јогурт е ограничена (Tamime & Robinson, 2007).

- Замрзнување на овошје

Процесот на замрзнување може да ја оштети структурата на овошјето, па затоа мора да се внимава да се минимизираат несаканите ефекти, односно да се бере во одреден степен на зрелост, брзо да се замрзнува, а стабилизаторите да се додаваат во текот на фазата на загревање (**Tamime & Robinson, 1999**).

Замрзнатото овошје се чува на температура околу -18°C . Производот потоа се одмрзнува, засладува и на крајот топлоотно се обработува, во зависност од киселоста на овошјето. Температурата на топлотната обработка може да варира од 60°C до дури 95°C (**Tamime & Robinson, 2007**). Боите понекогаш се додаваат за време на обработката за да се компензираат реакциите на кафеава боја (ензимска или оксидативна) кои можат да се појават при одмрзнување/последователно загревање, а финалната обработка на замрзнатото овошје може да се изврши во млекарницата, тоа е пристап кој може да биде привлечен за големите фабрики т.е. производители (**Tamime & Robinson, 1999**). Понатаму, кога таквото овошје или сушени парчиња се додаваат во јогуртот, тие имаат тенденција да апсорбираат дел од слободната или неврзаната вода од млечниот коагулум и со тоа помагаат да се намали одвојувањето на сурутката на производот за време на складирањето. (**Tamime & Robinson, 2007**).

Основните чекори за преработка на овошните препарати се: (**Yildiz, 2010**):

1. Мешање на овошјето, 75% шеќер, 50% вода и конзерванси (најчесто калиум сорбат и натриум бензоат) во резервоар од не’рѓосувачки челик
2. Во втор резервоар се мешаат преостанатите 50% од водата и скробот
3. Додавање на подготовката од вториот резервоар во првиот резервоар и претходно загревање на смесата на температура од $37-38^{\circ}\text{C}$ за 3 мин.
4. Додавање на состојки за вкус и боја на пастеризираната подготовка и проверка на контролата на квалитетот (pH, °Brix и боја)
5. Загревање на смесата со користење на површински разменуваач на топлина ($88-93^{\circ}\text{C}$ за 3 мин) и ладење на пастеризираната смеса на $27-32^{\circ}\text{C}$ преку разменуваач на топлина
6. Асептично полнење и испраќање

2.3.10 Пакување

Изборот на материјали за пакување во индустријата за производство на јогурт е важно за заштита на природните својства на производот за време на

складирањето и продажбата како и заради усогласување со стандардите за безбедност на храната на највисоко ниво (**Yildiz, 2010**).

Општо земено, спецификациите на кој било материјал за пакување на храна треба да ги вклучува следните информации: (**Tamime & Robinson, 2007**):

- токсичност на материјалите;
- нивоа на контаминација;
- отпорност на влага и/или пропустливост на водена пара;
- пропустливост на N₂, CO₂ и O₂ гасови (поранешните гасови се важни во пакувањето со модифицирана атмосфера);
- пропустливост на испарливи соединенија за вкус и арома и/или хемикалии во животната средина;
- просирност на видлива или УВ светлина;
- пропустливост на нечистотија и/или на микроорганизми; и
- миграција на молекулите од материјалот за пакување кон производот.

Најчесто користен материјал за пакување кој се користи денес во индустријата за јогурт се полипропиленските (PP) чаши и полиетиленот (PE).

2.3.11 Складирање во ладилници

Амбалажираните производи се ладат на температура од 4°C – 8°C, кој треба да се одржува додека истите не стигнат до потрошувачите. Нутритивниот квалитет се смета дека е зачуван на температура од 4 до 6°C во синцирот на дистрибуција, маркетинг и малопродажба што доведува до бараната потрошувачка на производот (**Hui, 1993**). Евентуални претходни реакции произлегуваат од метаболичката активност на starter културата на јогуртот и сите микробиолошки загадувачи кои биле отпорни на топлотната обработка и го преживеале процесот на ферментација или се внесени како како контаминенти после производството (пр. квасци и мувли) (**Tamime & Robinson, 2007**).

Можни биохемиски реакции се:

- оксидација на масти во присуство на кислород;
- хидратацијата на протеинските состојки во јогуртот, може да ја подобри вискозноста на производот;
- промени во бојата на овошниот додаток (добива непривлечна или бледа нијанса), кои може да настанат поради киселата состојба на производот;

- може да дојде до мала дехидрација, а изложената површина на јогуртот може да го промени физички изглед;
- присуството на додадени хидроколоиди (стабилизатори) и/или пектини од овошјето ја подобрува вискозноста/конзистентноста на јогуртот за време на складирањето (**Tamime & Robinson, 2007**).

2.4 МИКРОБИОЛОГИЈА НА ЈОГУРТ

Ферментираните млека, генерално, имаат ниска рН вредност и висока концентрација на млечна киселина и затоа се високо селективна средина што го фаворизира растот на квасците и мувлата како микроорганизми кои предизвикуваат расипување на храната, (**Varnam & Sutherland, 1994**). Целокупниот хемиски состав останува немодифициран за време на складирањето, додека микробиолошките профили се чини дека се подложени на големи модификации, бидејќи вкупниот број на млечно-кисели бактерии (LAB) во јогуртите се состои помеѓу 10^8 и 10^9 единици кои формираат колонии (CFU)/g за време на производството (**Birollo et al., 2000**). Повисоките температури на складирање предизвикуваат генерално побрзо намалување на бројот на микроорганизми до 5×10^6 CFU/g пред крајот на рокот на траење, но може да се претпостави дека ова ниво е критично за бројот на млечно-кисели бактерии (LAB) во јогуртите (**Baglio, 2014**). Минимум 10^6 одржливи клетки/ml (терапевтскиот минимум) се смета за неопходен за терапевтска активност, но пореалната вредност веројатно е околу 8×10^6 клетки/ml, а *Bifidobacterium* и *Lb. acidophilus* се чувствителни на киселина и за да се обезбеди терапевтски минимум присутен во финалниот производ, неопходно е да се користи ниво на инокулум од 10 – 20% (**Varnam & Sutherland, 1994**).

Сепак, присуството на релативно висок број корисни млечно-кисели бактерии (LAB култури) зависи и од почитувањето на ниските услови за складирање за време на декларираниот рок на траење и истото може лесно да се потврди кога се зборува за здрави својства и сензорни или хемиски профили на јогуртот. (**Baglio, 2014**).

Како метаболички активни производи, ферментираните млека покажуваат модификации во текот на рокот на траење, како што се пост-закиселување и губење на виталноста на starterот, што го нарушува квалитетот на производот (**Pscuma et**

al., 2010). Ферментираното млеко ретко се поврзуваат со болести предизвикани од храна, иако конзумирањето на производи како што е јогуртот кој содржи голем број квасци може да доведе до дигестивни нарушувања (Varnam & Sutherland, 1994). Општо, квасците го ограничуваат рокот на траење на јогуртот, бидејќи можат да предизвикаат доволно производство на гас од 10^5 до 10^6 квасец/g за да се добие подуено пакување. Квасецот може да го контаминира јогуртот поради лошите санитарни услови или поради контаминирани состојки, како што се овошје, јаткасти плодови, и засладувачи (Hui, 1993).

Во присуство на млечна киселина брзо се убива *Campylobacter*, додека за салмонелата обично се смета дека е уништена или инактивирана при ферментацијата, а за преживување на *Listeria monocytogenes*, обично се уништува многу брзо или дека микроорганизмот опстојува 3-9 дена при pH 4,1 во зависност од нивото на инокулум (Varnam & Sutherland, 1994).

2.5 ФИЗИЧКИ И РЕОЛОШКИ СВОЈСТВА НА ЈОГУРТОТ

Синерезисот и способноста за врзување на водата се важни физички својства на јогуртот. Реологијата се користи во науката за храна за да се дефинира конзистенцијата на различни производи и се опишува со две компоненти, вискозност („густина“, недостаток на лизгавост) и еластичност („лепливост“, структура). Во пракса, според тоа, реологијата значи мерење на вискозност, карактеризација на однесувањето на протокот и одредување на структурата на материјалот (Bylund, 1998).

Фактори кои влијаат на реологијата и својствата на текстурата на јогуртот опфаќаат подготовката на млекото, вклучувајќи збогатување со сува материја, хомогенизација и пред-топлотна обработка, како и условите на инкубација и пост-инкубационите третмани, кои во голема мера варираат во зависност од тоа дали се работи за кисело млеко или се произведува течен јогурт (Smith, 2003).

Јогуртот е тиксотропна течност што полека развива тродимензионална мрежа. Структура на јогуртот се разбива со мешање при што достигнува минимална дебелина. (Yildiz, 2010).

Цврстината на киселото млеко често се проценува со спуштање на сонда со дадена тежина во производот одредено време, така што длабочината на пенетрација е мерка за цврстина која не е тесно поврзана со модулот на

еластичност, туку со количеството (**Walstra et al., 2006**). Стартер културите кои ги подобруваат текстуралните својства на јогуртот се култури кои произведуваат EPS (егзополисахариди), бидејќи хемиската структура на полимерот произведен од различни стартер култури има ефект врз реолошките својства на јогуртот и се утврдува дека голем број други фактори влијаат врз реолошките својства. Одвојувањето на јогуртот и сурутката е уште еден критериум за определување на реолошките својства и влијае на квалитетот на производот (**Yildiz, 2010**).

Според **Yildiz, (2010)** овие својства се:

- Составот на млекото (како што е содржината на сува материја)
- Количина и својства на користената стартер култура
- Температура на инкубација
- Време на складирање

2.5.1 Физички својства на функционалниот јогурт

2.5.1.1 Синерезис

Синерезисот во најголем дел е последица на преуредување на мрежата, што доведува до зголемување на бројот на споевите на честички со честички, а мрежата потоа се собира, со што ја исфрла интерстицијалната течност (**Walstra et al., 2006**). Постојат два вида синерезис: спонтан, која се јавува на површината на млечните напитки и е поврзан со нестабилност на коагулумот што резултира со губење на способноста за привлекување на серумот и неспонтан синерезис што се случува со механичка сила, центрифугирање или способност за задржување вода, што го мери серумот извлечен од јогуртот што произлегува од примената сила, поврзан со способноста на коагулумот да задржува вода (**da Silvia & Costa, 2019**).

Реологијата јогуртот делумно се припишува на производството на нестабилни егзополисахариди од специфичните соеви на културата за време на инкубацијата, што го спречува кршењето на коагулумот и синерезисот (**Park, 2007**). Јогуртот со малку масти е повеќе наклонет кон синерезис, додека јогуртот направен од полномасно млеко задржува значително поголем процент на серум во својата структура што се покажува дека ја намалува синерезата (**Gyawali & Ibrahim, 2016**). Со инкубација на 45°C, синерезисот може да се спречи само ако млекото е интензивно загреано, ако содржина на казеин е зголемена и температурата на складирање е ниска (**Walstra et al., 2006**).

2.5.1.2 Способност за врзување на вода (WHC)

Способноста за врзување на вода (WHC) е способност на храната да ја задржи сопствената или додадената вода при примена на сила, притисок, центрифугирање или загревање, а исто така и способност на храната да ја задржува водата против гравитацијата, што покажува дека игра голема улога во формирањето на текстура на храната (Gyawali & Ibrahim, 2016). Сите фактори кои влијаат на својствата на коагулумска мрежа со менување на природата и бројот на протеинските интеракции, влијаат на капацитетот на коагулумот да задржува вода (Tamime & Robinson, 2007). Во производството на јогурт, способноста за врзување на вода е едно од најважните физички својства кои придонесуваат за стабилноста на коагулумот, (Gyawali & Ibrahim, 2016). При производството на јогурт, топлотната обработка е корисна за денатурирање на сурутчините протеини, а со тоа и за зголемување на способноста за врзување на водата и за намалување на синерезисот на коагулумот. (Chandan et al., 2008). Подобрување на способноста за врзување на водата и јачината на киселиот коагулум е неопходен предуслов во производство на јогурт (Corredig, 2009). Бидејќи способноста за врзување на вода и хидратација на јогуртот се оптимални при рН 4,2-4,6, фазата на ферментација обично завршува на рН 4,5-4,6 (Yildiz, 2010).

Млечно-киселите бактериите кои произведуваат егзополисахариди често се користат како стартер култури, за да се подобри вискозноста или способноста за врзување на вода (Corredig, 2009). За подобрување на текстурата и квалитетот на јогуртот се користат хидроколоиди, бидејќи имаат способност да ја задржат водата и да формираат структура слична на гел, а тоа е показател за неговата способност да го задржи серумот во структурата на млечниот коагулум како и минималното одвојување на сурутката (Gyawali & Ibrahim, 2016).

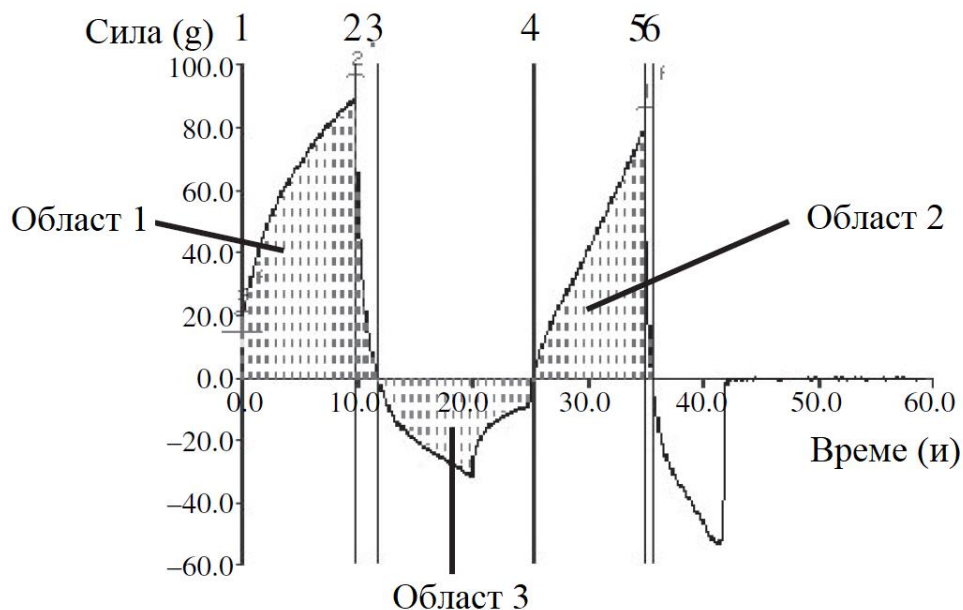
2.5.2 Текстура

Текстурата е сензорно својство кое опфаќа многу атрибути на комерцијалните производи, кои се засноваат на структурните карактеристики на различни видови храна, а евалуацијата на текстурата се заснова на оценка од сензорен панел, со употреба на инструмент како што е анализатор на профилот на текстура (ТРА), кој обезбедува брз и рентабилен начин на мерење на текстурата

под добро дефинирани и контролни услови (**Ahmad & Basu, 2016**).

Анализата на профилот на текстурата (ТРА) е инструментален тест првично развиен во Генералниот технички центар на корпорацијата за храна за да обезбеди објективни мерења на параметрите на текстурата што е главен фактор за прифатливост на храната, бидејќи е дизајнирана како компресија во два циклуса извршена за да се симулира последователни „жвакања“. (**Trinh & Glasgow, 2012**). Според Меѓународната организација за стандардизација, текстурата ги опфаќа сите реолошки и структурни (геометриски и површински) атрибути на прехранбениот производ што се воочливи со помош на механички, тактилни и кога е соодветно, визуелни и аудитивни рецептори (**Borwankar, 1992**). Следните параметри беа квантифицирани и се дефинирани од **Sandoval-Castilla, (2004)** и тоа на следниот начин: еластичност (карактеристика што примерокот ја обновува во текот на времето што поминува помеѓу крајот на првиот циклус и почетокот на вториот циклус), атхезивност (сила на првиот циклус, што ја претставува работата неопходна за да се повлече клипот за компресија подалеку од примерокот) и кохезивност (односот на површината на позитивната сила за време на втората компресија со онаа за време на првата компресија). Исто така, беа квантифицирани затегнатоста (првата сила на опаѓање при пенетрација на примерокот) и цврстината (беше дефинирана со максималната сила за време на првиот циклус на компресија) (**Magenis et al., 2006; Sandoval-Castilla et al., 2004**).

„Chewiness“ е дефинирано како енергија потребна за жвакање (цврстина+кохезивност+еластичност), а лепливоста е дефинирана како енергија потребна за распаѓање на полуцврста храна, така што таа е подготвена за голтање (Цврстина × Кохезивност) (**Ahmad & Basu, 2016**). Параметрите за анализа на текстурата на профилот се прикажани на Графикон 1.



Графикон 1. Типична сила по временска шема низ два циклуса на пенетрација за да се одредат параметрите за анализа на профилот на текстурата. Цврстина $\frac{1}{4}$ врв 2; кохезивност $\frac{1}{4}$ област 2/област 1; еластичност $\frac{1}{4}$ врска помеѓу времето поминато точки 4:5 и 1:2; адхезивност $\frac{1}{4}$ област 3 (Magenis et al., 2006).

Цврстината и вискозноста на коагулумот на крајот зависат од конечната рН вредност, како и од бактериската протеолитичка активност, што може да резултира со синереза и да ја промени структурата или микроструктурата на јогуртот (Ray & Montet, 2017). Евалуацијата на текстурата на јогуртот со намалена содржина на протеини е важна за да се исполни прифатливоста за потрошувачка.

Потрошувачот го проценува производот на сензорно и најчесто му го привлекува вниманието поради самата текстура и другите параметри на текстурата (Bierzuńska et al., 2016). Разбирањето на механизмите вклучени во формирањето на текстурата во јогуртите и влијанието на условите за обработка врз развојот на текстурата помага да се подобри квалитетот на јогуртот и да се пристапи кон модифицирање и намалување на недостатоците на текстурата кои вклучуваат (Ozcan, 2013):

- а. Употреба на нови стабилизатори и разни видови состојки добиени од млеко,
- б. Употреба на различни видови методи на мембрански концентрат,
- в. Специфични култури (на пр. производство на специфичен егзополисахарид, тип и содржина),
- г. Ензимско вкрстено поврзување на млечните протеини, (на пр.

трансглутаминаза),

- д. Употреба на висок хидростатички притисок (на пр. > 200 МРа) на млекото за да предизвика денатурација на протеините од сурутка или на јогуртот за да се спречи пост-закиселување,
- ѓ. Употреба на хомогенизација со многу висок притисок,
- е. Зголемување на цврстината на коагулумот (модул на еластичност).

2.6 СЕНЗОРНА АНАЛИЗА НА ФУНКЦИОНАЛЕН ЈОГУРТ

Сензорниот квалитет е дефиниран како комплексен сет на сензорни карактеристики вклучувајќи изглед, арома, вкус и текстура, кои се максимално прифатливи за одредена група на потрошувачи. (Fuquay et al., 2011).

Сензорните карактеристики (вкус и текстура/чувство во устата) се клучни за прифаќањето на производот од страна на потрошувачите. Разбирањето и оценувањето на сензорните особини на млечните производи е важно исто колку и вкусот и текстурата, бидејќи истото постои уште од времето кога производите за прв пат биле воведени и продадени на пазарот. (Yildiz, 2010).

Науката за сензорна анализа еволуирала како збир од квантитативни процедури кои ја подобруваат ефикасноста и точноста на развојот на прехранбените производи, контролата на квалитетот, истражувањето на пазарот и маркетингот како и сензорната анализа, сами или во комбинација со аналитички процедури, кои се корисни поради контрола на квалитетот во млечната индустрија (Clark et al., 2009).

Текстурата е воочлив атрибут кој динамички се оценува при конзумирање на прехранбен производ кој претрпува промени кои се случуваат за време на жвакањето (мастикацијата), вклучувајќи мешање со плунка и температурни промени (Borwankar, 1992).

Текстурата како поим е дефинирана од Meilgaard et al., (2016) и тоа како сетилна манифестација на структурата или внатрешен состав на производите во однос на својата:

1. Реакција на притисок мерена како механичко својство (како што се цврстина/компактност, адхезивност, кохезивност, „лепливост“, еластичност/отпорност, вискозност) со кинестетичко чувство во мускулите

на раката, прстите, јазикот, вилицата или усните.

2. Карактеристики на тактилно чувство, измерени како геометриски честички (зрнеста, ронлива, кристална, кршлива) или својства на влага (влажност, мрснотија, сувост) од тактилните нерви на површината на кожата на раката, усните или јазикот.

Тестовите за сензорна анализа вклучуваат директни споредби помеѓу производи за да се утврди дали постои забележлива разлика меѓу нив за одредена сензорна карактеристика (**Fuquay et al., 2011**). Поголемиот дел од ваквите тестови вклучуваат споредба на два производи, кои често се нарекуваат А и Б, како што во триаголниот тест има два производи: А и Б кои покажуваат варијации на предмети: на пример, јогурт со намалена масленост и полномасен јогурт (**Rodgers, 2017**).

Својствата на храната обично се перципираат по следниот редослед: (**Meilgaard et al., 2016**)

- Изглед
- Мирис/арома
- Конзистенција и текстура
- Вкус (ароматици, хемиски чувства, основни вкусови)

Сензорната анализа на јогуртот со помош на методот на бодување со 25 поени најчесто се користи за оценување на следните својства: изглед, боја, арома, мирис и текстура (конзистенција) кои се оценуваат од 1 до 5. Описната сензорна анализа се однесува на збир од техники кои бараат да се покаже разлика во својствата на производите врз основа на сите нивни сензорни карактеристики и да се одреди квантитативен опис на сите сетилни особини што можат да се идентификуваат, а не само на недостатоците (**Fuquay et al., 2011**). Резултатите овозможуваат да се поврзат специфичните променливи на состојката или процесот со специфични промени во некои (или сите) сензорни особини на производот, бидејќи од гледна точка на развој на производот, описните информации се од суштинско значење за понатамошен фокус кон оние променливи на производот кои се идентификувани како различни во однос на целта, а исто така и за да се воспостават причинско-последични врски (**Stone & Sidel, 2004**). Многу е корисно доколку дескрипторите што се користат во дескриптивната анализа да можат да се поврзат со концепти кои ги наведуваат потрошувачите да го прифатат или отфрлат производот (**Lawless & Heymann, 2010**). Квантификацијата на сензорните

податоци е потребна во многу примени, а евидентирањето на воочениот интензитет на одредени особини или допаѓања бара некоја форма на процедура за скалирање така што овие постапки треба да се разликуваат од системите за оценување на квалитетот, кои се користат за класирање на производи во класи дефинирани со комбинација на сензорни карактеристики (**Kilcast, 2010**).

3. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА

Потрошувачката на функционална храна се зголемува на годишно ниво во Р.С. Македонија, како и во целиот свет. Функционалните јогурти се меѓу производите кои денес лесно се достапни на пазарот. За нивниот развој потребна е формулација за квалитет, оптимизација на индустриското производство и безбедност за консумација. Затоа, конкретните цели кои треба да се постигнат со изработка на оваа докторска дисертација се следните:

1. Формулација на функционален јогурт;
2. Производство на функционален јогурт во мал/ пилот погон за производство;
3. Микробиолошка анализа на контролните и функционалните јогурти во текот на складирањето од 21 ден;
4. Физичко-хемика анализа на контролните и функционалните јогурти во текот на складирањето од 21 ден;
5. Испитување и споредба на реологијата (текстурата) на контролните и функционалните производи во текот на складирање од 21 ден;
6. Испитување и споредба на сензорната анализа на контролните и функционалните јогурти во текот на складирање од 21 ден;
7. Испитување и споредба на нутритивниот аспект на контролните и функционалните јогурти во текот на складирањето од 21 ден.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ НА РАБОТА

4.1 МАТЕРИЈАЛ

4.1.1 Сурово млеко

Свежото сурово млеко беше обезбедено од страна на ВЕМИЛК (ИМВ - Индустрија за млеко Велковски, с. Кравари, Битола, Р. Македонија), фабрика за преработка на млеко. Млекото беше стандардизирано, хомогенизирано и пастеризирано на $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ за 5 минути и асептично спакувано во PET амбалажа (шишиња) од 5L и разладено. Пастеризираното млеко е однесено во лабораторија на Факултетот за биотехнички науки, Битола, Р. С. Македонија и складирано во фрижидер до негова понатамошна обработка.

4.1.2 Сурутка

По производството на сирење во фабриката ВЕМИЛК, сурутката беше собрана и пакувана во PET амбалажа (шишиња) од 5L, однесена во лабораторија и чувана во ладилник (фрижидер) до понатамошна обработка (слика 1).



Слика 1. Пастеризирано млеко и сурутка пред ладење

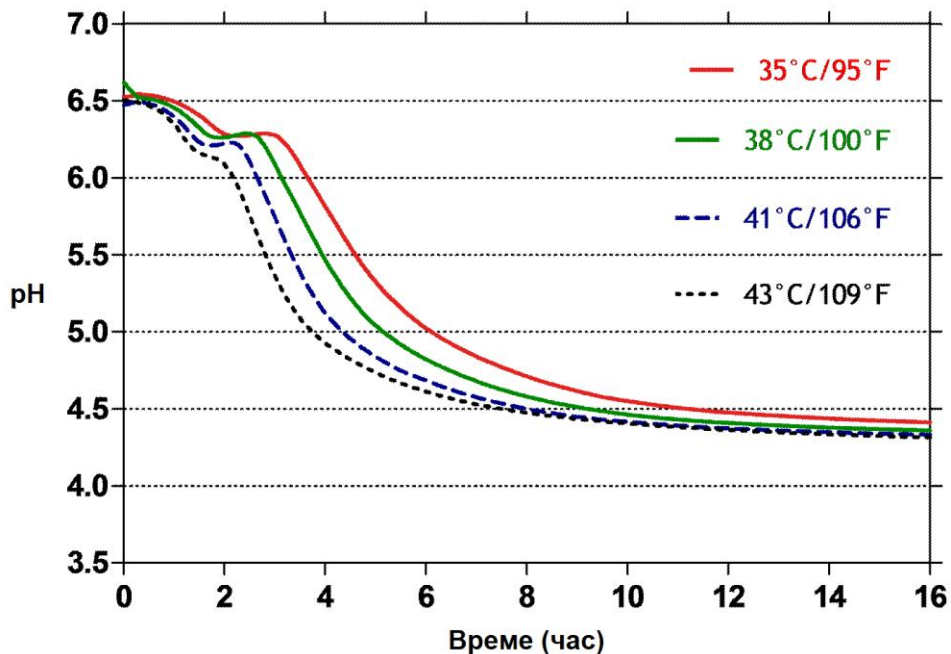
4.1.3 Стартер култура

Комерцијален тип на стартер култура која е широко користена во производството на јогурт се користеше за директна инокулација во млекото (Chr. Hansen,). Подготвениот инокулум во течна форма е прикажана на слика 2.



Слика 2. Стартер култура (инокулум) пред инокулација на млеко (втора серија 03.09.2021)

YO-FLEX® Premium 3.0 е термофилна YoFlex® култура составена од *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* *Streptococcus thermophilus* со крива на закиселување прикажана на Графикон 2. (CHR HANSEN, 2019).



Графикон 2. Крива на закиселување со употреба на YoFlex® Premium 3.0 користејќи услови на ферментација: полумасно млеко +2 % обезмаснено млеко во прав (92°C/197°F, 6 минути), инокулација: 0,02 % (CHR HANSEN, 2019).

4.1.4 Овошје и шеќер

Замрзната јагода (Јагода Фриком, ФРИКОМ ДОО БЕОГРАД, Република Србија, складирана на -18°C), замрзната аронија (Gardenia -PREMIUM-, CERMAT d.o.o, Битола, Република Северна Македонија, складирана на -18°C) и бел шеќер (ACVERO) Интернационал, Скопје, РСМ) се купени на локален пазар (слика 3).



Слика 3. Спакувани замрзнати јагоди и аронија (Frikom; Gardenia)

4.1.5 Земање примероци од суровини за анализа

Примероците од сурово млеко, пастеризирано млеко, сурутка и овошје беа земени асептички и складирани во стерилни ППP контејнери, испратени веднаш во лабораторија во фрижидер со помош на Hanksair TS-27L (Краков, Полска) на $4 - 8^{\circ}\text{C}$ за физичко-хемиска и микробиолошка анализа (слика 4).



Слика 4. Примероци од суровини испратени за анализа во лабораторија (втора серија- 03.09.2021)

4.2 МЕТОДИ

4.2.1 Функционална формулација на јогурт

Во рамки на истражувањето беа направени многу експерименти со додавање на различни проценти (%) сурутка во млекото со цел да се постигне оптимизирана формулација. За време на овие експерименти беше земена во предвид само сензорната оценка од мала група потрошувачи. Сурутката беше додадена од 10 – 50% во многу мали серии и беше оценета само во однос на нивото на прифатливост. Пред да се развие рецептот за производот, требаше експериментално да се одреди колкаво количество од сурутката треба да има во финалниот производ и согласно стручната литература се препорачува додавање на различни видови сурутка во прав во целата ледена мешавина на пр. сурутка во прав (2-3%) или WPC34 (1,5-3%) или WPI (0,5-1) или WPC60 -WPC80 (0,5-2%) (**Królczyk et al., 2016**). Додавањето до 25% сурутка се покажа како најприфатливо од страна на потрошувачите, така што овој процентуален интервал даде најдобри резултати. 25% сурутка беше земена како процент во формулацијата на функционалната производна серија на јогурти. Контролната серија на јогурти се произведуваше со 100% млеко, додека функционалната со 75% млеко и 25% сурутка.

Контролните и функционалните овошни јогурти беа произведени со различни формулации. Контролните овошни серии беа произведени со користење на 84% млеко, 4% шеќер и 12% овошје, додека функционалните овошни серии беа произведени на сличен

начин користејќи 59% млеко, 25% сурутка, 4% шеќер и 12% овошје (Графикон 3).

Производите од производните серии беа именувани на следниот начин:

Јогурт 01С – Контролен јогурт;

Јогурт 02Р – Функционален јогурт со сурутка;

Јогурт 21АС – Контролен јогурт од аронија;

Јогурт 22АР – Функционален јогурт од аронија со сурутка;

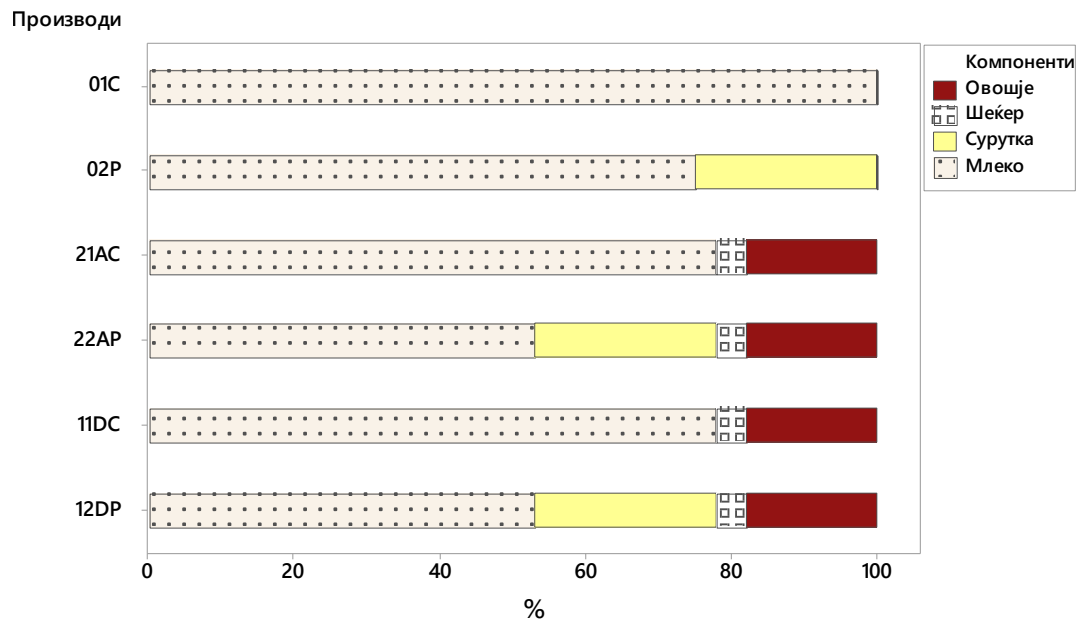
Јогурт 11DC – Контролен јогурт со јагода и сурутка;

12 DP- Контролен јогурт со јаготка и сурутка;

Различни други овошја се применуваат при формулација на течни производи базирани на сурутка, како што се: тропско овошје (грејпфрут или мандарина, банана, манго, папаја и овошје како: јаболко, круша, цреша, диња или кајсија и бобинки (цариградско грозје, боровинка, јагода, малина, капина или црница), кои се особено здрави (**Djuric et al., 2004**).

Моделирањето на рН вредноста, способноста за врзување на водата, синерезисот, динамичкиот вискозитет, модул на еластичност и калирањето (загубите во маса) врз основа на температурата на ферментација, количината на инокулација и содржината на масти постигнаа повисоки коефициенти на регресија ($R^2 > 0,88$) и за да се постигне рН од 4,5, синерезис од 39,63 %, способност за врзување на вода од 53,69 %, $\eta = 0,311 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $G' = 400,3 \text{ Pa}$ и $G'' = 109,1 \text{ Pa}$; влезните параметри треба да бидат следните: температура на ферментација 41,24 °C, доза на инокулација 0,3 % и содржина на масти 3,50 % ($D = 0,878$), (**Dabija et al., 2020**).

Растенијата произведуваат огромно количество секундарни метаболити така што фенолите добиваат значително внимание во последниве години поради нивната антиоксидативна, антиинфламаторна, анти-мутагена и анти-коагулантна моќ, која е во корелација со намален ризик од кардиоваскуларни болести и развој на канцерогени заболувања. Главниот диететски извор на фенолни соединенија е овошјето, затоа се сугерира дека овошните сокови, прашоците и екстрактите имаат потенцијал да се користат како функционални состојки во прехранбената индустрија вклучително и млечниот сектор, (**Gahruie et al., 2015**).



Графикон 3. Формулација на контролни и функционални производни серии на јогурти

4.2.2 Производство на контролни и функционални јогурти

4.2.2.1 Преработка на сурутка

Производството на контролните и функционалните јогурти се вршеше во Лабораторијата за Квалитет на млеко и млечни производи на Факултетот за биотехнички науки, Битола, Република Северна Македонија.

Сурутката беше пастеризирана на температура од $90^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ за 25 минути. рН вредноста се мереше пред и по пастеризацијата. Сурутката за контролните и функционалните примероци беше пастеризирана на една серија и се ладеше на $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ додека не се измеша со млеко.

4.2.2.2 Преработка на млеко

Млекото се загреваше до температура од $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$. рН вредноста се мереше пред и по загревањето. Млекото за контролните и функционалните примероци се загреваше на една серија.

4.2.2.3 Ферментација

Активната киселост (рН) на суровото, пастеризираното млеко пред инокулација и ферментираното млеко се мереше со помош на рН метар – РН – 03(II)С со сонда Е-201, а температурата со термометар ТР300.

Производна серија на контролен јогурт

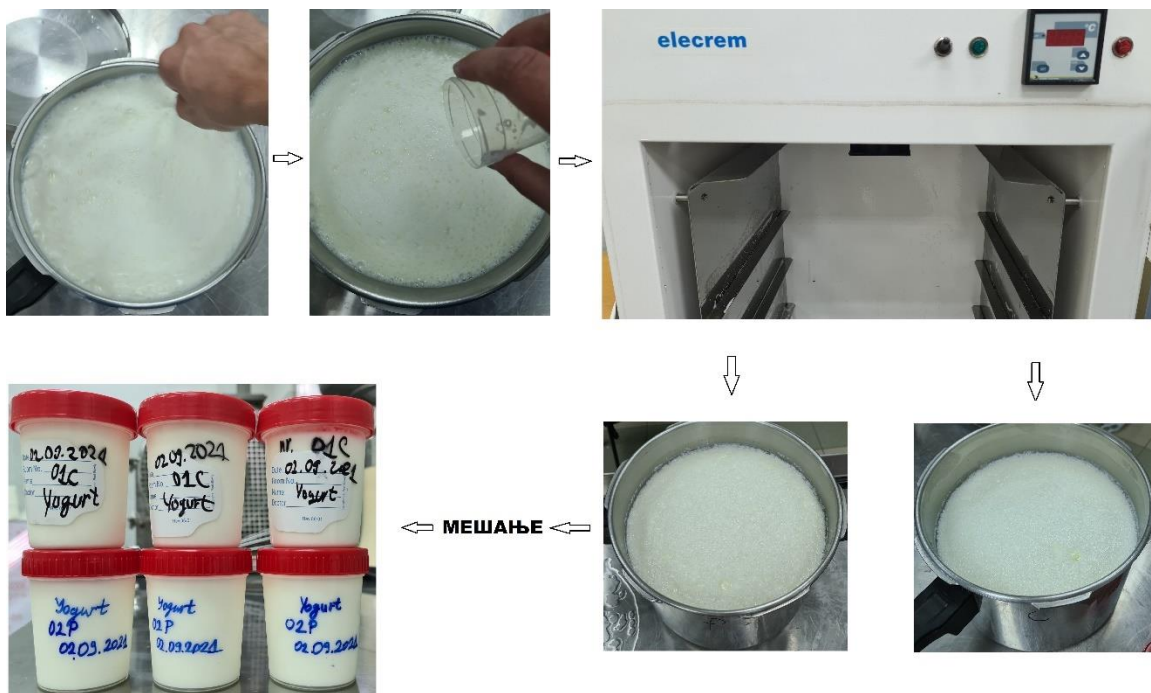
Пастеризираното млеко по загревањето на 43,8°C беше инокулирано со YO-FLEX® Premium 3.0 (Chr. Hansen) и ферментирано на 43°C со помош на YOGURTERA ELECTRICA. Стартер културата е претходно подготвена во течна форма од серијата јогурт од страна на компанијата за преработка на млеко ВЕМИЛК, за 20 L и е пресметана во mL за 5 L + 20% повеќе. Активната киселост (рН) на млекото пред ферментацијата изнесување 6,54. Процесот на ферментација траеше 3 часа. По завршената ферментација рН вредноста изнесуваше 4,6.

Производна серија на функционален јогурт

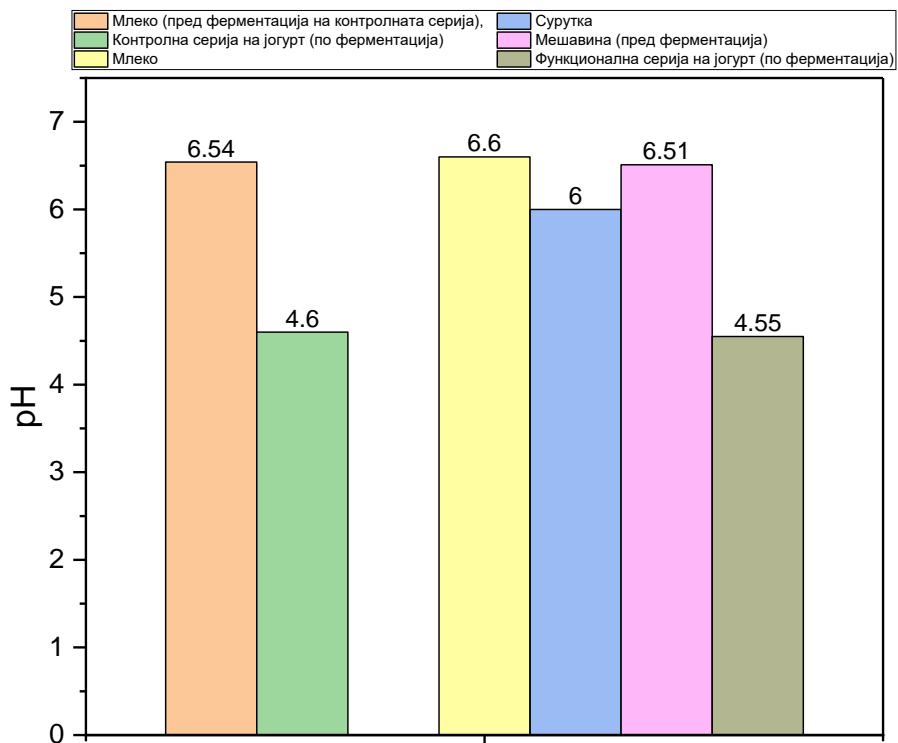
Пастеризираното млеко и сурутка беа измешани со пропорции 75% млеко и 25% сурутка и смесата беше инокулирана со стартер култури (Chr. Hansen) и ферментирана на 43°C користејќи YOGURTERA.

Стартер културата беше подготвена претходно во течна форма од серијата јогурт од страна на компанијата за преработка на млеко ВЕМИЛК, за 20 L и беше пресметана во mL за 5 L + 20% повеќе (слика 5). Пред ферментацијата рН вредноста на млекото беше 6,51. Процесот на ферментација траеше 3h+1/4h, а додека по ферментацијата рН вредноста беше 4,56 (Графикон 4).

Кога се постигна крајната точка на рН вредноста од 4,5 (4,5 – 4,6 во нашето истражување), јогурт се ладеше за да се забави реакцијата и постигнување на несоодветна активна киселост (рН) која може да доведат до вишок киселост (Mena & Aryana, 2019).



Слика 5. Производство на контролен и функционален јогурт



Графикон 4. pH вредност на контролниот и функционалниот јогуртот пред и по ферментацијата

4.2.3 Производство на контролна и функционална производна серија на овошен јогурт

4.2.3.1 Преработка на сурутка

Сурутката беше пастеризирана на $90^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ за 25 минути. рН вредноста се мереше пред и по пастеризацијата. Сурутка за контролните и функционалните примероци беше пастеризирана на следниот начин: една серија за јогурти од јагоди и една серија за јогурти од аронија кои се ладеа на $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ додека не се измешаат со млеко.

4.2.3.2 Преработка на млеко

Во млекото се додаваше шеќер и се загреваше до $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$. рН вредноста се мереше пред и по загревањето. Млекото за контролните и функционалните примероци се загреваше на следниот начин: една серија за јогурти од јагоди и една серија за јогурти од аронија.

4.2.3.3 Ферментација

Кај суровото, пастеризираното млеко, пред инокулација и кај ферментираното млеко рН вредноста се мереше со помош на рН метар – РН – 03(II) С со сонда Е-201, додека температурата со термометар ТР300.

Производна серија на контролен овошен јогурт

Пастеризираното млеко со шеќер по загревањето на $43,8^{\circ}\text{C}$ беше инокулирано со YO-FLEX ® Premium 3.0 (Chr. Hansen) и ферментирано на 43°C со помош на YOGURTERA ELECTRICA. Starter културата беше претходно подготвена во течна форма од серијата јогурт од страна на компанијата за преработка на млеко ВЕМИЛК, за 20L и е пресметана во mL за 5L + 20% повеќе.

Производна серија на контролен јогурт од аронија

Измерената рН на млекото пред ферментацијата беше 6,54. Процесот на ферментација траеше 3 часа. Измерената рН вредност по ферментацијата изнесуваше 4,64.

Производна серија на контролен јогурт од јагоди

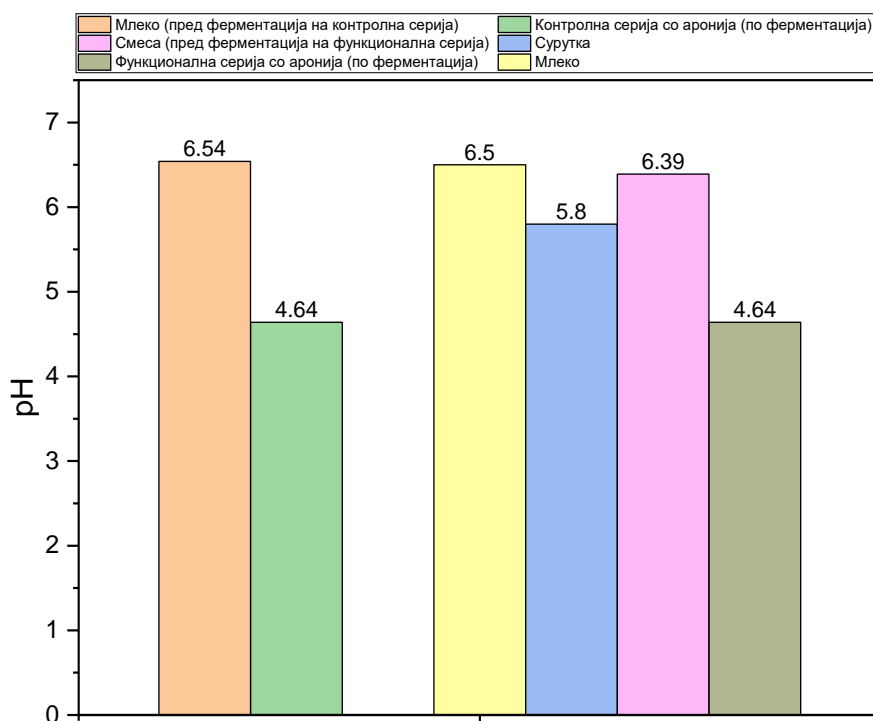
Измерената рН вредност на млекото пред ферментацијата беше 6,6. Процесот на ферментација траеше 3 часа. Измерената рН по ферментацијата беше 4,64.

Функционални овошни јогурти

Пастеризираното млеко и сурутка беа измешани со пропорции 59% млеко и 25% сурутка и смесата беше инокулирана (Chr. Hansen,) и ферментирана на 43°C користејќи YOGURTERA ELECTRICA. Starter културата беше претходно подготвена во течна форма од серијата јогурт од страна на компанијата за преработка на млеко ВЕМИЛК за 20 L и е пресметана во mL за 5 L + 20% повеќе.

Производна серија на функционален јогурт од аронија

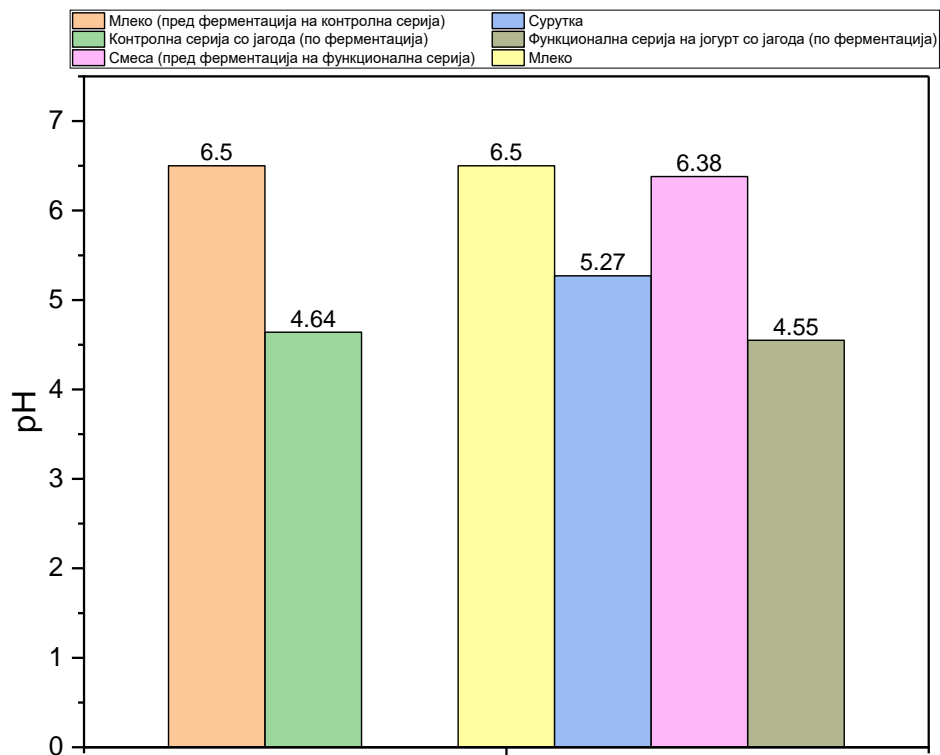
Измерената рН на млекото пред ферментацијата беше 6,39. Процесот на ферментација траеше 3 часа. Измерената рН по ферментацијата беше 4,64 (Графикон 5).



Графикон 5. рН вредност кај контролен и функционален јогуртот од аронија пред и по ферментација

Производна серија на функционален јогурт од јагоди

Измерената рН вредност на млекото пред ферментацијата беше 6,38. Процесот на ферментација траеше 3 часа и 5 минути. Измерената рН по ферментацијата беше 4,55 (Графикон 6).



Графикон 6. рН вредност кај контролен и функционален јогурт од јагода пред и по ферментација

Преработка на овошје

Јагодите и аронија беа замрзнати и складирани се до процесот на преработка. Следно, постепено се одмрзнуваат и потоа се пастеризираат на температура од 65 – 70°C за 15 минути и се ладат на 25 – 30 °C.

Додаток на овошје

Јогуртот беше изладен на 35±3°C и приготвените плодови (јагоди/аронија) се додадени на контролните и функционалните јогурти. Јогуртот и овошјето се мешаа 5 минути со помош на миксер (слика 6).



Слика 6. Производство на контролна и функционална производна серија на овошен јогурт

4.2.3.4 Полнење, пакување и складирање на контролни и функционални производни серии на јогурт

По мешањето, контролните и функционалните (овошни) јогурти се полнеа рачно со употреба на кујнски алатки во стерилни ПП садови 120ml Ø55X70. Беа произведени вкупно 30 L јогурт и приближно 264 ПП садови (Слика 7).



(a)



(b)

Слика 7. (a) стерилен просирен полипропиленски сад од 120 ml црвено заврткано капаче бела етикета индивидуално завиткано и (б) стерилен просирен полипропиленски контејнер 120 ml црвено заврткано капаче поединечно завиткано (**Syntesys S.R.L, ИТАЛИЈА**)

Јогуртите се чуваа во ладилник во Лабораторијата на Факултетот за биотехнички науки, додека не беа испратени на анализа. Секоја недела на одредените датуми примероците се испраќаа во лабораторијата АНИМАВЕТ за анализа. Производите беа однесени во Република Косово за анализа во две посебни серии според планираното ($\frac{3}{4}$ од производството). Транспортот на производите се вршеше во ладилник на 4 – 8°C. Примероците се чуваа во фрижидер и секоја недела се земаа мостри за анализа.

4.3 МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗА НА СУРОВИНИ И ПРОИЗВОДИ

Во текот на експерименталното истражување, направена е анализа на физичко-хемиските параметри, микробиолошка, реолошка и бодовна сензорна анализа кај контролната и функционална производна серија на јогурти и тоа на 1-от, 7-миот, 14-тиот и 21-виот ден во текот на складирање. Описната сензорна анализа беше направена на 7-ми, 14-ти и 21-ви ден. Дупликати од есенцијалните минерали беа направени на 14-тиот ден од складирањето.

4.3.1 Микробиолошки анализи на млекото

За микробиолошка анализа на сурово млеко се користеа следните методи:

Определување на вкупниот број на бактерии во млекото

- Квантитативно определување на бактерискиот квалитет на млекото –Упатство за определување и утврдување на конверзијата меѓу разлутатите од рутинскиот и основниот метод, МКС EN ISO 21187:2011
- Анализите беа направени со инструмент Vactocount. (Слика 8)



Слика 8. Vactocount за анализа на вкупен број бактерии на суровото млеко

Определување на соматски клетки во млекото

Броење на соматски клетки – Дел 2: Упатство за ракување со флуоро-опто електронски бројачи (ISO 13366-2:2006), МК EN ISO 13652:2010

- Анализите беа направени со користење на Somacount (Слика 9).



Слика 9. Somacount за анализа на соматските клетки во млекото

4.3.2. Физичко-хемиска анализа на сурово млеко

Определување на содржината на масти, протеини и лактоза во млекото

- Определувањето на содржината на масти, протеини и лактоза во суровото млеко, метод - ISO 9622:2013
- Анализите беа направени со Lactoscope (Слика 10)



Слика 10. Lactoscope

4.4 АНАЛИЗА НА ПРОИЗВОДНИТЕ СЕРИИ ЈОГУРТ

4.4.1 Физичко-хемиска анализа кај производните серии јогурт

Определување на содржината на вкупната сува материја

- Според акредитиран методот МКС EN ISO 6731:2012.
- Анализите беа направени со употреба на Сушара.

Определување на содржината протеини

- Определување на содржина на азот-Дел 1 Kjeldahl принцип и пресметка на сурови протеини. Млеко и млечни производи, МКС EN ISO 8968-1:2014
- Анализите беа направени со помош на Дестилатор по Kjeldahl, Дигестор по Kjeldahl, Рецикулациона водена пумпа по Kjeldahl (Слика 11).



Слика 11. Kjeldahl за определување на содржината протеините

Определување на титрациона киселост

Определувањето на степенот на киселост на млеко по Soxlet-Henkel. Во ерленмаер со пипета се одмерува 20 гр. од претходно припремениот примерок. Се додава 2 ml 2 % раствор на фенолфталеин. Содржината се титрира со 0,1mol/l NaOH до појава на бледо розева боја која не треба да се изгуби за 2min и се споредува со стандардната боја припремена во друга ерленмаерка. Анализите беа направени со помош на дигитална бирета. Правилник методе хемиских и физичких анализа млека и производе од млека (Сл.Весник СФРЈ, бр. 3283)

Определување на содржината на масти

Определување на содржина на масти во млекото и млечните ферментирани производи е вршено по бутирометриска метода, ISO 11870. Анализите беа направено со помош на Бутирометар за млеко 0-7% Центрифуга (Слика 12). Млеко и млечни производи- Определување содржина-Општо упатство за употреба на бутирометриски методи.



Слика 12. Центрифуга и печка

Определување на рН

Определувањето на рН вредноста на суровото млеко и останатите производи се вршеше со помош на рН метар (Слика 13).



Слика 13. рН метар и автоматски титратор

Способност за врзување на вода

Способноста за врзување на вода (WHC) на јогуртот беше одреден по методот на **Isanga & Zhang, 2007** година. Јогуртот беше подложен на центрифугирање од 15 минути на 10,000 вртежи во минута со помош на Центрифуга. За пресметување на оваа способност беше искористена следната формула:

$$WHC (\%) = \left(1 - \frac{W_1}{W_2} \right) \times 100$$

W_1 = Тежина на сурутка по центрифугирање

W_2 = Тежина на јогуртот

Сите мерења беа извршени со повторувања.

Подложност на Синерезис

Подложноста на јогуртот кон синерезис (STS) беше одредена со користење на методот на дренажа како што е наведено во (**Isanga & Zhang, 2007**). Синерезисот (ослободена сурутка) се мери со ставање на примерок од јогурт од 100 g на крпа (цедило)

за сирење поставена на врвот на инка. По 2 часа дренирање, тежината на сурутката собрана во чаша беше измерена и користена како индекс на синереза. Следната формула беше искористена за пресметување на STS:

$$STS(\%) = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

W_1 = Тежина на сурутка собрана по дренирање

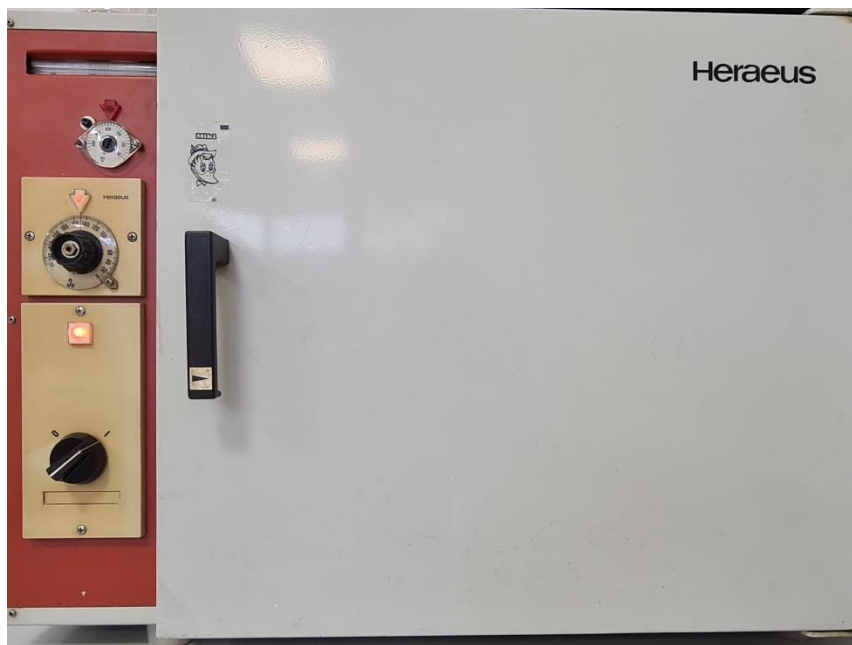
W_2 = тежина на јогуртот

Овие анализи се направени во акредитираната лабораторија АНИМАВЕТ, Битола, Република С. Македонија.

Одредување на содржината на минерални материи (пепел)

Одредувањето на содржината на минерални материи (пепел) беше направено во согласност со официјалниот метод на AOAC 942.05 Revisited (**Thiex & Novotny, 2012**): Празниот сад се суши на $104 \pm 1^\circ\text{C}$ 3 часа и се префрла во сад за ладење. Потоа беше измерен празниот сад и 3 g примерок во садот. Садот со примероците беше ставен во сушница за време од 3 часа на $104 \pm 1^\circ\text{C}$. Порцеланскиот сад беше поставен во печка со контролирана температура и над 1 час температурата беше доведена во печката на 550°C ; температура од $550 \pm 10^\circ\text{C}$ се одржуваше 3 часа. (Слика 14 и 15).

Печката се ладеше на температура под 200°C . Вратата на печката беше отворена за да се обезбеди снабдување со свеж воздух, а циклусот на загревање на печката од 3 часа беше повторена со без јаглеродни остатоци. Конечниот остаток беше без јаглерод (речиси бел), а не црн или сив. Садовите беа префрлени директно на сушење, ладење и измерени во рок од 1 час, а резултатите беа пријавени. (Слика 16).



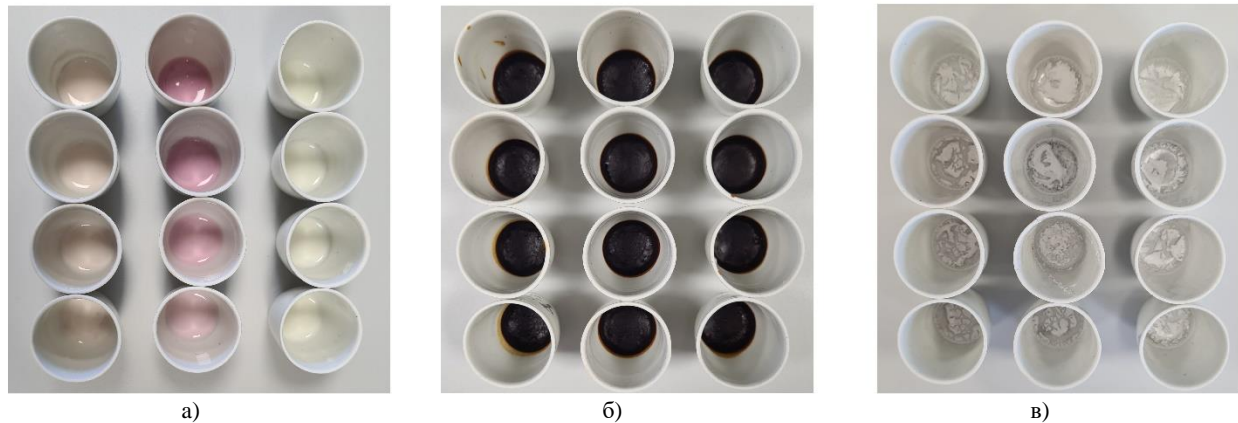
Слика 14. Печка за сушење

(3) Пресметката се вршешена следниот начин:

Остаток при палење (сурова пепел) на 550°C, % = (маса на остаток, g × 100) / (маса на тест дел, g)



Слика 15. Муфова печка



Слика 16. Примероци од јогурт (а) пред сушење, (б) по сушење и (в) по палење

Одредување на содржината на вкупните јаглехидрати според разликата во јогуртот

Содржината на влага, масти, протеини и пепел се додадени и се намалува вредноста од 100 за да се добие содржина на јаглехидрати согласно разликата (Standard, I. 2006) Вкупни јаглехидрати вклучувајќи сахароза, декстроза и декстрини, малтоза или лактоза проценти по маса = $100 - (A+B+C+D)$

Каде што: А = Процент на маса од влага

В = Процент на масата од вкупните протеини

С = Процент на маса од мастите и

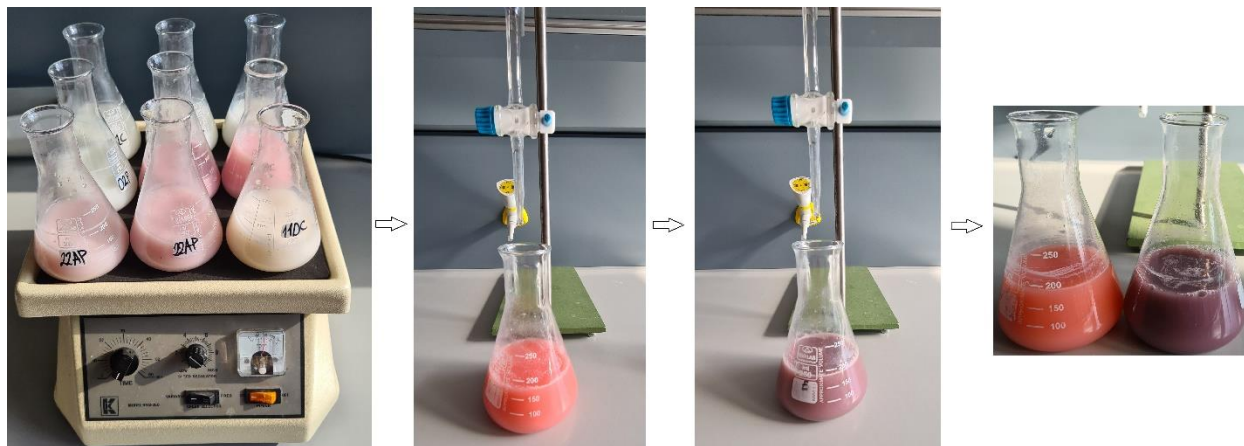
Д = Процент на маса од вкупна количина пепел

Определување на концентрацијата на витамин Ц со титрација (редокс титрација со употреба на раствор од јодат)

Одредувањето на витаминот Ц беше направено во согласност со Canterbury.ac.nz. (2021), со некои модификации. 20 mL од примерокот (јогурт/овошен јогурт) се додадени во конусна колба од 250 mL, се додаваат околу 150 mL дестилирана вода, 5 mL $0,6 \text{ mol L}^{-1}$ калиум јодид, 5 mL 1 mol L^{-1} хлороводородна киселина и 5 mL индикаторски раствор на скроб (0,5%). Мешањето беше направено со помош на орбитален шејкер. Титрирањето на примерокот беше направено со раствор од $0,002 \text{ mol L}^{-1}$ калиум јодат. Крајната точка на титрацијата е првата трајна трага на темно сино-црна боја поради комплексот скроб-јод. Титрацијата беше направена во дупликат за секој примерок (Слика 17).

Пресметување:

$$\text{mg Витамин Ц/100ml мостра од јогурт} = \frac{\text{ml } KIO_3 \times 0.002 \times 3 \times 100 \times 176.124}{20}$$



Слика 17. Определување на концентрацијата на витамин Ц со титрација

Анализите на содржината на минерални материи (пепел) и концентрацијата на витамин Ц се направени во лабораторијата на Факултетот за прехранбена технологија, Митровица, Република Косово.

4.4.2 Микробиолошка анализа на производи

Методите што се користеа за микробиолошка анализа на млеко, сурутка, овошје и јогурт се прикажани на следниот начин:

- Хоризонтални методи за детекција и броење на *Enterobacteriaceae* Дел 2: Метод на броење на колонии, МКС EN ISO 21528 - 2:2017;
- Хоризонтален метод за детекција и броење на *Listeria monocytogenes* и *Listeria spp.*- Дел 1: Метода на детекција, МКС EN ISO 11290-1: 2018;
- Хоризонтален метод за броење на β -glucuronidase- позитивни *Escherichia coli* ISO 16649-1 Дел 2: МКС ISO 16649-2:2008;
- Хоризонтална метода за броење на квасци и мувли - Дел 1: Техника на броење колонии во производи со активност на вода (a_w) поголема од 0,95, МКС EN ISO 21527 -1: 2008

Овие анализи се вршени во акредитираната лабораторија АНИМАВЕТ, Битола, Република С. Македонија.

4.5 РЕОЛОШКА АНАЛИЗА НА ПРОИЗВОДНИТЕ СЕРИИ ЈОГУРТ

Текстуралните својства на јогуртите се направени Факултет за прехранбена технологија, Универзитетот „Иса Болетини“ од Митровица, Р. Косово, со помош на анализатор на текстура модел СТ3-10kg Анализатор на текстура (**Amtex Brookfield, САД**).

Поставки за СТ3:

Тип на тест: ТРА (анализатор на профили на текстура)

Димензии на примерокот: измерена должина во mm

Облик: Цилиндар

Цел на тестот: % деформација (70%)

Општи параметри за тестирање: Оптоварување на активирањето: 4 g

Брзина на тест: 1 mm/s

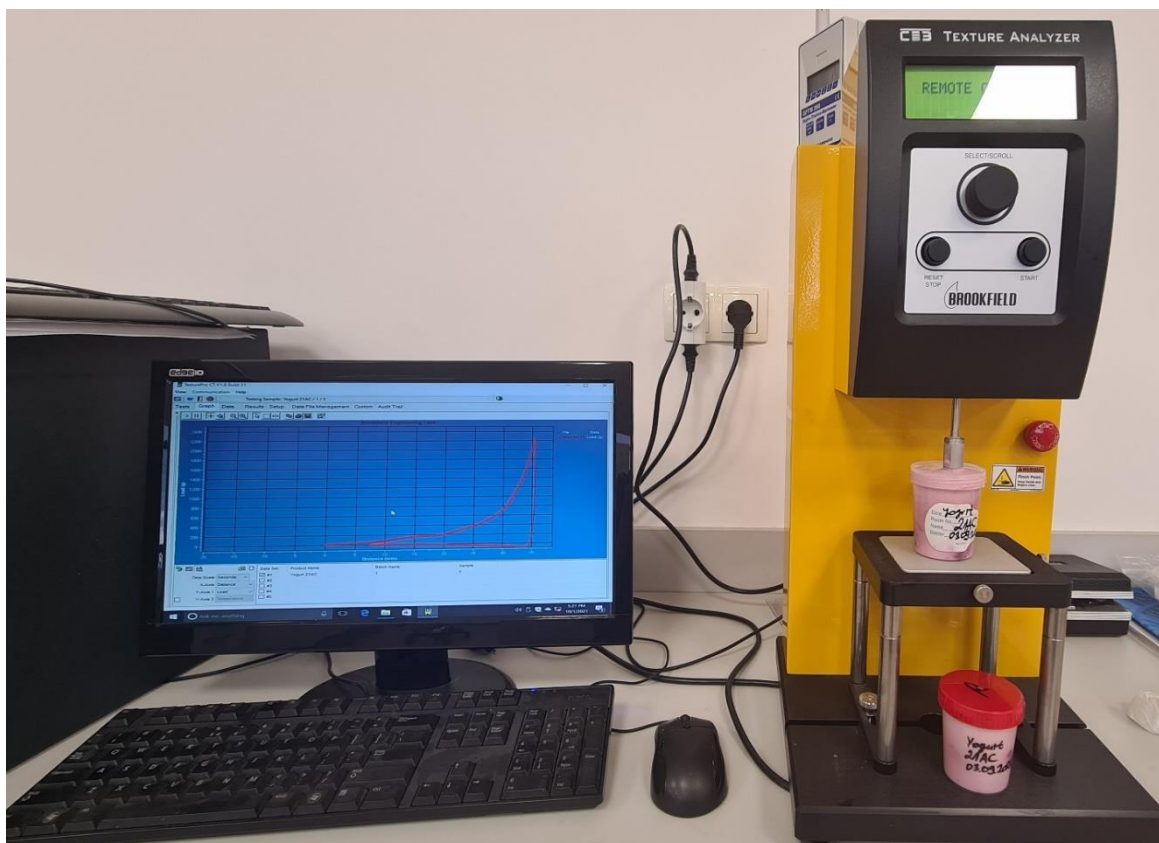
Сонда: ТА4/10000, 38,1mm Ø Perspex цилиндар

Поставеност: нема

Метод

Употребениот метод е адаптиран од **Texture Analyzer (2011)** со примена на анализатор на текстура за споредба на конзистенцијата на јогуртот со ниска масленост и приближно обезмастен јогурт (Слика 18).

Пред процедурата примероците беа чувани на температура од 4-8°C и централно поставени под сондата во садот во кој беа спакувани. Тестовите беа спроведени во амбиентални услови од 20-25°C, додека температурата на јогуртот беше 10-12°C. Од суштинско значење беше да се остави доволно растојание помеѓу површината на примерокот и основата на сондата. Целата процедура беше оставена за да се утврди дека е направен целосен прекин помеѓу сондата/примерокот за време на повлекувањето на сондата за да може да се оценат карактеристиките на атхезивност. Примероците беа тестирани во оригиналните садови.



Слика 18. Анализатор за текстура

4.6 СЕНЗОРНА АНАЛИЗА (ОЦЕНУВАЊЕ)

Беа обезбедени 70 ml јогурт во пластични чаши на 8-12°C, притоа беа оценувани по шест примероци во секоја сесија. Беше послужена вода за неутрализирање на вкусот во устата помеѓу пробите на примероците. За сензорна анализа, се земаа контролни и функционални серии (овошни) јогурти складирани на 4-8°C на 1, 7, 14 и 21 ден. Примероците беа анализирани од дванаесет оценувачи кои беа обучени за сензорната евалуација на јогуртите.

За сензорна анализа на јогуртот користен е методот на методот на корегирани петобален бод систем (бодување со 25 поени) и метода на рангирање (Radovanović i Popov-Raljić, 2001/2002) (Табела 10), кој најчесто се користи за стручна анализа на примероци. За секое својство на јогуртот: изглед, боја, мирис, конзистентност и вкус се одредува коефициент на важност. Сензорните својства на јогуртот се оценуваат со оценки од 1 до 5, кои се множат со коефициентот на важност (C_v), а нивниот збир е изразен во (%) и означува

% од максималниот можен квалитет. Средната вредност, т.е. пондерираната општа проценка на квалитетот на јогуртот се добива со делење на максималниот можен квалитет со збирот на коефициентот на важност ($C = 20$) (Макаријоски, 2018).

Според меѓународните стандарди (ISO 22935-1: 2012; ISO 22935-2: 2012; ISO 22935-3: 2012) сензорната описна евалуација на 14 атрибути разгледани во оваа теза: дистрибуција на состојки (овошје), мувла, вода/ сепарација на сурутка, арома на млеко, арома на ферментација, интензитет на вкус, киселост, сладок вкус, горчлив вкус, кисел вкус, вкус на аронија/јагода, млечен вкус, вкус на сурутка, вкус на јогурт, послевкус. Секое својство беше оценето на скала од 1 до 5: 1 (нема), 2 (многу слабо), 3 (умерено), 4 (интензивно), 5 (многу интензивно) (Табела 11)

Табела 10. Бодирање на сензорна анализа на јогурт (адаптирано од Макаријоски, 2018)

Име и презиме:		Возраста:						Дата:					
Сензорна оцена на јогурт – 25 бодовен систем													
Одбрани показатели на квалитетот	CV	ЈОГУРТ А		ЈОГУРТ В		ЈОГУРТ С		ЈОГУРТ D		ЈОГУРТ Е		ЈОГУРТ F	
		Оценка	Корекција	Оценка	Корекција	Оценка	Корекција	Оценка	Корекција	Оценка	Корекција	Оценка	Корекција
Изглед	2												
Боја	1												
Мирис	6												
Изглед на пресек	3												
Вкус	8												
Општа оцена	$\sum=20$												
Збир на оценките (бодовите)													
Пондерисана средина													
% од максималниот можен квалитет													

Табела 11. Описна сензорна оценка на јогуртите

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ:		возраст:				дата:	
ЕВАЛУАЦИЈА НА СВОЈСТВАТА НА ЈОГУРТОТ СО ОЦЕНКА ОД 1 ДО 5 1 – НЕМА, 2 – СЛАБО, 3 – УМЕРЕНО, 4 – ИНТЕНЗИВНО, 5 – МНОГУ ИНТЕНЗИВНО							
СВОЈСТВО		ЈОГУРТ А	ЈОГУРТ В	ЈОГУРТ С	ЈОГУРТ D	ЈОГУРТ Е	ЈОГУРТ F
ИЗГЛЕД		Оценка	Оценка	Оценка	Оценка	Оценка	Оценка
ДИСТРИБУЦИЈА НА СОСТОЈКИ (ОВОШЈЕ)							
МУВЛА							
ОДДЕЛУВАЊЕ НА ВОДА/СУРУТКА							
АРОМА							
АРОМА НА МЛЕКО							
АРОМА НА ФЕРМЕТАЦИЈА							
ВКУС							
ИНТЕНЗИТЕТ							
КИСЕЛОСТ							
СЛАДОСТ							
ГОРЧЛИВ							
КИСЕЛ							
ВКУС НА АРОНИЈА/ЈАГОДА	НА						
МЛЕЧЕН ВКУС							
ВКУС НА СУРУТКА							
ВКУС НА ЈОГУРТ							
ПОСЛЕВКУС							

4.7 АНАЛИЗА НА ЕСЕНЦИЈАЛНИ МИНЕРАЛИ

Дигестија на јогуртите се вршеше во киселински раствор од HNO_3 65% и HCl 32% со помош на брзобранова микробранова дигестија во лабораторијата AGROVET, Фуше Косово, Република Косово (Слика 19). Вкупно 500 ± 200 mg јогурт беа измерени во садот за варење и додадени 5 ml вода, 5 ml азотна киселина и 2 ml хлороводородна киселина. Смесата се протресува внимателно со чиста тefлонска лента. Примерокот беше претходно сварен 48 часа во садот за варење пред да се затвори и загрее во микробранова печка по вклучена програма за храна (Табела 12).

Табела 12. Програма за микробранова дигестија на храната

чекор	1	2	3	4	5
Температура [°C]	145	170	190	100	100
Притисок [bar]	30	30	30	0	0
Време [min]	5	10	15	10	10
Наклон [min]	2	2	2	1	1
Јачина [%]	80	80	80	0	0



Слика 19. Систем за микробранова дигестија

Лабораторијата АГРОВЕТ ги испрати есенцијалните минерали во примероците на јогурт по дигестијата на анализа на Универзитетот во Белград, Хемиски факултет, Србија кои беа направени со помош на ICP-OES по -методот EPA 6010C (Слика 20).



Слика 20. ICP-OES- Анализа на есенцијални минерали

4.8 СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА

Статистичката обработка на резултатите добиени од анализата на контролните и функционалните производни серии на јогурти беше интерпретирана со помош на варијационо-статистички методи, кои се применуваат за научноистражувачки цели. Секој експеримент беше изведен со повторување или на друг наведен начин. Податоците беа наведени како минимум (мин), максимум (макс), средна (\bar{x}) \pm стандардни отстапувања (SD) и коефициент на варијација (CV). Тестирањето на статистичките разлики во средните вредности на испитуваните параметри помеѓу контролната и функционалната производна серија на јогурт беше извршено со примена на 2-парен t тест за секој од наведените параметри користејќи Minitab 18 (Minitab, Inc., Пробна верзија). Софтверот Microsoft Excel кој е вклучен во софтверскиот пакет на Microsoft Office се користеше за креирање модели на параметри при складирање. Радарски график и анализа на податоци со користење на методот за сеопфатна проценка на анализа на главната компонента на сличност (PCA) со помош на OriginPro (пробна верзија).

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

5.1 СУРОВИНИ КОРИСТЕНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ПРОИЗВОДНИТЕ СЕРИИ НА КОНТРОЛНИ И ФУНКЦИОНАЛНИ ЈОГУРТИ

5.1.1 Физичко-хемиски параметри за квалитет на контролното сурово и пастеризирано млеко

Резултатите од физичко-хемиската анализа на сурово и пастеризирано млеко се прикажани во Табела 13. Просечната содржина на протеини во суровото млеко е $3,14 \pm 0,0141\%$ што е типично за кравјото сурово млеко. Согласно регулативата на Р.Македонија содржината на протеини не треба да биде помала од 2,9%, а вкупната сува материја околу $8,4550 \pm 0,00707\%$ од просечната содржина во суровото млеко (Сл. Весник на РМ, бр. 96/2011); содржина на суви материи без масноти, најмалку 8,5%, масти $4,02 \pm 0,0778\%$ што според регулативата на Р. Македонија на треба да биде 3,2%. рН на суровото млеко треба да биде 6,5 – 6,75 (Сл. Весник на РМ. бр. 96/2011) и во овие истражувања се јавува со вредност $6,725 \pm 0,0354$. Содржината на лактоза во суровото млеко беше $4,485 \pm 0,00707\%$. По стандардизацијата на млекото, содржината на протеини беше 2,96-2,98%, вкупната содржина на суви материи беше 8,37-8,56%, содржината на масти беше 2,83 – 3,17%, рН беше 6,6-6,7, а содржината на лактоза беше 4,37 - 4,485. Пастеризираното млеко за производство на јогурт може да има масти помалку од 3%, но не помалку од 0,5% (Сл. Весник на Р.Македонија, бр. 96/2011).

Табела 13. Физичко-хемиски параметри на сурово и пастеризирано млеко

Испитувани параметри	Протеини %	Вкупно суви материи%	Масти %	рН	Лактоза %
Сурово млеко	$3,14 \pm 0,0141$	$8,4550 \pm 0,00707$	$4,02 \pm 0,0778$	$6,725 \pm 0,0354$	$4,485 \pm 0,00707$
Пастеризирано млеко 01С	$2,97 \pm 0,0$	$8,4 \pm 0,0283$	$3,17 \pm 0,0283$	6,67	4,38
Пастеризирано млеко 02Р	$2,97 \pm 0,0283$	$8,64 \pm 0,0$	$2,83 \pm 0,0$	6,65	4,40
Пастеризирано млеко 21АС	$2,96 \pm 0,0$	$8,4 \pm 0,0$	$3,07 \pm 0,0283$	6,60	4,37
Пастеризирано млеко 22АР	$2,97 \pm 0,005$	$8,37 \pm 0,0283$	$3,05 \pm 0,0$	6,65	4,34
Пастеризирано млеко 11ДС	$2,98 \pm 0,0141$	$8,445 \pm 0,0636$	$3,13 \pm 0,0283$	6,66	4,39
Пастеризирано млеко 12ДР	$2,98 \pm 0,0$	$8,56 \pm 0,0424$	$2,9250 \pm 0,00707$	6,66	4,40

5.1.2 Микробиолошки квалитет на контролното сурово млеко

Резултатите од микробиолошката анализа на суровото и пастеризираното млеко се прикажани во Табела 14. Бројот на соматски клетки (SCC) е важен показател за квалитетот на млекото, бидејќи го одразува здравјето на млечната жлезда, како и ризикот од нефизиолошки промени во составот на млекото (**More et al., 2013**). Според ЕУ Регулацијата 853/2004, SCC во суровото млеко не смее да надмине 400,000 клетки/mL (**Council, E. U., 2004**). Резултатот од SCC од сурово млеко беше $225,500 \pm 20,506$ што е прифатливо според горенаведената регулатива. Истата регулатива (ЕЗ) бр. 853/2004 за микробиолошкиот квалитет на сурово кравјо млеко бара бројката на бактерии на 30 °C (на ml) да изнесува 100,000 единици за формирање на колонии CFU/mL.

Вкупниот број на бактерии е важен параметар за хигиената и микробиологијата на млекото. Суровото млеко имаше $3,210,000 \pm 1,569,777$ cfu/ml што е голема бројка и може да има ефект врз квалитетот на финалниот производ.

Според истражувањето на **Marri et al., (2020)**, вкупните мезофилни бактерии во 173 примероци од кравјо млеко биле групирани во четири класи според испитуваните концентрации, распоредени во растечки редослед: $\leq 100,000$ CFU/mL (102 примероци, 57,3%), 101,000-500,000 CFU/mL (43 примероци, 26,5%), 501,000-1,000,000 CFU/mL (13 примероци, 8,1%) и $>1,000,000$ L (8,1 CFU примероци)/m. Најголем број бактерии слични на нашите резултати биле забележани во 15 примероци од истражувањето.

За да се намали вкупниот број бактерии во дозволените граници, потребна е висока температура за долготрајна пастеризација.

Количината на Enterobacteriaceae во примероците на суровото млеко 1 и 2 изнесуваше $300,000 \pm 84,835$ cfu/ml и $685,000 \pm 219,203$. Количината на *E.coli* во примероците од суровото млеко 1 и 2 изнесуваше $13,400 \pm 1556$ и $18,350 \pm 3,748$, додека *L. monocytogenes* не беше откриена во 25 g.

Бидејќи е потребна топлотна обработка на суровото млеко (пастеризиран HTST или LTLT, **Council, E. U. 2004**) за да се користи за понатамошна обработка, не постојат ограничувања во регулативата на ЕК за Enterobacteriaceae и *E.coli*, *L. monocytogenes* во суровото млеко. Пастеризацијата на млекото беше ефикасна бидејќи го намали бројот на микроорганизми за Enterobacteriaceae на $2,5 \pm 0,707$ cfu/g и *E.coli* на 0 cfu/g. SCC и ТВС не беа анализирани во пастеризирано млеко.

Табела 14. Микробиолошки квалитет на сурово и пастеризирано млеко за контролната серија

Испитувани параметри	SCC/ ml	IBC cfu/ml	<i>Enterobacteriaceae</i> cfu/ml	<i>E. coli</i> cfu/ml	<i>L. monocytogenes</i> cfu/ml
Сурово млеко промерок 1	240,000	4,320,000	300,000 ± 84,835	13,400 ± 1,556	Не е детектирано во 25g
Сурово млеко промерок 2	211,000	2,100,000	685,000 ± 219,203	18,350 ± 3,748	Не е детектирано во 25g
Пастеризирано млеко	-	-	2,5 ± 0,707	0	Не е детектирано во 25g

5.1.3 Физичко-хемиски параметри за квалитет на контролната сурутка

Резултатите од физичко-хемиската анализа на сурутката се прикажани во Табела 15. Сурутката што се користела за производство на функционалната серија (Сурутка 02P, 22AP и 12DP) е со содржина на протеини $0,5935 \pm 0,01344\%$, $0,5815 \pm 0,000707\%$ односно $0,622 \pm 0,00849\%$.

Слатката сурутка и киселата сурутка според **Fuquay et al., (2011)** имаат протеини во количина од 0,6-1% односно 0,6-0,8% и вкупни суви материи 6,3-7%. Количината на вкупните суви материи во примероците на сурутка 02P, 22AP и 12DP беше $6,1350 \pm 0,00707\%$, $6,11 \pm 0,0141\%$ и $6,22 \pm 0,0283\%$. Главните компоненти и на слатката и на киселата сурутка, после водата (која сочинува приближно 93% од сурутката на основа „како што е“), се лактоза (приближно 70-72% од вкупните цврсти материи), протеини од сурутка (приближно 8 – 10%) и минерали (приближно 12-15%), наведуваат (**Fuquay et al., 2011**).

Содржината на масти во примероците на сурутка 02P, 22AP и 12DP беше $0,15 \pm 0,0$, $0,15 \pm 0,0$ и $0,13 \pm 0,0$. Сурутката е земена по истата серија од процесот на производство на сирење, така што резултатите се многу слични. Според, **Božanić et al., (2014)** се тврди дека дека слатката сурутка има 0,5% масленост додека киселата сурутка 0,1% масленост. Содржината на масти на сурутка во истражувањето на **Božanić et al., (2014)** во споредба со нашите резултати се покажа слична во содржината кај киселата сурутка. Примероците сурутка 02P, 22AP и 12DP имаа рН вредност 6,26, 5,34 и 5,53. Примероците на сурутка 02P имаше рН вредност приближна до неутралната додека рН вредност од примероците 22AP и 12DP беше со мала киселост.

Табела 15. Физичко-хемиска анализа на сурова сурутка

Испитувани параметри	Протеини %	Вкупно суви материи %	Масти %	pH
Примерок на сурутка 02P	0,5935 ± 0,01344	6,1350 ± 0,00707	0,15 ± 0,0	6,26 ± 0,00
Примерок на сурутка 22AP	0,5815 ± 0,000707	6,11 ± 0,0141	0,15 ± 0,0	5,34 ± 0,00
Примерок на сурутка 12DP	0,622 ± 0,00849	6,22 ± 0,0283	0,13 ± 0,0	5,53

5.1.4 Физичко-хемиски параметри за квалитет на овошјето

5.1.4.1 Јагода

Физичко-хемиските параметри на замрзнатата јагода се превземени од декларацијата на производот.

Хранлива вредност на 100g производ:

Масти: <0,5g,

од кои заситени масни киселини: <0,1g

Јаглехидрати: 5,8g,

од кои шеќери: 5,7g

Влакна: 2,1g,

Протеини: 0,9g,

Сол: 0g,

Витамин Ц: 48mg

Составот на јагодите вклучува претежно јаглехидрати 5,8%, протеини 0,9g и количина на витамин Ц 48 mg. Испитана е можноста за производство на функционален јогурт користејќи пченични нукулци и јагоди поради високата хранлива вредност така што резултатите сугерираат дека додавањето на пченични нукулци доведува до значително зголемување на содржината на минерали, како и на незаситените масни киселини и влакна, што се смета општо прифатливо во однос на подобрувањето на нутритивниот квалитет на млечните производи (**Gahrue et al., 2019**).

5.1.4.2 Аронија

Физичко-хемиските параметри на замрзнатата аронија се превземени од декларацијата на производот.

Хранлива вредност на 100 g производ:

Масти: 0,5 g,

од кои заситени масни киселини: 0

Јаглехидрати: 9,6 g,

од кои шеќери: 4,3 g

Протеини: 1,4 g,

Сол: 0,002 g

Составот на аронија вклучува претежно јаглехидрати 9,6% и протеини 1,4 g. Според истражувањата на **Kulling & Rawel, (2008)** се покажува дека содржината на витамин Ц во црната аронија може да се промени во зависност од местото на берба и периодот на вегетација и е во опсег (5-100 mg/100 mL).

5.1.5 Микробиолошки параметри на плодовите

Во тековните истражувања од докторската дисертација во аронијата и јагодата не беа пронајдени *Enterobacteriaceae* и *E. coli*. Во количина од 25 g од примероците не беше откриена *L. monocytogenes* (Табела 16). Во истражувањата за микробиолошкиот квалитет на сировите бобинки на (**Oliveira et al., 2019**).

L. monocytogenes и *E. coli* не беа откриени во јагодите. Во *Aronia melanocarpa* не беше детектирано присуство односно контаминација со *E. coli O157*, *S. aureus*, *B. cereus*, *V. parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*, *Salmonella spp.* и *Shigella spp.* а откриена е само *B. cereus* (**Cho, 2017**). Квасците и мувлата во аронијата и јагодата ги има со вредност 2400000 ± 565685 cfu/g односно $245 \pm 77,8$ cfu/g. Се утврдува дека аронијата била контаминирана со квасец, додека јагодата имала помалку колонии. Неопходна е термичка обработка на овошјето за да се елиминира контаминацијата. Целокупната габична контаминација тестирана во едно истражување е регистрирана на следниот начин: 100% од капини и малини, 97% од примероци од јагоди и 95% од боровинки покажуваат некој вид на габична контаминација (**Tournas & Katsoudas, 2005**).

Табела 16. Микробиолошка анализа на сурово овошје

Испитувани параметри	<i>Enterobacteriaceae</i> cfu/g	<i>E. coli</i> cfu/g	<i>L. monocytogenes</i> cfu/g	Квасци и мувли cfu/g
Аронија	0	0	Не е детектирано во 25g	2,400,000 ± 565,685
Јагода	0	0	Не е детектирано во 25g	245 ± 77,8

5.2 КАРАКТЕРИСТИКИ НА КОНТРОЛНИТЕ И ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ЈОГУРТИ ВО ТЕКОТ НА СКЛАДИРАЊЕТО

5.2.1 Физичко-хемиски параметри за квалитетот на контролни и функционални јогурти

5.2.1.1 Динамика на содржината на протеини

5.2.1.1.1 Динамика на содржина на протеини кај производни серии на контролен и функционален јогурт со сурутка

Динамиката на содржината на протеини кај сериите јогурти 01С и 02Р е прикажана во Табела 17 и 18. Прикажани се просечната содржина на протеини во контролната и функционалната производна серија на јогурт за време на складирањето, како и максималните и минималните вредности на вкупната содржина на протеини за периодот на складирање. Пресметани се и редностите за стандардна девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 17. Динамика на протеини при складирање на производната серија јогурти 01С

Протеин (%)					
Период	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

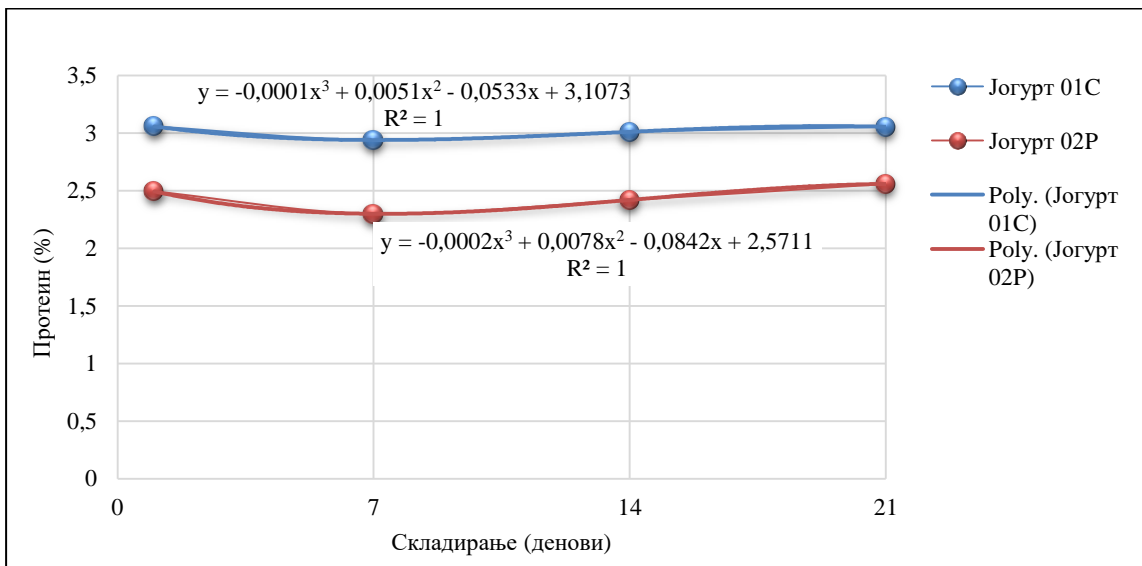
Содржината на протеини кај јогуртите од 01С серијата на првиот ден од складирањето и ладењето изнесуваше $3,0590 \pm 0,0127\%$, на 7-ми ден $2,9410 \pm 0,0113\%$, на 14-тиот ден, $3,0120 \pm 0,00849\%$ и на 21-виот ден $3,0555 \pm 0,0658\%$.

Табела 18. Динамика на содржината протеини при складирање на производната серија јогурт 02P

Протеин (%)					
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

Просечната содржина на протеини при складирање кај јогуртите од 02P серијата на 1-виот ден изнесуваше $2,4945 \pm 0,0191\%$, на 7-миот ден $2,3005 \pm 0,0247\%$, на 14-тиот ден $2,4205 \pm 0,0120\%$ и на 21-виот ден содржината на протеини беше $2,5600 \pm 0,0184\%$.

Графичкиот приказ на содржината на протеини за серијата 01C и 02P во текот на складирање и ладење е прикажан на Графикон 7. Функцијата што би ги приближила вредностите е претставена со кубна функција, која за содржината на протеини во јогуртот 01C е $y = -0,0001x^3 + 0,0051x^2 - 0,0533x + 3,1073$ и за 02P е $y = -0,0002x^3 + 0,0078x^2 - 0,0842x + 2,5711$. Функцискиот модел за содржината на протеини за производните серии 01C и 02P за време на складирањето (денови) е полиномна со $R^2=1$.



Графикон 7. Динамика на содржината на протеини за производните серии 01C и 02P во текот на складирањето

Содржината на протеини кај серијата 01C во текот на складирањето на 21 ден изнесуваше $M=3,016875$, $SD=0,054916\%$, додека содржината на протеини во серијата 02P $M=2,443875$, $SD=0,096373\%$. Пастеризираното млеко содржи $M=2,97$, $SD=0,0283$

протеини додека сурутката $M=0,5815$, $M= 0,000707$ суруткени протеини.

Рамнотежата на протеините во функционалната производна серија на јогурт е како што следува:

1. МЛЕКО: 3g во 100g, ако се отстрани 25% млеко, останува 2,25g
2. СУРУТКА: 0,5815g во 100g, ако се додаде 25% во млеко, се додаваат 0,15g

Како заклучок, со додавањето на 25% сурутка и 75% млеко, содржината на протеини би била следнава: $\text{Протеин} = 2,25+0,15=2,4\text{g}$

Додавањето на сурутка има влијание во намалувањето на вкупната содржина на протеини во функционалниот јогурт, бидејќи сурутката која се користеше беше сурова и со помала содржина на протеини од млекото. Функциите што ја претставуваат динамиката на содржината на протеини во јогуртите покажуваат дека има отстапувања на содржината на протеини во производите во текот на складирањето и чувањето.

Табела 19. 2- Примероци на t-тест за содржина на протеини во јогуртот и јогуртот од сурутка во текот на складирањето ¹

Протеини (%)			
Период на складирање	01C	02P	p
Ден 1	3,05 ± 0,01	2,49 ± 0,01	*
Ден 7	2,94 ± 0,01	2,3 ± 0,02	*
Ден 14	3,01 ± 0,008	2,42 ± 0,01	*
Ден 21	3,05 ± 0,06	2,56 ± 0,01	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 01C = јогурт;

02P = јогурт со сурутка

ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

Постои значајна разлика меѓу деновите 1, 7 и 14 во содржина на протеини на примерокот 01C и примерокот 02P: $t(1)=34,79$, $p=0,018$; $t(1)=33,29$, $p=0,019$ односно $t(1)=56,85$, $p=0,011$. На 21-виот ден утврдената разлика е незначајна $t(1)=10,26$, $p=0,062$ (Табела 19). Овие резултати ја потврдуваат материјалната рамнотежа на протеините во функционалниот јогурт.

Во истражувањето на **Rashid et al., (2019)** кај јогурт од биволско млеко со 3,75% протеини и 10% концентрирана сурутка, содржината на протеини на денот на производството изнесувала $3,93 \pm 0,021$, на 7 ден $3,93 \pm 0,019$, на 14 ден $3,89 \pm 0,032$ а на 21 ден од $3,86 \pm 0,018$.

5.2.1.1.2 Динамика на содржина на протеини за контролните серии јогурти и функционалните јогурти од јагода со сурутка

Резултатите од динамиката на содржината на протеини на јогуртите од сериите 11DC и 12DP прикажани се во Табела 20 и 21. Просечните вредности за содржината на протеини во контролната и функционалната производна серија на јогуртите од јагоди за време на складирањето се пресметани како што е објаснето погоре.

Табела 20. Динамика на содржината на протеини кај производната серија јогурт 11DC во текот на складирањето

Протеин (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,4650	2,4780	2,4715	0,0091	0,37
7 ден	2,7370	2,7440	2,7405	0,0049	0,18
14 ден	2,5630	2,5770	2,5700	0,0099	0,39
21 ден	2,7360	2,7650	2,7505	0,0205	0,75

Количината на протеини во текот на складирањето и ладењето за примерокот 11DC е определена на следниот начин: содржината на протеини на првиот ден изнесува $2,4715 \pm 0,00919\%$, на 7-ми ден $2,7405 \pm 0,00495\%$, на 14-тиот и 21-виот ден содржината на протеини изнесуваше: $2,5700 \pm 0,0099\%$ односно $2,7505 \pm 0,0205\%$.

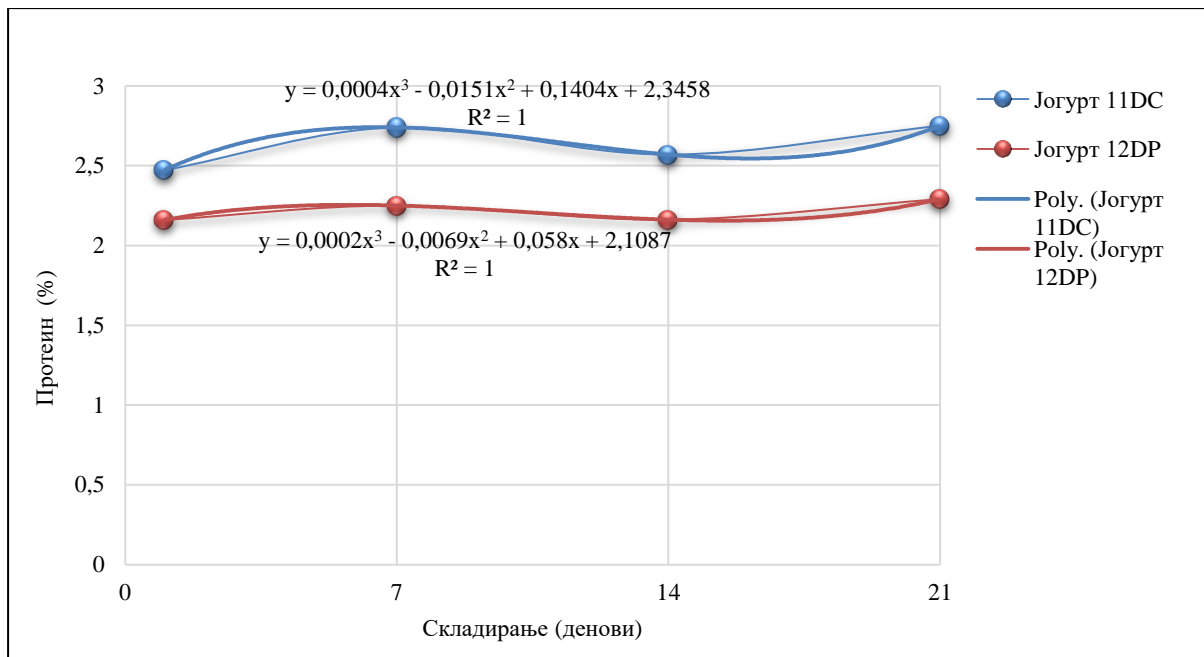
Табела 21. Динамика на содржината на протеини кај производната серија јогурт 12DP во текот на складирањето

Протеин (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,1480	2,1720	2,1600	0,0170	0,79
7 ден	2,2470	2,2540	2,2505	0,00495	0,22
14 ден	2,1580	2,1660	2,1620	0,00566	0,26
21 ден	2,2830	2,2990	2,2910	0,0113	0,49

Слично на тоа, во текот на складирањето и чувањето на ладно на производната серија функционални јогурти од јагода со сурутка (примерок 12DP) содржината на протеини на во првиот ден изнесуваше $2,1600 \pm 0,0170\%$, на 7-ми ден $2,2505 \pm 0,00495\%$, а на 14 ден и 21-виот $2,1620 \pm 0,00566\%$ односно $2,2910 \pm 0,0113\%$, соодветно.

Графички приказ на содржината на протеини на производните серии јогурти

11DC и 12DP за време на складирање и чување на ладно е прикажан на Графикон 8. Функцијата што би ги приближила вредностите на протеинот во производот е претставена со кубна функција, која за содржината на протеини во производната серија 11DC е $y = 0,0004x^3 - 0,0151x^2 + 0,1404x + 2,3458$ и за 12DP е $y = 0,0002x^3 - 0,0069x^2 + 0,058x + 2,1087$. Протеинската функција за серијата 11DC и 12DP за време на складирањето (денови) е полиномна.



Графикон 8. Динамика на протеини за серијата 11DC и 12DP за време на складирање

Содржината на протеини во текот на 21 ден на складирање за серијата 11DC беше $M=2,6331$, $SD=0,1359$, додека во серијата 02P беше $M=2,2159$, $SD=0,655$. Додавањето сурутка во функционалниот јогурт со јагода влијаеше на целокупната содржина на протеини во функционалниот јогурт.

Постои значајна разлика на 1, 7, 14 и 21 ден во оценките за содржина на протеини на серијата 11DC и 12DP: $t(1)=22,82$, $p=0,028$; $t(2)=98,99$, $p=0,000$, $t(1)=50,61$, $p=0,013$ односно $t(1)=27,75$, $p=0,023$ (Табела 22). Овие резултати потврдуваат дека содржината на протеини е различна во функционалната производна серија во споредба со контролната што произлегува од додавањето на сурутка.

Табела 22. 2 примероци на т-тест за содржина на протеини во јогурти од јагода и јогурти од јагода со сурутка за време на складирањето¹

Протеин (%)			
Период на складирање	11DC	12DP	p
Ден 1	2,47 ± 0,009	2,16 ± 0,017	*
Ден 7	2,74 ± 0,004	2,25 ± 0,004	***
Ден 14	2,57 ± 0,009	2,16 ± 0,005	*
Ден 21	2,75 ± 0,02	2,29 ± 0,01	*

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 11DC = јогурт;
 12DP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.1.3 Динамика на содржина на протеини кај контролни и функционални јогурти од аронија со сурутка

Динамиката на содржината на протеини за време на складирањето на сериите 21АС и 22АР е прикажана во Табела 23 и 24. Просечната содржина на протеини за време на складирањето беше пресметана како што е споменато погоре.

Табела 23. Динамика на протеини во текот на складирањето на производната серија 21АС

Протеин (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,5700	2,5990	2,5845	0,0205	0,79
7 ден	2,8080	2,8130	2,8105	0,00354	0,13
14 ден	2,7860	2,7930	2,7895	0,00495	0,18
21 ден	2,9180	2,9230	2,9205	0,00354	0,12

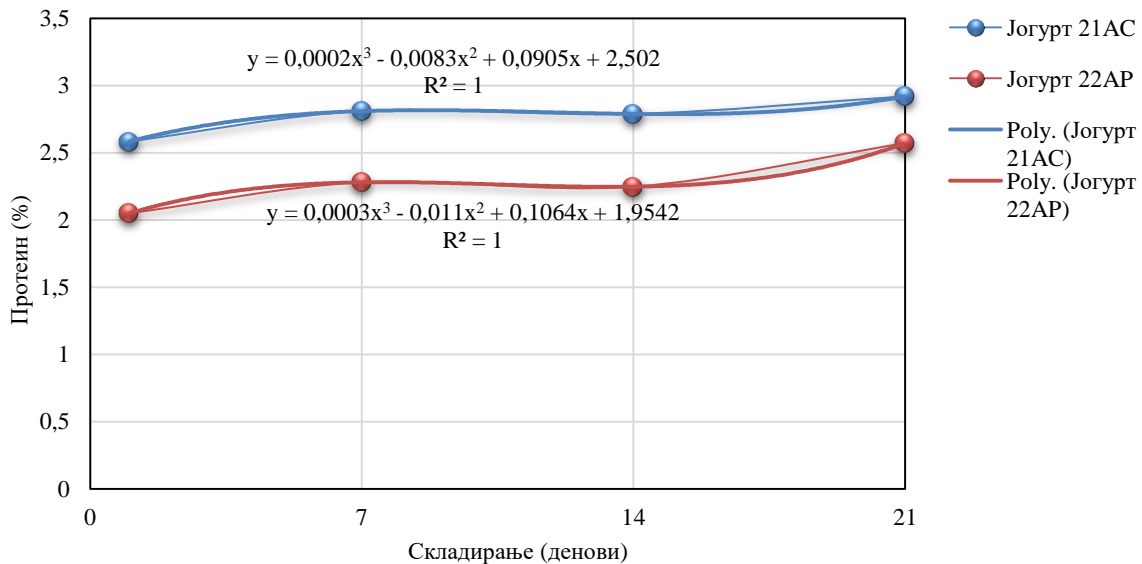
За време на ладното складирање на серијата 21АС, количината на содржина на протеини на првиот ден изнесуваше 2,5845 ± 0,0205%, на 7-миот и 14-тиот ден 2,8105 ± 0,00354% односно 2,7895 ± 0,00495%, а на 21-виот 2,9205 ± 0,00354%.

Табела 24. Динамика на протеини во текот на складирањето на серијата 22АР

Протеин (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,0480	2,0520	2,0500	0,00283	0,14
7 ден	2,2730	2,2890	2,2810	0,0113	0,50
14 ден	2,2410	2,2560	2,2485	0,0106	0,47
21 ден	2,5660	2,5780	2,5720	0,00849	0,33

Количината на протеини во серијата 22АР на 21 ден од ладното складирање е следна: 1 ден 2,0500 ± 0,00283%, 7 ден 2,2810 ± 0,0113%, 14 и 21 ден 2,2485 ± 0,0106%,

односно $2,5720 \pm 0,00849\%$. Графичкиот приказ на содржината на протеини во сериите 21AC и 22AP за време на ладно складирање е прикажан на Графикон 9. Функцијата на динамиката на протеините е претставена со кубни равенки, за примерокот 01C е $y = 0,0002x^3 - 0,0083x^2 + 0,0905x + 2,502$, а за 02P е $y = 0,0003x^3 - 0,011x^2 + 0,1064x + 1,9542$.



Графикон 9. Динамика на протеините за производните серии 21AC и 22AP за време на складирањето

Содржината на протеини на 21 ден од складирањето на производната серија јогурти 21AC изнесуваше $M=2,7763$, $SD=0,1401$ додека примерокот 22AP беше $M=2,288$, $SD=0,215$. Протеините во сурутката се многу важна компонента, но водата е главната состојка на сурутката така што нејзиното додавање ја намалува содржината на протеини во функционалниот јогурт со аронија. Постои разлика во содржината на протеини при складирање на контролните и функционалните јогурти со аронија. Беше утврдена значајна разлика на 1, 7, 14 и 21 ден во оценките за содржина на протеини на примерокот 21AC и 22AP: $t(1)=36,52$, $p=0,017$; $t(1)=63,17$, $p=0,010$, $t(1)=65,37$, $p=0,010$ односно $t(1)=53,62$, $p=0,012$ (Табела 25). Разликата во содржината на протеини произлегува од додавањето на сурутка во функционалниот јогурт.

Табела 25. 2 примероци на t-тест за содржина на протеини во јогуртот со аронија и јогуртот од аронија со сурутка за време на складирањето ¹

Протеин (%)			
Период на складирање	21AC	22AP	p
Ден 1	2,58 ± 0,02	2,05 ± 0,002	*
Ден 7	2,81 ± 0,003	2,28 ± 0,01	*
Ден 14	2,78 ± 0,004	2,24 ± 0,01	*
Ден 21	2,92 ± 0,003	2,57 ± 0,008	*

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 21AC = јогурт;

22AP = јогурт со сурутка

ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.1.4. Споредба во динамиката на содржината на протеини кај контролните и функционалните јогурти

Компаративната анализа на содржината на протеини помеѓу контролните и функционалните јогурти за време на складирањето е прикажана на Графикон 10. Кај производната серија 01C утврдена е најголема процентуална содржина на протеини на првиот ден, следна е производната серија 21AC и 11DC.

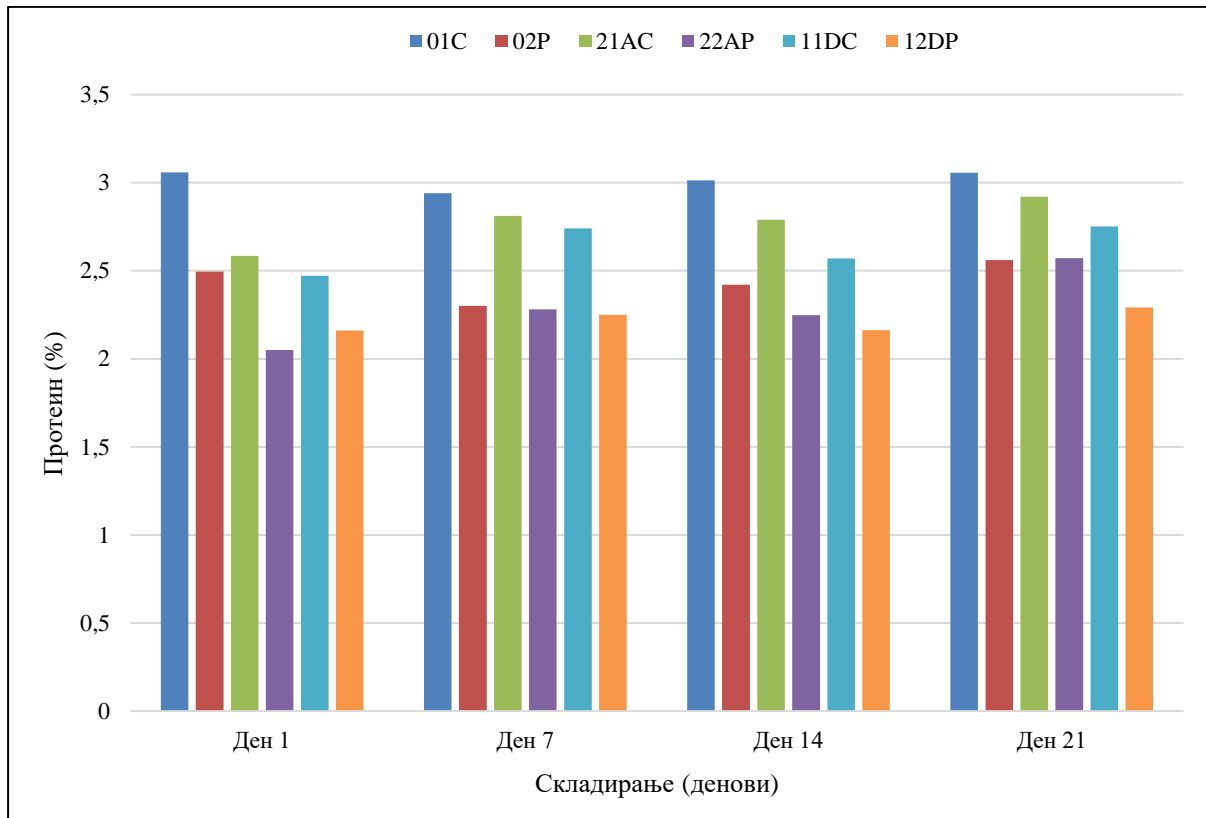
Функционалниот јогурт 02P имаше најголем процент на протеини, веднаш после производните линии 12DP и 22AP. Контролните јогурти имале повисоко ниво на протеини во споредба со функционалниот јогурт. Додавањето сурутка во серијата 02P и додавањето сурутка и овошје во функционалните серии 22AP и 12DP покажаа намалување на содржината на протеини.

На 7, 14 и 21 ден, трендот на содржината на протеини беше сличен на првиот ден. Контролната серија 01C имаше највисоко ниво на протеини, а веднаш потоа следеа контролните серии 21AC и 11DC.

Содржината на протеини во функционалните серии беше иста на 7-миот ден за сите производи, а на 14-тиот и 21-виот ден, најголема содржина на протеини е утврдена кај функционалната серија со сурутка 02P после која следеа сериите 22AP и 12DP. Функционалната серија 02P и функционалниот серија со аронија обезбедуваат повеќе протеини за консументите.

Полимеризиран течен концентрат од протеин од сурутка до 8% протеин подготвен директно од сурутка од сирење Чедар може да се користи како средство за згуснување за формулација на полномасен јогурт со додавање на полимеризиран раствор од протеин од сурутка (PWPS, директно подготвен од сурутка од сирење, 2%, vol/vol ; YWPS), со додавање на WPS (течен раствор од протеин од сурутка подготвен од сурутка

од сирење, 2%, vol/vol; UNYWPS), и со додавање на полимеризиран протеин од сурутка подготвен од комерцијален концентрат на протеин од сурутка во прав (PWPC, 2% vol/vol; YWPC), (Fang & Guo, 2019).

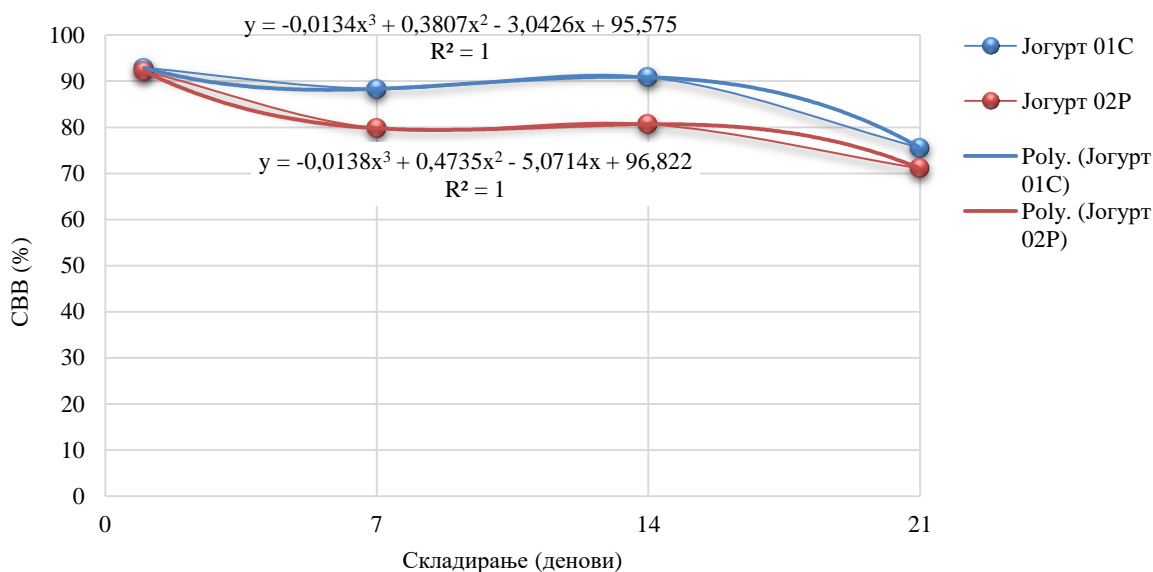


Графикон 10. Споредба во динамиката на протеините во контролните и функционалните производни серии јогурти при складирање

5.2.1.2 Динамика на способноста за врзување на вода (WHC)

5.2.1.2.1 Динамика на способноста за врзување на вода за контролната и функционалната производна серија на јогурт со сурутка

Графичкиот приказ на WHC (способност за врзување на вода) за производната серија 01C и 02P за време на ладното складирање е прикажан на Графикон 11. Во презентираниите резултати е прикажано дека на првиот ден од контролното складирање серијата 01C има сличен WHC капацитет со функционалната серија 02P. На 7-миот ден од складирањето, способноста за врзување на вода на серијата 01C беше поголема во споредба со серијата 02P 88,34% односно 79,78%.



Графикон 11. Динамика на СВВ за производната серија на јогурт 01С и 02Р за време на складирањето

Вредностите на способноста за врзување на водата на контролната и функционалната серија на 14-тиот ден беа 90,86% односно 80,68%. Од 7 до 14 ден немаше значителна промена во способноста за врзување на водата на производните серии на јогурт. За време на долготрајно складирање, јогуртот има тенденција да ја губи својата структура и тоа резултира со помала способност за врзување на вода. На 21 ден, намалување на вредноста на истата способност се забележува кај производната серија 01С и 02Р во однос на претходно испитуваниот период. Серијата 02Р покажува 71,06% способност за врзување со вода а серијата 01С 75,58%.

Функцијата која би ги приближила вредностите е претставена со кубна функција, која за WBC на јогурт 01С е $y = -0,0134x^3 + 0,3807x^2 - 3,0426x + 95,575$ и за 02Р е $y = -0,0138x^3 + 0,4735x^2 - 5,0714x + 96,822$. Функцискиот модел на способноста за врзување на водата за производната серија 01С и 02Р при складирање (во однос на денови) е полиномен со вредност $R^2 = 1$, што ја потврдува статистичката значајност на овој модел. Како заклучок, додавањето на сурутка во функционалните јогурти има негативно влијание врз способноста за врзување на вода во споредба со контролната серија во првите две недели од складирањето 8,56-10,18%. На последниот ден после три недели складирање, разликата беше само 4,52%.

Додавањето на концентрирана сурутка во јогурт покажува значително намалување на способноста за врзување на вода и вискозноста ($p < 0,05$) за време на складирањето, додека пак значително зголемување на синерезата и киселоста ($p < 0,05$) беше покажана за време на периодот на складирање (Rashid et al., 2019). Во истражувањата на (Bakirci & Arslaner, 2007) се вели дека јогуртите произведени со протеин од сурутка имаат пониски вредности на вискозност од контролната производна серија, во зависност од односот и зголемената синереза заедно со зголемената количина на протеини од сурутка.

Во функционалната производна серија на јогурт, синерезата на сурутката беше поголема поради главно додадената сурутка и структурата на коагулумот, но дополнителното закиселувањето беше евидентно кај двата производи во последната недела. Закиселувањето по ферментацијата, освен што го скратува рокот на траење, резултира и со промени како синереза на сурутката (Deshwal et al., 2021).

5.2.1.2.2 Динамика на способноста за врзување на вода за контролната и функционалната производна серија со јагода и сурутка

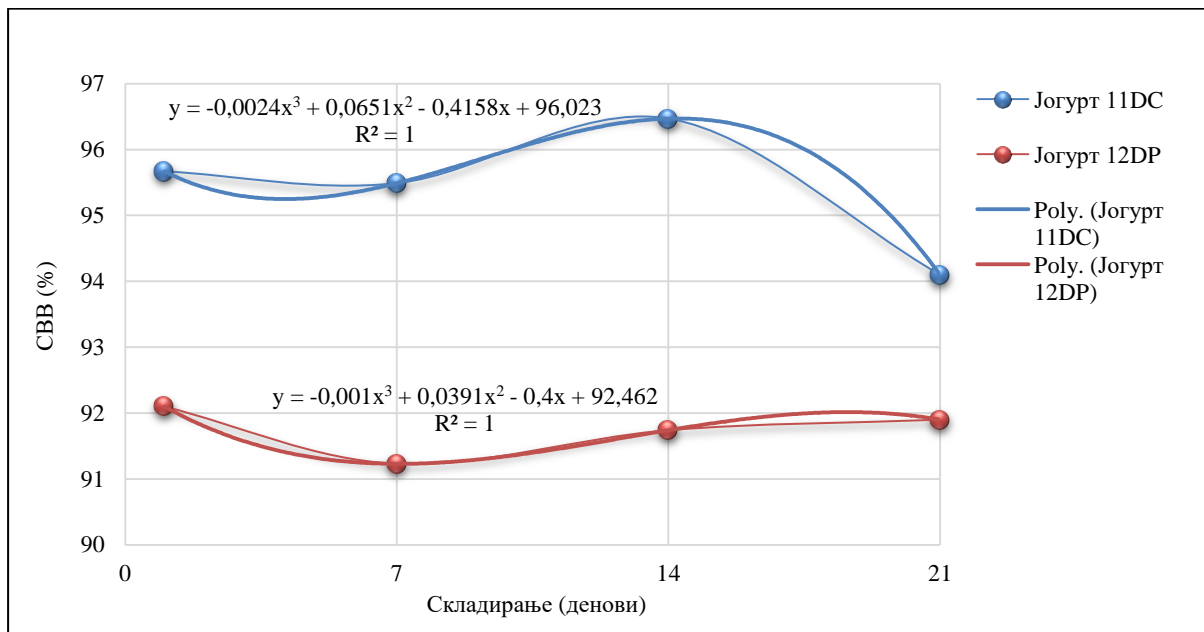
Вредностите на способноста за врзување на водата на производните серии 11DC и 12DP за време на ладното складирање е прикажана на Графикон 12. Оваа вредност на првиот ден за серијата 11DC беше повисока од функционалната серија 12DP.

На седмиот ден од складирањето, вредноста на СВВ за серијата 01C во споредба со серијата 02P беше 95,49% односно 91,23%.

На 14-тиот ден од складирањето, контролната и функционалната серија покажа вредност на СВВ од 96,47% односно 91,74%. Во овој период од 7 до 14-тиот ден разликата во способноста за врзување на водата се покажа како незначајна. Истата вредност беше стабилна на 21-виот ден слично како и претходно испитуваниот период. Вредноста за способноста за врзување на водата кај серијата 11DC изнесува 91,90% а кај серијата 01C од 94,10%. Функцијата што би покажала способност за јогуртите за време на складирањето е претставена со кубна функција, која за серијата 11DC е $y = -0,0024x^3 + 0,0651x^2 - 0,4158x + 96,023$ и за 12DP е $0,001x^3 + 0,0391x^2 - 0,4x + 92,462$.

Како заклучок, додавањето на сурутка во функционалните серии јогурти не покажува големо влијание врз способноста за врзување на водата во споредба со контролната серија во текот на две недели од складирањето 4,26-4,73%, а на последниот ден утврдена е разлика од само 2,2%. Според Tamime & Robinson (2007), додавањето на замрзнато овошје има тенденција да апсорбира дел од слободната или неврзаната вода

од гелот од јогурт и оттука помага да се намали одвојувањето на сурутката на производот за време на складирањето.



Графикон 12. Динамика на СВВ на јогурти од производните сериите 11 DC и 12 DP за време на складирањето

5.2.1.2.3 Динамика на СВВ кај контролен и функционален јогурт од аронија со сурутка

Динамиката на способноста за врзување на вода кај јогуртите 21 AC и 22AP за време на ладењето е прикажана на Графикон 13. Нема податоци за првиот ден од складирањето за контролниот јогурт 21AC и функционалниот јогурт 22AP. Јогуртот 21AC имаше повисока способност за врзување на вода во споредба со јогуртот 22AP на 7-ми ден, 95,68% соодветно 85,72%.

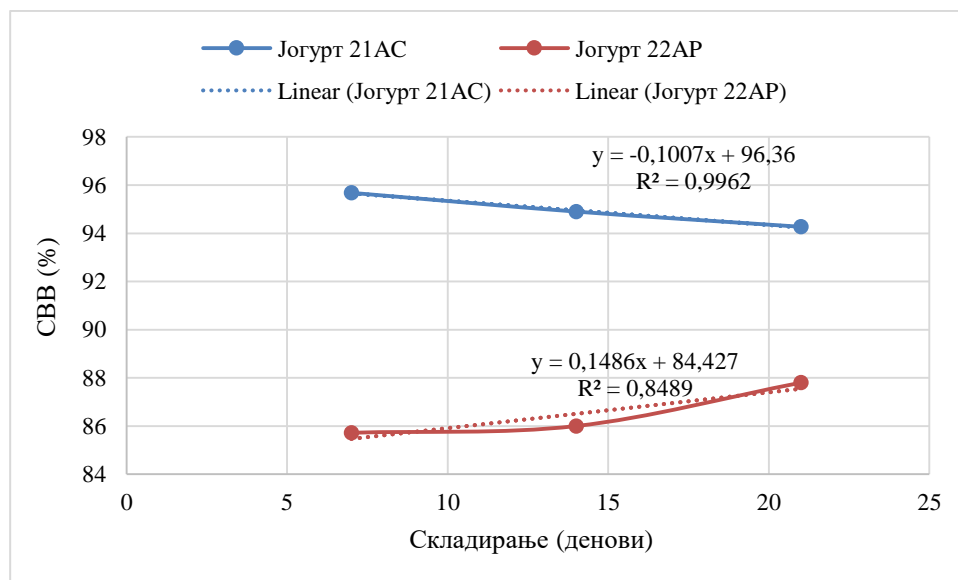
Способноста за врзување на вода на 14-от ден беше 94,90% соодветно 86,00%, тоа значи дека постои статистичка значајна разлика на способноста за врзување на вода помеѓу производите во периодот од 7-миот до 14-тиот ден. На 21-от ден СВВ за контролниот јогурт 21AC беше 94,27% односно 87,8% кај функционалниот јогурт 22AP, што не покажува статистички значајна разлика во однос на претходниот период.

Функцијата што се приближува на СВВ за јогуртот 21AC и јогуртот 22AP беше линеарна, $y = -0,1007x + 96,36$ ($R^2=0,9962$), односно $y = 0,1486x + 84,427$ ($R^2=0,8489$).

Резултатите за способноста за врзување на вода кај контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето се значително повисоки од оние забележани во

истражувањата направени кај јогурт збогатен со сок од аронија, обезмастено млеко во прав кои во текот на 21-от ден од складирањето биле во опсег од 61,9 – 67,6%, (Dimitrellou et al., 2020).

Како заклучок, додавањето на сурутка во функционалниот јогурт со аронија имаше влијание врз способноста за врзување на водата во однос на контролниот јогурт бидејќи за период од 14 денови разликата беше 8,90-9,96%, во однос на последниот ден каде се покажа помала разлика од 6,47%. Способноста за задржување на водата (СВВ) за време на складирањето покажа одредени варијации, односно зголемување на СВВ кај функционалниот јогурт со аронија. Ова зголемување се должи на разликата од 1-2% во содржината на плодовите додадени во функционалните јогурти.

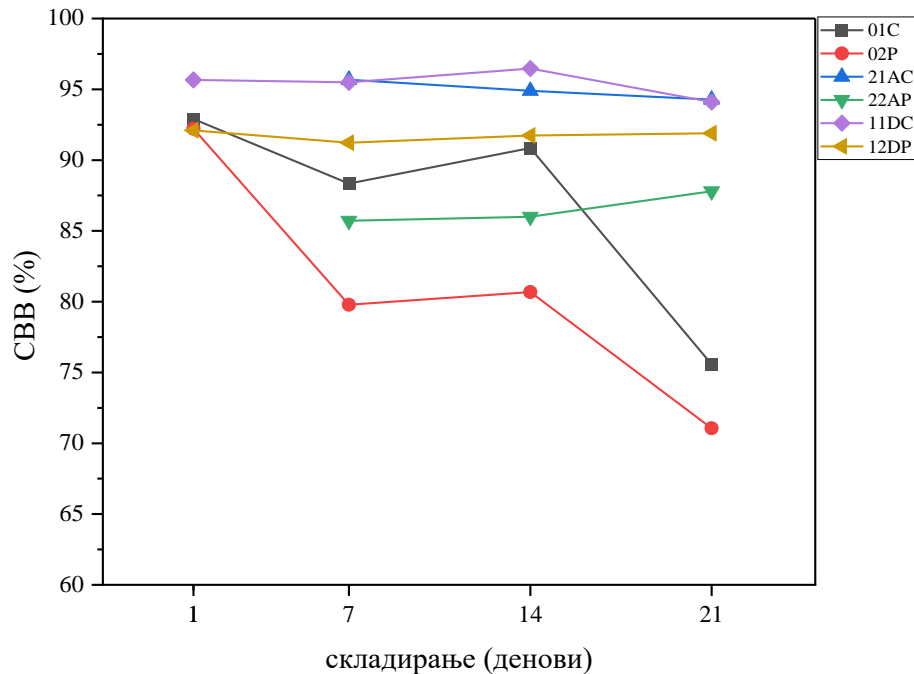


Графикон 13. Динамика на СВВ на јогурт 21АС и 22АР за време на складирањето

5.2.1.2.4 Споредба на динамика на способноста за врзување на вода (СВВ) кај контролните и функционалните јогурт

Компаративната анализа помеѓу контролните и функционалните јогурти за време на складирањето за СВВ е прикажана на Графикон 14. Од презентираниите резултати може да се забележи дека на првиот ден од складирањето контролните јогурти имале повисока СВВ од функционалните јогурти. Јогуртот 11DC имаше највисока вредност за СВВ од 95,67%. На првиот ден од складирањето СВВ за примероците на јогурти 21АС и 22АР не беше забележана. На седмиот ден од складирањето, најголем процент на СВВ во споредба со другите јогурти е забележана кај јогуртот 21АС 95,68%,

а најмал процент на СВВ е забележана кај јогурт 02P 79,78%. На 14-тиот ден од складирањето, вредноста на СВВ кај контролните и функционалните јогурти беше во опсег од 80,68 – 96,47 %.



Графикон 14. Способност за врзување на вода (СВВ) на јогуртите за време на складирањето

За време на долготрајно складирање, јогуртот има тенденција да ја губи својата структура и тоа резултира со помала способност за задржување на водата. На 21-от ден, намалување на вредноста на СВВ е забележана кај примероците од јогуртот 01C и 02P во однос на претходно испитуваниот период. Јогуртот 02P имаше најниска СВВ 71,06% во споредба со јогуртот 01C каде вредноста на СВВ изнесува 75,58%.

Во контролните и функционалните јогурти со овошје СВВ на 21-от ден беше иста во однос на претходните денови. Додавањето млечни протеини ја зголемуваат водозадржувачката способност и го намалуваат одвојувањето на сурутката, односно користењето млечни протеини во процесите на производство на јогурт предизвикува покомпактна структура која се состои од крути казеински честички и големи агрегати заедно со зголемена цврстина што исто така ги зголемува вредностите на кохезивност и еластичност што резултира со подобени својства во текстурата на производот, (Delikanli & Ozcan, 2016).

Додавањето на пастеризирана сурутка во функционалните јогурти ја намали количината на протеини и имаше значително негативно влијание врз СВВ во споредба со контролните јогурти.

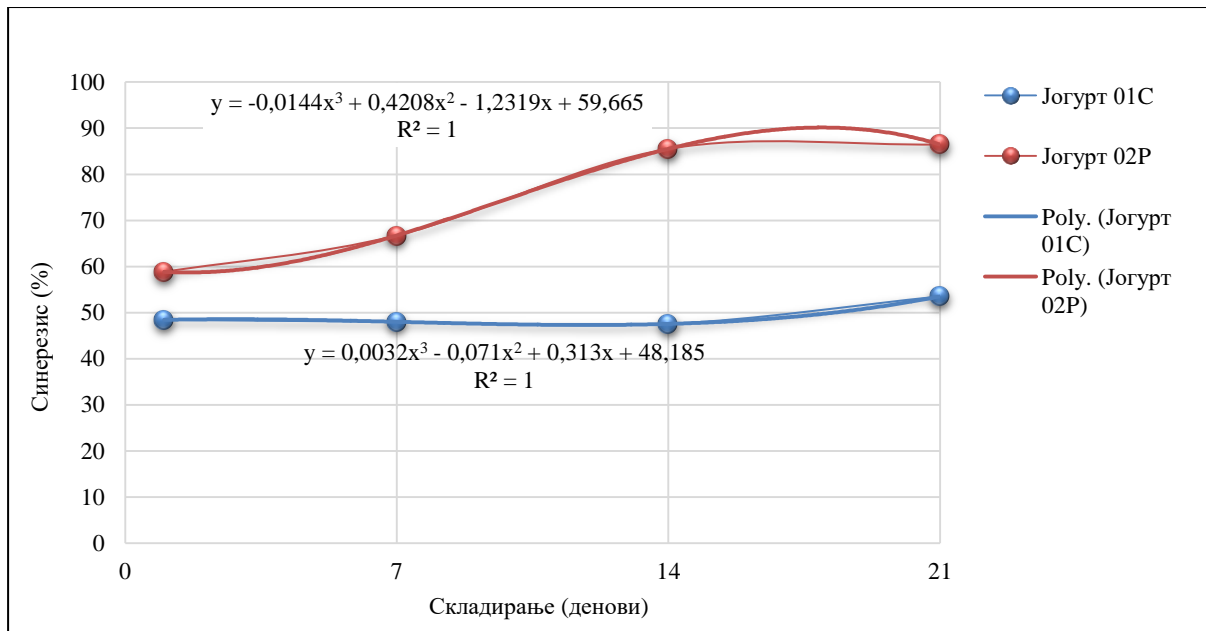
Torres et al., (2018), во своите истражувања кои се однесуваат на производство на ниско-масен јогурт со употреба на модифицирани суруткени протеини како замена за масти, покажаа дека зголемувањето на содржината на протеини во јогуртот ја намалува количината на вода кога е подложена на надворешна центрифугална сила, освен кај еден вид јогурт D (денатуриран протеин од сурутка), чие ослободување на вода остана константно. Јогуртите произведени со модифицирани суруткени протеини со почетен повисок степен на денатурација, покажаа помала способност за задржување на вода, (**Torres et al., 2018**). Овошните јогурти создадоа стабилна коагулум и го намалија количеството на вода што останува во јогуртите.

5.2.1.3 Динамика на синерезис

5.2.1.3.1 Динамика на синерезисот за контрола и функционален јогурт со сурутка

Синерезисот на јогуртот 01C и 02P за време на чувањето и ладењето е прикажана на Графикон 15. Вредноста на синерезисот на јогуртот 02P на првиот ден беше малку повисока (10,41%) отколку кај контролниот јогурт 01C. Слично на тоа, на 7-миот ден јогуртот 02P имаше поголем синерезис во споредба со јогуртот 01C, 66,74% односно 48,01%. Вредноста на синерезисот на контролниот и функционалниот јогурт на 14-тиот ден изнесуваше 47,56% односно 85,52%. За време на овој период на складирање од 7-от до 14-от ден, одвојувањето на сурутката од јогуртот беше значително поголемо (37,96% повеќе) отколку кај контролниот јогурт. Нестабилноста на коагулумот се должи на додавање на сурутка (додаток на сурутка 25%).

На 21-от ден, функционалниот јогурт имаше приближно иста вредност за синерезата како на 7-миот ден, но јогуртот 01C во споредба со претходно испитуваниот период имаше за 5,96% повеќе одвојување на сурутката. По две недели складирање се издвои 10,41-37,96% повеќе сурутка и разликата на последниот ден изнесуваше 32,95%. Функцијата што би ги приближила вредностите ја претставува функцијата која за синерезата на јогурт 01C е $y = 0,0032x^3 - 0,071x^2 + 0,313x + 48,185$ и за примерокот јогурт означен како 02P е $y = -0,0144x^3 + 0,4208x^2 - 1,2319x + 59,665$. Функцискиот модел на синерезисот за примероците на јогуртите 01C и 02P за време на складирањето (во денови) е полиномен со вредност $R^2 = 1$.



Графикон 15. Динамика на синерезисот кај јогуртите 01C и 02P за време на складирањето

Продолженост на синерезисот (%) кај производната серија јогурт (WPC 60) со 5% додаток на концентрат на суруткени протеини за време на складирањето покажа зголемување од 8,4% на денот на производството до 9,6% по три недели од складирањето на ладно, (Cais-Sokolińska et al., 2002).

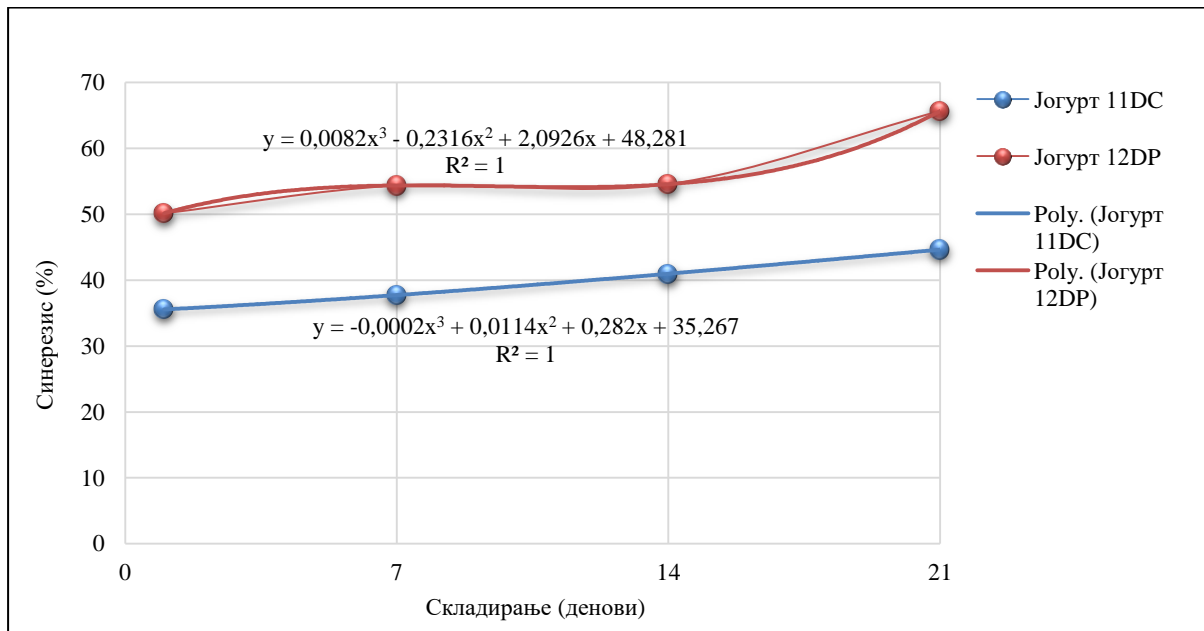
Brodziak et al., (2020) наведуваат дека додавањето на концентрат на суруткени протеини има позитивно влијание врз потенцијалната киселост, инхибирајќи го зголемувањето на количината на млечна киселина во јогуртот за време на складирањето, со што исто така се намалува синерезисот. Во истражувањата на **Krasaekoopt et al., (2004)** по две и три недели од складирањето на јогуртот со обезмастено млеко во прав на ниска температура исто така бил забележан синерезис. Ниската температура исто така може да предизвика израмнување на јачината на коагулумот и мало опаѓање на истиот кон крајот на периодот на складирање.

Во нашето истражување, може да се забележи дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти има негативно влијание врз синерезисот во споредба со контролниот јогурт. Синерезисот беше повисок кај јогуртот со сурутка во текот на првата недела, а потоа контролниот јогурт почна да ја губи својата структура, додека функционалниот јогурт се стабилизираше по 14-тиот ден.

5.2.1.3.2 Динамика на синерезисот кај контролен и функционален јогурт од јагоди со сурутка

Синерезисот на јогуртот 11DC и 12DP за време на складирањето е прикажана на Графикон 16. На првиот ден, вредноста за синерезисот на јогуртот 12DP беше повисока за 14,59% во споредба со контролниот јогурт 11DC. На седмиот ден од складирањето, синерезата на јогуртот 12DP во споредба со јогуртот 11DC беше 54,38% односно 37,74%. Процентот на синерезисот на контролниот и функционалниот јогурт беа 40,98% односно 54,58% на 14-тиот ден. Тоа покажува дека од 7-миот до 14-тиот ден, одвојувањето на сурутката кај функционалниот јогурт било за 13,6% повисоко отколку кај контролниот јогурт. Во текот на оваа недела имало за 3,24% повеќе одвојување на сурутката во функционалниот јогурт. На 21-от ден, повеќе сурутка беше одвоена од функционалниот јогурт и вредноста на синерезата во споредба со јогурт 11DC беше за 21,04% повисока.

Функцијата што би ги приближила вредностите ја претставува функцијата која за синерезата на јогурт 11DC е $y = -0,0002x^3 + 0,0114x^2 + 0,282x + 35,267$ и за 12DP била $y = 0,0082x^3 + 0,2316x^2 + 2,0926x + 48,281$ ($R^2=1$).



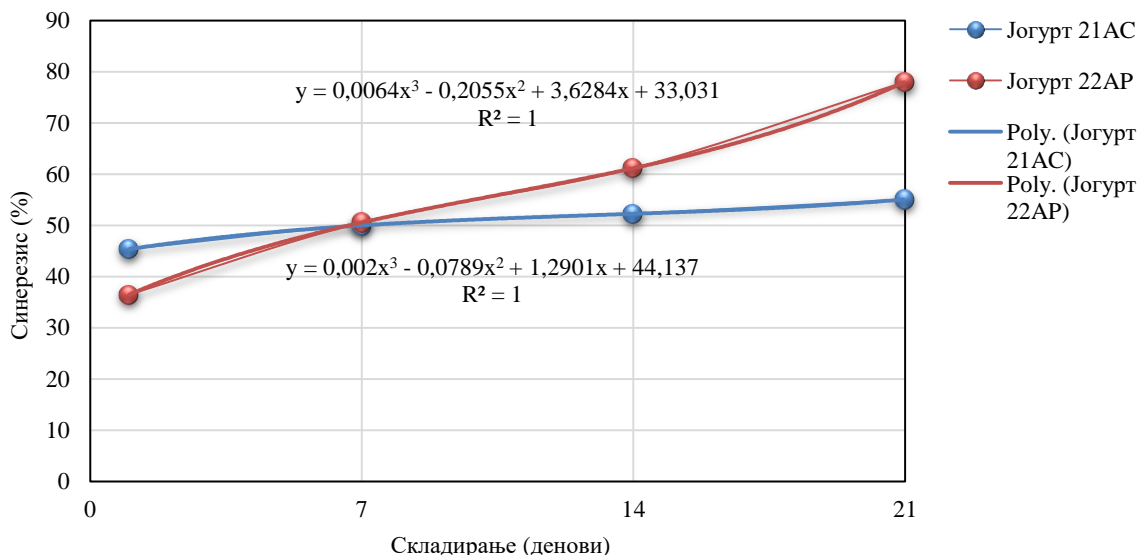
Графикон 16. Динамика на синереза кај јогуртите 11DC и 12DP при складирање

Може да се заклучи дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти има негативно влијание врз одвојувањето на сурутката во споредба со контролниот јогурт во првите две недели од складирањето 13,6%-16,64%. Сурутката природно се

одвојува во јогуртот, но додавањето на сурутка го забрзува процесот. Важна е функцијата $y(x)$ на функционалниот јогурт бидејќи го приближува раздвојувањето на сурутката во јогуртите со додадена сурутка.

5.2.1.3.3 Динамика на синереза кај контролен и функционален јогурт од аронија со сурутка

Синерезисот за време на складирањето на ладно кај примероците јогурт од 21АС и 22АР сериите е прикажана на Графикон 17. Синерезисот на примероците јогуртот 22АР на првиот ден беше помала (8,89%) од контролниот јогурт 21АС. Јогуртот 22АР имаше слична синереза во споредба со јогуртот 21С на 7-ми ден, 50,56% односно 49,99%. Сепак, продолженото складирање кај контролниот и функционалниот јогурт влијаеше на вредностите на синерезата бидејќи на 14-тиот ден резултатите беа 52,25% односно 61,15%. За време на овој период на складирање од 7-от до 14-от ден, одвојувањето на сурутката беше значително повисоко од 8,9% во споредба со контролниот јогурт. На 21-от ден, функционалниот јогурт имаше високи вредности на синереза (78%). Синерезисот на јогурт 21АС во однос на претходно испитуваниот период покажа за 2.81% повеќе одвоена сурутка.



Графикон 17. Динамика на синерезисот кај јогуртите 21АС и 22АР при складирање

Функцијата која би ги приближила вредностите ја претставува функцијата која за синерезата на јогуртот 21АС е $y = 0,002x^3 - 0,0789x^2 + 1,2901x + 44,137$, односно за

22AP е $y = 0,0064x^3 - 0,2055x^2 + 3,6284x + 33,031$. Синерезисот како функција на времето кај јогуртите 21AC и 22AP беше полиномна со коефициент на детерминација и регресија $R^2 = 1$.

Во истражувањата на **Dimitrellou et al., (2020)**, е наведено дека има значително помал синерезис кај јогуртите збогатени со сок од аронија, а исто така докажале дека комбинација на стартер култура што произведува егзополисахариди и додавање на обезмаслено млеко во прав е идеална за надминување на проблемите кои се поврзани со синерезисот, што може да се примени и во нашите истражувања.

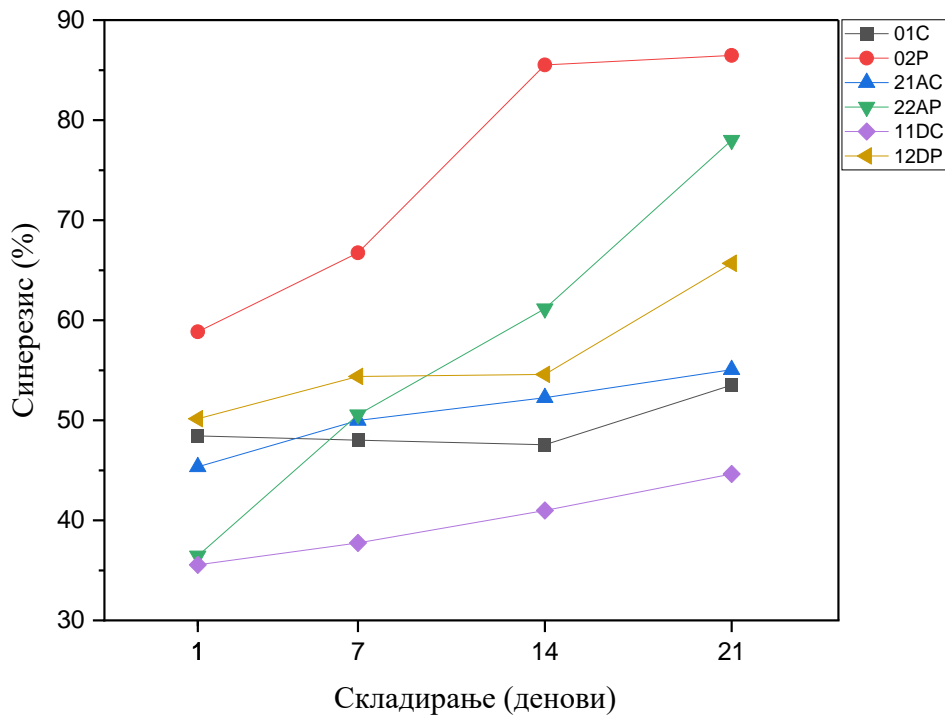
Од изнесеното може да се констатира дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти со аронија имаше целокупно негативно влијание врз синерезисот во споредба со контролниот јогурт. Иако во првата недела синерезисот беше помал на првиот ден и слично таков остана и во текот на целата недела од складирањето, влијанието врз функционалниот јогурт беше негативно и во втората недела и тоа за 8,9% повеќе одвоена сурутка, а во последниот ден разликата изнесуваше 22,94%.

5.2.1.3.4 Споредба во динамиката на синереза за функционалните јогурти

Компаративната анализа која се однесува на синерезисот помеѓу контролните и функционалните јогурти за време на складирањето е прикажана на Графикон 18. Од презентираниите резултати може да се заклучи дека на првиот ден од складирањето контролните јогурти имале помал синерезис од функционалните јогурти (со исклучок на јогуртот 22AP). Јогуртот 11DC имаше најмал синерезис од 35,56%.

На 7-от ден од складирањето, најмал процент на синерезис во однос на другите јогурти повторно е забележан кај примероците од јогуртот 11DC од 37,74%, а најголем процент на синерезис е забележан кај примероците од јогурт од 02P 79,78%. На 14-тиот ден од складирањето, вредностите на синерезисот кај контролните и функционалните јогурти се во опсег од 40,98 – 85,52%.

На 21-от ден, синерезисот на примероците од серијата јогурт 02P беше стабилизирана во споредба со претходно испитуваниот период, но кај примероците од серијата јогурт 22AP имаше значително зголемување. Кај примероците од серијата јогурти 12DC имаше најмало количество одвоена сурутка 44,65%, а потоа следува производната серија јогурти 01C 53,52%.



Графикон 18. Синерезис на јогуртите при складирање

При долготрајно складирање, јогуртот ја губи мрежата на гелот и се ослободува сурутка. Кај функционалните овошни јогурти, вредноста за синерезисот на 21-от ден е повисока во однос на 1-от, 7-от и 14-от ден, а исто така и повисока во споредба со контролните јогурти. Може да се констатира дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти има значително негативно влијание врз синерезисот во споредба со контролните јогурти. Развиен е производ сличен на јогурт кој содржи растителни функционални компоненти и сурутка со многу добар вискозитет и стабилност на синерезисот, кој резултирал со добра прифатливост која била зголемена со додавање на шеќер или вкусови, (Shirai et al., 1992).

5.2.1.4 Динамика на содржината на вода

5.2.1.4.1 Динамика на содржината на вода кај производни серии на контролен и функционален јогурт со сурутка

Динамиката на содржината на вода на сериите јогурти 01C и 02P е прикажана во Табела 26 и 27. Табеларниот приказа ги покажува максималните и минималните вредности за содржината на вода кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 26. Динамика на содржината на вода при складирање на производна серија јогурти 01С

Вода (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	88,240	88,340	88,290	0,0707	0,08
7 ден	88,090	88,130	88,110	0,0283	0,03
14 ден	88,537	88,831	88,684	0,208	0,23
21 ден	87,910	87,950	87,930	0,0283	0,03

Содржината на вода во производната серија јогурти 01С на првиот ден изнесуваше $88,290 \pm 0,0707\%$, на 7-миот ден $88,110 \pm 0,0283\%$, на 14-тиот ден $88,684 \pm 0,208\%$ и на 21-виот ден $87,093\%$.

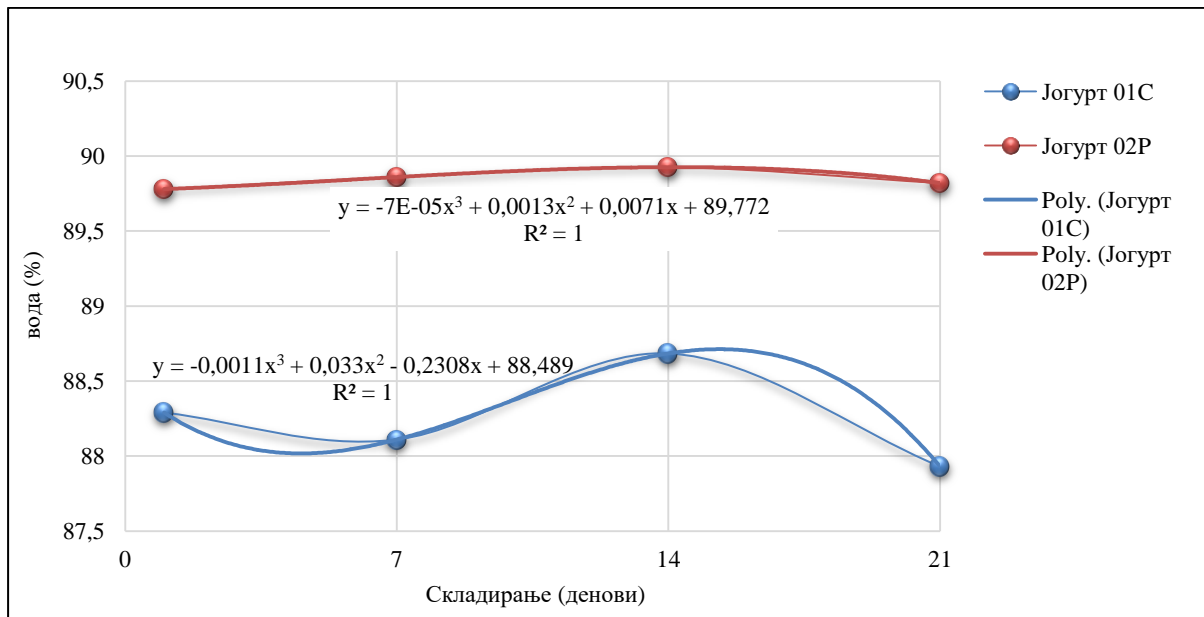
Табела 27. Динамика на содржината на вода при складирање на производна серија јогурти 02Р

Вода (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	89,770	89,790	89,780	0,0141	0,02
7 ден	89,850	89,870	89,860	0,0141	0,02
14 ден	89,893	89,958	89,926	0,0465	0,05
21 ден	89,810	89,830	89,820	0,0141	0,02

Просечната содржина на вода кај функционалните јогурти со сурутка 02Р на првиот ден изнесуваше $89,780 \pm 0,0141\%$, на 7-миот ден $89,860 \pm 0,0141\%$, на 14-от ден $89,926 \pm 0,0465\%$ и на 21-от ден $89,820 \pm 0,0141\%$.

Графичкиот приказ на просечната содржината на вода на јогуртите од сериите 01С и 02Р за време на складирањето во ладилник е прикажан на Графикон 19.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на вода е кубна функција и истата за производната серија јогурти 01С е $y = -7E-05x^3 + 0,0013x^2 + 0,0071x + 89,772$ односно за сериите 02Р е $y = -0,0011x^3 + 0,033x^2 - 0,2308x + 88,489$. Функцијата за содржината на вода за производните серии јогурти 01С и 02Р за време на складирањето (во денови) беше полиномна. Просечната содржина на вода во текот на 21 ден од складирање за производните серии јогурти 01С изнесуваше $M=88,254$, $SD=0,322\%$, односно за серијата 02Р истата изнесуваше $M=89,846$, $SD=0,0623\%$. Функциите за содржината на вода во производните серии кај контролните јогурти покажуваат дека има отстапувања во содржината на вода за време на складирањето.



Графикон 19. Динамика на содржината на вода за производните серии јогурти 01С и 02Р во текот на складирање

Статистички значајна разлика за содржината на вода беше констатирана кај производните серии јогурти 01С и 22АР на првиот ден, седмиот ден и дваесет и првиот ден: $t(1)=-29,22$, $p=0,022$; $t(1)=-78,26$, $p=0,008$, односно $t(1)=-84,52$, $p=0,008$, додека пак разликата на 14-тиот ден не беше статистички значајна и тоа: $t(1)=-8,24$, $p=0,077$ (Табела 28). Разликата во содржината на вода е резултат на додавање на сурутка во функционалните јогурти.

Табела 28. 2-Примерок t тест за содржината на вода кај јогурти и јогурти од сурутка за време на складирањето¹

Период на складирање	Вода (%)		
	01С	02Р	p
Ден 1	88,29 ± 0,07	89,78 ± 0,01	*
Ден 7	88,1 ± 0,02	89,8 ± 0,01	**
Ден 14	88,68 ± 0,2	89,9 ± 0,04	ns
Ден 21	87,93 ± 0,02	89,82 ± 0,01	**

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 01С = јогурт; 02Р = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.4.2 Динамика на содржината на вода кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од јагоди со сурутка

Резултатите за динамиката на содржината на вода кај производните серии 11DC и 12DP се прикажани во Табела 29 и 30. Пресметани се \min , макс, \bar{x} , SD и CV за содржината на вода кај контролните и функционалните серии јогурти за време на складирањето.

Табела 29. Динамика на содржината на вода при складирање на производната серија јогурти 11DC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	85,370	85,470	85,420	0,0707	0,08
7 ден	85,310	85,330	85,320	0,0141	0,02
14 ден	85,456	85,494	85,475	0,0269	0,03
21 ден	85,170	85,210	85,190	0,0283	0,03

За време на складирањето на јогуртите од серијата 11DC на ладно, содржината на вода изнесуваше: 1 ден $85,420 \pm 0,0707\%$, на 7 ден $85,320 \pm 0,0141\%$, на 14 ден беше $85,475 \pm 0,269\%$, а на 21-от ден содржината на вода изнесуваше $85,190 \pm 0,0283\%$.

Табела 30. Динамика на содржината на вода при складирање на јогуртите од серијата 12DP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	86,390	86,410	86,400	0,0141	0,02
7 ден	86,240	86,240	86,240	0,000000	0,00
14 ден	86,381	86,406	86,394	0,0174	0,02
21 ден	86,410	86,430	86,420	0,0141	0,02

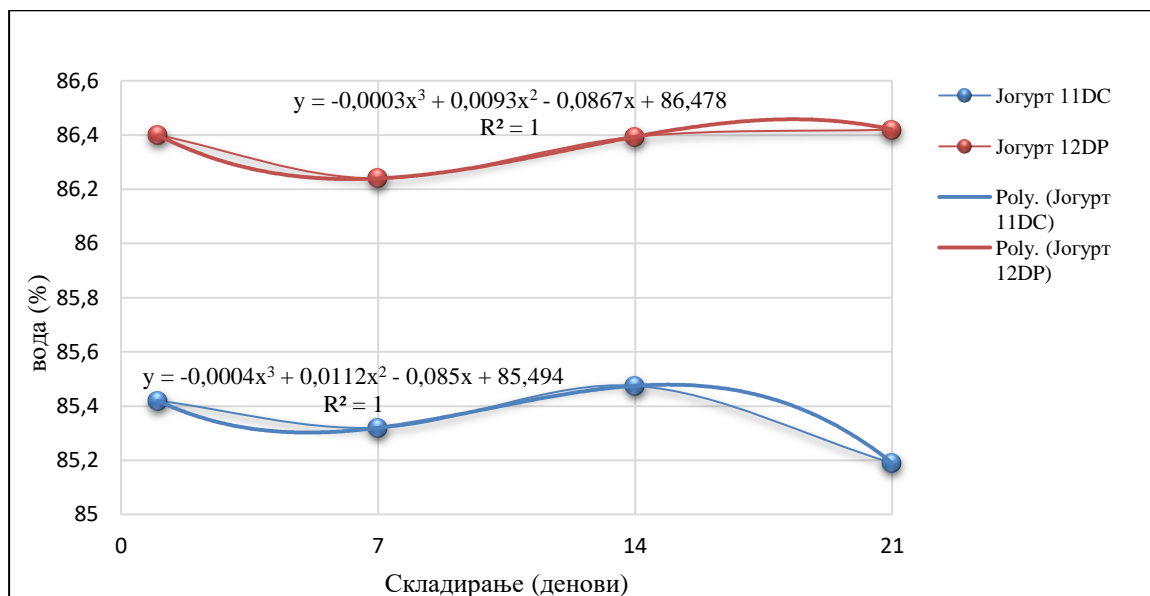
Кај производните серии јогурти 02P содржината на вода на првиот ден беше $86,400 \pm 0,0141\%$, на 7-миот ден беше $86,240 \pm 0,00\%$, на 14-тиот ден беше $86,394 \pm 0,0174\%$, а на 21-виот ден содржината на вода беше $86,420 \pm 0,0141\%$.

На Графикон 20 е даден графички приказ за содржината на вода кај производните серии 11DC и 12DP за време на чување на ладно.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на вода е кубна функција и истата за производната серија јогурти 11DC е $y = -0,0004x^3 + 0,0112x^2 - 0,085x + 85,494$ односно за серијата 12DP е $y = -0,0003x^3 + 0,0093x^2 - 0,0867x + 86,478$. Просечната содржина на вода во текот на 21 ден од складирање кај јогуртите од

производната серијата 11DC изнесуваше $M=85,351$, $SD=0,0626$ додека кај јогуртите од производната серијата 12DP беше $M=86,364$, $SD=0,0831$.

Додавањето сурутка во функционалните јогурти со јагода имаше влијание врз содржината на вода. Функциите за содржина на вода во производните серии кај контролните јогурти и функционалните јогурти покажуваат дека има разлики за време на складирањето во текот на 21 ден.



Графикон 20. Динамика на содржината на вода за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Статистички значајна разлика за содржината на вода беше констатирана кај производните серии јогурти 11DC и 12DP на првиот ден, седмиот ден, четиринаесетиот ден и дваесет и првиот ден: $t(1)=-19,22$, $p=0,033$; $t(1)= -91,94$, $p=0,007$, $t(1)=-40,57$, $p=0,016$ односно $t(1)=-55,01$, $p=0,012$ (Табела 31). Разликата во содржината на вода е резултат на додавање на сурутка во функционалните јогурти.

Табела 31. 2-Примерок t тест за содржината на вода кај јогурти од јагода и јогурти од јагода со сурутка за време на складирањето¹

Период на складирање	Вола (%)		
	11DC	12DP	p
Ден 1	85,42 ± 0,07	86,4 ± 0,01	*
Ден 7	85,32 ± 0,01	86,24 ± 0,00	**
Ден 14	85,47 ± 0,02	86,39 ± 0,01	*
Ден 21	85,19 ± 0,02	86,42 ± 0,01	*

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 11DC = јогурт; 12DP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.4.3 Динамика на содржината на вода кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Резултатите од динамиката на содржината на вода кај производните серии 21AC и 22AP се прикажани во Табела 32 и 33. Пресметани се min, макс, \bar{x} , SD и CV за содржината на вода кај контролните и функционалните серии јогурти за време на складирањето, како што е прикажано погоре.

Табела 32. Динамика на содржината на вода при складирање на производната серија јогурти 21AC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	83,910	83,950	83,930	0,0283	0,03
7 ден	84,100	84,200	84,150	0,0707	0,08
14 ден	84,004	84,006	84,005	0,00146	0,00
21 ден	83,580	83,620	83,600	0,0283	0,03

За време на чување јогуртите од серијата 21AC на ладно, содржината на вода изнесуваше: 1 ден $83,930 \pm 0,0283\%$, на 7 ден $84,150 \pm 0,0707\%$, на 14 ден беше $84,005 \pm 0,269\%$, а на 21-от ден содржината на вода изнесуваше $83,600 \pm 0,0283\%$.

Табела 33. Динамика на содржината на вода при складирање на производната серија јогурти 22AP

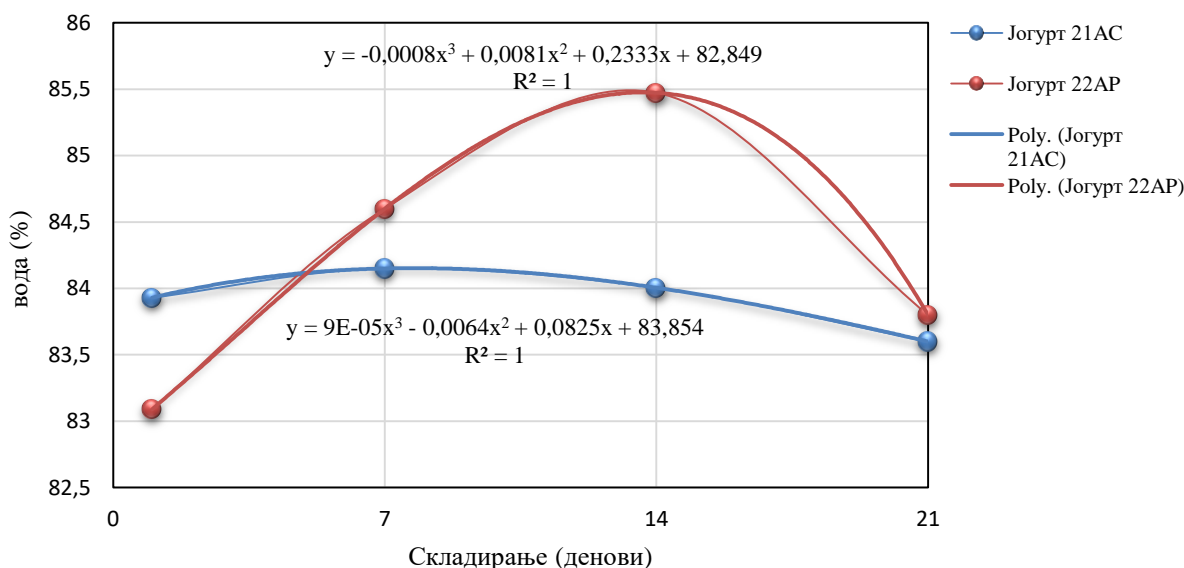
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	83,060	83,120	83,090	0,0424	0,05
7 ден	84,60	84,61	84,605	0,007	0,01
14 ден	85,345	85,602	85,473	0,182	0,21
21 ден	82,31	85,29	83,80	2,11	2,51

Кај производните серии јогурти 22AP содржината на вода на првиот ден изнесуваше $83,090 \pm 0,0424\%$, на 7-миот ден $84,605 \pm 0,007\%$, на 14-тиот ден $85,473 \pm 0,182\%$ и на 21-виот ден содржината на вода изнесуваше $83,80 \pm 2,11\%$. На Графикон 21 е даден графички приказ за содржината на вода кај производните серии 21AC и 22AP за време на чување на ладно.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на вода е кубна функција и истата за производната серија јогурти 21AC е $y = -0,0008x^3 + 0,0081x^2 + 0,2333x + 82,849$ односно за серијата 22AP е $y = 9E-05x^3 - 0,0064x^2 + 0,0825x + 83,854$.

Просечната содржина на вода во текот на 21 ден од складирање за производните серии јогурти 21АС изнесуваше $83,921 \pm 0,233\%$, додека кај производните серии јогурти 22АР изнесуваше $84,242 \pm 1,028\%$.

Содржината на вода кај функционалните јогурти од аронија со сурутка беше слична со содржината на вода кај контролните јогурто со мала разлика од 0,45-1,468%. Функцискиот модел за содржина на вода покажува дека функционалните јогурти со сурутка од серијата 22АР имаат флукутации при складирањето со многу високо стандардно отстапување на последниот ден. Отстапувањето на содржината на вода може да биде резултат на грешка при мерењето при анализата ($SD=2,11$). Статистички значајна разликата беше забележана на 1-от ден, $t(1)=23,30$, $p=0,027$.



Графикон 21. Динамика на содржината на вода за производните серии јогурти 21АС и 22АР во текот на складирање

Сепак, разликата беше незначителна на 7-миот ден, 14-тиот и 21-виот ден во резултатите за содржината на вода кај производните серии јогурти 21АС и 22АР: $t(1)=-9,05$, $p=0,070$, $t(1)=-11,43$, $p=0,056$ соодветно $t(1)=-0,13$, $p=0,915$ (Табела 34). Додавањето сурутка во јогуртите со аронија немаше влијание врз содржината на вода кај истите.

Табела 34. 2-Примерок t тест за содржината на вода кај јогурти од аронија и јогурти од аронија со сурутка за време на складирањето¹

Вода (%)			
Период на складирање	21AC	22AP	p
Ден 1	83,93 ± 0,02	83,09 ± 0,04	*
Ден 7	84,15 ± 0,07	84,6 ± 0,007	ns
Ден 14	84,00 ± 0,001	85,47 ± 0,18	ns
Ден 21	83,6 ± 0,02	83,8 ± 2,11	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 21AC = јогурт;

22AP = јогурт со сурутка

ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.4.4 Динамика на содржината на вода кај функционалните јогурти

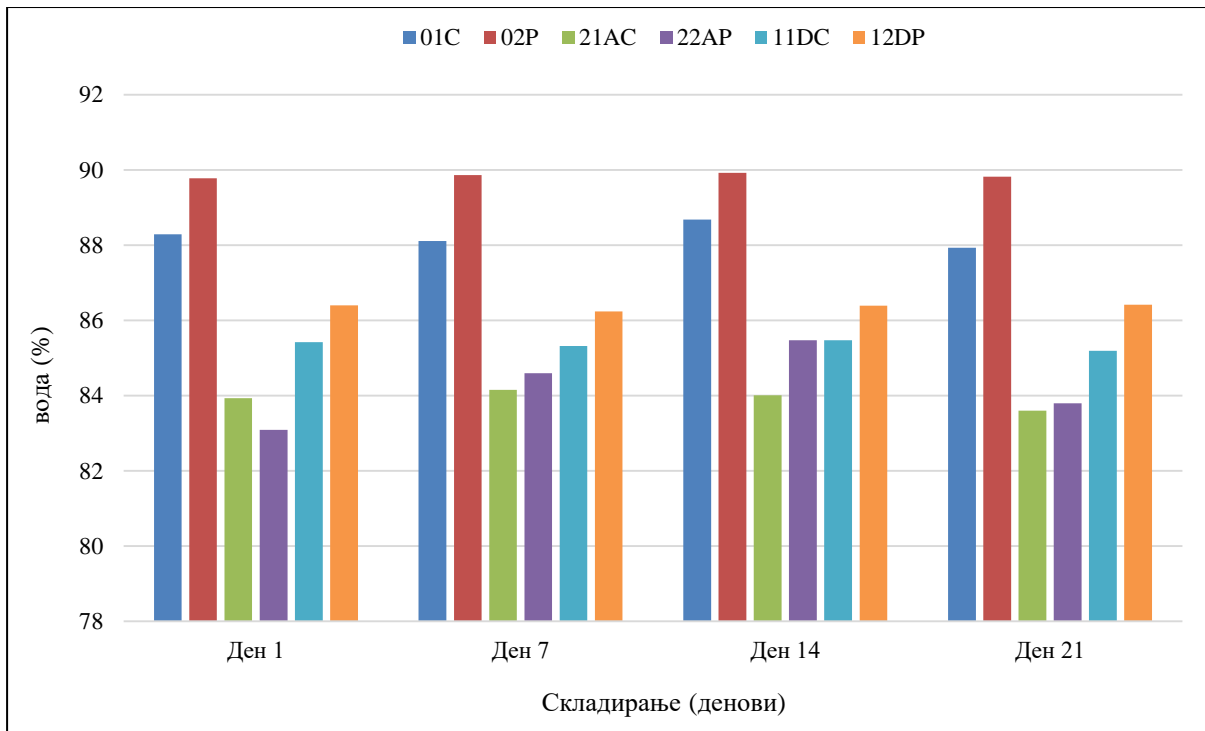
Компаративната анализа помеѓу контролните и функционалните јогурти во текот на складирањето за содржината на вода е прикажана на Графикон 22. Резултатите за содржината на вода покажуваат помала содржина на вода на првиот ден од складирањето кај контролните јогурти во споредба со функционалните јогурти (освен Јогурт 22AP). Производната серија 22AP имаше најниска содржина на вода, а производната серија 02P највисока содржина на вода.

На седмиот ден од складирањето, најмал процент на вода во споредба со другите јогурти е забележан во сериите јогурти 21AC и тоа 84,150%, а најголем процент на содржина на вода е забележана во сериите јогурти 01P и тоа 88,110%.

На 14-тиот ден од складирањето, содржината на вода во контролните и функционалните јогурти беше во опсег од 84,005 – 89,926%. Резултатите беа слични на оние наведени погоре за претходниот период (ден 7).

Содржината на вода во производната серија јогурти 02P на 21-виот ден беше исто така најголема и беше стабилна за време на складирањето. Во споредба со претходно испитуваниот период производните серии 21AC и 22AP имаа помали вредности. Содржината на вода беше во корелација кај контролните и функционалните овошни јогурти, вклучително и производот без овошје со некои мали варирања.

Од изнесеното може да се забележи дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти има влијание на содржината на вода во споредба со контролните јогурти. Содржината на вода беше поголема кај функционалните јогурти со сурутка. Поголемо влијание на содржината на вода имаат функционалните јогурти со сурутка во споредба со функционалните јогурти со овошје.



Графикон 22. Споредба во динамиката на содржината на вода кај контролните и функционалните јогурти во текот на складирање

5.2.1.5 Динамика на вкупната содржина на сува материја

5.2.1.5.1 Динамика на вкупната содржината на сува материја кај производни серии на контролен и функционален јогурт со сурутка

Динамиката на вкупната содржина на сува материја кај производните серии јогурти 01C и 02P е прикажана во Табела 35 и 36. Беа пресметани просечните вредности, максималните и минималните вредности за вкупната содржина на сува материја во текот на складирањето кај контролните и функционалните јогурти како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 35. Динамика на содржината на сува материја при складирање на производната серија јогурти 01C

Вкупна сува материја (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	11,660	11,760	11,710	0,0707	0,60
7 ден	11,870	11,910	11,890	0,0283	0,24
14 ден	11,830	11,910	11,870	0,0566	0,48
21 ден	12,050	12,090	12,070	0,0283	0,23

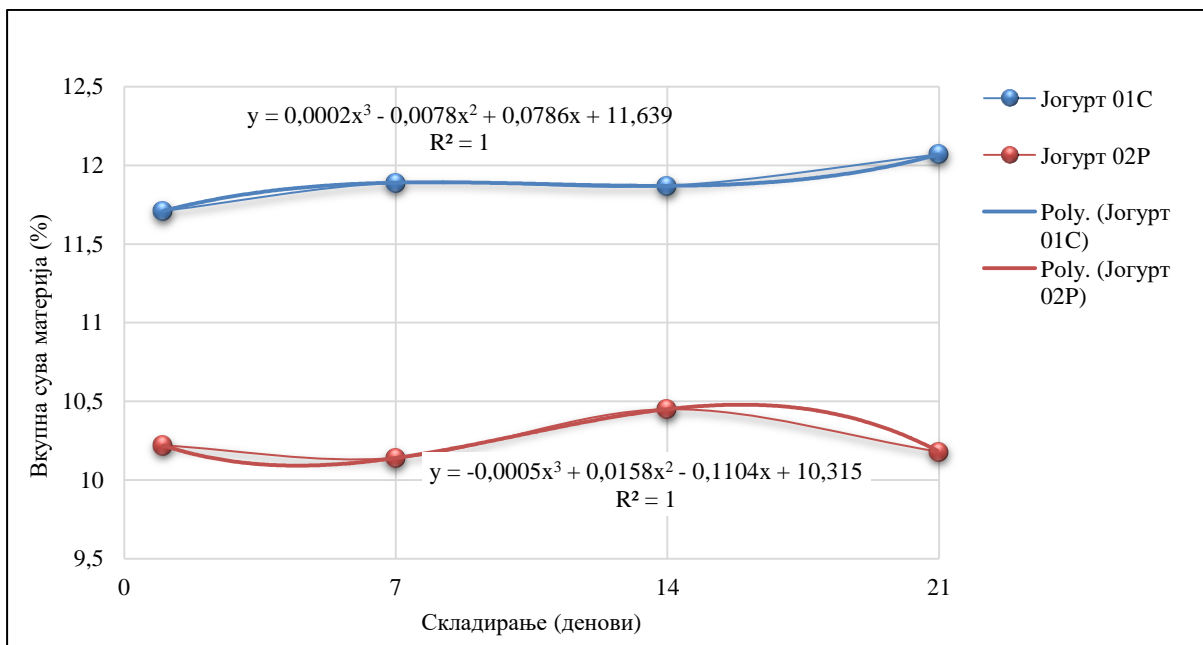
На првиот ден од складирањето на ладно кај производната серија јогурти 01C вкупната

содржина на сува материја изнесуваше $11,710 \pm 0,0707\%$, на 7-миот ден $11,890 \pm 0,0283\%$, на 14-тиот ден $11,870 \pm 0,0566\%$, а на 21 – от ден од складирањето истата изнесуваше $12,070 \pm 0,0283\%$.

Табела 36. Динамика на содржината на сува материја при складирање на производната серија јогурти 02P

Вкупна сува материја (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	10,210	10,230	10,220	0,0141	0,14
7 ден	10,130	10,150	10,140	0,0141	0,14
14 ден	10,430	10,470	10,450	0,0283	0,27
21 ден	10,170	10,190	10,180	0,0141	0,14

Кај производната серија јогурти 02P на првиот ден од складирањето содржината на сувата материја изнесуваше $10,220 \pm 0,0141\%$, на 7-миот ден $10,140 \pm 0,0141\%$, на 14-тиот ден $10,450 \pm 0,0283\%$, а на 21-виот ден вкупната сува материја се движеше од $10,180 \pm 0,0141\%$. Графички приказ на вкупната сува материја на производните серии јогурти 01C и 02P за време на складирање и чување на ладно е прикажан на Графикон 23.



Графикон 23. Динамика на содржината на вкупната сува материја за производните серии јогурти 01C и 02P во текот на складирање
 Функцијата за приближните вредности за вкупната содржина на сува материја

за производната серија 01С е претставена со кубна функција: $y = 0,0002x^3 - 0,0078x^2 + 0,0786x + 11,639$ односно за 02Р е $y = -0,0005x^3 + 0,0158x^2 - 0,1104x + 10,315$.

Просечната содржина на вкупна сува материја во текот на 21 ден од складирање за производната серија јогурти 01С изнесуваше $M=11,885$ $SD=0,0737$, кај производната серија јогурти 02Р $M=10,247$, $SD=0,0694$. Додавањето сурутка во функционалните јогурти ја намали вкупната содржина на сувата материја.

Функциите за вкупната содржина на сувата материја кај контролните и функционалните јогурти покажува дека истите се стабилни за време на складирањето. Статистички значајна разлика во резултатите за содржината на вкупната сува материја кај производните серии 01С и 02Р беше забележана на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден во текот на складирањето и чувањето и тоа: $t(1)=29,22$, $p=0,022$; $t(1)=78,26$, $p=0,008$, $t(1)=31,75$, $p=0,020$ соодветно $t(1)=84,52$, $p=0,008$ (Табела 37).

За производство на јогурт со намалени масти важен е правилниот избор на состојки, како што е употребата на обезмастено млеко и млеко во прав. Доколку се додава млеко во прав, последиците може да бидат непожелни затоа што додавањето на млеко во прав ја зголемува калориската вредност и киселоста на јогуртот, бидејќи кај млекото во прав некаде околу 50% е лактоза, (Trachoo, 2002).

Во нашите истражувања пастеризацијата на млекото и сурутката имаа влијание врз содржината на сувата материја.

Табела 37. 2-Примерок t тест на вкупната сува материја кај јогурти и јогурти од сурутка за време на складирањето¹

Вкупна сува материја (%)			
Период на складирање	01С	02Р	р
Ден 1	11,71 ± 0,07	10,22 ± 0,01	*
Ден 7	11,89 ± 0,02	10,14 ± 0,01	**
Ден 14	11,87 ± 0,05	10,45 ± 0,02	*
Ден 21	12,07 ± 0,02	10,18 ± 0,01	**

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 01С = јогурт;

02Р = јогурт со сурутка

ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.5.2 Динамика на вкупната сува материја кај контролни и функционални јогурти од јагода со сурутка

Резултатите за вкупната содржина на сувата материја кај јогуртите од производните серии 11DC и 12DP се прикажани во Табела 38 и 39 и за истите беа пресметани минималните, максималните вредности, \bar{x} , SD и CV.

Табела 38. Динамика на вкупната сува материја при складирање кај производната серија 11DC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	14,530	14,630	14,580	0,0707	0,48
7 ден	14,670	14,690	14,680	0,0141	0,10
14 ден	14,670	16,630	15,650	1,386	8,86
21 ден	14,790	14,830	14,810	0,0283	0,19

Во текот на складирањето и чувањето вкупната содржина на сува материја кај јогуртите од производната серија 11DC на 1-от ден изнесуваше $14,580 \pm 0,0707\%$, на 7-от ден $14,680 \pm 0,0141\%$, на 14-от ден $15,650 \pm 1,386\%$, а на последната анализа односно 21-от ден содржината на вкупната сува материја изнесуваше $14,810 \pm 0,0283\%$.

Табела 39. Динамика на вкупната сува материја при складирање кај производната серија 12DP

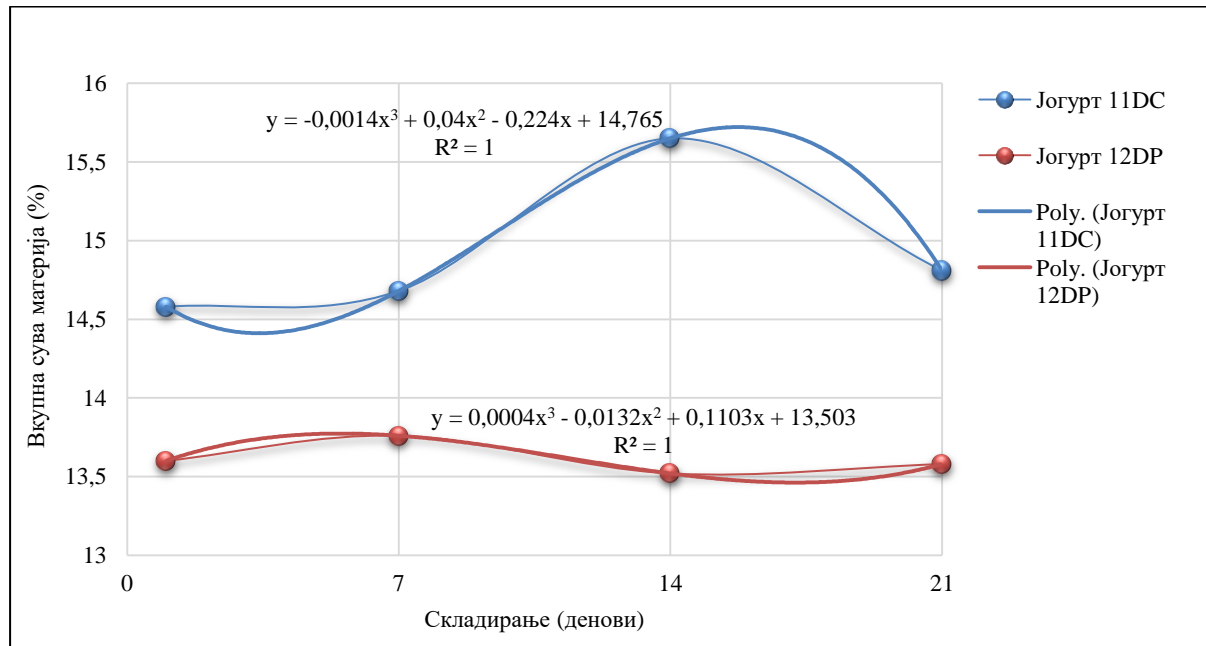
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	13,590	13,610	13,600	0,0141	0,10
7 ден	13,760	13,760	13,760	0,0000,0	0,00
14 ден	13,470	13,570	13,520	0,0707	0,52
21 ден	13,570	13,590	13,580	0,0141	0,10

Во текот на складирањето и чувањето вкупната содржина на сува материја кај јогуртите од производната серија 12DP на 1-от ден беше $10,220 \pm 0,0141\%$, на 7-от ден $10,140 \pm 0,0141\%$, на 14-от ден $10,450 \pm 0,0283\%$, а на последното испитување односно 21-от ден вкупната содржина на сува материја изнесуваше $10,180 \pm 0,0141\%$. Графички приказ на вкупната сува материја на производните серии јогурти 11DC и 12DP за време на складирање и чување на ладно е прикажан на Графикон 24.

Функцијата за приближните вредности за вкупната содржина на сува материја за производната серија 11DC е претставена со кубна функција: $y = -0,0014x^3 + 0,04x^2 - 0,224x + 14,765$ односно за 12DP е $y = 0,0004x^3 - 0,0132x^2 + 0,1103x + 13,503$.

Просечната вкупна содржина на сува материја во текот на 21 ден од складирање за производната серија јогурти 11DC беше $M=14,930$ $SD=0,245$ додека кај производната серија јогурти 12DP беше $M=13,615$, $SD=0,0512\%$.

Функцијата за вкупната содржина на сува материја кај функционалниот јогурт покажа стабилност за време на складирањето, со одредени отстапувања (флукуации) во 14-тиот ден кај контролната серија јогурти.



Графикон 24. Динамика на содржината на вкупната сува материја за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Статистички значајна разлика за содржината на вкупната сува материја беше констатирана кај производните серии јогурти 11DC и 12DP на 1-от, 7-от и 21-от: $t(1)=19,22$, $p=0,033$; $t(1)=89,01$, $p=0,007$, односно $t(1)=55,01$, $p=0,012$ (Табела 40). На 14-от ден разликата не беше статистички значајна $t(1)=2,17$, $p=0,275$.

Помалата содржина на вкупна сува материја за 0,92-2,13% е резултат на додавањето на сурутка во функционалниот јогурт од јагода и замена на млекото со сурутка.

Табела 40. Примерок t тест на вкупната сува материја кај јогурти од јагода и јогурти од јагода со сурутка за време на складирањето¹

Вкупна сува материја (%)			
Период на складирање	11DC	12DP	p
Ден 1	14,58 ± 0,07	13,6 ± 0,01	*
Ден 7	14,68 ± 0,01	13,76 ± 0,003	**
Ден 14	15,65 ± 1,39	13,52 ± 0,07	ns
Ден 21	14,81 ± 0,02	13,58 ± 0,01	*

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 11DC = јогурт; 12DP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.5.3 Динамика на вкупната сува материја кај контролни и функционални јогурти од аронија со сурутка

Резултатите за вкупната содржина на сувата материја кај јогуртите од производните серии 21AC и 22AP се прикажани во Табела 41 и 42 и за истите беа пресметани минималните, максималните вредности, \bar{x} , SD и CV.

Табела 41. Динамика на вкупната сува материја при складирање кај производната серија 21AC

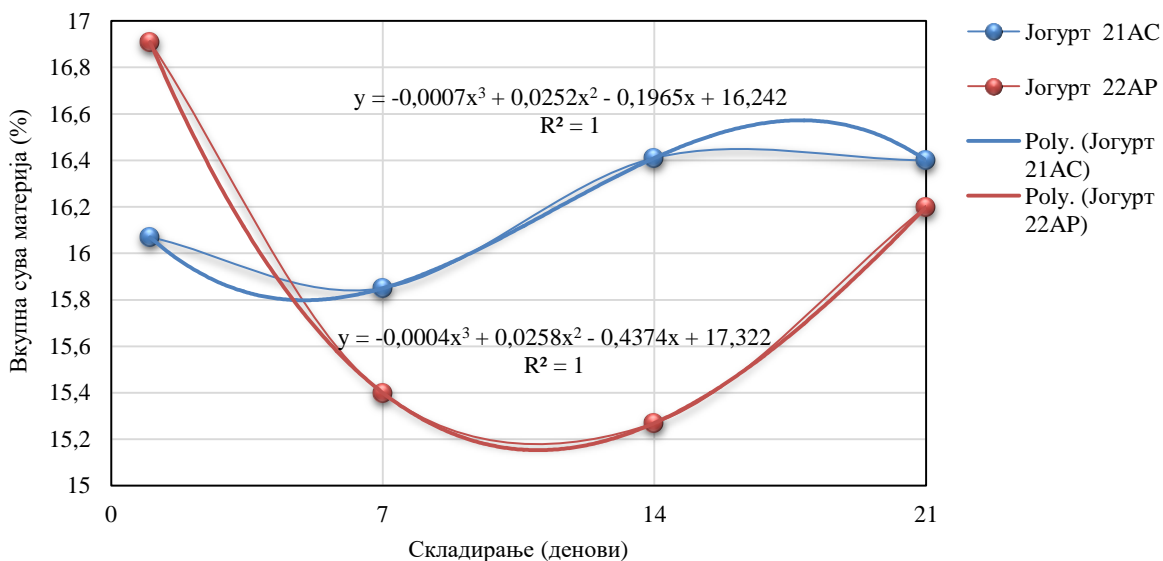
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	16,050	16,090	16,070	0,0283	0,18
7 ден	15,800	15,900	15,850	0,0707	0,45
14 ден	16,380	16,440	16,410	0,0424	0,26
21 ден	16,380	16,420	16,400	0,0283	0,17

Вкупната содржина на сува материја кај јогуртите од производната серија 21AC на 1-от ден изнесуваше 16,070 ± 0,0283%. Во текот на складирањето и чувањето вкупната содржина на сува материја на 7-от ден изнесуваше 15,850 ± 0,0707%, на 14-от ден беше 16,410 ± 0,0424% и на последното тестирање односно на 21-от ден 16,400 ± 0,0283%.

Табела 42. Динамика на вкупната сува материја при складирање кај производната серија 22AP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	16,880	16,940	16,910	0,0424	0,25
7 ден	15,400	15,400	15,400	0,000000	0,00
14 ден	15,230	15,310	15,270	0,0566	0,37
21 ден	14,71	17,69	16,20	2,11	13,01

Јогуртите од производната серија 21AP на 1-от ден од складирањето вкупната содржина на сува материја изнесуваше $10,220 \pm 0,0141\%$, на 7-от ден $10,140 \pm 0,0141\%$, на 14-от ден $10,450 \pm 0,0283\%$ и на 21-от ден вкупната содржина на сува материја изнесуваше $10,180 \pm 0,0141\%$. Графички приказ на вкупната сува материја на производните серии јогурти 21AC и 22 AP за време на складирање и чување на ладно е прикажан на Графикон 25.



Графикон 25. Динамика на содржината на вкупната сува материја за производните серии јогурти 21AC и 22 AP во текот на складирање

Функцијата за приближните вредности за вкупната содржина на сува материја за производната серија 21AC е претставена со кубна функција: $y = -0,0007x^3 + 0,0252x^2 - 0,1965x + 16,242$ и за 22AP е $y = -0,0004x^3 + 0,0258x^2 - 0,4374x + 17,322$.

Просечната вкупна содржина на сува материја во текот на 21 ден од складирање за производната серија јогурти 21AC беше $M=16,1825$, $SD=0,2721$ додека кај производната серија јогурти 22AP изнесуваше $M=15,945$, $SD=0,7635$. Функцијата за вкупната содржина на сува материја кај функционалниот јогурт покажа стабилност за време на складирањето, со одредени отстапувања (флукуации) во 14-тиот ден кај контролната серија јогурти.

Статистички значајна разлика за содржината на вкупната сува материја беше констатирана на 1-от, 14-от ден кај производните серии јогурти 21 AC и 22 AP: $t(1)=23,3$, $p=0,027$ односно $t(1)=22,80$, $p=0,028$, додека пак на 7-от и на 14-от ден не беше забележана статистичка разлика $t(1)=8,86$, $p=0,072$ односно $t(1)=0,13$, $p=0,915$ (Табела 43).

Табела 43. Примерок t тест на вкупната сува материја кај јогурти од аронија и јогурти од аронија со сурутка за време на складирањето¹

Вкупна сува материја (%)			
Период на складирање	21AC	22AP	p
Ден 1	16,07 ± 0,02	16,91 ± 0,04	*
Ден 7	15,85 ± 0,07	15,4 ± 0,007	ns
Ден 14	16,41 ± 0,04	15,27 ± 0,05	*
Ден 21	16,4 ± 0,02	16,2 ± 2,11	ns

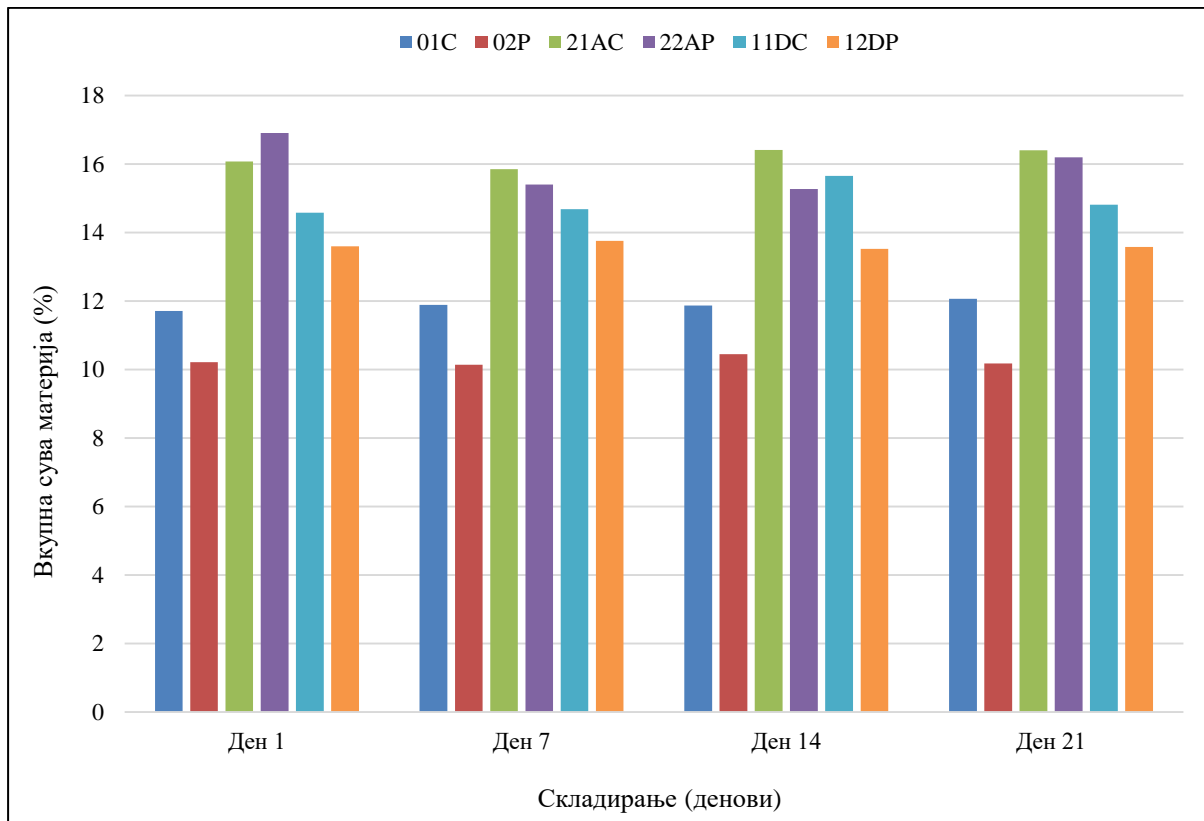
¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 21AC = јогурт; 22AP = јогурт со сурутка ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.5.4 Споредба на динамиката на вкупната сува материја кај функционалните јогурти

Компаративната анализа за содржината на вкупната сува материја помеѓу контролните и функционалните јогурти во текот на складирање е прикажана на Графикон 26. Вкупната сува материја во јогуртите со овошје се повисоки. Резултатите покажуваат дека на првиот ден од складирањето имало варијации во содржината на вкупната содржина на сува материја помеѓу производните серии на контролните и функционалните јогурт.

Додавањето сурутка во функционалните јогурти резултираше со помала содржина на вкупни суви материи, но во производните серии на функционалниот јогурт со аронија на првиот ден, вкупната сува материја беше повисока отколку во контролната. Ова може да биде резултат на поголемата содржина на овошје во функционалните јогурти бидејќи производот има помал вискозитет. Серијата јогурт 22AP имаше најголема содржина на вкупна сува материја, а серијата јогуртот 02P најниска содржина на сува материја.

На седмиот ден од складирањето, најмал процент на вкупна содржина на сува материја во споредба со другите јогурти е забележана во серијата јогурти 02P 10,14%, а најголем процент кај серијата 21AC 15,85%. Вкупната содржина на суви материи во производните серии на контролните и функционалните јогурти на 14-тиот ден беше во опсег од 10,45 – 16,41%. Содржината на сува материја во јогуртите го следеа истиот тренд за време на складирањето бидејќи резултатите беа комплементарни. Контролните и функционалните јогурти со аронија имааа поголема содржина на сува материја од јогуртите со јагода.



Графикон 26. Споредба во динамиката на вкупната сува материја кај контролните и функционалните јогурти во текот на складирање

Од претходно наведеното може да се заклучи дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти влијаеше врз вкупната содржина на сува материја во споредба со контролните јогурти. Вкупната содржина на сува материја во јогуртите беше помала кај функционалните јогурти со сурутка. Кај функционалните јогурти поголемо влијание имаше додавањето на сурутка во споредба со функционалните јогурти со овошје.

5.2.1.6 Динамика на вкупната содржина на млечни масти

5.2.1.6.1 Динамика на вкупната содржина на млечни масти кај производни серии на контролен и функционален јогурт со сурутка

Динамиката на содржината на млечни масти на сериите јогурти 01C и 02P е прикажана во табела 44 и 45. Табеларниот приказ ги покажува и максималните и минималните вредности за содржината на млечни масти кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 44. Динамика на содржината на млечна маст при складирање на производна серија јогурти 01С

Млечна маст (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	3,4000	3,4200	3,4100	0,0141	0,41
7 ден	3,4000	3,4300	3,4150	0,0212	0,62
14 ден	3,3300	3,4600	3,3950	0,0919	2,71
21 ден	3,3000	3,3200	3,3100	0,0141	0,43

Содржината на млечна маст во производната серија од јогурти 01С на првиот ден изнесуваше $3,4100 \pm 0,0141\%$, на 7-миот ден $3,4150 \pm 0,0212\%$, на 14-тиот ден $3,3950 \pm 0,0919\%$, а на 21-виот ден содржината на млечна маст изнесуваше $3,3100 \pm 0,0141\%$.

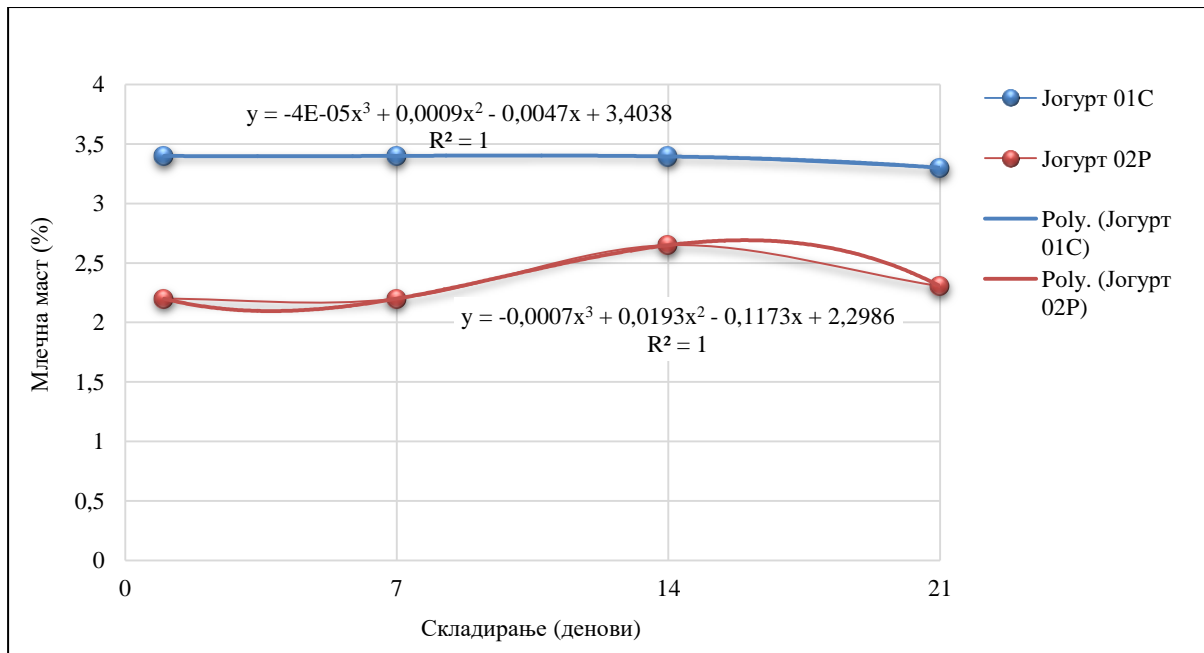
Табела 45. Динамика на содржината на млечна маст при складирање на производна серија јогурти 02Р

Млечна маст (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,2000	2,2200	2,2100	0,0141	0,64
7 ден	2,2000	2,2400	2,2205	0,0276	1,24
14 ден	2,6000	2,7000	2,6500	0,0707	2,67
21 ден	2,2500	2,3600	2,3050	0,0778	3,37

Просечната содржина на млечна маст на првиот ден функционалните јогурти со сурутка 02Р изнесуваше $2,2100 \pm 0,0141\%$, во текот на складирањето на 7-миот ден изнесуваше $2,2205 \pm 0,0276\%$, на 14-от ден $2,6500 \pm 0,0707\%$ и на 21-от ден $2,3050 \pm 0,0778\%$. Графичкиот приказ на просечната содржината на маст на јогуртите од сериите 01С и 02Р за време на складирањето во ладилник е прикажан на Графикон 27.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на млечна маст е кубна функција и истата за производната серија јогурти 01С е $-4E-05x^3 + 0,0009x^2 - 0,0047x + 3,4038$ односно за сериите 02Р е $y = -0,0007x^3 + 0,0193x^2 - 0,1173x + 2,2986$. Содржината на млечна маст во текот на 21 ден од складирање за серијата јогурти 01С изнесуваше $M=3,3738$, $SD=0,0246$, додека содржината на млечна маст кај серијата јогурти 02Р беше $M=2,339$, $SD=0,107\%$.

Функциите што ја претставуваат динамиката на содржината на млечните масти во производните серии кај функционалните јогурти покажуваат дека има отстапувања во содржината на масти за време на складирањето, но вредностите на сериите контролен јогурт биле речиси константни.



Графикон 27. Динамика на содржината на млечна маст за производните серии јогурти 01С и 02Р во текот на складирање

Рамнотежата на млечната маст што се одржува во функционалните јогурти е како што следува:

1. Млеко: 2,83гр во 100гр, се отстранува 25% млеко, се остава 2,1225гр млечна маст
2. Сурутка: 0,15g во 100 гр, се додава 25% во млекото, се додаваат 0,0375 гр млечна маст

Според **Aziznia et al., (2009)**, млечната маст е генерално препознаена како важен фактор за текстурата и вкусот на млечниот производ и како извор на масни киселини и соединенија за формирање на вкусот. Резултатите од истражувањата на **Krzeminski et al., (2014)**, покажуваат дека формацијата (врзувањето) на протеинот од сурутката и пектинот ја намалило самоасоцијацијата помеѓу протеините од сурутката. Како резултат на тоа се појавиле помали честички кои немаат влијае на структурните ефекти на протеините од сурутката во однос на цврстината и густината на јогуртот со малку масноти. Односно со додавањето на 25% сурутка и 75% млеко, содржината на млечна маст би била следнава: Млечна маст = 2,1225+0,0375=2,16 гр.

Статистички значајна разлика за содржината на млечна маст беше констатирана кај производните серии јогурти 01С и 02Р на првиот ден, седмиот ден и дваесет и првиот ден: $t(2)=84,85$, $p=0,000$, $t(1)=48,55$, $p=0,013$, односно $t(1)=17,98$, $p=0,035$, додека пак на 14-тиот ден не беше статистички значајна и тоа: $t(1)=9,08$, $p=0,070$.

Додавањето на сурутка во кај оваа група функционални јогурти ја намали содржината на млечната маст за 1% (Табела 46).

Табела 46. 2-Примерок t тест за содржината на млечна маст кај јогурти и јогурти од сурутка за време на складирањето¹

Млечна маст (%)			
Период на складирање	01C	02P	p
Ден 1	3,41 ± 0,0141	2,21 ± 0,0141	***
Ден 7	3,41 ± 0,0212	2,22 ± 0,0276	**
Ден 14	3,39 ± 0,09	2,65 ± 0,07	ns
Ден 21	3,31 ± 0,0141	2,3 ± 0,07	*

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 01C = јогурт;
 02P = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.6.2 Динамика на содржината на млечна маст кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од јагоди со сурутка

Резултатите за динамиката на содржината на млечна маст кај производните серии 11DC и 12DP се прикажани во Табела 47 и 48. Пресметани се min, макс, \bar{x} , SD и CV за содржината на млечна маст кај контролните и функционалните серии јогурти за време на складирањето.

Табела 47. Динамика на содржината на млечна маст при складирање на производната серија јогурти 11DC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,4200	2,6400	2,530	0,156	6,15
7 ден	2,8000	2,8500	2,825	0,0354	1,25
14 ден	2,7000	2,8000	2,7500	0,0707	2,57
21 ден	3,2000	3,3000	3,2500	0,0707	2,18

За време на складирањето во ладилник, содржината на млечна маст на јогуртите од серијата 11DC изнесуваше: 1 ден 2,530 ± 0,156%, на 7 ден 2,825 ± 0,0354%, на 14 ден беше 2,75 ± 0,0707% и на 21-от ден 3,25 ± 0,0707%. Кај производните серии јогурти 12DP содржината на млечна маст на првиот ден беше 2,2000 ± 0,0354%, на 7-миот ден 2,05 ± 0,0707%, на 14-тиот ден 2,27 ± 0,0354% и на 21-виот ден содржината на млечна маст изнесуваше 1,95 ± 0,0707%.

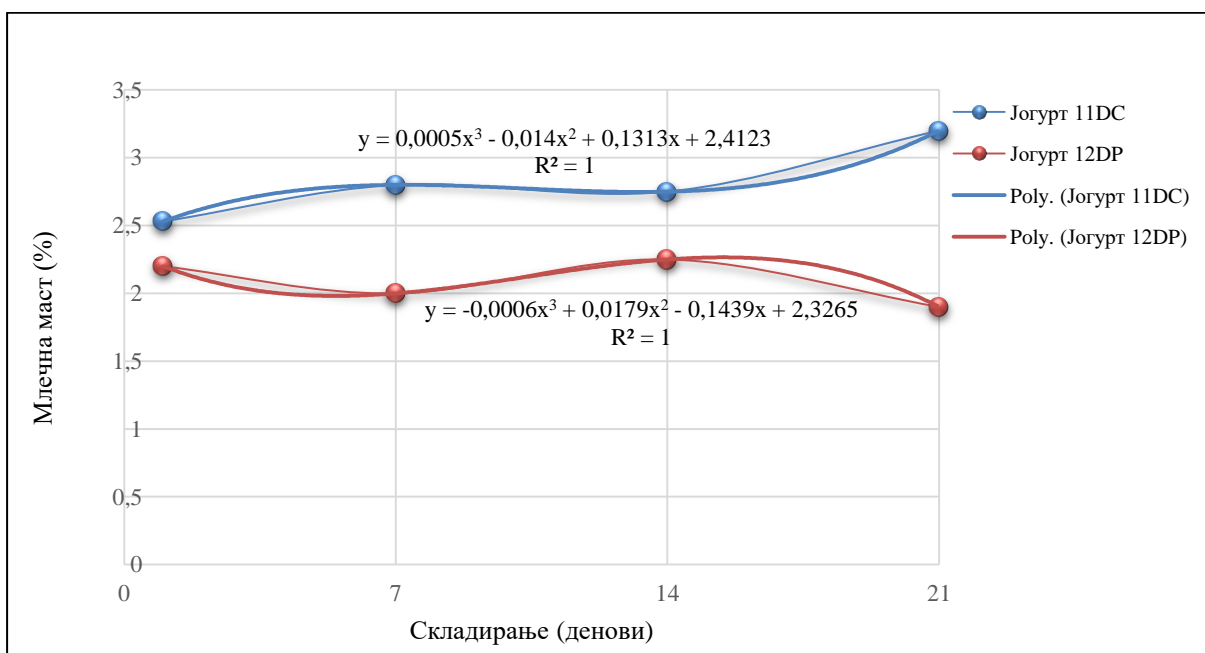
Табела 48. Динамика на содржината на млечна маст при складирање на јогуртите од серијата 12DP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,2000	2,2500	2,2250	0,0354	1,59
7 ден	2,0000	2,1000	2,0500	0,0707	3,54
14 ден	2,2500	2,3000	2,2700	0,0354	1,55
21 ден	1,9000	2,0000	1,9500	0,0707	3,63

На Графикон 28 даден е графички приказ за содржината на млечна маст кај производните серии 11DC и 12DP за време на чување на ладно.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на вода е кубна функција и истата за производната серија јогурти 11DC е $y = 0,0005x^3 - 0,014x^2 + 0,1313x + 2,4123$ односно за 12DP е $y = -0,0006x^3 + 0,0179x^2 - 0,1439x + 2,3265$.

Просечната содржината на млечна маст во текот на 21 ден од складирање кај јогуртите од производната серијата 11DC беше $M=2,820$, $SD=0,140$ додека кај јогуртите од производната серијата 12DP беше $M=2,0875$, $SD=0,0826$.



Графикон 28. Динамика на содржината на млечна маст за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Статистички значајна разлика за содржината на млечна маст беше констатирана кај производните серии јогурти 11DC и 12DP на 1-от и 14-от ден од складирање и тоа: $t(1)=2,7$, $p=0,226$, и $t(1)=8,50$, $p=0,075$, додека на 7-от и 21-от ден од складирање не се

покажа статистички значајна разлика $t(1)=13,86$, $p=0,046$ и $t(1)=18,38$, $p=0,003$ (Табела 49). Додавањето сурутка кај функционалните јогурти со јагода влијаеше на намалување на вкупната содржина на млечни масти за 0,8% во однос на контролната.

Табела 49. 2-Примерок t тест за содржината на млечна маст кај јогурти од јагода и јогурти од јагода со сурутка за време на складирањето ¹

Млечна маст (%)			
Период на складирање	11DC	12DP	p
Ден 1	2,53 ± 0,156	2,225 ± 0,0354	ns
Ден 7	2,825 ± 0,0354	2,05 ± 0,07	*
Ден 14	2,75 ± 0,07	2,27 ± 0,0354	ns
Ден 21	3,25 ± 0,07	1,95 ± 0,07	**

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 11DC = јогурт; 12DP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.6.3 Динамика на содржината на млечна маст кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Резултатите од динамиката на содржината на млечна маст кај производните серии 21AC и 22AP се прикажани во Табела 50 и 51. Пресметани се мин, макс, \bar{x} , SD и CV за содржината на млечна маст кај контролните и функционалните серии јогурти за време на складирањето, како што е прикажано погоре.

Табела 50. Динамика на содржината на млечна маст при складирање на производната серија јогурти 21AC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,3650	2,4750	2,4200	0,0778	3,21
7 ден	2,9700	3,0800	3,0250	0,0778	2,57
14 ден	3,3000	3,4000	3,3500	0,0707	2,11
21 ден	3,0000	3,1000	3,0500	0,0707	2,32

За време на чување јогуртите од серијата 21AC на ладно, содржината на млечна маст изнесуваше: 1 ден 2,42 ± 0,0778%, на 7 ден 3,025 ± 0,0778%, на 14 ден 3,35 ± 0,0707% и на 21-от ден содржината на млечна маст изнесуваше 3,05 ± 0,0707%.

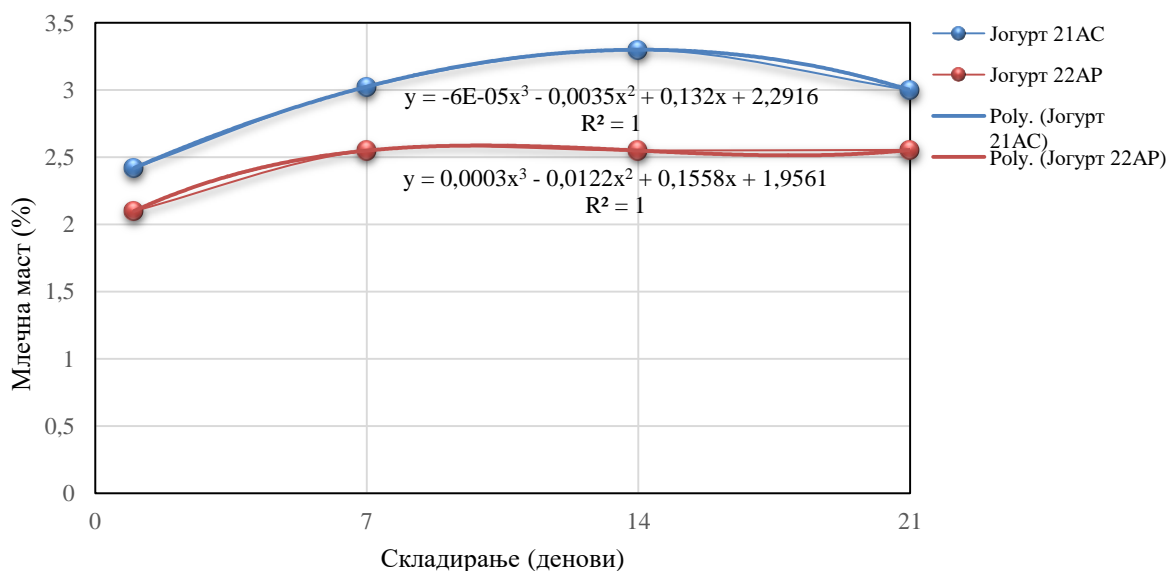
Табела 51. Динамика на содржината на млечна маст при складирање на производната серија јогурти 22AP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,1000	2,1500	2,1250	0,0354	1,66
7 ден	2,4800	2,6200	2,5500	0,0990	3,88
14 ден	2,5000	2,5500	2,5250	0,0354	1,40
21 ден	2,5300	2,5800	2,5550	0,0354	1,38

Кај производните серии јогурти 22AP содржината на млечна маст на првиот ден од складирањето изнесуваше $2,125 \pm 0,0354\%$, на 7-миот ден $2,55 \pm 0,099\%$, на 14-тиот ден $2,525 \pm 0,0354\%$, а на 21-виот ден содржината на млечна маст беше $2,555 \pm 0,0354\%$. На Графикон 29 е даден графички приказ за содржината на млечна маст кај производните серии 21AC и 22AP за време на чување на ладно.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на млечна маст е кубна функција и истата за производната серија јогурти 21AC е $y = -6E-05x^3 - 0,0035x^2 + 0,132x + 2,2916$ односно за серијата 22AP е $y = 0,0003x^3 - 0,0122x^2 + 0,1558x + 1,9561$.

Просечната содржина на млечна маст во текот на 21 ден од складирање за производните серии јогурти 21AC изнесуваше $M=2,936$, $SD=0,370\%$ додека во производните серии јогурти 22AP изнесуваше $M=2,439$, $SD=0,226$.



Графикон 29. Динамика на содржината на млечна маст за производните серии јогурти 21AC и 22AP во текот на складирање

Констатирана е статистички незначајна разлика на 1-от ден, 7-от и 21-от ден, за

содржината на млечна маст на производните серии 01С и 02Р: $t(1)=4,88$, $p=0,129$, $t(1)=5,34$, $p=0,118$ односно $t(1)=8,85$, $p=0,072$ (Табела 52). На 14-тиот ден разликата беше статистички значајна односно $t(1)=14,76$, $p=0,043$.

Сурутката содржи многу ниска содржина на масти со што нејзиното додавање резултира со намалување за 0,5% во содржината на млечна маст во производните серии кај функционалните јогурти со аронија.

Табела 52. 2-Примерок t тест за содржината на млечна маст кај јогуртите со аронија и јогуртите со аронија и сурутка за време на складирањето¹

Млечна маст (%)			
Период на складирање	21AC	22AP	p
Ден 1	2,42 ± 0,07	2,1 ± 0,000	ns
Ден 7	3,02 ± 0,07	2,55 ± 0,09	ns
Ден 14	3,3 ± 0,000	2,55 ± 0,000	*
Ден 21	3,0 ± 0,007	2,55 ± 0,035	ns

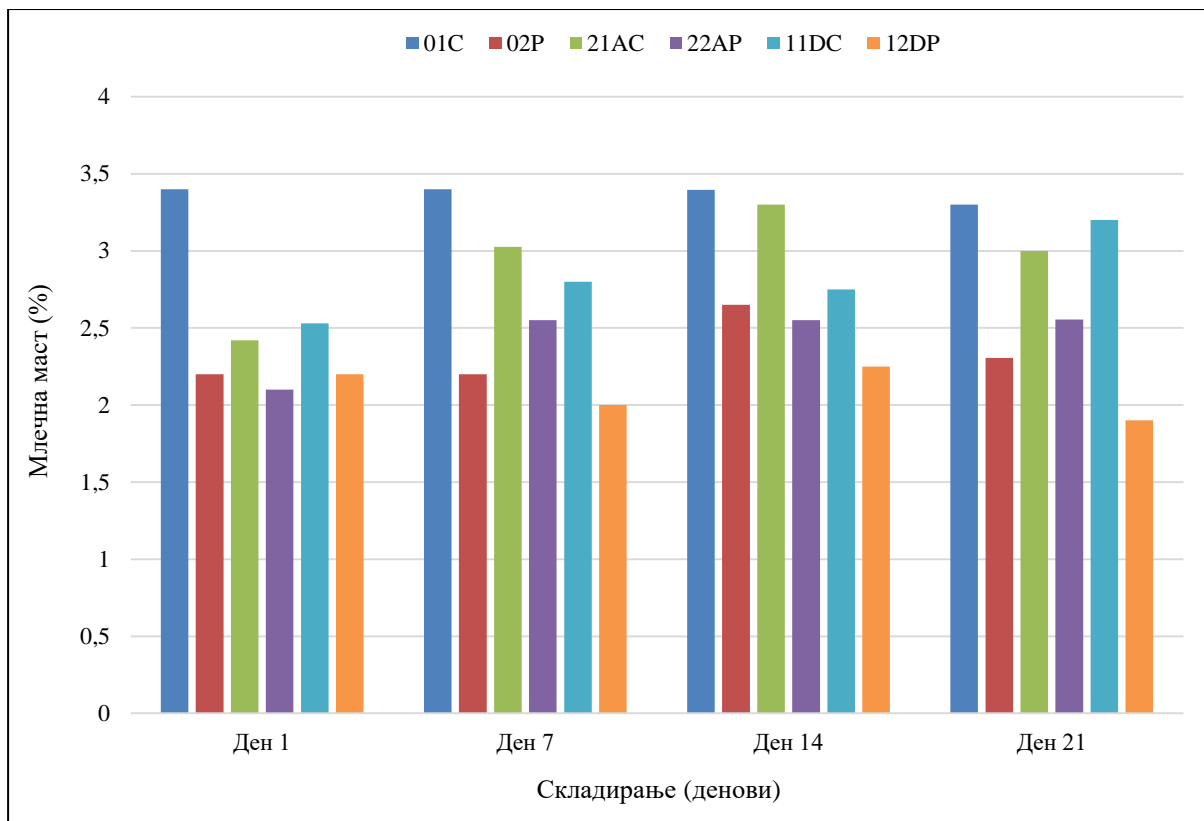
¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 21AC = јогурт; 22AP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.6.4 Споредба во динамиката на млечната маст кај функционалните јогурти

Компаративната анализа за содржината на млечна маст помеѓу производните серии контролни и функционални јогурти во текот на складирањето е прикажана на Графикон 30. Содржината на млечни масти беше поголема кај контролните јогурти. Резултатите покажуваат дека на првиот ден од контролното складирање јогуртите имале поголема содржина на млечни масти.

Додавањето на сурутка во сериите од функционалните јогурти ја намали содржината на млечни масти. Сериите 01С имаат најголема концентрација на млечна маст 3,4%, а функционалните јогурти со аронија најниска содржина на млечна маст 2,1%.

На седмиот ден од складирањето, најмал процент (2%) на млечна маст во споредба со другите јогурти е забележан кај серијата 12DP, а најголем процент кај серијата 01С 2,4%. Содржината на млечни масти кај контролните и функционалните јогурти на 14-тиот ден се движеше од 2,25 – 3,395%. На последниот ден од складирањето, забележана е слична процентуална содржина на млечни масти.



Графикон 30. Споредба во динамиката на млечна маст кај производните серии контролни и функционални јогурти во текот на складирањето

Во истражувањето (**Dias, 2020**) испитуван е ефектот на намалувањето на додадениот шеќер и млечните масти врз прифаќањето на пробиотскиот јогурт од страна на потрошувачите. Од резултатите на истражувањето биле забележани значајни разлики меѓу примероците за 8 (осум) од 15-те тестирана својства, првенствено за вкус и текстура, при што од истите дошол до заклучок дека е можно да се намали содржината на масти во јогуртот, бидејќи таквото намалување го зголемува интересот за прифаќање од потрошувачите од една страна, но не и намалувањето на шеќерот од друга страна.

Како заклучок од резултатите на нашето истражување може да се наведе дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти влијае врз содржината на млечни масти. Разликите кои се забележани произлегуваат од ниската содржина на млечни масти во сурутката 0,13 – 0,15%. Функционалните јогурти со сурутка може да се продаваат како производи со намалена содржина на масти.

5.2.1.7 Динамика на титрациона киселост ($^{\circ}\text{SH}$)

5.2.1.7.1 Динамиката на титрациона киселост ($^{\circ}\text{SH}$) кај производните серии контролни и функционални јогурти со сурутка

Динамиката на титрациона киселост за производните серии јогурти 01C и 02P е прикажана во табела 53 и 54. Пресметани се и прикажани просечните вредности за титрационата киселост $^{\circ}\text{SH}$ кај производните серии на контролниот и функционалниот јогурт во текот на складирањето како и максималните и минималните вредности на титрационата киселост $^{\circ}\text{SH}$ и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 53. Динамика на киселост на производна серија јогурти 01C при складирање

Киселост ($^{\circ}\text{SH}$)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	34,8	35,0	34,90	0,141	0,41
7 ден	35,0	36,0	35,5	0,707	1,99
14 ден	35,84	35,85	35,845	0,007	0,02
21 ден	36,6	36,6	36,6	0,00	0,00

Во текот на складирањето титрационата киселоста кај производната серија од јогурти 01C на првиот ден изнесуваше $34.90 \pm 0.141^{\circ}\text{SH}$, на 7-миот ден $35,5 \pm 0,707^{\circ}\text{SH}$, на 14-тиот ден $35,845 \pm 0,007^{\circ}\text{SH}$, а на 21-виот ден содржината на титрационата киселост изнесуваше $36,6 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$.

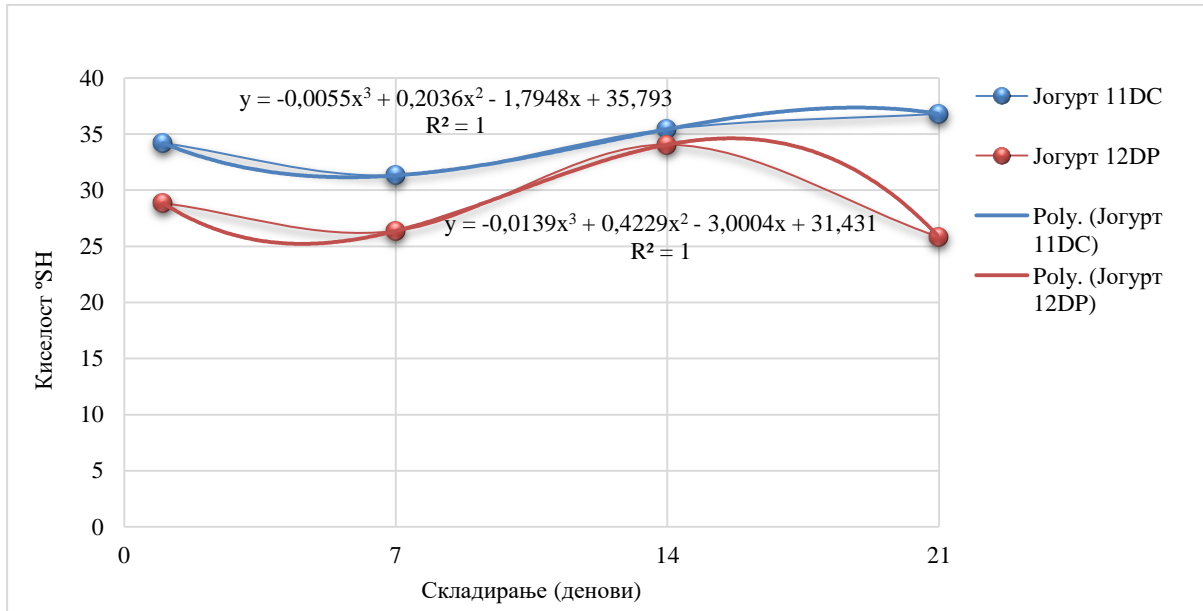
Табела 54. Динамика на киселост на производна серија јогурти 02P при складирање

Киселост ($^{\circ}\text{SH}$)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	31,00	31,20	31,10	0,141	0,45
7 ден	32,00	32,00	32,00	0,00	0,00
14 ден	31,60	31,80	31,70	0,141	0,45
21 ден	33,60	33,60	33,60	0,00	0,00

Во текот на складирањето титрационата киселоста кај производната серија од јогурти 02P на првиот ден беше $31,10 \pm 0,141^{\circ}\text{SH}$, на 7-миот ден беше $32,00 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$, на 14-тиот ден беше $31,70 \pm 0,141^{\circ}\text{SH}$, а на 21-виот ден содржината на титрационата киселост изнесуваше $33,60 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$.

Графичкиот приказ за титрационата киселост на јогуртите од сериите 01C и 02P за време на складирањето во ладилник е прикажан на Графикон 31.

Функцијата која ги представува приближните вредности за титрационата киселост за производната серија јогурти 01C е $y = 0,0812x + 34,839$, односно за производната серија 02P е $y = 0,0017x^3 - 0,0526x^2 + 0,4913x + 31,89$.



Графикон 31. Динамика на титрационата киселост за производните серии јогурти 01C и 02P во текот на складирање

Просечната титрациона киселост во текот на 21 ден од складирањето за производната серија јогурти 01C изнесуваше $M=35,711$, $SD=0,710$ додека титрациона киселост за производната серија 02P беше $M=32,1\%$, $SD=1,068$. Кај контролните сериите јогурт имаше прогресивно зголемување на киселоста, но додавањето на сурутка во функционалниот јогурт резултираше со помала титрациона киселост за време на складирањето. Резултатите покажуваат високи отстапувања, бидејќи вискозноста на функционалниот јогурт предизвикува промена на бојата побрзо отколку кај контролниот јогурт што резултира со помала киселост. Резултатите од активна киселост треба да ги потврдиме со потенциометрискиот метод.

Cais-Sokolińska et al., (2002) покажаа дека за време на складирањето, титрационата киселост се зголемила од $37,14$ °SH (директно по производството) на $44,51$ °SH (по 3 недели складирање) во природен јогурт со концентрат од протеин од сурутка (WPC 60).

5.2.1.7.2 Динамика на титрациона киселост ($^{\circ}\text{SH}$) кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од јагоди со сурутка

Динамиката на титрационата киселоста кај производните серии 11DC и 12DP е прикажана во Табела 55 и 56. Беа пресметани мин, макс, \bar{x} , SD и CV вредностите за титрационата киселост кај производните серии на контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето како што е претходно објаснето.

Табела 55. Динамика на киселост на производна серија јогурти 11DC при складирање

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	33,784	34,608	34,196	0,583	1,70
7 ден	31,312	31,312	31,312	0,00	0,00
14 ден	35,432	35,432	35,432	0,00	0,00
21 ден	36,805	36,805	36,805	0,00	0,00

Во текот на складирањето титрационата киселоста кај производната серија од јогурти 11DC на првиот ден изнесуваше $34,196 \pm 0,583^{\circ}\text{SH}$, на 7-миот ден $31,312 \pm 0,0^{\circ}\text{SH}$, на 14-тиот ден $35,432 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$, а на 21-виот ден содржината на титрационата киселост изнесуваше $36,805 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$.

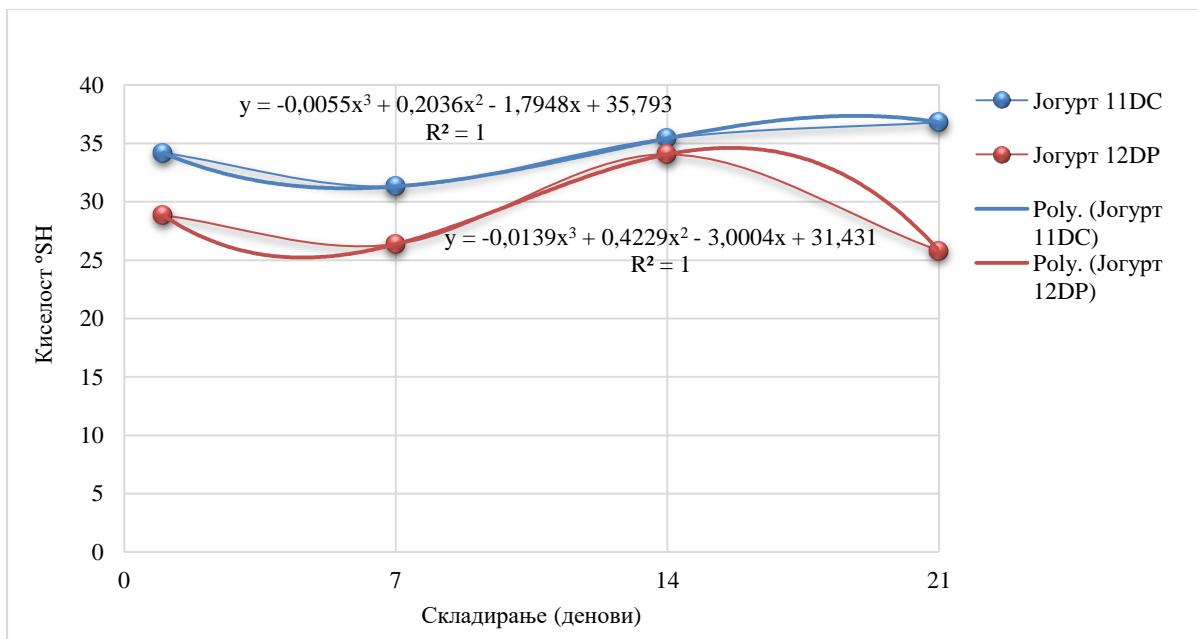
Табела 56. Динамика на киселост на производна серија јогурти 12DP при складирање

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	28,840	28,840	28,840	0,00	0,00
7 ден	26,368	26,368	26,368	0,00	0,00
14 ден	34,059	34,059	34,059	0,00	0,00
21 ден	25,819	25,819	25,819	0,00	0,00

Во текот на складирањето титрационата киселоста кај производната серија од јогурти 12DP на првиот ден изнесуваше $28,840 \pm 0,0^{\circ}\text{SH}$, на 7-миот ден $26,362 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$, на 14-тиот ден $34,059 \pm 0,0^{\circ}\text{SH}$, а на 21-виот ден титрационата киселост изнесуваше $25,819 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$.

Графичкиот приказ за титрационата киселост на јогуртите од сериите 11DC и 12DP за време на складирањето во ладилник е прикажан на Графикон 32.

Функцијата која ги представува приближните вредности за титрационата киселост за производната серија јогурти 11DC е $y = -0,0055x^3 + 0,2036x^2 - 1,7948x + 35,793$, односно кај 12DP е $y = -0,0139x^3 + 0,4229x^2 - 3,0004x + 31,431$.



Графикон 32. Динамика на титрационата киселост за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Титрационата киселост во текот на 21 ден од складирањето за производната серија јогурти 11DC изнесуваше $M=34,44$, $SD=2,34$ титрационата киселост на јогуртите од серијата 12DP беше $M=28,77$, $SD=3,76^{\circ}SH$.

Резултатите од титрационата киселост не се сигурни и веродостојни во однос на (21-от ден, $25,819^{\circ}SH$) поради фактот што дојде до сличности кај бојата на јогуртите од јагоди и употребениот фенолфталеинот за време на титрирањето. Во овој случај потребно е да се потврдат резултатите со активната киселост.

5.2.1.7.3 Динамика на титрациона киселост ($^{\circ}SH$) кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Динамиката на титрационата киселоста кај производните серии 21AC и 22AP е прикажана во Табела 57 и 58. Беа пресметани мин, макс, \bar{x} , SD и CV вредностите за титрационата киселост кај производните серии на контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето како што беше претходно објаснето.

Табела 57. Динамика на киселост на производна серија јогурти 21АС при складирање

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	35,707	35,707	35,707	0,00	0,00
7 ден	32,273	32,960	32,617	0,486	1,49
14 ден	27,879	28,565	28,222	0,486	1,72
21 ден	31,312	31,312	31,312	0,00	0,00

Во текот на складирањето титрационата киселоста кај производната серија од јогурти 21АС на првиот ден изнесуваше $35,707 \pm 0,0^{\circ}\text{SH}$, на 7-миот ден беше $32,617 \pm 0,486^{\circ}\text{SH}$, на 14-тиот ден беше $28,222 \pm 0,486^{\circ}\text{SH}$, а на 21-виот ден содржината на титрационата киселост изнесуваше $31,312 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$.

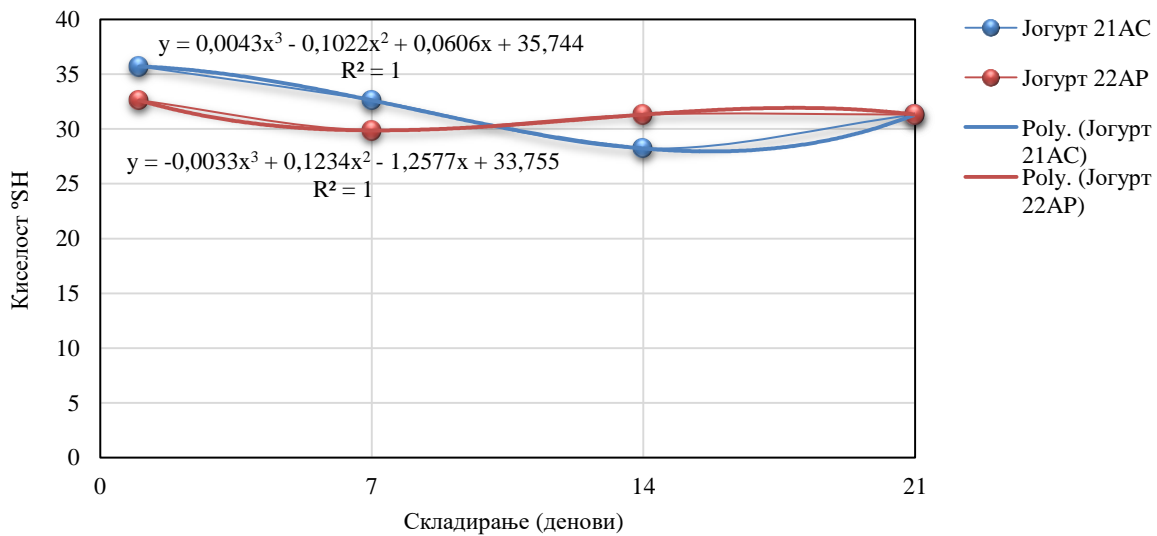
Табела 58. Динамика на киселоста при складирање на производна серија јогурти 22АР

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	32,273	32,960	32,617	0,486	1,49
7 ден	29,527	30,213	29,870	0,486	1,63
14 ден	31,312	31,312	31,312	0,00	0,00
21 ден	31,312	31,312	31,312	0,00	0,00

Кај производната серија од јогурти 22АР во текот на складирањето титрационата киселоста на првиот ден беше $32,617 \pm 0,486^{\circ}\text{SH}$, на 7-миот, на 14-тиот ден и на 21-виот ден содржината на титрационата киселост изнесуваше $29,870 \pm 0,486^{\circ}\text{SH}$, $31,312 \pm 0,0^{\circ}\text{SH}$, односно $31,312 \pm 0,00^{\circ}\text{SH}$, соодветно.

Графикон 33 го прикажува графичкиот приказ на моделот за титрациона киселост на производните серии 21АС и 22АР за време на складирањето во ладилник. Функцијата која ги представува приближните вредности за титрационата киселост е кубна функција и истата за производната серија јогурти 21АС е $y = 0,0043x^3 - 0,1022x^2 + 0,0606x + 35,744$, односно за 22АР е $y = -0,0033x^3 + 0,1234x^2 - 1,2577x + 33,755$.

Титрационата киселост во текот на 21 ден од складирање за производната серија јогурти 21АС беше $M=31,96$, $SD=3,10$ односно за производната серија јогурти 22АР $M=31,278$, $SD=1,122$. Резултатите од титрационата киселост не се сигурни поради фактот што дојде до сличности кај бојата на јогуртите од аронија и употребениот фенолфталеинот за време на титрирањето. Во овој случај потребно е да се потврдат резултатите со активната киселост на производите.



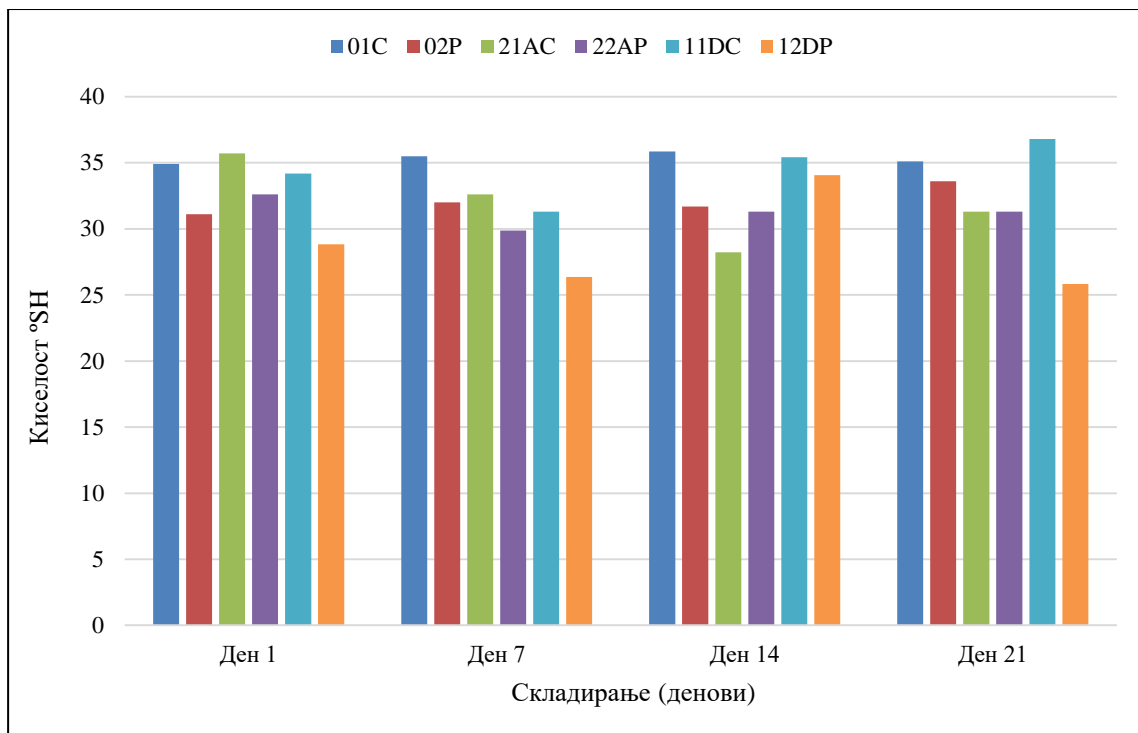
Графикон 33. Динамика на киселоста при складирање на производна серија јогурти 21AC и 22AP

5.2.1.7.4 Споредување на динамиката на титрационата киселост (°SH) кај производните серии функционални јогурти

Графичкиот приказ на титрационата киселост на производните серии на контролните и функционалните јогурти за време на складирањето е прикажан на Графикон 34. Резултатите покажуваат дека на првиот ден контролните јогурти во текот на складирањето имале повисока титрациона киселост. Највисока титрациона киселост од 35,71°SH беше забележана кај производните серии јогурти 21AC, а најниска кај сериите функционални јогурти со јагода од 28,84°SH.

На седмиот ден од складирањето, титрационата киселост кај производните серии јогурти 21AC имаше најголема титрациона вредност од 35,5°SH во споредба со другите јогурти, а најниската беше констатирана кај производните серии јогурти 12DP и изнесуваше 26,37°SH. Содржината на млечната маст кај контролните и функционалните серии јогурти на 14-тиот ден се движеше од 28,222 – 35,845%. На 21 ден од складирањето, титрационата киселост покажа отстапување во споредба со претходниот период. Од изнесеното може да се заклучи дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти позитивно влијаеше врз титрационата киселост, но треба да се дискутира заедно со резултатите за рН вредноста.

Како заклучок земајќи ги предвид резултатите на 21-от ден од складирањето титрационата киселост на производите е во согласност со одредбите од Правилникот (Сл. Весник на РМ. бр.96/2011), која не треба да биде поголема од 45°SH.



Графикон 34. Споредување на динамика на киселоста при складирање кај контролните и функционалните производните серии јогурти

5.2.1.8 Динамика на активната киселост (*pH*)

5.2.1.8.1 Динамиката на активната киселост (*pH*) кај производните серии контролни и функционални јогурти со сурутка

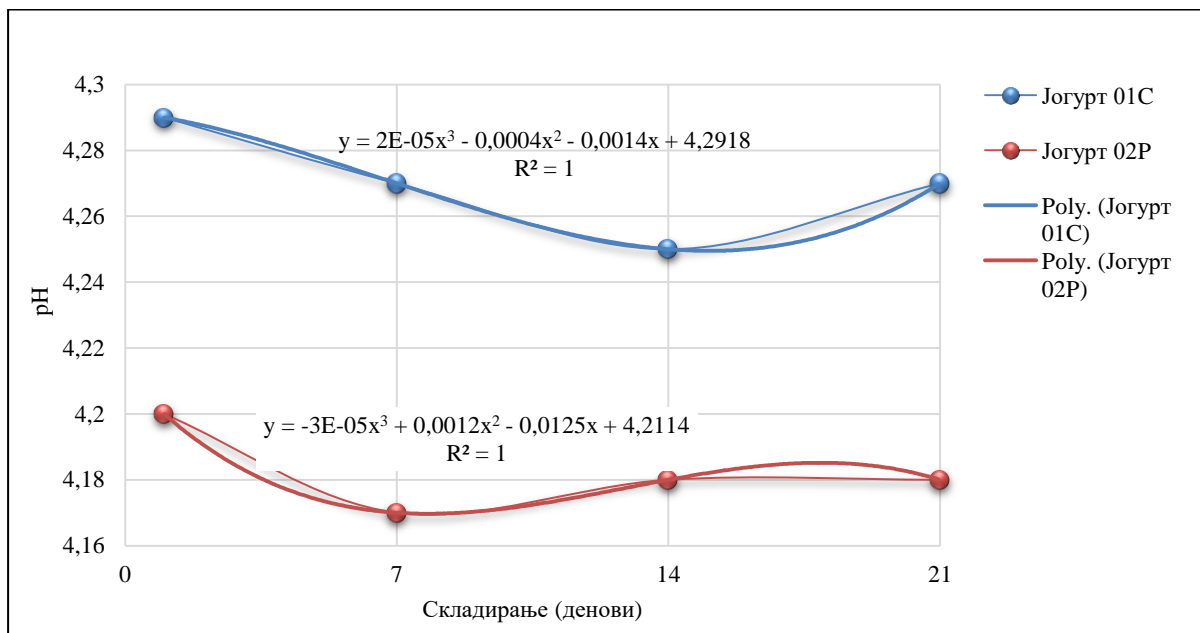
Графички приказа за динамиката на активната киселост во текот на складирањето за производните серии јогурти 01C и 02P е прикажан на Графикон 35.

Од презентираниите резултати може да се заклучи дека на првиот ден од складирање производните серии 01C имале повисока *pH* вредност од функционалните јогурти 02P.

На седмиот ден од складирањето, серијата 01C утврдена е повисока *pH* вредност во споредба со 02P $pH=4,27$, односно $pH=4,17$. На 14-тиот ден, *pH* вредностите за контролните и функционалните јогурти изнесуваа $pH=4,25$ соодветно $pH=4,18$. Во овој период, од 7-ми до 14-тиот ден, немаше значителна промена во *pH* вредноста на јогуртите.

За време на продолженото складирање, јогуртите имаа тенденција да ја зголемат киселоста и да ја намалат *pH* вредноста. На 21-от ден, вредноста на *pH* за 01C и 02P во споредба со претходно испитуваниот период беше многу стабилна. Кај производната серија јогурти 02P активната киселост изнесуваше $pH=4,18$ и кај производната серија 01C $pH=4,27$.

Функцијата која ги представува приближните вредности за активната киселост е претставена со кубна функција, која за рН вредноста на серијата 01С е $y = 2E-05x^3 - 0,0004x^2 - 0,0014x + 4,2918$ и за 02Р е $y = -3E-05x^3 + 0,012x^2 + 0,0125x + 4,2114$. Функцискиот модел на рН вредноста за јогуртите 01С и 02Р при складирање (денови) беше полиномен со вредност $R^2 = 1$, што ја потврдува статистичката значајност на овој модел.



Графикон 35. Динамика на активната киселост за производните серии јогурти 01С и 02Р во текот на складирање

Активната киселост (рН) во текот на 21 ден од складирање за производните серии јогурт 01С изнесуваше $M=4,265$, $SD=0,016$, додека на производните серии јогурт 02Р активната киселост (рН) изнесуваше $M=4,17$, $SD=0,012$.

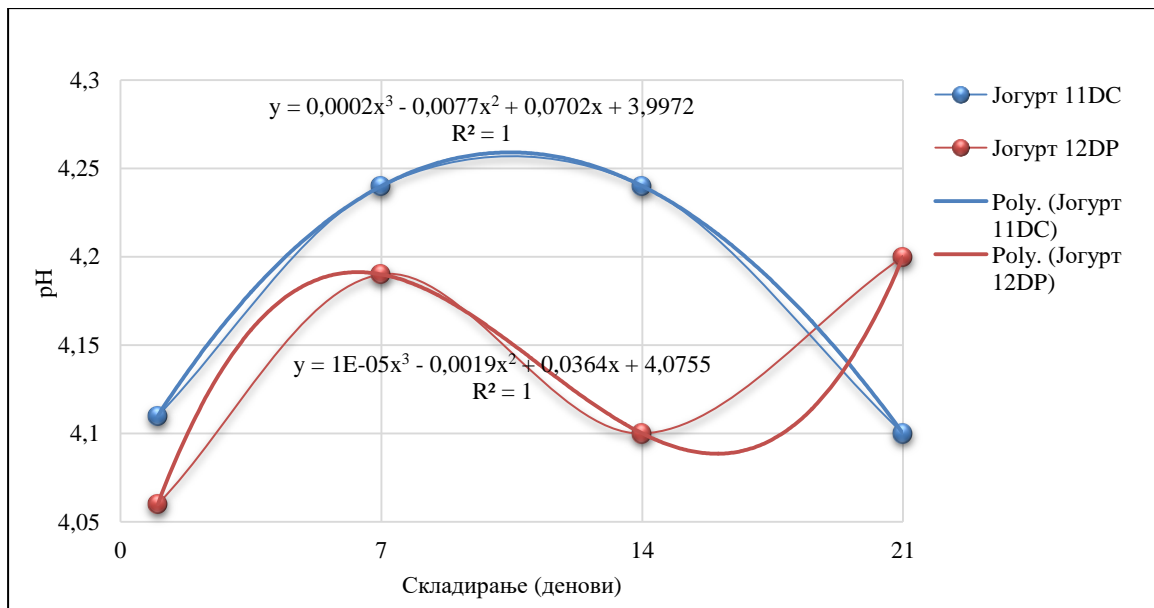
Како заклучок може да се констатира дека додавањето сурутка во функционалните јогурти влијаеше на рН вредноста во споредба со контролните јогурти, во првите две недели од складирањето 0,07 – 0,10, а на последниот ден разликата беше 0,09. Активната киселост (рН) кај контролните и функционалните јогурти се разликува. Додавањето сурутка кај производните серии функционални јогурти ја намалува рН вредноста на истиот.

Истражувањето на **Cais-Sokolińska et al., (2002)** покажува дека јогуртите со концентрат на протеин од сурутка (WPC 60) се карактеризираат со значително намалување на активната киселост од $pH=4,48$ измерена директно по производството и

pH=4,07 по 3 недели од складирањето. Јогурт со 10% концентрирана сурутка на денот на производство имала активна киселост од $4,41 \pm 0,023$, на 7-от ден од $4,26 \pm 0,015$, на 14-от ден од $4,08 \pm 0,018$ и на 21-от ден од $3,70 \pm 0,023$ (Rashid et al., 2019).

5.2.1.8.2 Динамика на активната киселост (pH) кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од јагоди со сурутка

Графичкиот приказ за pH за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање и ладење е прикажан на Графикон 36. На првиот ден од складирањето кај контролните производни серии јогурти 11DC беше констатирана повисока pH вредност од функционалните серии јогурти 12DP. На 7-миот ден, јогуртите од серијата 11DC имаа повисока pH вредност во споредба со јогуртите од серијата 12DP и тоа: pH=4,24, односно pH=4,19, соодветно. На 14-тиот ден, pH вредноста на контролниот и функционалниот јогурт изнесуваше pH=4,24 и pH=4,10, соодветно. Тоа покажува дека во овој период нема значителна промена во pH вредноста на јогуртите.



Графикон 36. Динамика на pH за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Активната киселост опаѓа во текот на складирањето на јогуртите. На 21-от ден, имаше отстапувања за вредноста на pH кај производни серии јогурти 11DC и 12DP во споредба со претходно испитуваниот период. Таквите отстапување се должат на добивање на повисоки вредности за pH кај сериите функционални јогурти. Производни серии јогурти 12DP имаа pH=4,20, односно pH=4,10 измерена кај производните серии

јогурти 11DC. Функцијата која ги представува приближните вредности за активната киселост е претставена со кубна функција, која за производната серија 11DC е $y = 0,0002x^3 - 0,0077x^2 + 0,0702x + 3,9972$ и за 12DP е $y = 1E-05x^3 - 0,0019x^2 + 0,0364x + 4,0755$.

Функцискиот модел на рН за јогуртите 11DC и 12DP за време на складирањето (денови) покажува високи флукуации. Како што можеме да се види, резултатите од активна киселост (рН) се посигурни и се не во согласност со титрационата киселост. Активната киселост (рН) во текот на складирање од 21 ден за производната серија јогурти 11DC изнесуваше $M=4,15$, $SD=0,058$, додека активната киселост (рН) на јогуртите 12DP изнесува $M=4,065$, $SD=0,052$.

Додавањето на концентрат на протеин од сурутка (WPC) во јогуртот го зголемува пуферскиот капацитет на околу рН 4 и ефектот на WPC врз бавната ацидификација во пробиотскиот јогурт може да придонесе за продолжување на рокот на траење на производот, кој обично е ограничен од прекумерно закиселување (**Akalin et al., 2007**).

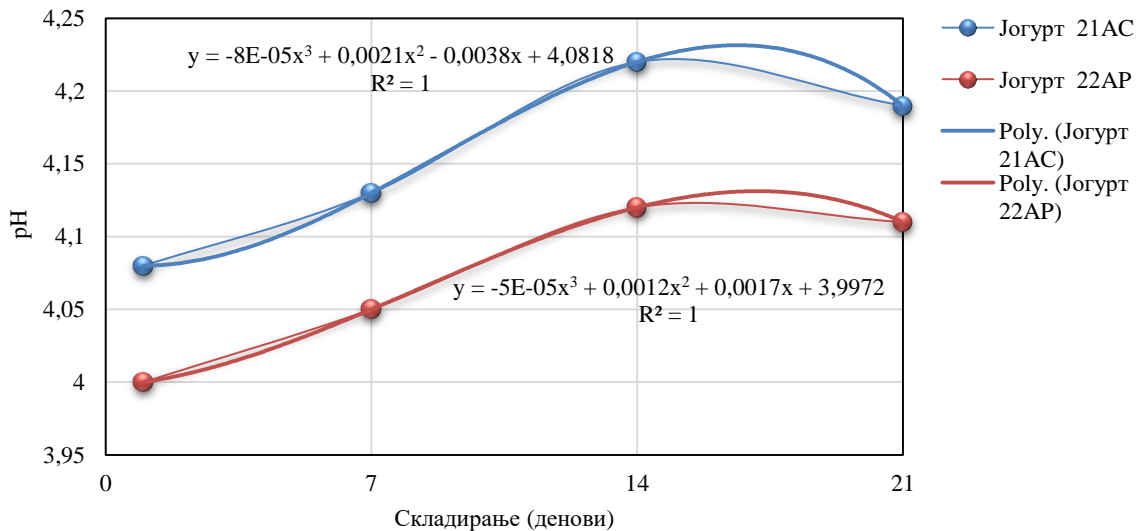
Додавањето на течна сурутка пред ферментацијата има сличен ефект врз резултатите од рН вредноста за време на складирањето од 21 ден.

Од изнесеното може да се констатира дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти влијаеше на рН вредноста во споредба со контролните јогурти и во првите две недели од складирањето беше помала 0,05 – 0,14 единици, односно на последниот ден од складирањето разликата во рН вредноста на контролните и функционалните производни серии беше за 0,1 единица повисока кај функционалните јогурти. Генерално, контролните и функционалните јогурти покажуваат разлики во активната киселост (рН) т.е. додавањето сурутка ја намалува рН вредноста на функционалниот јогурт.

5.2.1.8.3 Динамика на активната киселост (рН) кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Графичкиот приказ на рН кај производните серии јогурти 21AC и 22AP во текот на складирањето и ладењето е прикажан на Графикон 37. Може да се заклучи дека на првиот ден од складирањето кај контролните производни серии јогурти 21AC утврдена е повисока рН вредност од рН вредноста на функционалните производни серии јогурти 22AP (рН=4,08 за контрола, рН= 4,00 за 22AP). На седмиот ден од складирањето, јогуртите од производната серија 21AC имаа повисока рН вредност во однос на производната серија 22AP т.е рН=4,13, односно рН=4,05.

На 14-тиот ден од складирањето рН вредностите за контролните и функционалните јогурти беа рН=4,22 односно рН=4,12. Во овој период од 7-от до 14-от ден, забележано е зголемување на рН вредноста на јогуртите. Зголемување на киселоста и пад на рН се случува за време на складирањето на јогуртот. На 21-от ден рН вредностите кај производните серии 21АС и 22АР беа повисоки во споредба со претходно испитуваниот период, односно 21АС имаше рН=4,19, а 22АР рН=4,11.



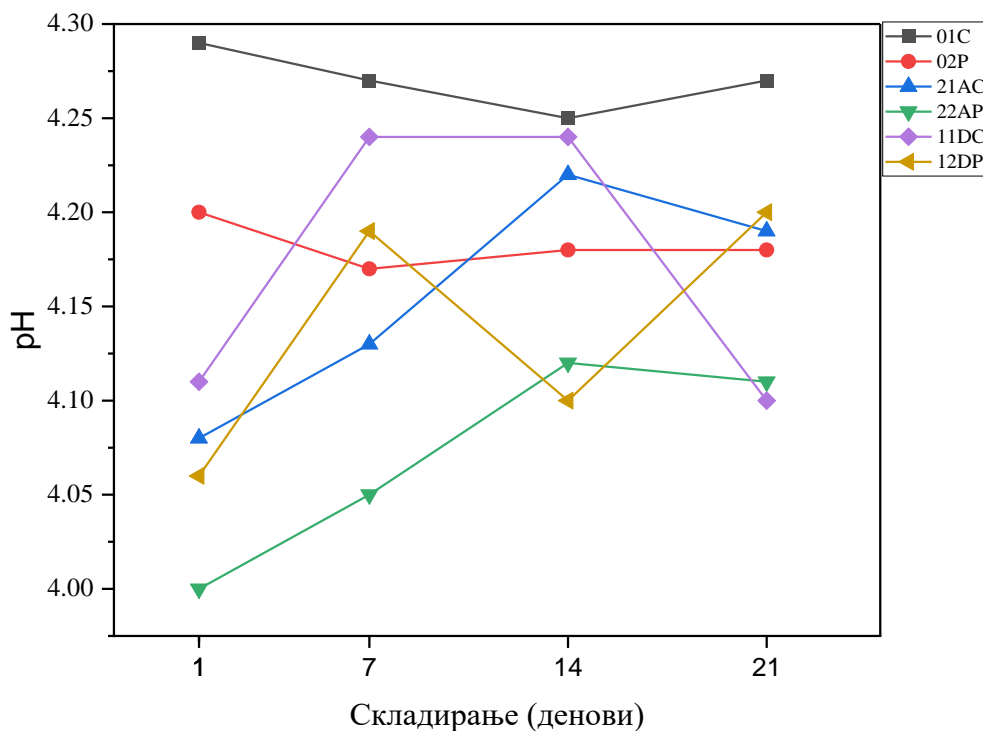
Графикон 37. Динамика на рН при складирање на производна серија јогурти 21АС и 22АР

Функцијата која ги представува приближните вредности за активната киселост за производната серија 21АС е $y = -8E-05x^3 + 0,0021x^2 - 0,0038x + 4,0818$ и за 22АР е $y = -5E-05x^3 + 0,0012x^2 + 0,0017x + 3,9972$. Споредбата на рН вредноста со титрационата киселост за време на складирањето потврдува дека резултатите рН се сигурни.

Активната киселост (рН) во текот на складирањето од 21 ден кај производните серии 11DC изнесуваше $M=4,15$, $SD=0,058$, додека кај јогуртите од 12DP активната киселост (рН) беше $M=4.065$, $SD=0.052$. Додавањето сурутка во функционалните јогурти влијаеше на рН вредноста во споредба со контролните јогурти и во првите две недели од складирањето беше помала за 0,05 – 0,14 единици, односно на последниот ден од складирањето разликата во рН вредноста за контролните и функционалните производни серии беше за 0,1 единица повисока кај функционалните јогурти. Кај контролните и функционалните јогурти утврдени се разлики во вредноста на активната киселост (рН) поради додавање на сурутка.

5.2.1.8.4 Споредба во динамиката на активната киселост (pH) кај производните серии функционални јогурти

Компаративната анализа помеѓу контролните и функционалните јогурти за за рН вредноста за време на складирањето прикажана е на Графикон 38. Од презентираниите резултати може да се заклучи дека на првиот ден од складирањето кај контролните и функционалните серии јогурти има разлика во рН вредноста. Серијата јогурти 01C имаше највисока рН=4,285, а серијата јогурти 22AP најниска рН=3,995. На седмиот ден од складирањето, кај некои од јогуртите (21AC, 22AP, 11DC, 12DP) утврдено е зголемување на рН вредноста, што е можно бидејќи производите од првиот ден беа анализирани наредниот ден. Јогуртите од сериите 01C и 02P покажаа намалување на рН вредностите: рН=4,265; рН=4,165.



Графикон 38. Споредба во динамиката на рН кај производните серии контролни и функционални јогурти при складирање

При долготрајно складирање, рН на јогуртот се намалува поради производството на млечна киселина од млечно киселинските бактерии (закиселување на јогуртите), додека титрационата киселост добива повисоки вредности. За време на складирањето на 4°C утврдено е дека нема значителна промена на рН вредноста, односно секогаш останувала во опсегот на препорачаните вредности иако специфичната

флора се намалувала. рН вредноста на пробиотскиот јогурт била повисока во споредба со рН вредноста на традиционалниот јогурт (Andleeb et al., 2008). рН вредноста покажува стабилност на 14-тиот ден кај повеќето производни серии. Производните серии јогурти 21АС и 22АР покажале зголемување на рН вредностите како резултат на додаденото овошје аронија.

На 21-от ден од складирањето активната киселост (рН) на јогуртите од повеќето производни серии добива пониски вредности, со исклучок на производните серии 01С и 12DP кои покажале малку повисоки вредности за активната киселост.

Како заклучок, земајќи го предвид 21-от ден на чување рН вредноста на производите е во согласност со одредбите на Сл. Весник на Р. Македонија, бр. 96/2011 година; во која се наведува дека рН вредноста не треба да е пониска од 4,0.

5.2.1.9 Динамика на содржината на минерални материи (пепел)

5.2.1.9.1 Динамика на содржината на минерални материи кај производните серии контролни и функционални јогурти со сурутка

Динамиката на содржината на минерални материи на сериите јогурти 01С и 02Р е прикажана во табела 59 и 60. Табеларниот приказ ги покажува и максималните и минималните вредности за содржината на минерални материи кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 59. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производна серија јогурти 01С

Пепел (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	0,66835	0,67310	0,67072	0,00336	0,5
7 ден	0,6764	0,6978	0,6871	0,0152	2,21
14 ден	0,70868	0,71792	0,71330	0,00653	0,92
21 ден	0,70272	0,71655	0,70963	0,00978	1,38

Содржината на минерални материи во производната серија од јогурти 01С на првиот ден изнесуваше $0,67072 \pm 0,00336\%$, на 7-миот ден беше $0,6871 \pm 0,0152\%$, на 14-тиот ден $0,71330 \pm 0,00653\%$ и на 21-виот ден содржината на минерални материи изнесуваше $0,70963 \pm 0,00978\%$.

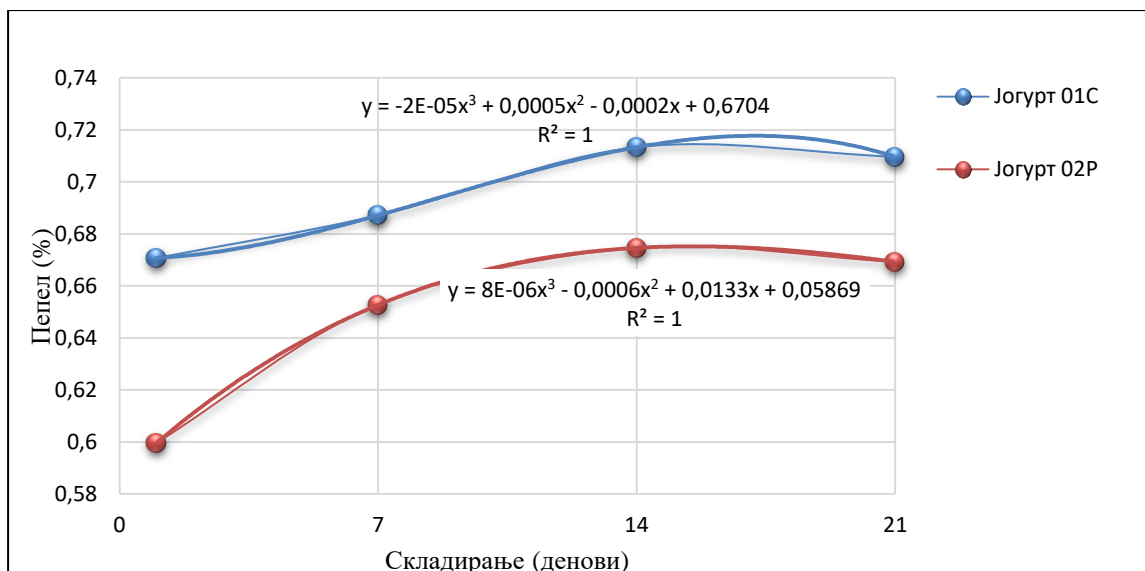
Табела 60. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производна серија јогурти 02P

Пепел (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	0,59095	0,60825	0,59960	0,01223	2,04
7 ден	0,64912	0,65617	0,65265	0,00498	0,76
14 ден	0,6619	0,6873	0,6746	0,0179	2,66
21 ден	0,66302	0,67542	0,66922	0,00876	1,31

Производна серија јогурти 02P на првиот ден од складирање имаше вкупна содржина на минерални материи од $0,59960 \pm 0,01223\%$, на 7-ми ден $0,65265 \pm 0,00498\%$, на 14 ден $0,6746 \pm 0,0179\%$, а на 21-от ден содржината на минерални материи беше $0,66922 \pm 0,00876\%$.

Графичкиот приказ на просечната содржината на минерални материи на јогуртите од сериите 01C и 02P за време на складирањето во ладилник е прикажан на Графикон 39.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на минерални материи е кубна функција и истата за производната серија јогурти 01C е $y = -2E-05x^3 + 0,0005x^2 - 0,0002x + 0,6704$ односно за 02P е $y = 8E-06x^3 - 0,0006x^2 + 0,0133x + 0,5869$.



Графикон 39. Динамика на содржината на минерални материи за производните серии јогурти 01C и 02P во текот на складирање

Содржината на минерални материи во текот на 21 ден на складирање за производната серија јогурти 01C беше $M=0,6952$, $SD=0,02$ додека содржината на минерални материи за јогуртите од серијата 02P беше $M=0,6490$, $SD=0,0342\%$. Статистички незначајна разлика беше забележана на 1-от ден, 7-от ден 14-от и 21-от ден. Добиените резултати за содржината на пепел за јогуртите кај 11DC и јогуртите од 12DP тестираните примероци со t тест беа следниве: $t(1)=7,93$, $p=0,080$, $t(1)=3,05$, $p=0,202$, $t(1)=2,87$, $p=0,214$ соодветно $t(1)=4,35$, $p=0,114$ (Табела 61).

Функционалните јогурти во споредба со контролните јогурти поради додавање на сурутка резултираа со помала содржина на минерални материи за време на складирањето. Функциите што ја претставуваат содржината на минералните материи во контролните и функционалните јогурти покажуваат прогресивно зголемување за време на складирањето. 2- t тест на примерокот покажува дека контролните и функционалните јогурти имаат иста содржина на минерални материи (пепел).

Табела 61. 2-примерок t тест за содржината на минерални материи кај јогурти и јогурти од сурутка за време на складирањето¹

Период на складирање	Пепел (%)		
	01C	02P	p
Ден 1	$0,67 \pm 0,003$	$0,59 \pm 0,012$	ns
Ден 7	$0,68 \pm 0,015$	$0,65 \pm 0,004$	ns
Ден 14	$0,71 \pm 0,006$	$0,67 \pm 0,017$	ns
Ден 21	$0,7 \pm 0,009$	$0,66 \pm 0,008$	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања \pm SD. 01C = јогурт;
 02P = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001

5.2.1.9.2 Динамика на содржината на минерални материи кај контролен и функционален јогурт од јагоди со сурутка

Динамиката на содржината на минерални материи на сериите јогурти 11DC и 12DP е прикажана во табела 62 и 63. Табеларниот приказ ги покажува и максималните и минималните вредности за содржината на минерални материи кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV), како што и погоре беше објаснето.

Табела 62. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производната серија јогурти 11DC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	0,4536	0,5730	0,5133	0,0844	16,44
7 ден	0,6099	0,6424	0,6262	0,0230	3,67
14 ден	0,64939	0,65530	0,65234	0,00417	0,64
21 ден	0,6209	0,6473	0,6341	0,0187	2,94

На првиот ден од складирањето во ладилник кај производната серија јогурти 11DC утврдената содржина на минерални материи изнесува $0,5133 \pm 0,0844\%$, на 7-ми ден $0,6262 \pm 0,0230\%$, на 14 ден $0,65234 \pm 0,00417\%$, а на 21-от ден содржината на минерални материи $0,6341 \pm 0,0187\%$.

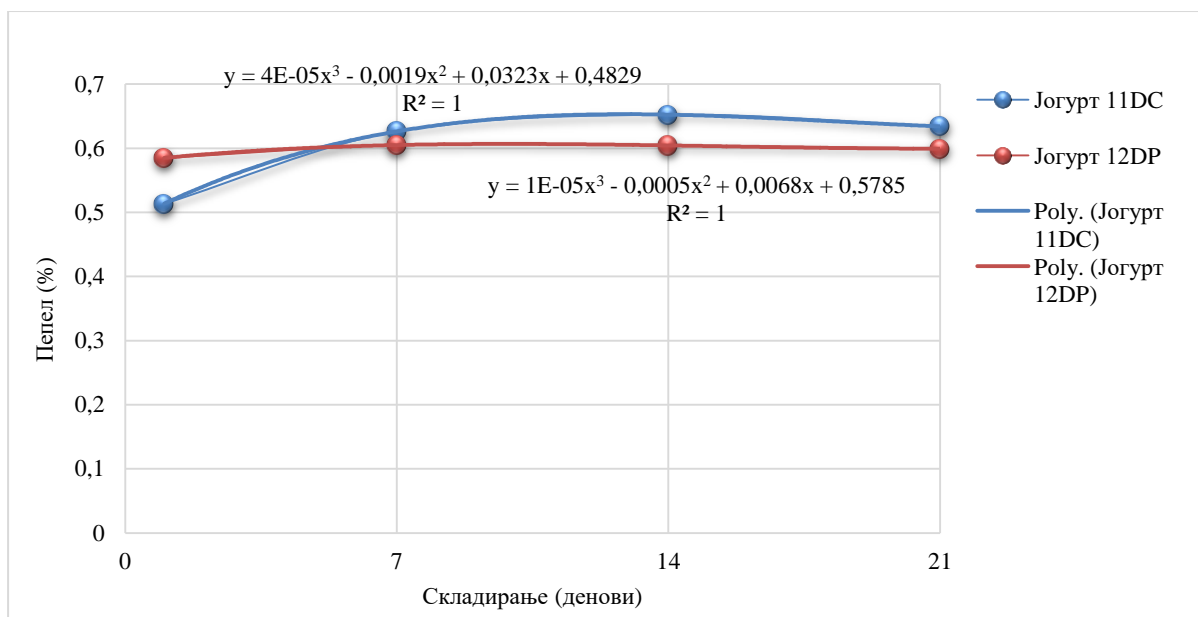
Табела 63. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производната серија јогурти 12DP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	0,58385	0,58580	0,58483	0,00138	0,24
7 ден	0,59591	0,61399	0,60495	0,01278	2,11
14 ден	0,60162	0,60708	0,60435	0,00386	0,64
21 ден	0,5891	0,6096	0,5994	0,0145	2,43

Во текот на складирањето во ладилник кај производната серија јогурти 11DC содржината на минерални материи на 1-от ден изнесуваше $0,58483 \pm 0,00138\%$, на 7-от ден беше $0,60495 \pm 0,01278\%$, на 14-от ден $0,60435 \pm 0,00386\%$, а на 21-от ден содржината на пепел изнесуваше $0,5994 \pm 0,0145\%$.

Графичкиот моделот за содржината на минералните материи кај производните серии јогурти 11DC и 12DP е прикажан на Графикон 40. Функцијата што го претставува графичкиот моделот е кубна и за содржината на минерални материи кај јогуртите од 11DC е $y = 4E-05x^3 - 0,0019x^2 + 0,0323x + 0,4829$ односно за 12DP е $y = 1E-05x^3 - 0,0005x^2 + 0,0068x + 0,5785$.

Содржината на минерални материи (пепел) во текот на складирањето од 21 ден кај производната серија јогурти 11DC изнесуваше $M=0,6065$, $SD=0,0631$ додека кај производната серија јогурти 12DP беше $M=0,59838$, $SD=0,00937$.



Графикон 40. Динамика на содржината на минерални материи (пепел) за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Статистички незначајна разлика беше утврдена на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирање, за двете производни серии јогурти 11DC и 12DP согласно добиените резултати од t тестот: $t(1)=-1,20, p=0,443$, $t(1)=1,14, p=0,458$, $t(1)=11,93, p=0,053$, односно $t(1)=2,08, p=0,285$ (Табела 64).

Функциите за содржината на пепел кај контролните и кај функционалните јогурти покажаа мали разлики во текот на складирањето. Т- тестот со 2 примероци открива дека содржината на минерални материи кај контролните и функционалните јогурти со јагода е иста. Додавањето на сурутка во функционалниот јогурт немаше никакво влијание врз содржината на минерални материи (пепел) во текот на складирањето.

Табела 64. 2-примерок t тест за содржината на минерални материи кај контролните серии јогурти со јаготка и функционалните јогурти од јагоди со сурутка¹

Период на складирање	Пепел (%)		p
	11DC	12DP	
Ден 1	0,51 ± 0,08	0,58 ± 0,001	ns
Ден 7	0,62 ± 0,02	0,60 ± 0,012	ns
Ден 14	0,65 ± 0,004	0,60 ± 0,003	ns
Ден 21	0,63 ± 0,018	0,59 ± 0,014	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 01C = јогурт; 02P = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001

5.2.1.9.3 Динамика на минерални материи (пепел) кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Резултатите за содржината на минерални материи (пепел) од сериите јогуртите 21AC и 22AP се прикажани во Табела 65 и 66. Вредностите за содржината на пепел кај контролните и функционалните јогурти со аронија за време на складирањето за мин, макс, \bar{x} , SD и CV беа пресметани како што беше претходно објаснето.

Табела 65. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производната серија јогурти 21AC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	0,61724	0,63668	0,62696	0,01374	2,19
7 ден	0,63733	0,65014	0,64374	0,00906	1,41
14 ден	0,66	0,66881	0,66440	0,00623	0,94
21 ден	0,64098	0,65975	0,65037	0,01327	2,04

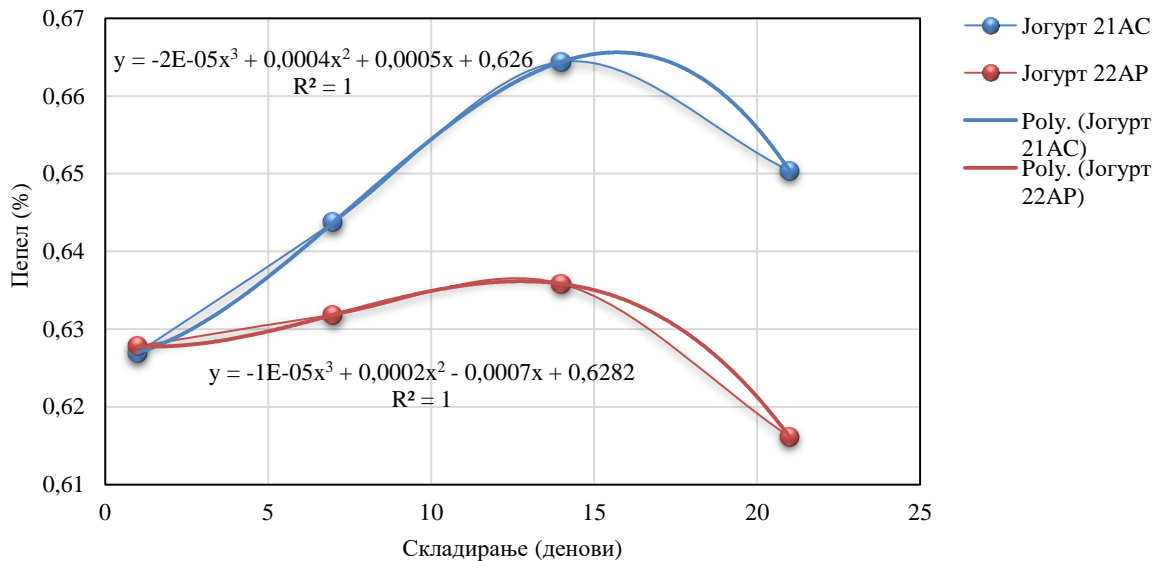
На првиот ден за време на складирање во ладилник кај јогуртите од производната серија 21AC содржината на минерални материи (пепел) беше $0,62696 \pm 0,01374\%$, на седмиот ден содржината на минерални материи беше $0,64374 \pm 0,00906\%$, на 14-тиот ден $0,66440 \pm 0,00623\%$, а на 21-от ден истата изнесуваше $0,65037 \pm 0,01327\%$.

Табела 66. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производната серија јогурти 22AP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	0,6149	0,6407	0,6278	0,0183	2,91
7 ден	0,62932	0,63436	0,63184	0,00356	0,56
14 ден	0,629	0,64266	0,63583	0,00966	1,52
21 ден	0,61039	0,62188	0,61614	0,00813	1,32

На првиот ден на складирање во ладилник кај јогуртите од производната серија 22AP содржината на минерални материи изнесуваше $0,6278 \pm 0,0183\%$, на седмиот ден содржината на минерални материи беше $0,63184 \pm 0,00356\%$, на 14-тиот ден $0,63583 \pm 0,00966\%$ и на 21-от ден $0,61614 \pm 0,00813\%$.

На Графикон 41 даден е графички приказ на содржината на минерални материи кај сериите 21AC и 22AP во текот на складирањето во ладилник.



Графикон 41. Динамика на минералните материи (пепел) на производните серии јогурти 21AC и 22AP во текот на складирањето

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на минерални материи е кубна функција и истата за производната серија јогурти 21AC е $y = -2E-05x^3 + 0,0004x^2 + 0,0005x + 0,626$ и за 22AP е $y = -1E-05x^3 + 0,0002x^2 - 0,0007x + 0,6282$. Графичкиот модел на функцијата за содржина на минерални материи за производните серии јогурти 21AC и 22AP за време на складирањето (денови) беше полиномна со $R^2=1$.

Содржината на минерални материи (пепел) во текот на 21 ден од складирање за производната серија јогурти 21AC изнесуваше $M=0,64637$, $SD=0,01554$, додека кај производната серија јогурти 22AP беше $M=0.6279$, $SD=0.0085$.

Статистички незначајна разлика беше утврдена на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето, за двете производни серии јогурти 21AC и 22AP согласно добиените резултати од t тестот: $t(1)=-0,05$, $p=0,967$, $t(1)=1,73$, $p=0,334$, $t(1)=3,52$, $p=0,176$ соодветно $t(1)=3,11$, $p=0,198$ (Табела 67).

Функциите за содржината на пепел кај контролните и кај функционалните јогурти покажаа разлики во текот на складирањето. T- тестот со 2 примероци открива дека содржината на минерални материи кај контролните и функционалните јогурти со аронија е слична. Додавањето на сурутка во функционалниот јогурт немаше никакво

влијание врз содржината на минерални материи (пепел) за време на складирањето.

Табела 67. 2-примерок t тест за содржината на минерални материи кај контролните серии јогурти со аронија и функционалните јогурти од аронија со сурутка¹

Пепел (%)			
Период на складирање	01C	02P	p
Ден 1	0,62 ± 0,01	0,62 ± 0,01	ns
Ден 7	0,64 ± 0,009	0,63 ± 0,003	ns
Ден 14	0,66 ± 0,006	0,63 ± 0,009	ns
Ден 21	0,65 ± 0,0133	0,61 ± 0,008	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 21AC = јогурт;

22AP = јогурт со сурутка

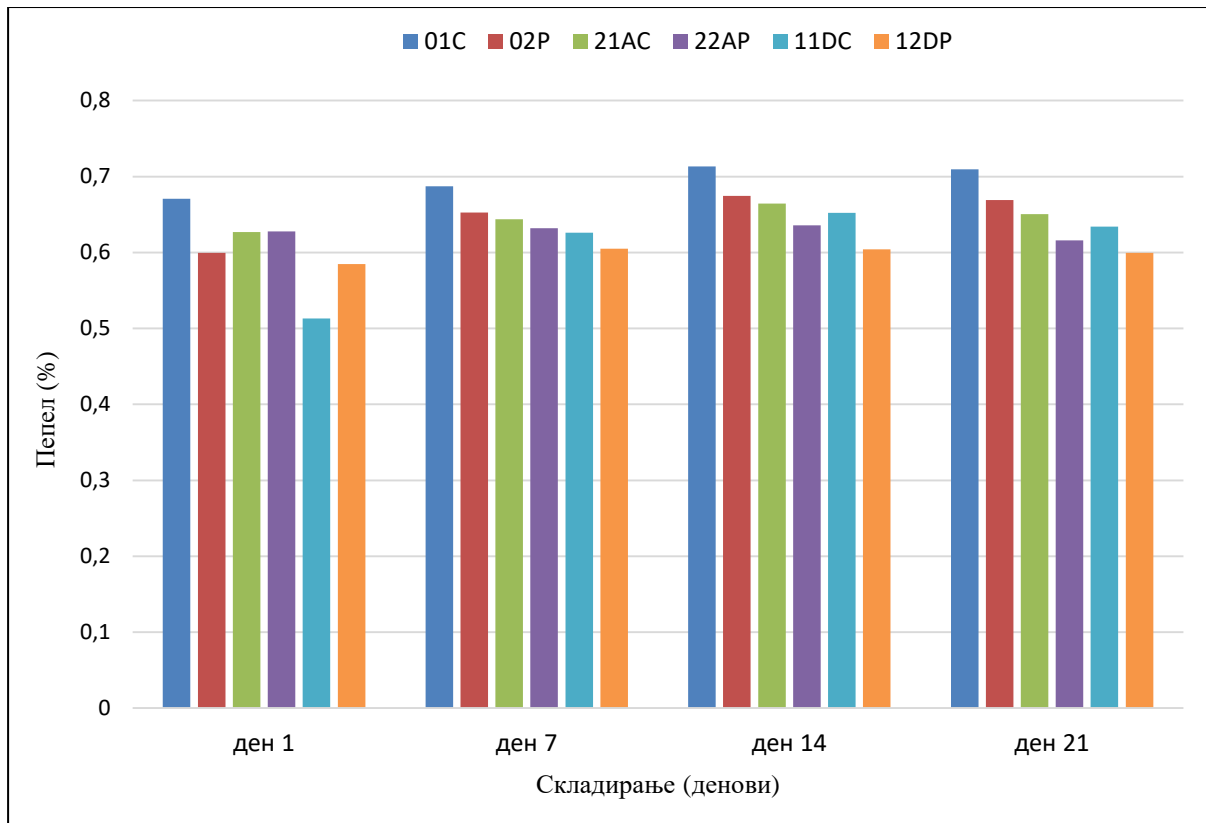
ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.9.4 Споредба на динамика на минерални материи (пепел) кај функционалните јогурти

Споредбениот графикон за содржината на минерални материи (пепел) кај производните серии контролни и функционални јогурти во текот на складирањето е прикажан на Графикон 42. Резултатите покажуваат дека на првиот ден кај контролниот јогурт 01C содржина на минералните материи е поголема во споредба со другите производи. Серијата јогурти 01C имаше најголема содржина на минерални материи 0,72%, а функционалните јогурти со јагода најмала содржина од 0,5133%.

На седмиот ден од складирањето, содржината на минералните материи кај серијата 01C во споредба со другите јогурти покажа најголема вредност 0,6871%, а најниска е утврдена кај производната серија 12DP 0,60495%. Содржината на минералните материи во контролните и функционалните јогурти на 14-тиот ден се движеше од 0,60435 – 0,7133%. На 21-от ден од складирањето, содржината на пепел беше во согласност со 7-миот и 14-тиот ден.

Како заклучок може да се додаде дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти немаше влијание врз содржината на минералните материи во јогуртите врз основа на t-тестот со 2 примероци, каде утврдената разлика е статистички незначајна.



Графикон 42. Споредба на динамиката на минералните материи кај контролните и функционалните јогурти при складирање

5.2.1.10 Динамика на вкупната содржина на јаглехидрати

5.2.1.10.1 Динамика на вкупната содржина на јаглехидрати кај производните серии контролни и функционални јогурти со сурутка

Динамиката на содржината на јаглехидрати на сериите јогурти 01C и 02P е прикажана во табела 68 и 69. Табеларниот приказ ги покажува и максималните и минималните вредности за вкупната содржина на јаглехидрати кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 68. Динамика на содржината на јаглехидрати при складирање на производна серија јогурти 01C

Јаглехидрати (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	4,5489	4,6416	4,5803	0,0868	1,89
7 ден	4,8446	4,8792	4,8619	0,0244	0,50
14 ден	3,973	4,418	4,195	0,315	7,51
21 ден	4,9453	5,0645	5,0049	0,0843	1,68

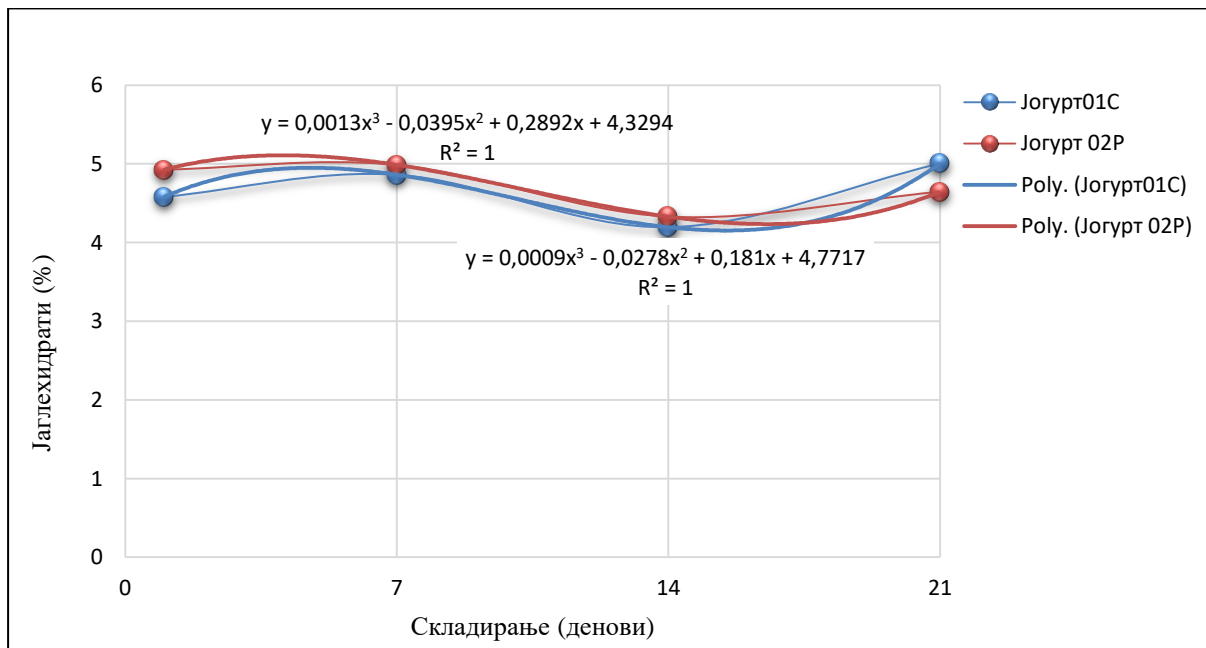
Содржината на јаглехидрати во производната серија од јогурти 01С на првиот ден беше $4,5803 \pm 0,0868\%$, на 7-миот ден $4,8619 \pm 0,0244\%$, на 14-тиот ден беше $4,195 \pm 0,315\%$, а на 21-виот ден содржината на јаглехидрати изнесуваше $5,0049 \pm 0,0843\%$.

Табела 69. Динамика на содржината на јаглехидрати при складирање на производна серија јогурти 02Р

Јаглехидрати (%)					
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	4,9207	4,9310	4,9259	0,00728	0,15
7 ден	4,9758	4,9979	4,9869	0,0156	0,31
14 ден	4,2506	4,4080	4,3293	0,1113	2,57
21 ден	4,62	4,6716	4,6458	0,0365	0,79

Во текот на складирањето содржината на јаглехидрати кај јогуртите од производната серија 02Р изнесуваше $4,9259 \pm 0,00728\%$, на 7-миот ден $4,9869 \pm 0,0156\%$, на 14-от ден $4,3293 \pm 0,1113\%$ и на 21 ден содржината на јаглехидрати $4,6458 \pm 0,0365\%$.

Графичкиот приказ на просечната содржината на јаглехидрати на јогуртите од сериите 01С и 02Р во текот на складирањето во ладилник е прикажан на Графикон 43.



Графикон 43. Динамика на содржината на јаглехидрати за производните серии јогурти 01С и 02Р во текот на складирање

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на јаглехидрати е кубна функција и истата за производната серија јогурти 01С е $y = 0,0013x^3$

$-0,0395x^2 + 0,2892x + 4,3294$ односно за 02P е $y = 0,0009x^3 - 0,0278x^2 + 0,181x + 4,7717$.

Содржината на јаглехидрати на 21 ден од складирање за производните серии јогурти 21AC беше $M=4,661$, $SD=0,357$, додека кај јогуртите 02P изнесуваше $M=4,722$, $SD=0,301\%$.

Статистички незначајна разлика беше утврдена на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирање, за двете производни серии јогурти 11DC и јогурт 12DP согласно добиените резултати од t тестот: $t(1) = -5,61$, $p=0,112$, $t(1) = -6,10$, $p=0,103$, $t(1) = -0,57$, $p=0,672$ односно $t(1)=5,53$, $p=0,114$ (Табела 70).

t- тестот за 2 примероци открива дека содржината на јаглехидрати во сериите кај контролниот и функционалниот јогурт е слична. Единствената разлика беше замената на млекото со сурутка, а истата не влијаеше на содржината на јаглехидрати.

Табела 70. 2-примерок t тест за содржината на јаглехидрати кај јогурти и јогурти од сурутка за време на складирањето¹

Јаглехидрати (%)			
Период на складирање	01C	02P	p
Ден 1	4,58 ± 0,08	4,92 ± 0,007	ns
Ден 7	4,86 ± 0,02	4,98 ± 0,015	ns
Ден 14	4,19 ± 0,315	4,329 ± 0,111	ns
Ден 21	5,00 ± 0,08	4,64 ± 0,036	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 01C = јогурт; 02P = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.10.2 Динамика на содржината на јаглехидрати кај контролен и функционален јогурт од јагоди со сурутка

Динамиката на содржината на јаглехидрати на сериите јогурти 11DC и 12DP е прикажана во табела 71, 72 и со графички приказ на Графикон 44. Беа пресметани максималните и минималните вредности за содржината на јаглехидрати кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV), како што погоре беше објаснето.

Табела 71. Динамика на содржината на јаглехидрати на производната серија јогурти 11DC при складирање

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	8,952	9,178	9,065	0,16	1,77
7 ден	8,5036	8,5231	8,5133	0,0138	0,16
14 ден	8,4741	8,6321	8,5531	0,0192	0,22
21 ден	8,2067	8,2441	8,2254	0,0264	0,32

На првиот ден за време на складирањето во ладилник содржината на јаглехидрати кај производната серија јогурти 11DC изнесуваше $9,065 \pm 0,16\%$, на 7-ми ден $8,5133 \pm 0,0138\%$, на 14 ден $8,5531 \pm 0,0192\%$, а на 21-от ден содржината на јаглехидрати изнесуваше $8,2254 \pm 0,0264\%$.

Табела 72. Динамика на содржината на јаглехидрати при складирање на производната серија јогурти 12DP

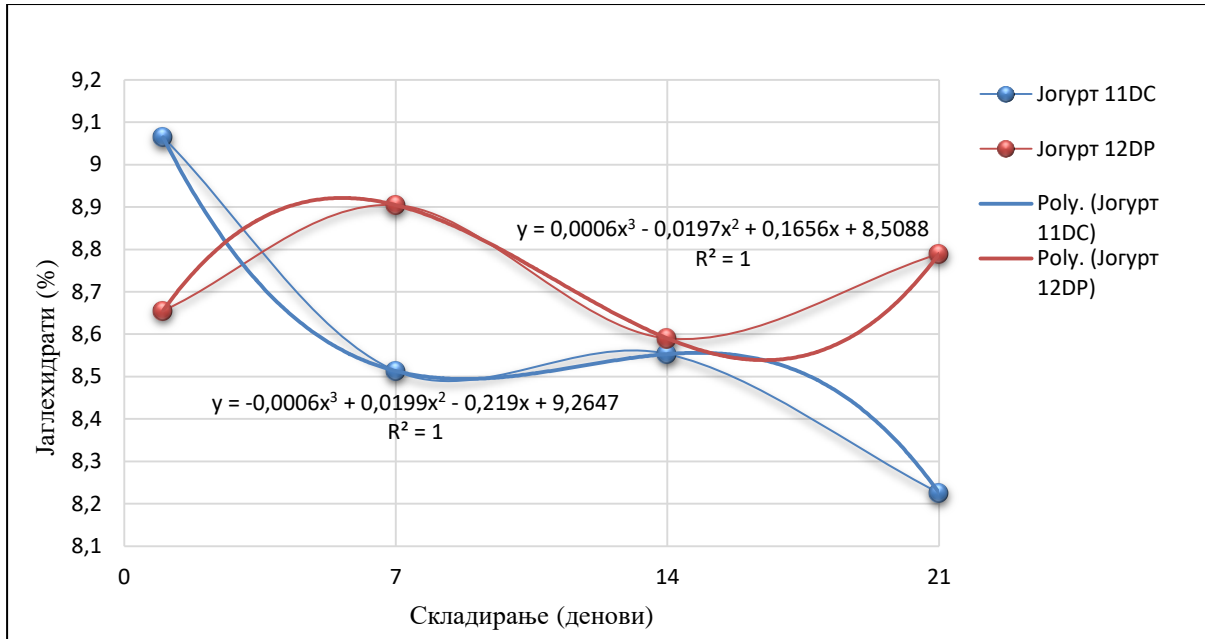
Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	8,6542	8,6562	8,6552	0,00144	0,02
7 ден	8,8920	8,9171	8,9046	0,0177	0,20
14 ден	8,5765	8,6037	8,5901	0,0192	0,22
21 ден	8,7814	8,7979	8,7896	0,0117	0,13

Во текот на складирањето во ладилник кај производната серија јогурти 12DP содржината на јаглехидрати на 1-от ден беше $8,6552 \pm 0,00144\%$, на 7-от ден $8,9046 \pm 0,0177\%$, на 14-от ден $8,5901 \pm 0,0192\%$ и на 21-от ден содржината на пепел беше $8,7896 \pm 0,0117\%$.

Следува приказ на графичкиот моделот за содржината на јаглехидрати кај производните серии јогурти 11DC и 12DP.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на минерални материи е кубна функција и истата за производната серија јогурти 11DC е $y = -0,0006x^3 + 0,0199x^2 - 0,219x + 9,2647$, односно за 12DP е $y = 0,0006x^3 - 0,0197x^2 + 0,1656x + 8,5088$.

Содржината на јаглехидрати во текот на 21 ден од складирање за производната серија јогурти 11DC беше $M=8,589$, $SD=0,349$, додека содржината на јаглехидрати во сериите јогурти 12DP беше $M=8,7349$, $SD=0,1404$.



Графикон 44. Динамика на содржината на јаглехидрати за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

Статистички незначајна разлика беше забележана на 1-от и 14-от ден, според резултатите добиени за содржина на јаглехидрати за јогуртите од сериите 11DC и 12DP од t-тестот: $t(1)=3,62$, $p=0,171$, $t(1)=-0,46$, $p=0,724$ и значајна разлика на 7-от и 21-от ден, односно: $t(1)=-24,63$, $p=0,026$, соодветно $t(1)=-27,60$, $p=0,023$ (Табела 73).

t-тестот со 2 примероци открива дека содржината на јаглехидрати во контролните и функционалните јогурти биле значително различни на 7-миот и 21-виот ден, но исти на 1-виот и 14-тиот ден.

Табела 73. 2-примерок t тест за содржината на јаглехидрати кај контролните серии јогурти со јаготка и функционалните јогурти од јагоди со сурутка¹

Јаглехидрати (%)			
Период на складирање	11DC	12DP	p
Ден 1	9,065 ± 0,16	8,65 ± 0,001	ns
Ден 7	8,51 ± 0,01	8,9 ± 0,017	*
Ден 14	8,55 ± 0,112	8,59 ± 0,019	ns
Ден 21	8,22 ± 0,02	8,78 ± 0,011	*

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 11DC = јогурт; 12DP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

5.2.1.10.3 Динамика на вкупната содржина на јаглехидрати кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Резултатите за вкупната содржината на јаглехидрати од сериите јогуртите 21AC и 22AP се прикажани во Табела 74 и 75. Вредностите на содржината на јаглехидрати кај контролните и функционалните јогурти со аронија за време на складирањето за мин, макс, \bar{x} , SD и CV беа пресметани како што беше претходно објаснето.

Табела 74. Динамика на содржината на јаглехидрати во текот складирање на производната серија јогурти 21AC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	10,339	10,538	10,439	0,140	1,34
7 ден	9,2747	9,4669	9,3708	0,1359	1,45
14 ден	9,2412	9,2414	9,2413	0,000176	0,00
21 ден	9,8210	9,8372	9,8291	0,0115	0,12

На првиот ден од складирање во ладилник кај јогуртите од производната серија 21AC содржината на јаглехидрати изнесуваше $10,439 \pm 0,140\%$, на седмиот ден содржината на јаглехидрати беше $9,3708 \pm 0,1359\%$, на 14-тиот ден $9,2413 \pm 0,000176\%$, а на 21-от ден истата изнесуваше $9,8291 \pm 0,0115\%$.

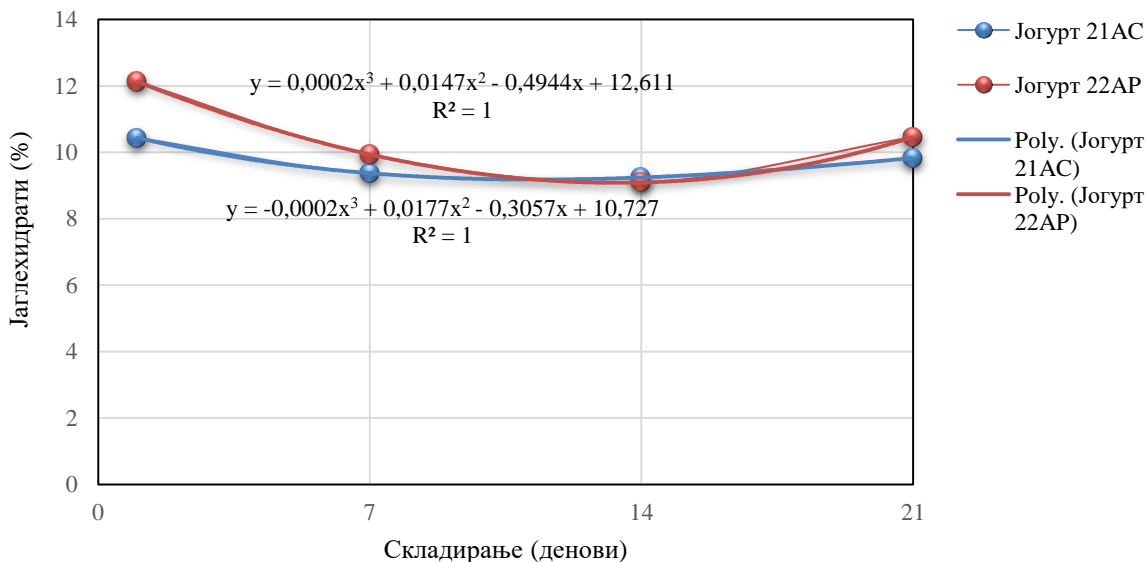
Табела 75. Динамика на содржината на минерални материи при складирање на производната серија јогурти 22AP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	12,117	12,147	12,132	0,0213	0,18
7 ден	9,8566	10,0177	9,9372	0,1139	1,15
14 ден	8,963	9,222	9,092	0,183	2,01
21 ден	8,98	11,93	10,46	2,09	19,97

На првиот ден од складирање во ладилник кај јогуртите од производната серија 22AP, содржината на јаглехидрати беше $12,132 \pm 0,0213$, на седмиот ден $9,9372 \pm 0,1139\%$, на 14-тиот ден $9,092 \pm 0,183\%$ и на 21-от ден содржината јаглехидрати беше $10,46 \pm 2,09\%$.

На Графикон 45 е даден графички приказ на содржината на јаглехидрати кај сериите 21AC и 22AP во текот на складирањето во ладилникот.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на јаглехидрати е кубна функција и истата за производната серија јогурти 21AC е $y = -0,0002x^3 + 0,0177x^2 - 0,3057x + 10,727$ и за 22AP е $y = 0,0002x^3 + 0,0147x^2 - 0,4944x + 12,611$.



Графикон 45. Динамика на јаглехидрати на производните серии јогурти 21AC и 22AP во текот на складирањето

Содржината на јаглехидрати на 21 ден од складирањето кај производната серија јогурти 21AC беше $M=9,720$, $SD=0,542$, додека кај производната серија јогурти 22AP изнесуваше $M=10,405$, $SD= 1,282$. Резултатите беа значително различни на првиот ден од складирањето согласно добиените резултати од t тестот и p вредноста: $t(1)=-16,88$ $p=0,038$, но беше утврдена статистички незначајна разлика на 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето за двете производни серии јогурти 21AC и 22AP согласно добиените резултати од t тестот: $t(1)=-4,52$, $p=0,139$, $t(1)=1,15$, $p=0,455$ односно $t(1)=-0,43$, $p=0,744$ (Табела 76).

t-тестот од 2 примероци открива дека содржината на јаглехидрати во контролниот и функционалниот јогурт биле слични. Замената на млекото со сурутка не влијаеше на содржината на јаглехидрати на функционалниот јогурт со аронија.

Табела 76. 2-примерок t тест за содржината на јаглехидрати кај контролните серии јогурти со аронија и функционалните јогурти од аронија со сурутка ¹

Период на складирање	Јаглехидрати (%)		p
	21AC	22AP	
Ден 1	10,43 ± 0,14	12,13 ± 0,21	*
Ден 7	9,37 ± 0,136	9,93 ± 0,114	ns
Ден 14	9,24 ± 0,000	9,09 ± 0,183	ns
Ден 21	9,82 ± 0,01	10,46 ± 2,09	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања ± SD. 21AC = јогурт; 22AP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. *P < 0·05, **P < 0·01, ***P < 0·001

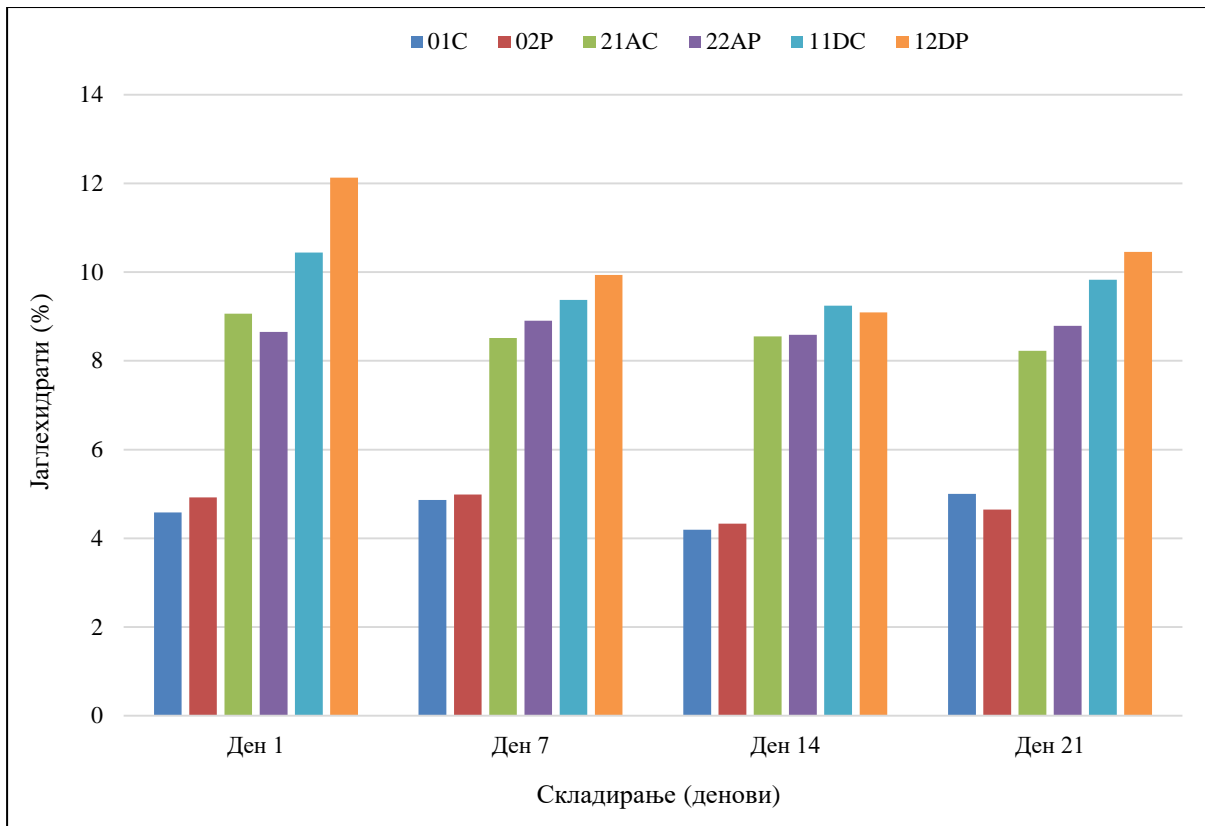
5.2.1.10.4 Споредба на динамика на вкупната содржина на јаглехидрати кај функционалните јогурти

Компаративната анализа помеѓу контролните и функционалните јогурти во текот на складирање за содржината на јаглехидратите е прикажана на Графикон 46. Од презентираниите резултати може да се заклучи дека во првиот ден од складирање кај контролните и функционалните серии јогурти со сурутка беше утврдена најмала содржина на јаглехидрати. Контролните и функционалните јогурти со овошје имаат поголема содржина на јаглехидрати, бидејќи имаат додаден шеќер и овошје. Производните серии јогурти 01C имаа најмала содржина на јаглехидрати на првиот ден и тоа 4,58%, а кај сериите јогурти 12DP највисока 12,132%.

На седмиот ден од складирањето, резултатите за вкупната содржина на јаглехидрати покажаа дека функционалните јогурти имаат поголема содржина во споредба со контролните јогурти. Сериите јогурти 01C и 02P покажаа најниска содржина на јаглехидрати, додека 11DC и 12DP највисока содржина.

Содржината на јаглехидрати на 14-тиот ден од складирањето е слична на содржината на јаглехидрати на 7-миот ден, освен што јогуртот од серијата 12DP имаше помала вредност 9,092%.

На 21-от ден од складирањето, резултатите покажуваат дека функционалниот јогурт со сурутка има најмала содржина на јаглехидрати 4,64%, а производната серија јогурт 12DP највисока содржина 10,46%. Од добиените резултати може да се утврди дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти резултираше со малку повисока содржина на јаглехидрати што беше статистички незначајна според t тестот.



Графикон 46. Споредба на динамиката на јаглехидрати кај контролните и функционалните јогурти при складирање

5.2.1.11 Динамика на содржината на витамин Ц

5.2.1.11.1 Динамика на содржината на витамин Ц кај контролен и функционален јогурт од јагоди со сурутка

Динамиката на содржината на содржината на витамин Ц на сериите јогурти 11DC и 12DP е прикажана во табела 77 и 78. Беа пресметани максималните и минималните вредности за содржината на витамин Ц кај примероците од сериите за контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето, како и вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV), како што и погоре беше објаснето.

Табела 77. Динамика на содржината на витамин Ц при складирање на производната серија јогурти 11DC

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,113	2,642	2,378	0,374	15,71
7 ден	1,3209	1,3209	1,3209	0,000000	0,00
14 ден	1,8493	1,8493	1,8493	0,000000	0,00
21 ден	0,528	1,057	0,793	0,374	47,14

На првиот ден од складирањето во ладилник производната серија јогурти 11DC имаше содржината на витамин Ц од $2,378 \pm 0,374 \text{ mg}/100\text{ml}$ на 7-ми ден $1,3209 \pm 0,00\text{mg}/100\text{ml}$, на 14 ден $1,8493 \pm 0,00\text{mg}/100\text{ml}$, а на 21-от ден содржината на витамин Ц изнесуваше $0,793 \pm 0,374\text{mg}/100\text{ml}$.

Табела 78. Динамика на содржината на витамин Ц при складирање на производната серија јогурти 12DP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	1,8493	1,8493	1,8493	0,000000	0,00
7 ден	1,0567	1,0567	1,0567	0,000000	0,00
14 ден	2,378	2,906	2,642	0,374	14,14
21 ден	1,0567	1,0567	1,0567	0,000000	0,00

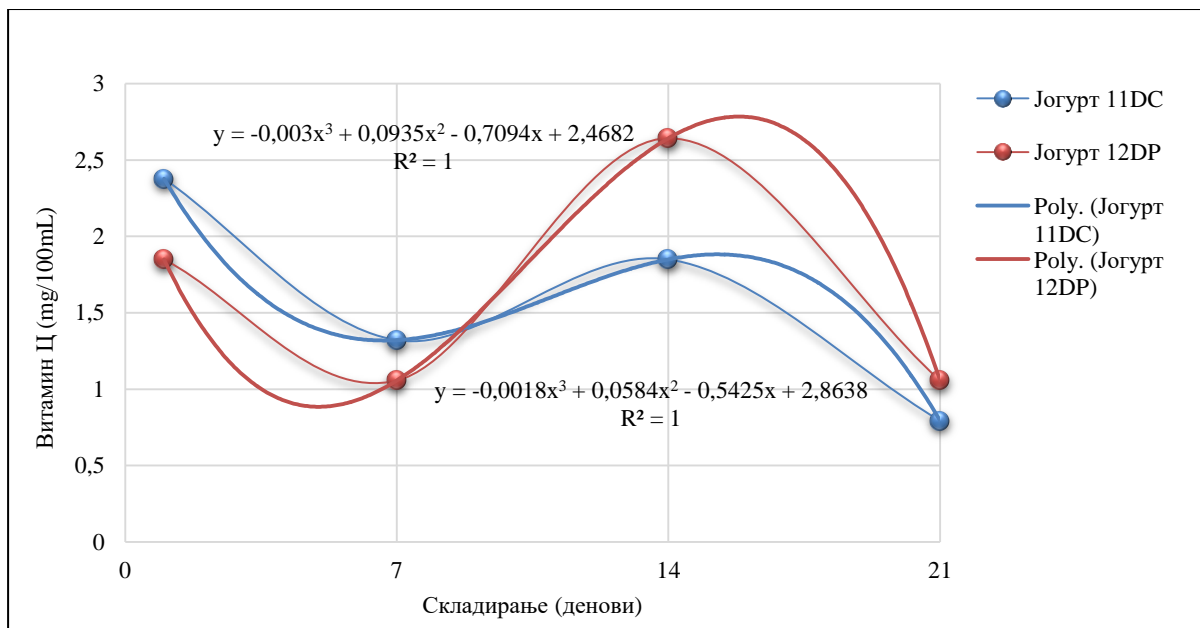
Во текот на складирањето во ладилник кај производната серија јогурти 12DP содржината на витамин Ц на 1-от ден изнесуваше $1,8493 \pm 0,00\text{mg}/100\text{ml}$ на 7-от ден $1,0567 \pm 0,00\text{mg}/100\text{ml}$, на 14-от ден $2,642 \pm 0,374\text{mg}/100\text{ml}$, а на 21-от ден содржината на витамин Ц беше $1,0567 \pm 0,00\text{mg}/100\text{ml}$.

Графичкиот моделот за содржината на витамин Ц кај производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање е прикажан на Графикон 47.

Функцијата која ги представува приближните вредности за содржината на витамин Ц за производната серија јогурти 11DC е $y = -0,0018x^3 + 0,0584x^2 - 0,5425x + 2,8638$, односно за 12DP е $y = -0,003x^3 + 0,0935x^2 - 0,7094x + 2,4682$.

Содржината на витамин Ц во текот на 21 ден од складирањето за производните серии јогурти 11DC беше $M=1,585$, $SD=0,682\text{mg}/100\text{ml}$ додека содржината на витамин Ц во јогуртите 12DP изнесуваше $M=1,651$, $SD=0,759\text{mg}/100\text{ml}$.

Резултатите се статистички значајно различни на седмиот ден, но незначителни на 1-виот, 14-тиот и 21-виот ден. Процентот на додадено овошје беше ист, па затоа содржината на витамин Ц треба да биде слична. Сепак, количината на овошје во анализираните јогурти за време на складирањето влијаеше на вкупната содржина на витамин Ц. Содржината на витамин Ц во примероците на овошен јогурт во истражувањата на **Cuşmenco & Bulgaru, (2020)** се движела од 3,68 до 25,77 mg/100 g во кои јогуртот од јагоди имал најголема вредност (25,77 mg/100 g).



Графикон 47. Динамика на содржината на витамин Ц за производните серии јогурти 11DC и 12DP во текот на складирање

5.2.1.11.2 Динамика на вкупната содржина на витамин Ц кај контролните серии јогурти и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Резултатите од витаминот Ц за производните серии јогурти 21AC и 22AP се прикажани во табела 79 и 80. Просечните вредности на содржината на витамин Ц во контролниот и функционалниот јогурт за време на складирањето се прикажани, како и максималните и минималните вредности на вкупната содржина на витамин Ц добиени за време на периодот на складирање. Исто така беа пресметани вредностите за стандардната девијација (SD) и коефициентот на варијација (CV).

Табела 79. Динамика на содржината на витамин Ц во јогуртите од производната серија 21AC во текот на складирањето

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	1,585	2,113	1,849	0,374	20,20
7 ден	1,321	1,849	1,585	0,374	23,57
14 ден	1,849	2,378	2,113	0,374	17,68
21 ден	1,057	1,585	1,321	0,374	28,28

На првиот ден за време на складирање во ладилник кај јогуртите од производната серија 21AC содржината на витамин Ц беше $1,849 \pm 0,374$ mg/100ml, на седмиот ден содржината на витамин Ц изнесуваше $1,585 \pm 0,374$ mg/100ml, на 14-тиот ден $2,113 \pm 0,374$ mg/100ml, а на 21-от ден $1,321 \pm 0,374$ mg/100ml.

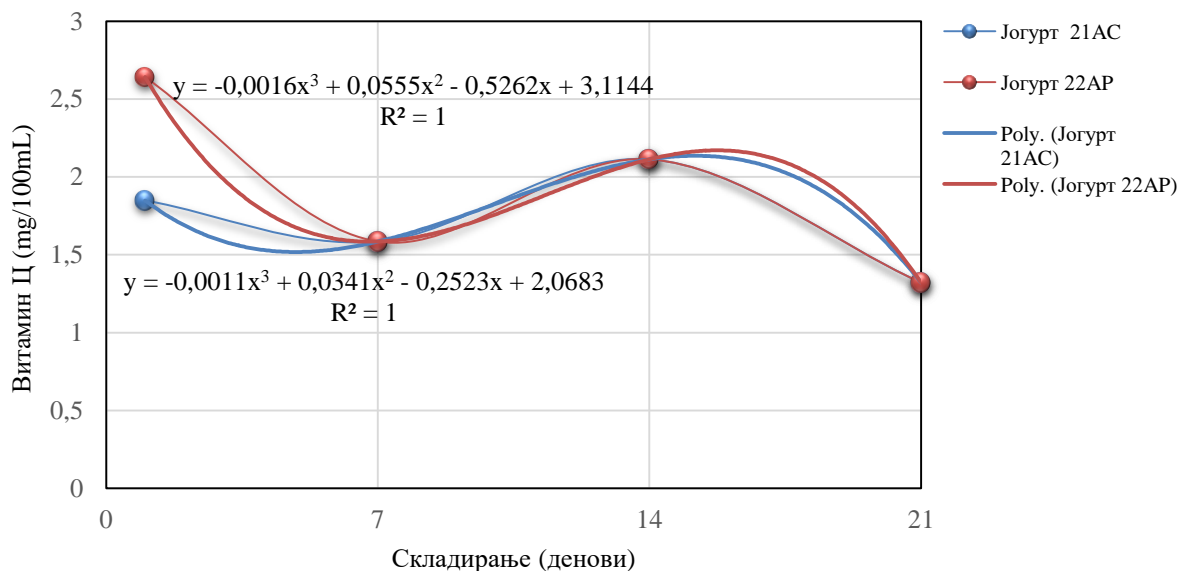
Табела 80. Динамика на содржината на витамин Ц при складирање на производната серија јогурти 22AP

Период	min	max	\bar{x}	SD	CV
1 ден	2,378	2,906	2,642	0,374	14,14
7 ден	1,5851	1,5851	1,5851	0,000	0,00
14 ден	1,849	2,378	2,113	0,374	17,68
21 ден	1,057	1,585	1,321	0,374	28,28

На првиот ден од складирањето во ладилник кај јогуртите од производната серија 22AP, содржината на витамин Ц беше $2,642 \pm 0,374\text{mg}/100\text{ml}$, на седмиот ден $1,5851 \pm 0,00\text{mg}/100\text{ml}$, на 14-тиот ден $2,113 \pm 0,374\text{mg}/100\text{ml}$, а на 21-от ден содржината витамин Ц изнесуваше $1,321 \pm 0,374\text{mg}/100\text{ml}$.

Графичкиот приказ на содржината на витамин Ц кај сериите јогурти 21AC и 22AP за време на складирање во ладилник, прикажан е на Графикон 48.

Функцијата за просечните приближни вредностите е кубна функција, која за содржината на витамин Ц кај 21AC е $y = -0,0011x^3 + 0,0341x^2 - 0,2523x + 2,0683$ и за 22AP е $y = -0,0016x^3 + 0,0555x^2 - 0,5262x + 3,1144$. Функцијата просечните приближни вредностите за содржината на витаминот Ц за јогуртите 21AC и 22AP за време на складирањето (денови) беше полиномна со $R^2=1$.



Графикон 48. Динамика на содржината на витамин Ц на производните серии јогурти 21AC и 22AP во текот на складирањето

Содржината на витаминот Ц во текот на складирањето од 21 ден за производната серија јогурти 21AC беше $M=1,717$, $SD=0,341\text{mg}/100\text{ml}$, додека за производната серија јогурти 22AP изнесуваше $M=1,915$, $SD=0,586\text{mg}/100\text{ml}$.

Резултатите не беа статистички значајни за 1-от, 14-от и 21-от ден од складирањето, бидејќи оценките и p вредноста за содржината на витамин Ц за јогуртите од сериите 21AC и 22AP од t тестот беа: $t(1)=-2,12$, $p=0,168$, $t(1)=0,00$, $p=1,000$ соодветно $t(1)=-1,00$, $p=0,500$. На 7-миот ден резултатите беа исти, т.е t -тестот со 2 примероци не беше извршен (Табела 81). Според тестираните примероци со t -тестот може да се утврди дека содржината на витамин Ц во контролните и функционалните јогурти со аронија е слична. Додавањето на сурутка не влијае на содржината на витаминот Ц, така што во функционалниот јогурт и контролниот јогурт содржината на витаминот Ц произлегува од овошјето (аронија). Процентот на додадено овошје беше ист, а содржината на витамин Ц во јогуртите беше слична според t тестот.

Табела 81. 2-примерок t тест за содржината на витаминот Ц кај контролните серии јогурти со аронија и функционалните јогурти од аронија со сурутка¹

Vitamin C (mg/100ml)			
Период на складирање	21AC	22AP	p
Ден 1	$1,849 \pm 0,374$	$2,642 \pm 0,374$	ns
Ден 7	$1,58 \pm 0,374$	$1,58 \pm 0,000$	ns
Ден 14	$2,113 \pm 0,374$	$2,113 \pm 0,374$	ns
Ден 21	$0,793 \pm 0,374$	$1,05 \pm 0,000$	ns

¹Вредностите се средна вредност од 2 повторувања \pm SD. 21AC = јогурт; 22AP = јогурт со сурутка
 ns, несегнификантно. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

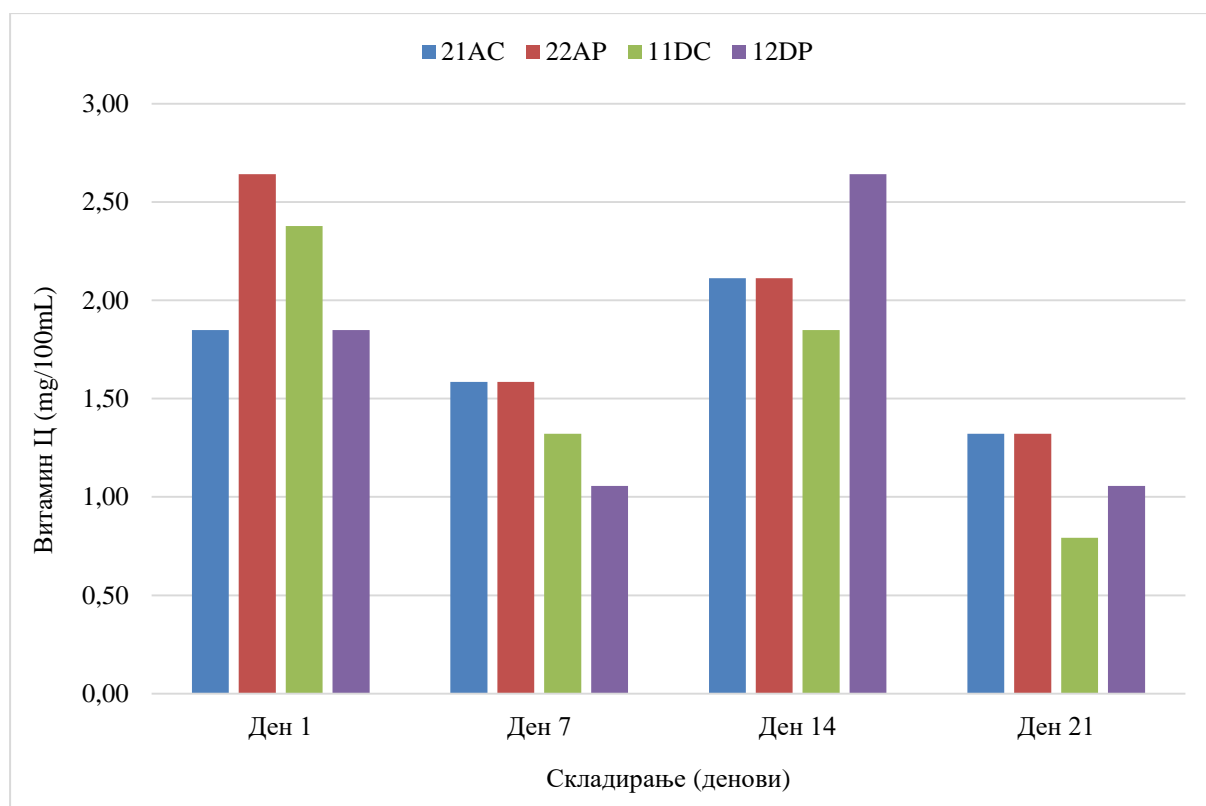
5.2.1.11.3 Споредба на динамика на вкупната содржина на витаминот Ц кај функционалните јогурти

Компаративната анализа помеѓу контролните и функционалните јогурти со овошје при складирање за содржината на витамин Ц е прикажана на Графикон 49. Од презентираниите резултати може да се заклучи дека во текот на складирање контролните и функционалните јогурти имаа разлики во содржината на витамин Ц. На првиот ден од складирање јогуртите од серијата 22 AP имаа највисока содржина $2,64 \text{ mg}/100 \text{ g}$, а јогуртите од серијата 11DC најниска содржина на витамин Ц $1,84 \text{ mg}/100 \text{ g}$. Утврдена е разлика во резултатите, бидејќи контролниот и функционалниот јогурт со аронија имаа иста содржина на витамин Ц, а функционалниот јогурт со јагода најниска содржина од

1,06 mg/100 g на 7-ми ден од складирањето. Содржината на витамин Ц во јогуртите од серијата 12DP на 14-тиот ден беше 2,64 mg/100g и е највисока во споредба со другите овошни јогурти.

Резултатите значајно се разликуваа во однос на претходниот период на складирање од 21 ден и истите се движеа од 0,79 – 1,32 mg/100 g.

Како заклучок може да се наведе дека резултатите за содржината на витамин Ц кај контролните и функционалните јогурти покажаа отстапувања во текот на складирањето од 21 ден, односно содржината на витамин Ц во јогуртите се губи за време на складирањето.



Графикон 49. Споредба на динамиката на содржината на витамин Ц кај контролните и функционалните јогурти при складирање

5.2.2 Микробиолошки параметри на функционалните јогурти

Микробиолошка анализа на контролните и функционалните јогурти беше направена при складирањето за да се процени нивната безбедност. Анализирани се *Enterobacteriaceae*, *E. coli* и *L. monocytogenes* кои претставуваат патогени бактерии за кои се поставени микробиолошки критериуми. Критериумите мора да ги исполнуваат

производите за да бидат безбедни за консумирање. Во нашите испитувања беа анализирани и квасци и мувли, како вообичаени во примероците од јогурт. Микробиолошката анализа беше направена на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето, со исклучок на квасците и мувлите кои не беа анализирани на 1-от (Табела 82 и 83). *Enterobacteriaceae* не беа пронајдени на 1-от и 7-от ден кај сериите јогурт 01C и 02P.

На 14-тиот ден беа забележани во серијата јогурт 01C - $35 \pm 7,07$ cfu/g и јогурти 02P - $10 \pm 14,1$ cfu/g. На 21-от ден од складирањето *Enterobacteriaceae* беа забележани во јогуртите од серијата 01C - 2700 ± 424 cfu/g и јогуртите 02P - $370 \pm 42,4$. Резултатите беа незначително различни на 14-от и 21-от ден бидејќи резултатите од t-тестот беа следни: $t(1)=2,24$, $p=0,268$ односно $t(1)=7,73$, $p=0,082$. Јогуртите со јагода 11DC и 12DP не покажаа присуство на *Enterobacteriaceae* за време на складирањето.

Според Сл. Весник на Р.Македонија, бр.100/2013 во пастеризирано млеко и други пастеризирани течни млечни производи бројот на *Enterobacteriaceae* треба да биде помала од 10 cfu/g во 5 земени примероци (аналитичка референтна метода МКС EN ISO 21528-2). Кај јогуртите со аронија 21AC и 22AP не беа изолирани *Enterobacteriaceae* во текот на складирањето од 21 ден.

Табела 82. Микробиолошки параметри за испитуваните производни серии на 14-от ден

Испитувани параметри	<i>Enterobacteriaceae</i> cfu/g	Квасци и мувли cfu/g	<i>E. coli</i> cfu/g	<i>L. monocytogenes</i> cfu/g
Јогурт 01C	$35 \pm 7,07^a$	$40 \pm 14,1^b$	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 02P	$10 \pm 14,1^a$	4450 ± 495^a	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 21AC	0	$20 \pm 0,00^b$	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 22AP	0	0	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 11DC	0	0	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 12DP	0	0	0	Не е детектирано во 25g

* Разликите на вредностите со различните суперскрипти во ист ред, статистички се сигнификантни на ниво $p < 0.05$;

Млечните производи се потенцијални вектори за развој на микроорганизми од семејството *Enterobacteriaceae*. Отсуството на класични патогени од храната не укажува на тоа дека јогуртот е погоден за консумирање, бидејќи други потенцијално патогени бактерии од семејството *Enterobacteriaceae* може да бидат присутни.

Докажување на *Enterobacteriaceae* е индикатор за потврдување на правилното функционирање на хигиенските мерки во производствениот погон, (**Knezevic et al., 2021**).

Табела 83. Микробиолошки параметри за испитуваните производни серии на 21-от ден

Серии	<i>Enterobacteriaceae</i> cfu/g	Квасци и мувли cfu/g	<i>E. coli</i> cfu/g	<i>L. monocytogenes</i> cfu/g
Јогурт 01С	2700 ± 424 ^a	162000 ± 18385 ^a	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 02Р	370 ± 42,4 ^b	455000 ± 117380 ^a	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 21АС	0	0	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 22АР	0	0	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 11DC	0	0	0	Не е детектирано во 25g
Јогурт 12DP	0	0	0	Не е детектирано во 25g

* Разликите на вредностите со различните суперскрипти во ист ред, статистички се сигнификантни на ниво $p < 0.05$;

Присуството на колиформни бактерии укажува на контаминација по обработката, бидејќи овие организми не се способни да ги преживеат термичките третмани кои се применуваат за време на производството на јогурт и овој чекор е единствениот во кој рН сè уште не е ограничувачки фактор за растот на микроорганизмите кои предизвикуваат расипување, (**Biorollo et al., 2001**).

Податоците од истражувањата на **Hervert et al., (2016)** покажаа дека грам-негативните бактерии имаат способност за преживување во текот на 12-часовна инкубација во истражувања направени кај грчки јогурт. Присуството на било кои грам-негативни бактерии во комерцијално произведениот јогурт укажува на контаминација после пастеризација (или, многу помалку веројатно, неуспешна пастеризација).

Резултатите од методите за тестирање (ЕВ) овозможуваат рано откривање особено за оние родови и соеви што се среќаваат во ферментирани млечни производи со

ниска рН вредност, што е соодветен пристап за следење на хигиенската исправност на јогуртот.

Во истражувањата на **Souad et al., (2021)** се докажува дека доколку целта е да се изврши рутинско следење на производниот процес, нема да има разлика во користењето на ниту еден индикатор (*Enterobacteriaceae* /колиформи), но ако целта е да се одреди патогеноста на бактериски видови и потенцијалната опасност за потрошувачот; употребата на EBs останува најсоодветна. Во студијата за *Enterobacteriaceae* кај локално пласираните јогурти во Тирана, произведените индустриски примероци покажаа дека вкупниот број на бактерии се движи од $3,8 \times 10^3$ cfu/g – $4,7 \times 10^3$ cfu/g од сите производители и истите укажуваат на контаминација за време на производството и нехигиенско ракување при пакување и конзервирање (**Maçi et al., 2016**).

Според **AuWeter, (2021)** секој производител во делот на безбедност на храна треба да одреди прифатливи граници (нивоа) на колиформни бактерии, *Enterobacteriaceae* и *Pseudomonas spp.* врз основа на владините правила и регулативи, спецификациите на клиентите и внатрешните мерки за квалитет. Доколку кај некој од примероците се појават одредени отстапувања надвор од тие граници потребно е дополнително тестирање. На пример: доколку кај некој од тестираните примероци се утврди дека вкупниот број на *Enterobacteriaceae* е поголем од 10 cfu/ml или gr потребно е дополнително тестирање за *E. coli* O157: H7, колиформни бактерии и *E. coli* spp., како и за *Klebsiella*, *Shigella* spp., или *Yersinia* spp (**AuWerter, 2021**). Нашите примероци беа дополнително тестирани за присуство на *E.coli*.

E. coli не беше присутна во контролните производни серии јогурти (01C, 11DC и 21AC) и функционалните јогурти (02P, 12DP, 22AP) во текот на складирање во ладилник. Ова е јасен показател дека производите се безбедни за консумирање во однос на патогени бактерии. Слични резултати беа пронајдени за колиформните бактерии и кај пробиотските млечни напитки со јагода (**Castro et al., 2013**).

Јогуртот отсекогаш се сметал за суштински безбеден поради неговата природа, но резултатите од истражувањата на **Bachrouri et al., (2017)** докажуваат дека и овие производи можат да бидат ризик по јавното здравје поради *E. coli* O157:H7 и инфективната доза која може да биде многу ниска: < 10 CFU/mL.

L. monocytogenes не беше откриена во 25 g примерок кај контролните производни серии јогурти (01C, 11DC и 21AC) и функционални јогурти (02P, 12DP, 22AP) во текот на складирање во ладилник.

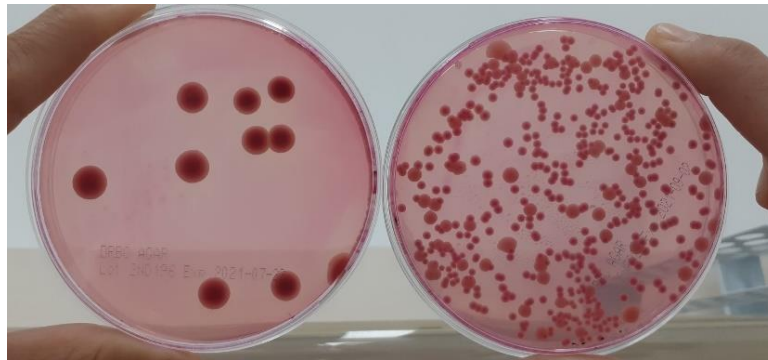
Квасците и мувлата можат да се појават во јогуртот преку многу извори. Кај серијата јогурти 02P беа откриени квасци и мувли на 7-миот ден, но не и во серијата 01C. Примероците имаа $100 \pm 28,3$ cfu/g, односно 0 cfu/g. На 14-тиот ден кај серијата јогурти 02P и 01C имаа квасци од 4450 ± 495 cfu/g односно $40 \pm 14,1$ cfu/g. Јогуртите 01C и 02P беа контаминирани со квасци и мувли и на 21-от ден и имаа 162000 ± 18385 cfu/g односно 455000 ± 117380 cfu/g.

Хигиенските и санитарните услови на процесот не беа исполнети за овие два производи, бидејќи присуството на квасци во јогуртите за време на складирањето резултираше веројатно од несоодветната стерилизација на опремата за мешање. Квасци и мувли беа пронајдени во еден примерок од јогуртите 21AC на 14-тиот ден во количина $20 \pm 0,0$ cfu/g, но не беа пронајдени на 21-виот ден. Сепак, кај производната серија јогурти 22AP во анализираните денови резултатите за присуството на квасци и мувла беа негативни (0 cfu/g). Во истражувањата на **Li & Li (1998)** било предложено дека подносливата граница на мувла и квасец кај јогуртите треба да биде еднаква или помала од 50 cfu/ml.

Кај сериите јогурти 11DC и 12 DP за време на складирањето не се пронајдени квасци и мувли. Во споредба со истражувањата на **Castro et al., (2013)**, каде во пробиотските млечни напитки со јагода биле подложени на развој на квасци и мувли, но сепак биле исполнети стандардите за хигиенска исправност на напитоките за конзумирање. Резултатите од истражувањата на **Moh et al., (2017)** покажуваат дека 87,5% и 66,66% од примероците од Yamenda и комерцијалните брендови имале присуство на квасци, додека тој бил присутен во 100% од примероците од Dschang и Bafoussam за време на летната сезона во која примероците од Dschang имале број од $3,73 \pm 3,23$ до $4,97 \pm 0,11$; кај примероците Yamenda $0,00 \pm 0,00$ до $4,94 \pm 0,15$; Bafoussam $4,02 \pm 0,10$ до $4,63 \pm 0,13$ и комерцијални производители од $0,00 \pm 0,00$ до $4,84 \pm 0,49$ (log 10 cfu/ml). Примероците собрани од сите производители имале вкупен број на квасци од $4,02 \pm 0,21$ до $4,97 \pm 0,11$ log 10 cfu/ml, повисок од 3 log 10 cfu/ml што е во согласност со меѓународните стандарди (**Moh et al., 2017**).

Во испитувањата на **Rahman et al., (2020)** вршени на јогурти со додаток на сок од јагода било констатирано присуство на габи во сите примероци. Во споредба со обичните јогурти кои содржеле присуство на габи од $6,4 \times 10^5$ и 5%, 10% и 15% кај функционалните јогурти оваа содржина на габи изнесувала $5,6 \times 10^5$, $4,7 \times 10^5$ и 3×10^5 , кои се повисоки од нормалното ниво, бидејќи прифатливиот број на габи во јогуртите треба да е помал или еднаков на 10^4 (**Rahman et al., 2020**).

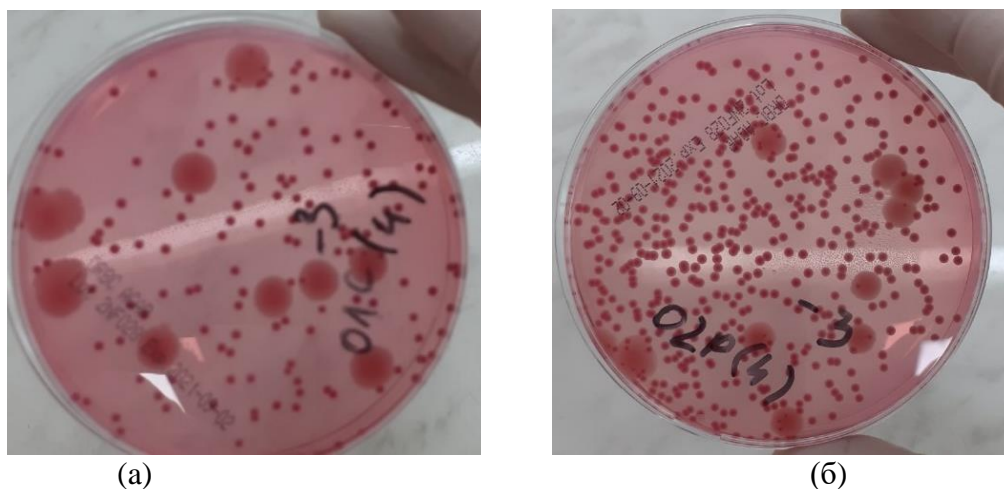
На слика 21 се прикажани квасците и мувлата развиени во сериите јогурти 02P во 2-та и 3-та недела во петриевиот сад по инкубација од 72 часа.



Слика 21. Квасци и мувли: јогурти 02P (недела 2, лево) и јогурти 02P (недела 3, десно)

Тестирање со АНОВА беше изведена заедно со Fisher LSD метода со интервал на доверба од 95% за тестирање на квасци и мувли на 14-от ден (F -вредност=159.35, $p=0,001$). Сериите јогурти 02P беа групирани во група А, додека сериите јогурти 01С и 21АС беа групирани во група В. Резултатите и p вредноста на 21-от ден беа незначително различни при тестирање со t -тестот: $t(1)=-3,49$, $p=0,178$. **Gao et al., (2018)** констатирале дека просечниот број на квасци во пијалоците од кефир базиран на сурутка на 30°C бил $5,27\pm 0,03 \log\text{CFU/ml}$.

На слика 22 се прикажани квасците и мувлата на сериите јогурти 01С и 02P во 4-та недела од складирањето по инкубацијата на 72 часа.



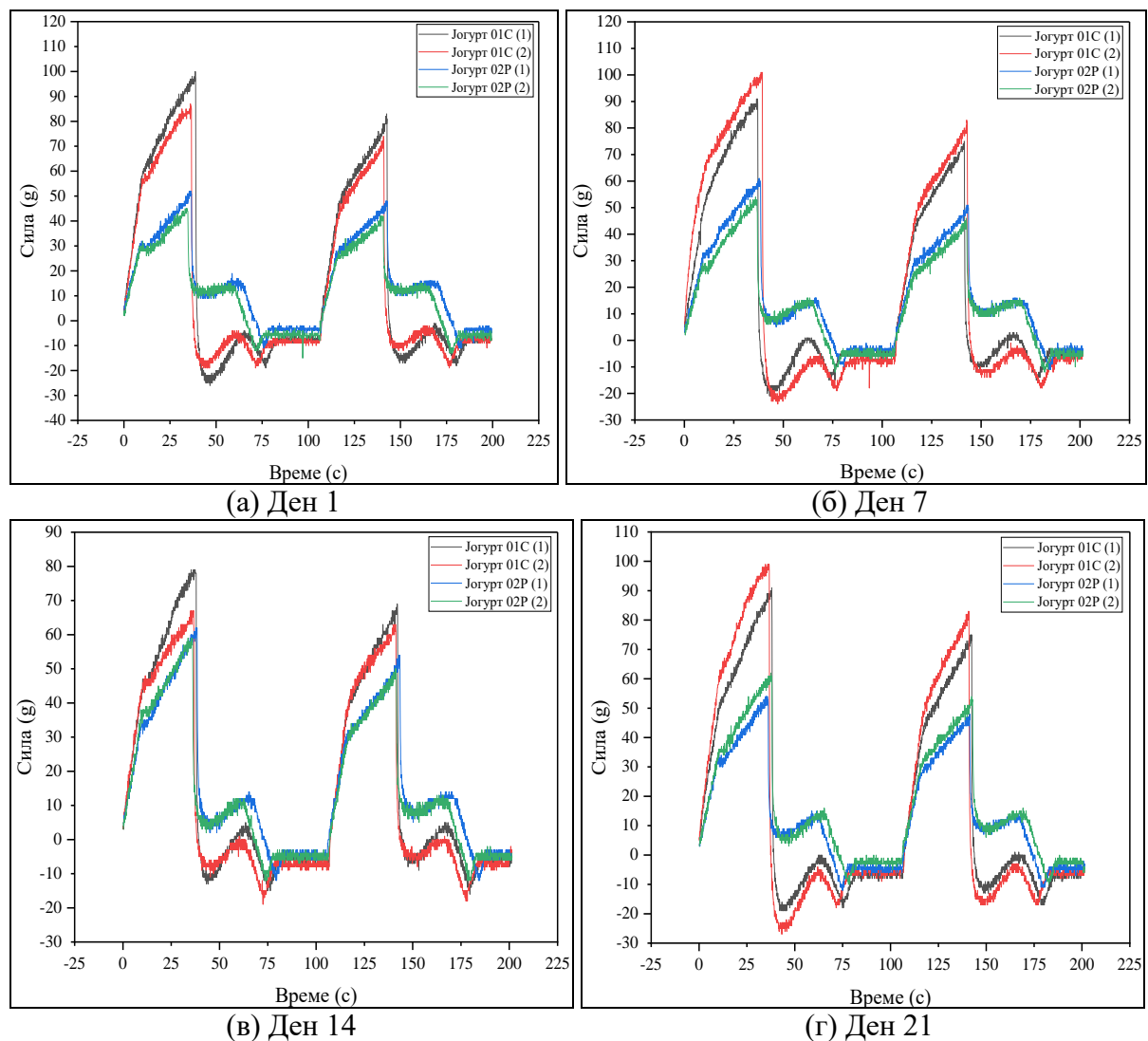
Слика 22. Квасци и мувла: (а) серија 01С, (б) серија 02P (недела 4)

5.2.3 Реолошки параметри на функционалните јогурти

Профилот на текстурата на контролните и функционалните јогурти со 70% компресија беа анализирани како што е споменато во методологијата Измерените параметри за текстурата беа: тврдост, лепливост, вискозност и еластичност.

5.2.3.1 Анализа на профилот на текстурата (ТРА) кај сериите на контролен и функционален јогурт со сурутка

Профилот за текстурата на производните серии јогурти 01С и 02Р е прикажан на Графикон 50. На првиот ден од складирањето во ладилник, за време на првата компресија потребната сила за да се постигне 70% компресија е поголема за јогуртите од серијата 01С од 02Р, што покажува дека структурата е различна.



Графикон 50. Профил на текстура за јогуртите од сериите 01С и 02Р за време на складирањето

Меѓутоа, за време на втората компресија 01С ја губи својата структура и потребната сила е помала во споредба со 02Р кои имаат постабилна структура. На 7-миот ден резултатите од компресијата беа слични за првиот ден, со таа разлика што функционалниот јогурт за време на компресијата бара поголема сила за да се постигне 70% компресија.

На 14-тиот ден, примероците од серијата 01С имаа промени во структурата на гелот што резултираше со резултати слични на јогуртите од серијата 02Р.

Профилот за текстурата на последниот ден на складирање (21-от ден) во споредба со 1-от ден покажува дека контролниот и функционалниот јогурт ја задржуваат истата структура во текот на целиот период на складирање. Слични резултати се добиени во истражувањата на **Salvador & Fiszman, (2004)** на полномастен и обезмастен јогурт. Разликата помеѓу производите произлегува од додавањето на сурутка во функционалниот јогурт.

Истражувањата за јогуртите со мал процент на масти укажуваат дека помалите масни топчиња полесно се вградуваат во мрежите од протеинските гелови, при што се добиваат различни микроструктури и покремасти јогурти во споредба со контролните (полномасни) јогурти (**Chen & Rosenthal, 2015**). Според резултатите од традиционалните и индустриските примероци на јогурт, се констатира дека треба да се претпочитаат индустриски методи во производството на јогурт за прифатливост од страна на потрошувачите и да се обезбеди производство со стандарден квалитет (**Kose et al., 2018**).

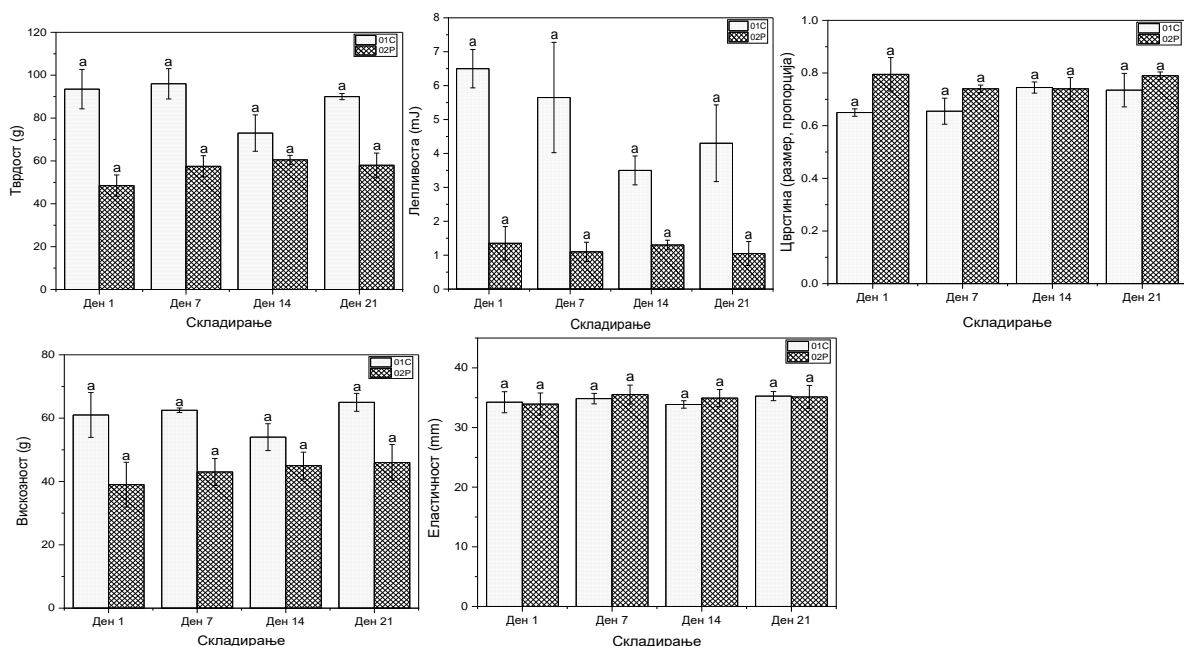
Параметрите за текстурата (тврдост, лепливост, цврстина, вискозност и еластичност) за контролните и функционалните јогурти се прикажани на Графикон 51.

Тврдост (g) – резултатите за тврдоста на јогуртите од производните серии 01С и 02Р не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден во текот на складирањето, бидејќи резултатите и р вредноста од примероците при тестирање со t тестот беа: $t(1)=6,10$, $p=0,104$, $t(1)=6,31$, $p=0,100$, $t(1)=2,02$, $p=0,292$ односно $t(1)=7,76$, $p=0,082$. Тестирањето со t тестот укажува дека тврдоста кај контролните и функционалните серии јогурти била слична за време на складирањето. Цврстината не се промени со додавање на сурутка (95% CI).

Конечната јачина на структурата кај киселите обезмастени млека зависи од формирањето на денатурирани комплекси на казеин од суруткени протеини, како резултат на зголемување и поврзаност на тие групи одговорни за јачината на структурата (**Mahomud et al., 2017**). Резултатите од истражувањата на **Wherry et al., (2019)** покажале

дека јогуртот без масти произведен со додаден концентрат од неутрализиран свеж течен суруткин протеин имал особини и вкус сличен на оние на обезмастените јогурти со додаден свеж течен протеин од слатка сурутка. Во однос на останатите својства, вака произведениот јогурт има помала цврстина, односно разлика во останатите својства на текстурата во споредба со обичниот јогурт.

Протеините од сурутка покажуваат придобивки како што се: подобрена цврстина на јогуртот, намалена синереза, подобрени сензорни својства, како што се текстурата и вкусот, кои имаат позитивно прифаќање од потрошувачите (Cheng et al., 2017).



Графикон 51. Споредба на јогуртите за тврдост (А), лепливост (В), цврстина (С), вискозност (D) и еластичност (Е). 01C= јогурт (контрола); 02P = јогурт со сурутка. Средната вредност во графиконот означена со различни букви (a-b) е значително различна ($p < 0.05$) од другиот производ. Стандардната грешки дефинирана како стандардната девијација (SD) ја представува просечна мерка на отстапување на можните вредности од набљудуваните параметри.

Додавањето на течна сурутка која содржи суруткин протеин во нашите производи резултираше со помала јачина и цврстина.

Лепливоста (mJ) кај контролниот и функционалниот јогурт покажа статистички незначителни разлики на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето согласно добиените резултатите и p вредноста на t тестот: $t(1)=9,69$, $p=0,065$, $t(1)=3,90$, $p=0,160$, $t(1)=6,96$, $p=0,091$ односно $t(1)=3,88$, $p=0,161$. Според добиените резултати од

тестирањето, лепливоста кај производните серии на контролните и функционалните јогурти беше слична за време на складирањето. Додавањето на сурутка немаше значаен ефект врз лепливоста (95% CI). Лепливоста се смета како мерка за густината на јогуртот и е обратно пропорционална со квалитетот на јогуртот во поглед на неговата консумација (Mudgil et al., 2017). Лепливоста има позитивен ефект врз густината на јогуртот и е важен фактор кој ја регулира стабилноста на ферментираното млеко (Asensio-vegas et al., 2016).

Во истражувањата на Zhao et al., (2006) додавањето на казеин хидролизати значително ($p < 0.05$) ја зголемило лепливоста на јогуртите, а тоа имало позитивен ефект врз густината на јогуртите и како и претходно наведено било важен фактор за регулирање на стабилноста на производите. Резултатот бил во вкусот (доброто чувство во устата), подобрување на карактеристиките на текстурата и стабилноста на јогуртите за време на складирањето (Zhao et al., 2006).

Цврстина (размер, пропорција) - Резултатите за цврстината не беа статистички значајни и не покажаа разлики на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето согласно добиените резултатите и p вредноста на t тестот за јогуртите од сериите 01C и 02P: $t(1) = -3,15$, $p = 0,196$, $t(1) = -2,34$, $p = 0,258$, $t(1) = 0,15$, $p = 0,906$ односно $t(1) = -1,19$, $p = 0,444$. Според t тестот на цврстината на контролните и функционалните јогурти, додавањето на сурутка немала значително влијание врз ова својство (95% CI).

Еластичност (mm)-Резултатите од анализа на еластичноста не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето бидејќи оценките и p вредноста за јогуртите од серијата 01C и јогуртите од серијата 02P при тестирање со t тестот беа: $t(1) = 0,17$, $p = 0,892$, $t(1) = -0,53$, $p = 0,688$, $t(1) = -0,96$, $p = 0,511$ односно $t(1) = 0,10$, $p = 0,935$. Анализата на примероците за својството еластичност кај производните серии контролните и функционалните јогурти покажа дека додавањето на сурутка нема значајно влијание врз него (95% CI).

Вискозност (g)-Резултатите за својството вискозност не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето. Вискозноста кај производните се серии јогурти 01C и производните серии јогурти 02P при тестирање со t тестот изнесуваше: $t(1) = 3,11$, $p = 0,090$, $t(1) = 6,41$, $p = 0,098$, $t(1) = 2,12$, $p = 0,168$ односно $t(1) = 4,25$, $p = 0,147$. Тестот на примероците при испитување на вискозноста за контролните и функционалните јогурти покажува дека додавањето на сурутка немала значителен ефект (95 % CI).

Протеинот од сурутка може да се користи како замена за млечниот протеин во формулацијата на јогурт, но се добива еластичност која може да ја намали прифатливоста на потрошувачите (**Matumoto-Pintro et al., 2011**). Намалувањето на содржината на протеини и масти во функционалниот јогурт ја намалува цврстината на коагулумот на јогуртот што резултира со помека текстура. Овој заклучок е потврден и во истражувањата на (**Krzeminski et al., 2011**) каде е проучуван ефектот на додавање на протеин од сурутка врз структурните својства на јогуртите со различна содржина на протеини и масти. Како што се зголемувала содржината на протеинот од сурутка, се зголемувале големината на честичките, вискозноста и цврстината на мрежата, а додавањето масти резултирало со севкупна зголемена компактност на микроструктурата на гелот и успорено нарушување предизвикано од смолкнување, бидејќи масните глобули дејствувале како поврзувачки протеински агенси (**Krzeminski et al., 2011**). **Guzmán-González et al., (1999)**, наведуваат дека производите базирани на казеин имаат тенденција да произведуваат поцврсти гелови со помал синерезис од јогуртите збогатени со протеин од сурутка (**Akalin et al., 2012**).

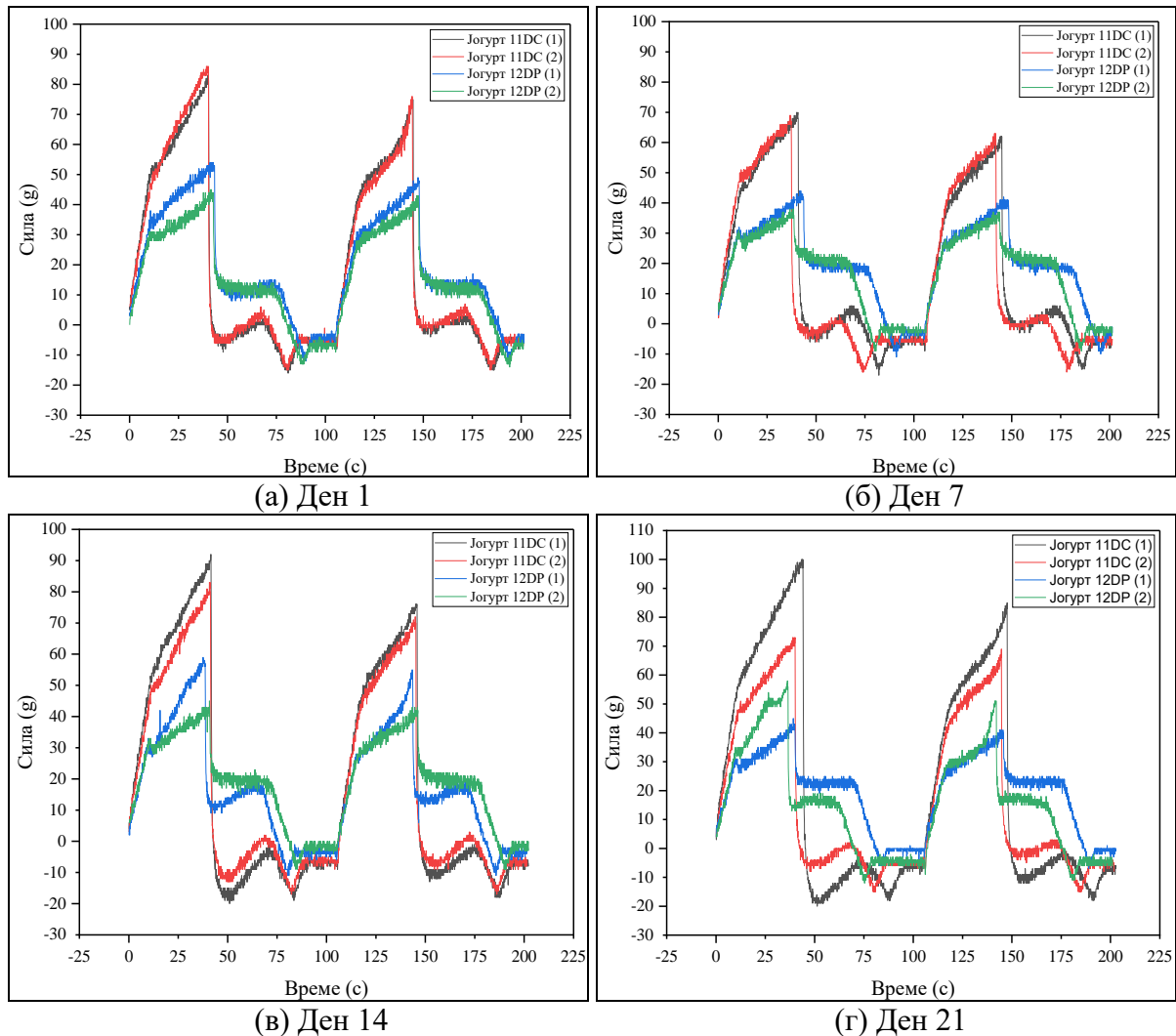
Ефектот на стабилизација и текстурата кај мешаните јогурти зависи од присуството и концентрацијата на протеините од сурутка и масните глобули, како и од видот и јачината на нивните интеракции. Односно, како што се зголемувала содржината на протеини од сурутката, се зголемувале и големината на честичките, вискозноста и цврстината (**Krzeminski et al., 2011**).

5.2.3.2 Анализа на профилот на текстурата (ТРА) кај сериите на контролен јогурт од јагода и функционален јогурт од јагода со сурутка

Профилот за текстурата на производните серии јогурти 11DC и 12DP е прикажана на Графикон 52. На првиот ден од складирањето во ладилник =, за време на првата компресија кај контролната група јогурти беше потребна поголема сила отколку кај функционалните јогурти со јагода. При втората компресија, серијата јогурти 11DC ја губат својата структура и потребната сила е помала. Јогуртите од серијата 12DP ја задржуваат својата структура за време на втората компресија.

Резултатите од компресијата на 7-миот ден покажаа дека е потребна помала сила за да се постигне 70% компресија кај групите од овие серии. Примероците од јогуртите за сериите 11DC и 12DP на 14-тиот ден имаа слични резултати како и на првиот ден. Разликата во профилот на текстура е очигледен, односно контролната група јогурти имаа постабилна структура.

На последниот ден на складирање (21-от ден) контролните и функционалните јогурти ја задржа структурата, но имаше одредени отстапувања помеѓу испитуваните примероци. Разликите кои се констатирани и имаат влијание врз текстурата помеѓу производните серии, произлегуваат од додавањето на сурутка кај функционалните јогурти и количината на додаденото овошје.

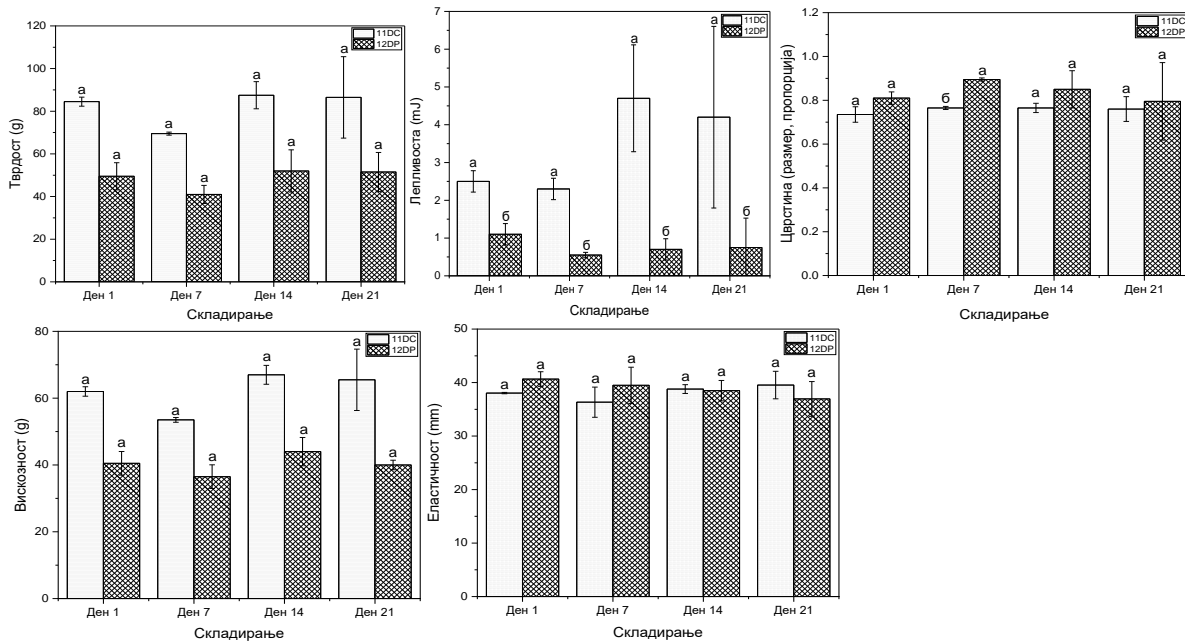


Графикон 52. Профил на текстура за јогуртите од сериите 11DC и 12DP за време на складирањето

Параметрите за текстурата (тврдост, лепливост, цврстина, вискозност и еластичност) за контролните и функционалните јогурти се прикажани на Графикон 53.

Тврдост (g)- резултатите за тврдоста на јогуртите од производните серии 11DC и 12DP не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден во текот на складирањето, бидејќи резултатите и p вредноста од примероците при тестирање со t тестот беа $t(1)=7,38$, $p=0,086$, $t(1)=9,37$, $p=0,068$, $t(1)=4,27$, $p=0,147$ односно $t(1)=2,34$,

$p=0,258$. Тестирањето со t тестот укажува дека тврдоста кај контролните и функционалните серии јогурти била слична за време на складирањето.



Графикон 53. Споредба на јогуртите за тврдост (А), лепливост (В), цврстина (С), вискозност (D) и еластичност (E). 11DC = овошен јогурт (контрола); 12DP = (овошен јогурт со сурутка). Средната вредност во графиконот означена со различни букви (a-b) е значително различна ($p < 0.05$) од другиот производ. Стандардната грешки дефинирана како стандардната девијација (SD) ја представува просечна мерка на отстапување на можните вредности од набљудуваните параметри.

Цврстината на јогуртите не се промени со додавање на сурутка (95% CI).

Лепливоста (mJ) кај контролниот и функционалниот јогурт покажа статистички незначителни разлики на 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето согласно добиените резултатите и p вредноста на t тестот: $t(1)=8,49$, $p=0,075$, $t(1)=3,92$, $p=0,159$ односно $t(1)=1,93$, $p=0,304$. На 1-от ден резултатите за лепливоста беа значително различни и тоа: $t(1)=4,95$, $p=0,038$. Лепливоста кај производните серии на контролните и функционалните јогурти беше слична за време на складирањето, според добиените резултати од тестирањето. Додавањето на сурутка немаше значаен ефект врз лепливоста (95% CI).

Цврстина (размер, пропорција) - Резултатите за цврстината не беа статистички значајни и не покажаа разлики на 1-от, 14-от и 21-от ден од складирањето согласно добиените резултатите и p вредноста на t тестот $t(1)=-2,34$, $p=0,257$, $t(1)=-1,37$, $p=0,400$ односно $t(1)=-0,27$, $p=0,834$. На 7-от ден резултатите за цврстината беа значајно различни и тоа: $t(1)=-18,38$, $p=0,003$. Според t тестот на цврстината на контролните и

функционалните јогурти, додавањето на сурутка немала значително влијание врз ова својство (95% CI).

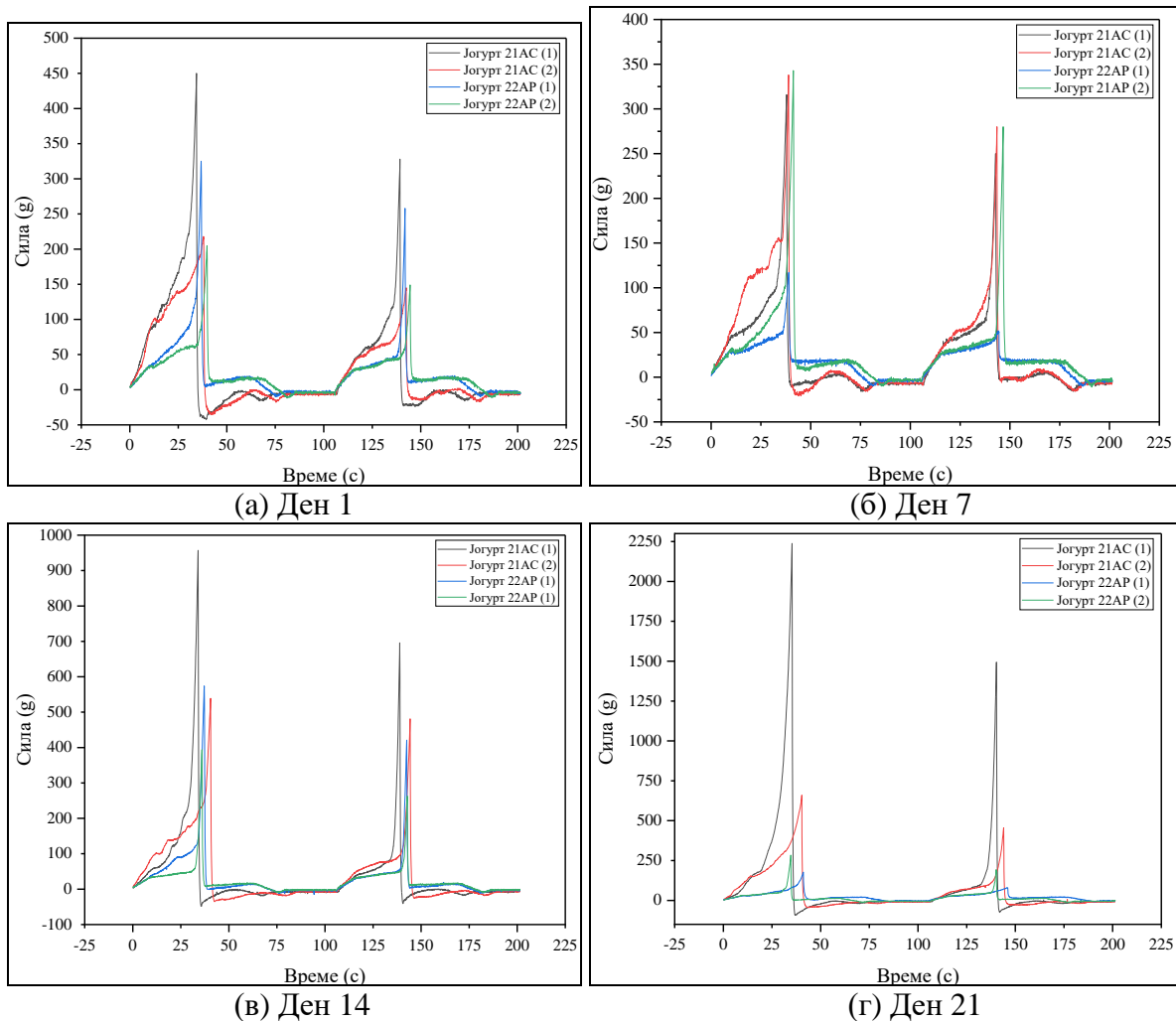
Еластичност (mm)- Резултатите од еластичноста не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето бидејќи оценките и p вредноста за јогуртите од серијата 11DC и јогуртите од серијата 12DP при тестирање со t тестот беа: $t(1)=-2,70$, $p=0,226$, $t(1)=-1,02$, $p=0,495$, $t(1)=0,20$, $p=0,876$ односно $t(1)=0,89$, $p=0,538$. Тестирањето на примероците за својството еластичност кај производните серии контролните и функционалните јогурти покажува дека додавањето на сурутка нема значајно влијание врз него (95% CI).

Вискозност (g)- Резултатите за својството вискозност не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето. Вискозноста кај производните серии јогурти 11DC и производните серии јогурти 12DP при тестирање со t тестот изнесуваше: $t(1)=7,98$, $p=0,079$, $t(1)=6,67$, $p=0,095$, $t(1)=6,38$, $p=0,099$ односно $t(1)=3,88$, $p=0,161$. Тестот на примероците при испитување на вискозноста за контролните и функционалните јогурти покажува дека додавањето на сурутка немала значаен ефект (95 % CI). Безмасниот јогурт кој содржи 3,0-4,5 % концентриран суруткин протеин (WPC) покажа реолошко однесување слично на она на полномасниот јогурт и беше ефикасен како замена за млечни масти (Suthar et al., 2017).

5.2.3.3 Анализа на профилот на текстурата (ТРА) кај сериите на контролен јогурт од аронија и функционален јогурт од аронија со сурутка

Анализата на профилот за текстурата (ТРА) на производните серии јогурти 21AC и 22AP е прикажана на Графикон 54. На првиот ден од складирањето во ладилник, за време на првата компресија кај контролната група јогурти со аронија беше потребна поголема сила отколку кај функционалните јогурти од аронија со сурутка. Втората компресија бара помала сила за 70% компресија, но сепак постои забележлива разлика помеѓу производните серии.

Резултатите од компресија на 7-миот ден покажаа дека групата на контролниот јогурт бара 3 пати поголема сила од групата на функционалниот јогурт. Примероците од јогуртите 21AC и 22AP на 14-тиот ден покажаа разлики помеѓу производните серии. Разликата во профилот на текстурата е очигледна и потребната сила произлегува од присуството на пастеризирано овошје аронија во групите на контролниот и функционалниот јогурт.

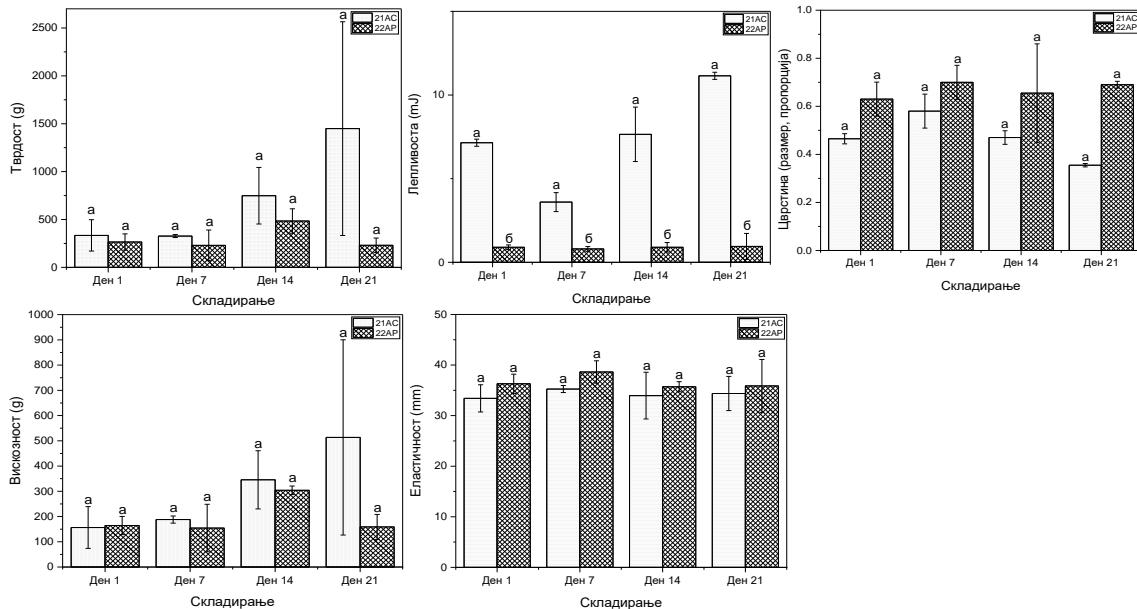


Графикон 54. Профил на текстура за јогуртите од сериите 21AC и 22AP за време на складирањето

Профилот на текстурата на последниот ден од складирањето (21-от) покажува дека контролниот примерок од јогурт (1) имал многу овошје што резултирало со поголема потребна сила. Споредбата на контролниот и функционалниот јогурт покажува дека потребната сила била поголема на 21-виот ден од 1-виот ден. Ваквата разлика помеѓу производните серии произлегува како резултат на додавањето на сурутка и количината на овошје. Параметрите за текстурата (тврдост, лепливост, цврстина, вискозност и еластичност) за контролните и функционалните јогурти се прикажани на Графикон 55.

Тврдост (g)- резултатите за тврдоста на јогуртите од производните серии 21AC и 22AP не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден во текот на складирањето, бидејќи резултатите и p вредноста од примероците при тестирање со t тестот беа $t(1)=0,53$, $p=0,691$, $t(1)=0,85$, $p=0,550$, $t(1)=1,16$, $p=0,453$ односно $t(1)=1,54$,

$p=0,366$. Тестирањето со t тестот укажува дека тврдоста кај контролните и функционалните серии јогурти била слична за време на складирањето. Цврстината не се промени со додавање на сурутка (95% CI).



Графикон 55. Споредба на јогуртите за тврдост (A), лепливост (B), цврстина (C), вискозност (D) и еластичност (E). 21AC= овошен јогурт (контрола); 22AP = (овошен јогурт со сурутка). Средната вредност во графиконот означена со различни букви (a-b) е значително различна ($p<0.05$) од другиот производ. Стандардната грешки дефинирана како стандардната девијација (SD) ја представува просечна мерка на отстапување на можните вредности од набљудуваните параметри

Лепливоста (mJ) кај контролниот и функционалниот јогурт покажа статистички незначителни разлики на 7-от, 14-от од складирањето согласно добиените резултатите и p вредноста на t тестот: $t(1)=34,67$, $p=0,093$; $t(1)=5,78$, $p=0,109$ односно статистички различни на 1-от и на 21-от ден и тоа: $p=0,018$, $t(1)=6,79$ и $t(1)=17,89$, $p=0,036$. Лепливоста кај производните серии на контролните и функционалните јогурти беше слична за време на складирањето, според добиените резултати од тестирањето. Додавањето на сурутка немаше значаен ефект врз лепливоста (95% CI), особено на 7-от и 14-от ден, но разликата статистички беше забележана на 1-от и 21-от ден.

Цврстина (размер, пропорција)-Резултатите за цврстината не беа статистички значајни и не покажаа разлики на 1-от, 7-от и 14-от ден од складирањето согласно добиените резултатите и p вредноста на t тестот за производните серии јогурти 21AC и 22AP: $t(1)= -3,16$, $p=0,195$, $t(2)=-1,70$, $p=0,232$, $t(1)=-1,26$, $p=0,426$. На 21-от ден резултатите за цврстината беа значително различни и тоа: $t(1)=-29,96$, $p=0,021$. Според t

тестот за цврстината на контролните и функционалните јогурти, додавањето на сурутка немала значително влијание врз ова својство, освен на последниот ден од складирањето.

Еластичност (mm)- Резултатите од еластичноста не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето бидејќи оценките и p вредноста за јогуртите од серијата 21AC и јогуртите од серијата 22AP при тестирање со t тестот беа: $t(1)=-1,24$, $p=0,432$, $t(1)=-2,07$, $p=0,287$, $t(1)=-0,52$, $p=0,693$ односно $t(1)=-0,34$, $p=0,792$. Тестирањето на примероците за својството еластичност кај производните серии контролните и функционалните јогурти покажува дека додавањето на сурутка нема значајно влијание врз него (95% CI).

Вискозност (g) - Резултатите за својството вискозност не беа статистички значајни на 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден од складирањето. Вискозноста кај производните серии јогурти 21AC и производните серии јогурти 22AP при тестање со t тестот изнесуваше: $t(1)=-0,13$, $p=0,921$, $t(1)=0,50$, $p=0,706$, $t(1)=0,5$, $p=0,703$ односно $t(1)=1,29$, $p=0,421$. Анализата на примероците при испитување на вискозноста за контролните и функционалните јогурти покажува дека додавањето на сурутка немала значителен ефект (95 % CI).

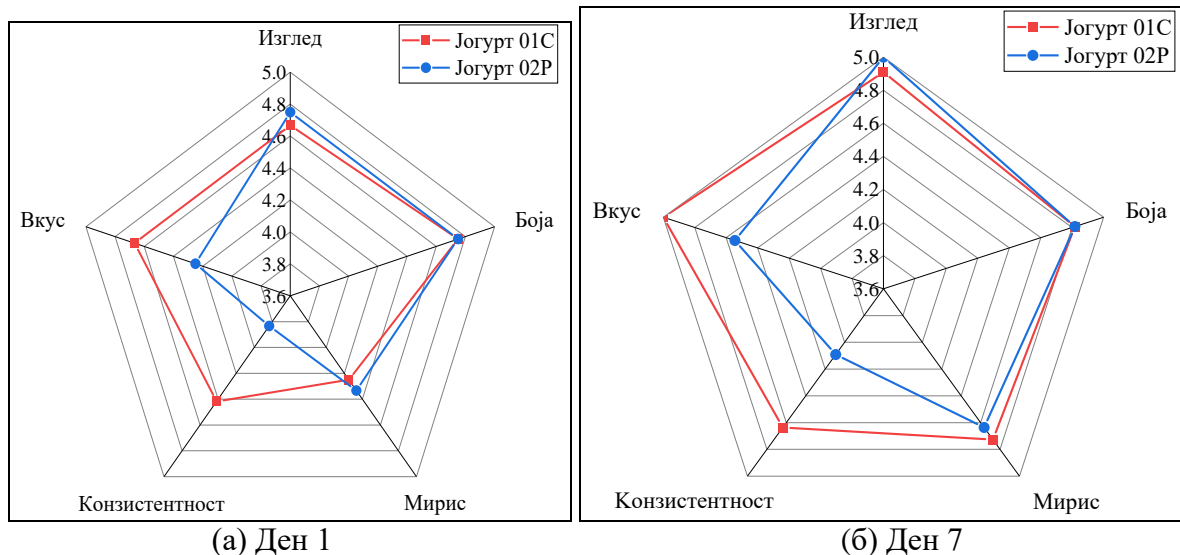
5.2.4 Сензорна анализа на функционалните јогурти

5.2.4.1 Оценка за бодување на контролен и функционален јогурт со сурутка

Сензорната анализа на јогуртите од производните серии 01C за време на складирањето ги доби следните резултати на 1-от ден: *изглед*, просечната оценка беше $4,66 \pm 0,49$; за *бојата* просечната оценка беше $4,75 \pm 0,45$; за *мирис* $4,25 \pm 0,75$, за *текстурата* $4,41 \pm 0,66$ и за најважното сензорно својство - *вкусот* просечната оценка беше $4,66 \pm 0,49$ (Графикон 56). Јогуртите од серијата 02P во текот на првиот ден од складирањето беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $4,75 \pm 0,45$, за *боја* $4,75 \pm 0,45$, за *мирис* $4,33 \pm 0,49$, за *конзистентност (текстура)* $3,83 \pm 0,71$ и најважното својство – *вкусот* беше оценет со просечна оценка $4,25 \pm 0,62$.

Сензорната анализа на јогуртите од производните серии 01C за време на складирањето ги доби следните резултати на 7-миот ден: за *изглед*, просечната оценка беше $4,9091 \pm 0,3015$; за квалитетното својство - *боја* просечната оценка беше $4,818 \pm 0,405$; за *мирис* $4,727 \pm 0,467$, за *текстурата* просечната сензорна оцена беше $4,636 \pm 0,505$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $5,00 \pm 0,00$. Јогуртите од серијата 02P на 7-миот ден од складирањето беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечниот резултат беше $4,727 \pm 0,467$, за *бојата* $4,818 \pm 0,405$,

просечната оценка за *мирис* $4,636 \pm 0,505$, за *текстурата* просечната оценка $4,083 \pm 4,091$ и најважното својство – *вкусот*, просечната оценка $4,545 \pm 0,522$. Јогуртите од 01C добија повисоки оценки во текстурата.



Графикон 56. Сензорна анализа на сериите јогурти 01C и 02P за време на складирањето

Серијата јогурти 01C доби повисока оценка во текстурата, а серијата јогурти 02P беше диференцирана како производи со низок вискозитет и мека текстура од страна на потрошувачите, што се потврдува и со резултатите од анализата на текстурата.

Во истражувањата на (Cais-Sokolińska et al., 2002), вкусот на функционалниот јогурт бил оценет пониско во споредба со контролниот производ. Органолептичката оценка на јогуртот со 5% концентрат од суруткени протеини (WPC 60) била извршена со метод на бодување на бодовна хедонска скала (до девет) во текот на складирање за особините: изглед, боја, конзистентност, вкус, мирис и вкупната прифатливост. Од резултатите констатирлеа дека на 1-от и 7 –от ден вкупната оценка бил (5,6), на 14-от ден бил (5,5).

Во истражувањата на Skryplonek, (2018) во која биле развиени и произведени ферментирани напитки на база на сурутка, оценката на потрошувачите укажуваат дека важни особини за производот се конзистентноста и вкусот и овие сензорни особини се позитивно поврзани со цврстината на производот. Legarová & Kouřimská, (2010), укажуваат дека ферментацијата со јогуртна култура не донесла статистички значајно подобрување на органолептичките својства на напитокот од сурутка, додека додавањето на млеко бил најважниот фактор што влијае не само на вкупниот органолептички

квалитет на напитоците од сурутка, туку и нивниот вкус, изглед, боја, вискозност и хомогеност. Ферментацијата со стартерни култури на функционалниот јогурт со 25% сурутка дал сличен производ на обичниот јогурт.

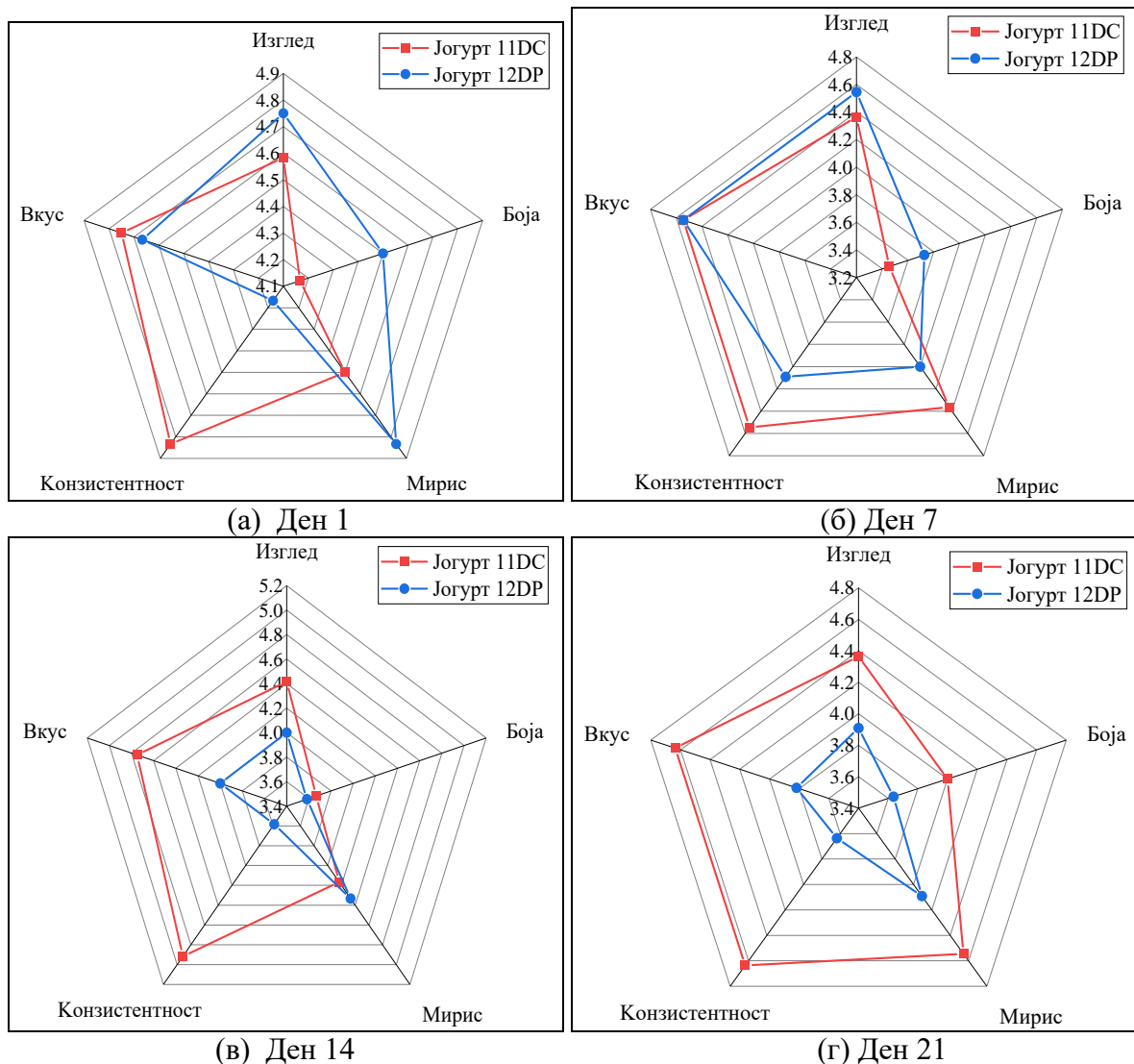
5.2.4.2 Оценка за бодување на контролен јогурт со јагода и функционален јогурт од јагода со сурутка

Сензорната анализа на серијата јогурти 11DC за време на складирањето ги доби следните резултати за **првиот ден**: *изглед* просечната оценка беше $4,583 \pm 0,515$; за квалитетното својство - *боја* просечната оценка беше $4,167 \pm 0,718$; за *мирис* $4,5 \pm 0,674$, за *текстурата* $4,833 \pm 0,389$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,75 \pm 0,622$ (Графикон 57). Серијата јогурти 12DP во текот на првиот ден од складирањето беше оценет на следниов начин: за *изглед* просечниот резултат беше $4,75 \pm 0,452$, за *бојата* $4,5 \pm 0,674$, просечната оценка за *мирис* беше $4,833 \pm 0,389$, за *текстурата* $4,167 \pm 0,0$ и најважното својство – *вкусот*, просечната оценка $4,667 \pm 0,492$. Јогуртите од сериите 11DC добија повисоки оценки во текстурата.

Сензорната анализа на серијата јогурти 11DC за време на складирањето ги доби следните резултати за **седмиот ден**: за *изглед* просечната оценка беше $4,364 \pm 0,809$; за квалитетното својство - *боја* просечната оценка беше $3,455 \pm 1,368$; за *мирис* просечната оценка беше $4,364 \pm 0,924$, за *текстурата* $4,545 \pm 0,82$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,545 \pm 0,688$.

Јогуртите од сериите 12DP во текот на седмиот ден на складирање беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечниот резултат беше $4,454 \pm 0,688$, за *бојата* $3,727 \pm 1,191$, просечната оценка за *мирис* беше $4 \pm 0,775$, за *текстурата* $4,094 \pm 1$ и најважното својство – *вкусот*, просечната оценка $4,545 \pm 0,688$. Јогуртите од 01C добија повисоки оценки во текстурата.

Сензорната анализа на серијата јогурти 11DC за време на складирањето ги доби следните резултати за **14-тиот ден**: за *изглед* просечната оценка беше $4,417 \pm 0,793$; за квалитетното својство - *боја* просечната оценка беше $3,667 \pm 0,985$; за *мирис* $4,167 \pm 0,835$, за *текстурата* $4,9167 \pm 0,2887$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,75 \pm 0,452$.



Графикон 57. Сензорна анализа на сериите јогурти 11DC и 12DP за време на складирањето

Серијата јогурти 12DP за време на 14-тиот ден на складирање беше оценет на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $4,00 \pm 0,603$, за *бојата* просечната оценка беше $3,583 \pm 0,9$, за *мирис* беше $4,333 \pm 0,888$, за *текстурата* $3,583 \pm 0,00$ и најважното својство – *вкусот* со просечната оценка $4,00 \pm 0,603$.

Сензорната анализа за јогуртите од серијата 11DC за време на складирањето ги доби следните резултати за 21-от ден: за *изглед*, просечната оценка беше $4,364 \pm 0,674$; за *боја* просечната оценка беше $4,00 \pm 0,632$; за квалитетното својство *мирис* просечната оценка беше $4,545 \pm 0,688$, за *текстурата* $4,636 \pm 0,674$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,636 \pm 0,674$.

Јогуртите од серијата 12DP на 21-от ден од складирањето беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $3,909 \pm 0,944$, за *бојата* просечната

оценка беше $3,636 \pm 0,674$, просечната оценка за *мирис* беше $4,091 \pm 0,831$, за *текстурата* просечната оценка $3,636 \pm 0,809$ и најважното својство – *вкусот*, просечната оценка $3,818 \pm 0,874$. Јогуртите од серијата 01С доби повисоки оценки во текстурата.

Јогуртите од серијата 11DC добија повисоки оценки во *текстурата* (конзистентност, вискозитет) на **14-тиот ден**, $4,9167 \pm 0,2887$ и јогуртите од серијата 02P со 25% сурутка беше диференциран како производ со помал вискозитет на 14-тиот ден, $3,583 \pm 0,669$ што се потврдува со анализата на потрошувачите.

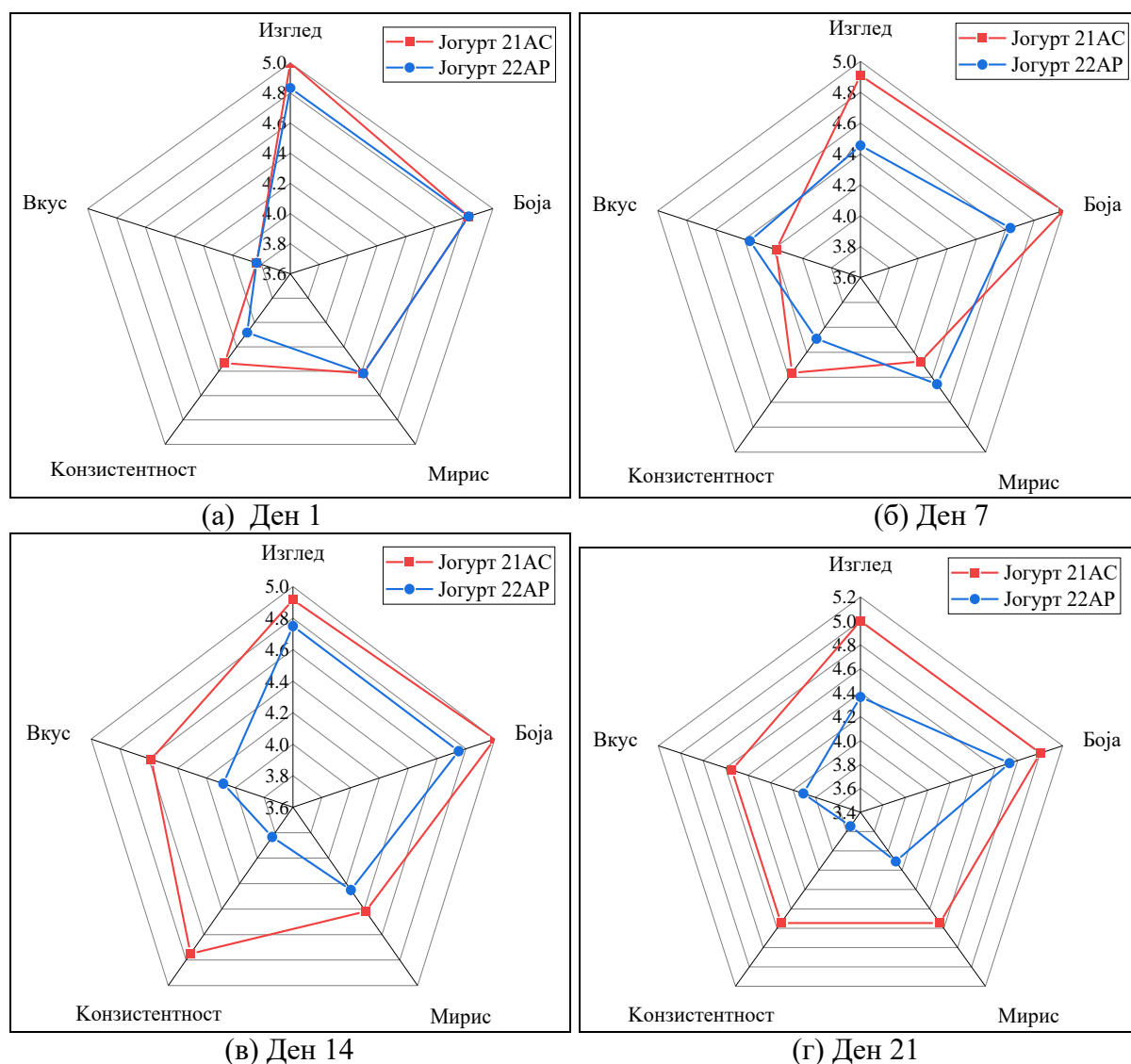
Пробиотскиот јогурт од јагоди со сурутка врз основа на резултатите од временски зависни променливи во вискозноста на 15-тиот ден, покажале дека додавањето на сурутка за 20% во споредба со контролната не била статистички сигнификантна ($p > 0,05$), додека додавањето на сурутка за 35% покажа статистички знајачна разлика ($p < 0,05$) (Castro et al., 2013). Во споредба со резултатите на Castro et al., (2013), на 14-тиот ден текстурата на нашите производи беше значително различна врз основа на тестираните примероци од t тестот: $t(21) = 2,34$, $p = 0,029$.

5.2.4.3 Оценка за бодување на контролен јогурт со аронија и функционален јогурт од аронија со сурутка

Од сензорната анализа на јогуртите од серијата 21AC за време на складирањето ги добивме следните резултати за **првиот ден**: за *изглед* на јогуртите, просечна оценка беше $5,00 \pm 0,00$; за *боја* $4,833 \pm 0,577$; за *мирис* $4,417 \pm 0,515$, за *текстурата* $4,333 \pm 0,778$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $3,833 \pm 1,115$ (Графикон 58). Јогуртите од серијата 22AP за време на првиот ден од складирањето беше оценет на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $4,833 \pm 0,389$, за *бојата* $4,833 \pm 0,389$, просечната оценка за *мирис* беше $4,417 \pm 0,515$, за *текстурата* $4,073 \pm 0,793$ и најважното сензорно својство – *вкусот*, просечната оценка $3,833 \pm 1,193$.

Сензорната анализа на јогуртите од серијата 21AC за време на складирањето ги доби следните резултати за **7-миот ден**: *изглед*, просечната оценка $4,9091 \pm 0,3015$; за *боја* $5,00 \pm 0,00$; за *мирис* $4,273 \pm 0,647$, за *текстурата* просечната сензорна оцена беше $4,364 \pm 0,674$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,182 \pm 0,751$. Јогуртите од серијата 22AP во текот на седмиот ден на складирање беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $4,455 \pm 0,688$, за *бојата* просечната оценка беше $4,636 \pm 0,674$, просечната оценка за *мирис* беше $4,455 \pm 0,688$,

за *текстурата* просечната оценка $4,091 \pm 0,944$ и најважното својство – *вкусот*, просечната оценка $4,364 \pm 0,505$.



Графикон 58. Сензорна анализа на производните серии 21АС и 22АР за време на складирањето

Сензорната анализа на серијата јогурти 21АС за време на складирањето ги доби следните резултати за **14-тиот ден**: *изглед*, просечната оценка беше $4,9167 \pm 0,2887$; за *боја* $5,00 \pm 0,00$; за *мирис* $4,417 \pm 0,669$, за *текстурата* просечната сензорна оцена беше $4,750 \pm 0,452$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,583 \pm 0,515$. Јогуртите од сериите 22АР во текот на 14-тиот ден од складирањето беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $4,75 \pm 0,452$, за *бојата* $4,75 \pm 0,622$, за *мирис* беше $4,25 \pm 0,622$, за *текстурата* $3,883 \pm 0,835$ и најважното

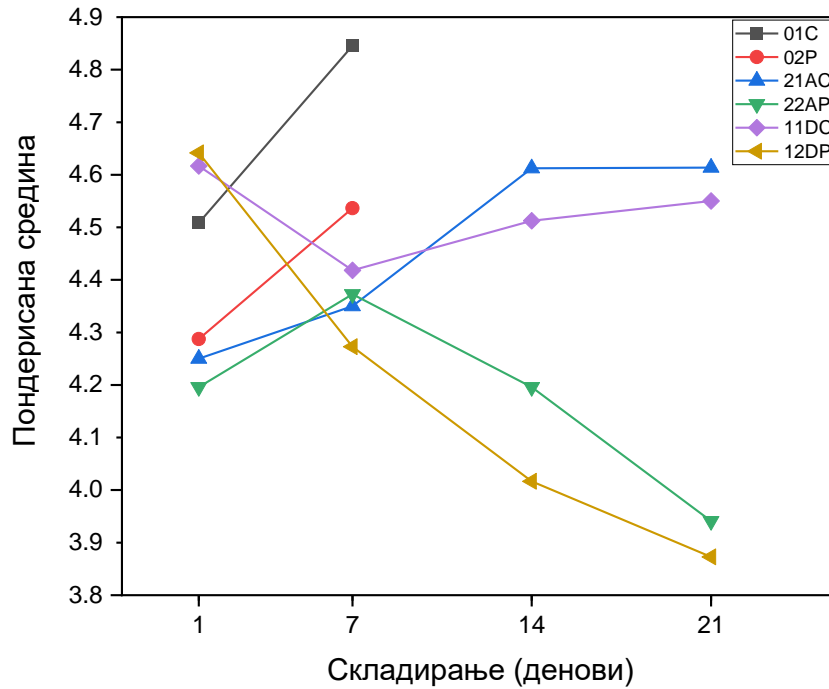
својство – *вкусот*, просечната оценка $4,083 \pm 0,793$. Јогуртите од серијата 01С добија повисоки оценки во текстурата.

Сензорната анализа на јогуртите од серијата 21АС за време на складирањето ги доби следните резултати за **21-от ден**: *изглед*, просечната оценка беше $5,00 \pm 0,00$; за квалитетното својство - *боја* просечната оценка беше $5,00 \pm 0,00$; за квалитетното својство *мирис* просечната оценка беше $4,545 \pm 0,522$, за *текстурата* просечната сензорна оцена беше $4,545 \pm 0,522$ и за најважното квалитетно својство - *вкусот*, просечната оценка беше $4,545 \pm 0,688$.

Јогуртите од серијата 21АР за време на 21-от ден на складирање беа оценети на следниов начин: за *изглед* просечната оценка беше $4,364 \pm 0,674$, за *бојата* просечната оценка беше $4,727 \pm 0,467$, просечната оценка за *мирис* беше $3,909 \pm 0,701$, за *текстурата* просечната оценка $3,545 \pm 1,036$ и најважното својство – *вкусот*, просечната оценка $3,909 \pm 0,831$. **Jaworksa et al., (2010)** утврдиле дека напитоките од црна рибизла и сурутка се карактеризираат со значително помали нивоа на гликоза, фруктоза, сахароза, полифеноли, витамин Ц и витамин Б1 и нивните резултати од сензорната анализа се малку пониски отколку за напитоките од црна рибизла, но сепак може да претставуваат интересен и атрактивен додаток на пазарот како нов функционален производ, комбинирајќи ги здравствените својства на овошјето со својствата на сурутката. Во нашите истражувања серијата 01С доби повисоки оценки за текстурата.

5.2.4.4 Споредба на пондерираната вредност и максималниот можен квалитет на оценување при бодувањето на функционалните јогурти

Средната вредност, односно пондерираната општа оценка на квалитетот на јогуртот се добива со делење на максималниот можен квалитет со збирот на коефициентот на важност ($\Sigma = 20$) прикажан на Графикон 59. Процент (%) од максималниот можен квалитет е прикажан во Графикон 60. Пондерираната општа оценка за јогуртите од 01С беше на 1-от ден $4,50 \pm 0,36$ и на 7-от ден, $4,84 \pm 0,12$. Процентот на максималниот можен квалитет за јогуртите од 01С на 1-от ден беше $90,16 \pm 7,23$; а на 7-от ден $96,90 \pm 2,58$. Пондерираната општа оценка за јогуртите од 02Р на 1-от ден беше $4,28 \pm 0,37$, на 7-от ден, $4,53 \pm 0,33$. Процентот на максималниот можен квалитет за 02Р на 1-от и на 7 –от ден беше: $85,75 \pm 7,49$, соодветно $90,72 \pm 6,70$.

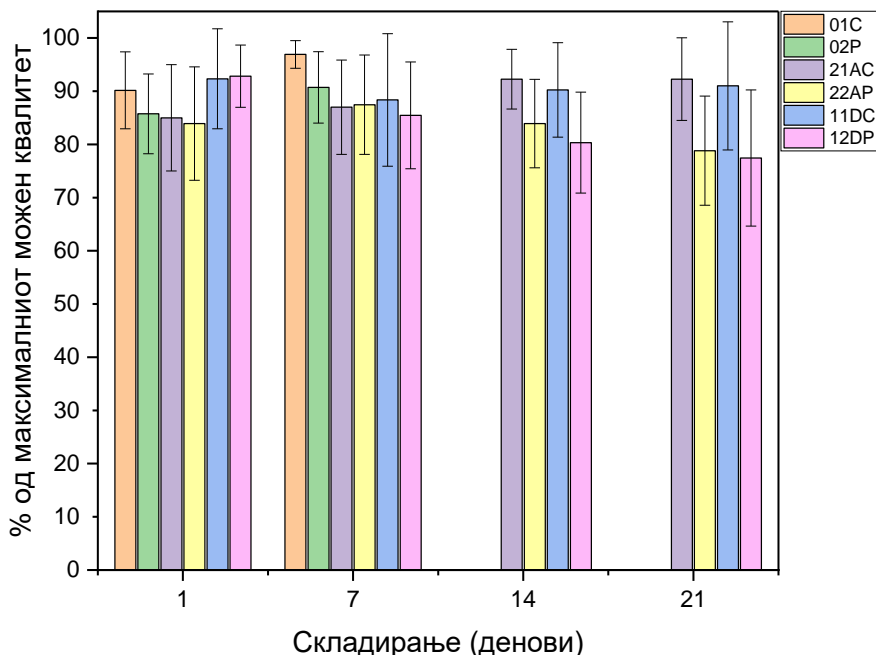


Графикон 59. Пондерисана средина на јогуртите при складирање

Серијата на контролниот јогурт врз основа на оценката беа поприватливи и добија повисоки оценки во текот на складирањето. Функционалните јогурти со сурутка врз основа на проценката имаа оценка 4,00 и повисока во текот на периодот на складирање што е над просекот. Резултатите за процентот (%) од максималниот можен квалитет покажуваат дека процентот на серијата контролни јогурти е поголем и поблиску до 100% во споредба со сериите функционални јогурти со сурутка.

Sohrabi et al., (2016) го проучувале производството на неферментиран и ферментиран напиток од сурутка со реконституиран концентрат од суруткин протеин, збогатен со додавање на витамин Е. Свкупната приватливост и сензорните оценки биле повисоки за ферментираниот напиток ($p < 0.05$).

Пондерисаната општа оценка за серијата јогурти 11DC на 1-от ден беше $4,61 \pm 0,46$, на 7-от ден $4,41 \pm 0,62$, за 14-от ден $4,51 \pm 0,44$ и на 21-от ден $4,55 \pm 0,60$. Процентот на максималниот можен квалитет за серијата 11DC за 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден беше: $92,33 \pm 9,39$, $88,36 \pm 12,45$, $90,25 \pm 8,88$, односно $91,00 \pm 12,04$. Пондерисаната општа проценка за сериите јогурти 12DP на 1-от ден беше $4,64 \pm 0,29$, на 7-от ден $4,27 \pm 0,50$, на 14-от ден $4,01 \pm 0,47$ и на 21-от ден $3,87 \pm 0,64$. Процентот на максималниот можен квалитет за серијата 12DP за 1-от, 7-от, 14-от и 21-от ден беше: $92,83 \pm 5,84$, $85,45 \pm 10,04$, $80,33 \pm 9,48$, односно $77,45 \pm 12,80$.



Графикон 60. Процент (%) од максималниот можен квалитет на јогуртите за време на складирањето

Контролниот јогурт со јагода доби пониска оценка од функционалниот јогурт од јагода на првиот ден. Според оценката, функционалниот јогурт со сурутка во останатите денови на складирање доби пониска оценка околу 4,00 или повисока, освен последниот ден (21-от ден) каде оценката е 3,87. Резултатите за процентот на максимален можен квалитет покажуваат дека контролниот јогурт во целина има поголем процент на максимален можен квалитет од функционалниот јогурт со сурутка.

Во истражувањата на (Castro et al., 2013), пробиотските млечни напитки со вкус на јагода (2% vol/vol *Lactobacillus acidophilus*) биле произведени со користење на 0, 20, 35, 50, 65 и 80% (vol/vol) сурутка во нивните формулации. Содржината на сурутка имал ефект врз прифаќање на производот од потрошувачите ($p < 0,05$) и тоа: забележано е максимално прифаќање за напитокот со 35% сурутка (средна оценка од 7,0 на 9-степената хедонска скала во споредба со контролната 5,2), но, не се разликува од формулацијата со 20% сурутка (средна оценка од 6,4, $p < 0,05$). Споредувајќи ги нашите резултати кои беа направени на 14-тиот ден со резултатите од (Castro et al., 2013) кои биле направени на 15-тиот ден, се покажуваат различни резултати бидејќи нашиот контролен јогурт беше поприфатлив од јогуртот од јагоди со сурутка.

Пондерираната општа оценка за серијата јогурти 21AC на 1-от ден беше $4,25 \pm 0,5$, на 7-от ден $4,35 \pm 0,44$, на 14-от ден $4,61 \pm 0,28$ и на 21-от ден $4,61 \pm 0,38$. Процентот на максималниот можен квалитет за јогуртите од 21AC на 1-от ден, 7-от, 14-от, 21-от

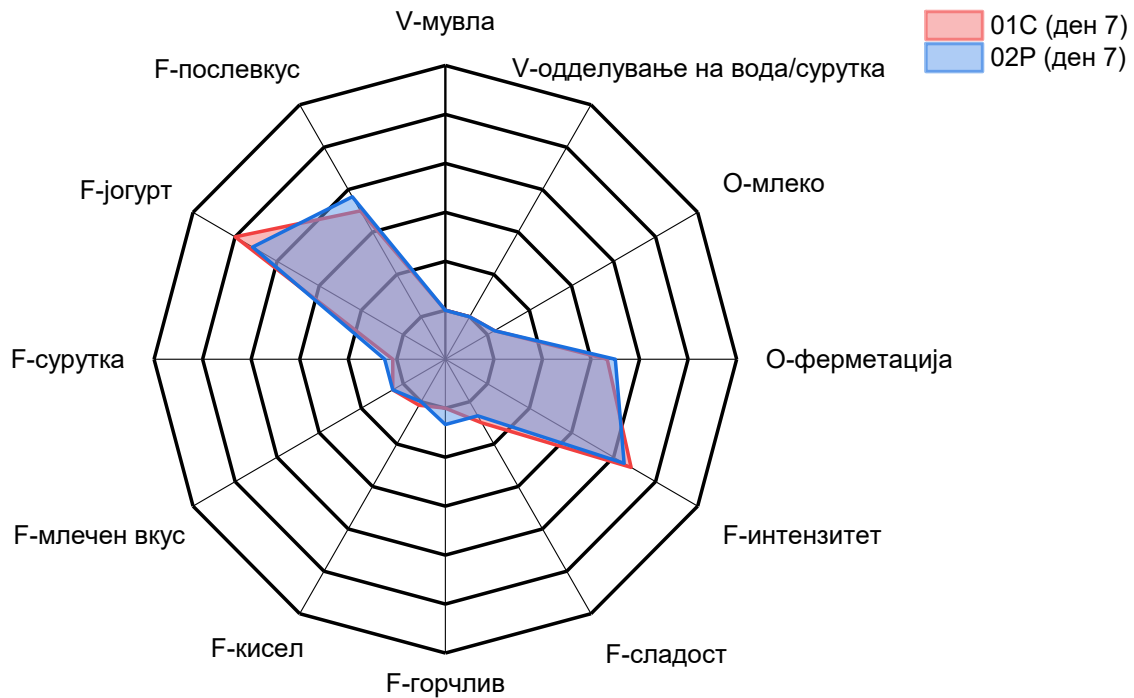
беше: 85 ± 10 , $87 \pm 8,86$, $92,25 \pm 5,61$, односно $92,27 \pm 7,77$. Пондерираната општа оценка за серијата јогурти 22AP на 1-от ден беше $4,19 \pm 0,53$, на 7-от ден $4,37 \pm 0,46$, на 14-от ден $4,19 \pm 0,41$ и на 21-от ден $3,94 \pm 0,51$. Процентот на максималниот можен квалитет за јогурти од 22AP на 1-от,7-от,14-от и 21-от ден беше следниот: $83,91 \pm 10,66$, $87,45 \pm 9,34$, $83,91 \pm 8,32$, односно $78,81 \pm 10,25$.

Пондерираната оценка и процентото (0%) од максималниот можниот квалитет покажуваат дека производите до 14-тиот ден имаат слична прифатливост. Додавањето сурутка во функционалниот јогурт влијаеше врз вискозноста на производот, одвојувањето на водата и вкусот како што е споменато погоре, така што доби оценка 3,94 на 21-от ден. Иако, разумно е да се смета дека обичниот јогурт со неговата формулација е најпривлечен за потрошувачите, бидејќи јогуртот се декларира како здрава храна поради присуството на активни пробиотски култури; сепак, вештачките засладувачи, шеќерот и аромите се универзално користени во прехранбената индустрија за подобрување на вкусот, привлечноста и прифаќањето од страна на потрошувачите (Parahi et al., 2017). Нашите формулирани функционални јогурти имаа додаден шеќер (4% кај овошните јогурти) што укажуваат дека за природните производи оценка за прифаќање од потрошувачите е сепак висока.

5.2.4.5 Дескриптивна (описна) сензорна анализа кај сериите контролен и функционален јогурт со сурутка

Серијата на функционалниот јогурт со сурутка беше оценета со сензорна анализа во споредба со сериите од контролните јогурти. Сензорните резултати беа претставени на дијаграмот на пајакова мрежа на Графикон 61. Интензитетот на секоја карактеристика кај контролните и функционалните јогурти во дијаграмот на пајаковата мрежа е прикажан во текот на складирањето.

На седмиот ден од складирањето производите немаа мувла, не покажаа синерезис. Мирисот на млеко беше многу слаб. Беше присутен и забележан мирис на ферментација на двата производи ($Y=3,33$ и $WY=3,5$) поради млечната киселина. Интензитетот на вкусот на јогуртот бил поголем кај групата контролни јогурти 4.41 во споредба со јогуртите од сурутка 4,25. Групите на контролниот и функционалниот јогурт немаа додаден шеќер, но нивната сладост беше поголема кај групите од контролниот јогурт 1,5, односно 1,33 за функционалниот. Вкусот на јогуртот беше посилен кај контролниот јогурт (F-јогурт=5,00) отколку кај јогуртот со сурутка (F-јогурт=4,58).



Графикон 61. Сензорни оценки од квантитативна дескриптивна анализа од примероците на јогурт: 01C = јогурт (контрола); 02P = јогурт со сурутка од 12 главни атрибути, V = визуелен; O = мирис; F = вкус.

Вкусот на сурутката на 7-миот ден, во јогуртот со сурутка беше забележан од многу мал број на оценувачи ($N=12$, $SD=1,25$). На 7-миот ден поостар вкус (блутникав) беше забележан во јогуртите со сурутка ($N=12$, $SD=1,33$).

Соодветна комбинација на почетни соеви starter култури е многу важна за да се добие добра прифатливост на ферментираниот производ; бидејќи starter културите имаат влијание на развојот на поостар (блутникав) по подолг период на чување, како и на добра арома на јогурт, но мешаниот производ (со додатоци) секогаш има помала прифатливост од производот направен само од млеко, (Shirai et al., 1992).

Luccia-Penna et al., (1997) утврдиле дека додавањето на концентрат на протеин од сурутка (WPC) во млекото предизвикало значителни промени во составот на јогуртот, донекаде ја зголемило киселоста и имал влијание на некои својства кои го одредуваат вкусот. Вкусот беше под влијание на додавањето на сурутка, а особено киселиот вкус кој се зголемил во функционалните јогурти за време на складирањето. Слични резултати се добиени од Gallardo-Escamilla et al., (2005) при употреба на сурутка за производство на производи со сензорен профил сличен на оној на ферментираниите млечни напитки.

Резултатите од ова истражување покажале дека при користење на starter

култура за јогурт, кај суровината (сурутка или млеко) во текот на ферментацијата не е забележано значително влијание врз аромата. Разликата која произлегува од употребената суровина е поврзана исклучиво со интензитетот на појавување на кисел вкус (**Gallardo-Escamilla et al., 2005**). Во нашите истражувања малата киселост или блутникавост (горчина) на вкусот кај функционалните јогурти се должи на анстрингеноста т.е собирањето (вкус на суво, грубо чувство во устата при контакција на јазикот).

Според наводите на **Kelly et al., (2010)**, адстрингентноста на пијалоците со протеин од сурутка се зголемува со зголемување на протеинските концентрации и протокот на плунката. Овие два конкурентни процеси предизвикуваат временска промена во адстрингентноста. Прво, поголемото производство на плунка би сугерирало побрзо чистење на таквите соединенија, ако адстрингентноста е предизвикана од интеракциите помеѓу сурутката и плунковните протеини, дополнителната плунка исто така би овозможила да се формираат повеќе такви комплекси (**Kelly et al., 2010**).

Горчливиот вкус кај млечните производи, главно сирењето е под влијание на многу фактори и е резултат на акумулацијата на пептиди со горчлив вкус, формирани од дејството на протеолитичките ензими на казеинот, кои им овозможуваат да комуницираат со папилите за вкус на задниот дел од јазикот за да дадат сензација на горчина (**Lemieux & Simard, 1991**).

Во истражувањата на **Rashid et al., (2019)** јогуртот со 10% концентрирана сурутка добил најдобри сензорни оценки во споредба со другите примероци на јогурт, бидејќи зголемувањето на концентрираната сурутка (25% - 30%) во примероците резултирал со горчлив вкус и темно жолта боја.

Во истражувањата на **Nurhartadi et al., (2016)** е утврден ефектот на времето на инкубација и концентрацијата на додавање сахароза врз карактеристиките на јогуртот од сурутка од сирење врз содржина на млечна киселина, рН, вкупни бактерии на млечна киселина, антиоксидантна активност, вискозност и сензорни карактеристики. Процесот на ферментација на јогурт од сурутка се спроведувал 24 часа и 36 часа со додавање на сахароза 8, 10 и 12%. Резултатите покажале дека содржината на млечна киселина, вкупните бактерии на млечна киселина, антиоксидантната активност и вискозноста на јогуртот од сурутка од сирење биле под влијание на времето на инкубација и додавањето сахароза. Најдобрата сензорна и физичко-хемиска карактеристика на јогуртот од сурутка со сирење било постигнато со време на инкубација од 24 часа и 12% концентрација на сахароза, **Nurhartadi et al., (2016)**.

Нетипичниот вкус и алергеноста (појавата на алергии) се два загрижувачки фактори за безбедноста при употребата на протеините од сурутка (Patel, 2015). Постојат дури и некои индикации дека ферментацијата на сурутка со употреба на стартер култури (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*) произведува поинтензивен вкус на јогурт во споредба со јогуртот што се добива со ферментирација на обезмастеното млеко (Jeličić, 2008).

Поради ниската вкупна цврста содржина на течна сурутка (приближно 6% по тежина), чувството во устата од напитоците на база на сурутка е слабо и водлесто во споредба со ферментираното млеко, па затоа бара или употреба на стартер култури кои произведуваат егзополисахариди или додавање на хидроколоиди (Gallardo-Escamill et al., 2006).

5.2.4.6 Дескриптивна (описна) сензорна анализа кај сериите контролен јогурт од јагода и функционален јогурт од јагода со сурутка

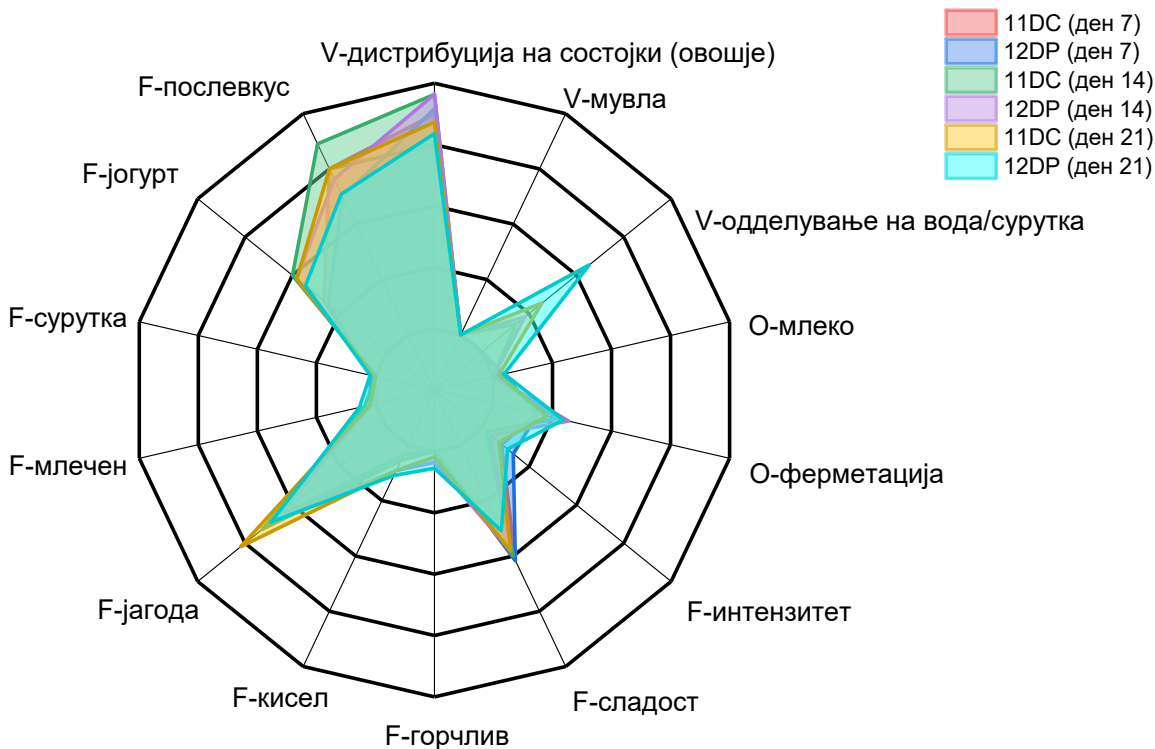
Групите на функционален јогурт од јагода со сурутка беа оценети со сензорна анализа и направена беше споредба со групите на контролните јогурти со јагода. Сензорните оценки беа претставени на дијаграмот на пајакова мрежа на Графикон 62. На 7-ми ден од складирањето, дескриптивната сензорна анализа кај контролните и овошните функционални јогурти со јагода имаа оценка 4,5, односно 4,58. Функционалниот јогурт со помал вискозитет имаше подобра распространетост на овошјето.

Производите немаа мувла за време на складирањето. Синерезисот беше отсутен. Млекото и мирисот на ферментација беа исти на двата производи (N=12, M=1,75). Интензитетот на вкусот беше поголем за групите на функционалниот јогурт 1,66 во споредба со групите на контролниот јогурт 1,41. Групите на контролните и функционалните јогурти имаа додаден шеќер и нивната сладост беше забележана иста (N=12, M=3,08).

Киселкаст вкус беше ист на 7-ми ден (N=12, M=1,16). Вкусот на јагодата беше повисок кај контролниот јогурт (N=12, M= 3,58, односно N=12, M=3,33) Вкусот на јогуртот беше посилен кај групата контролни јогурти (F-јогурт=2,33) отколку кај јогуртите со сурутка (F-јогурт =2,25).

Вкусот на сурутка на 7-миот ден, е ист и кај двата производи (N=12, M=1,08). На 14-от ден од складирањето, распределеноста на овошјето кај групите на контролен и

функционален јогурт со јагода беше иста $M=4,81$. Синерезисот на 14-тиот ден беше евидентна кај контролниот јогурт од јагода $M=1,72$ и кај функционалниот јогурт $M=1,90$. Изгледот е еден од важните прехранбени елементи што го перцепираат потрошувачите, а правилни производениот јогурт треба да има мазен изглед без сурутка (**Ichimura et al., 2022**).



Графикон 62. Сензорни оценки од квантитативна дескриптивна анализа од примероците на јогурт: 11DC = овошен јогурт со јагода (контрола); 12DP = овошен јогурт од јагода со сурутка со 14 главни особини. V = визуелен; O = мирис; F = вкус.

Мирис на млеко немаше, додека мирисот на ферментација беше ($N=12, M=2,09$ односно $N=12, M=2,27$). Интензитетот на вкусот беше поголем кај функционалните јогурти 1,18 во споредба со контролните јогурти 1,09. Контролниот и функционалниот јогурт имаа додаден шеќер и нивната сладост беше слична ($N=12, M=3,00$, соодветно $N=1, M=2,90$). Покиселкаст вкус е забележан на 14-от ден и тоа повеќе кај групите на функционални јогурти ($N=12, M=1,45$) во споредба со контролните јогурти ($N=12, M=1,27$). Вкусот на јогуртот беше посилен кај контролниот јогурт ($F\text{-јогурт}=3,0$) отколку кај јогуртот со сурутка ($F\text{-јогурт}=2,9$). Вкусот на сурутка на 14-тиот ден не беше забележан кај јогуртите.

На 21-от ден од складирањето, распределбата на овошјето кај групите за контролен и функционален јогурт со јагода беше оценета како $M=4,35$ и $M=4,18$. За

време на продолжено складирање, синерезата беше многу висока кај групите функционални јогурти $M=3,27$ и кај контролните јогурти $M=2,27$. Високата синереза кај функционалните јогурти предизвика мала распространетост на плодовите од додаденото овошје поради седиментацијата. Мирисот на млекото беше малку забележан, а оценкиет за мирисот на ферментација беа ($N=12$, $M=1,09$ соодветно $N=12$, $M=2,18$). Интензитетот на вкусот беше поголем кај групите за функционалните јогурти $M=1,54$ во споредба со контролните јогурти $M=1,36$. Групата на контролните јогурти се сметаше за послатка на 21-от ден во споредба со функционалните јогурти ($N=12$, $M=2,9$ соодветно $N=12$, $M=2,54$).

Поблутникав (горчлив) вкус на 21-от ден е забележан повеќе кај сериите функционални јогурти ($N=12$, $M=1,54$) во споредба со контролните јогурти ($N=12$, $M=1,45$). Вкусот на јогуртот беше посилен кај контролните групи (F-јогурт=2,9) отколку кај јогуртите со додаток на сурутка (F-јогурт=2,72). Мал вкус на сурутка беше забележан на 14-тиот ден кај функционалните јогурти ($N=12$, $M=1,09$). Употребата на пастеризирани замрзнати јагоди за подготовка на јогурт може да биде недостаток за сензорно прифаќање на јогуртите.

Во истражувањата за јогурти со вкус на јагоди и пијалоци од сурутка направени од **Janiaski et al., (2016)** потрошувачите не сметале дека употребата на природни состојки, како што е овошната каша е од суштинско значење за формирање на сензорните карактеристики на производот. Се смета дека посакуваниот производ треба да има високи нивоа на вкус и арома на вештачка јагода, односно за додавање на овошје не се препорачуваат препарати со суспендирани честички, туку пожелно е да се користат течни препарати.

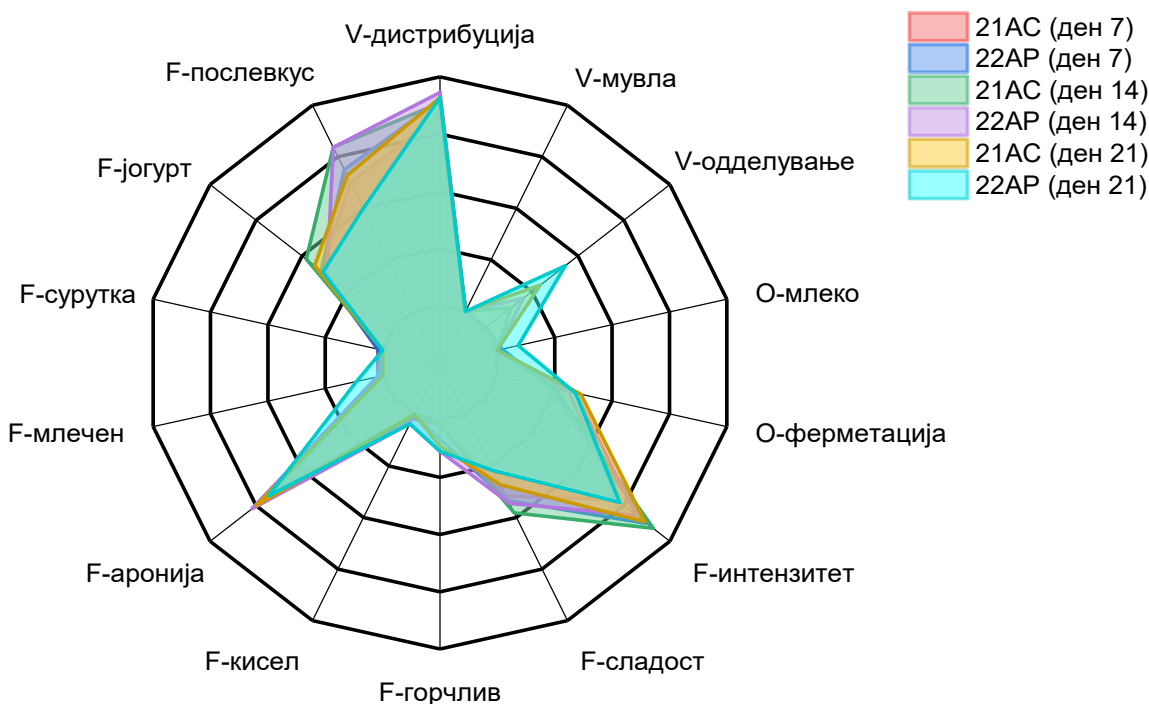
5.2.4.7 Дескриптивна (описна) сензорна анализа кај сериите контролен јогурт од аронија и функционален јогурт од аронија со сурутка

Групите на функционални јогурти од аронија со сурутка со сензорна анализа беа оценети во споредба со контролните јогурти со аронија. Сензорните оценки беа претставени на дијаграмот со пајакова мрежа на Графикон б3.

На 7-миот ден од складирањето, оценките за распределбата на овошјето кај сериите контролни и функционални јогурти со аронија изнесуваа 4,33 односно 4,58. Функционалниот јогурт со аронија со помал вискозитет резултираше со подобра распределба на овошјето. Јогуртите немаа мувла за време на складирањето. Синерезис

не беше присутен на 7-миот ден. Мирисот на ферментација беше повисок кај контролните групи јогурти отколку во функционалните јогурти (N=12, M=2,25 соодветно N=12, M=1,91).

Интензитетот на вкусот беше поголем за групата функционални јогурти M=4,5 во споредба со контролните јогурти M=3.83. Групите на контролните и функционалните јогурти имаа додаден шеќер и нивната сладост беше забележана повеќе кај функционалните (N=12, M=2,66 соодветно кај контролниот јогурт N=12, M=2,58).



Графикон 63. Сензорни оценки од квантитативна дескриптивна анализа од примероците на јогурт: 21AC = овошен јогурт со аронија (контрола); 22AP = овошен јогурт од аронија со сурутка со 14 главни особини. V = визуелен; O = мирис; F = вкус.

По киселкаст вкус беше забележан на 7-миот ден (N=12, M=1,08 кај групата контролни јогурти односно кај функционалните јогурти N=12, M=1,33). Вкусот на аронијата беше поголем кај функционалните јогурти (N=12, M=3,66, односно N=12, M=3,33). Вкусот на јогуртот беше типичен за јогурт (F-јогурт=2.58). Ист вкус на сурутка е забележан кај двете групи јогурти на 7-миот ден од складирањето (N=12, M=1,08). На 14-тиот ден од складирањето, распределбата на овошјето за контролните и функционалните јогурти со аронија беше оценета со M=4,54, односно 4,72.

Синерезата на 14-тиот ден беше висока кај контролната група јогурти со аронија M=1,54 и кај функционалните јогурти M=1,81. Мирисот на млекото

отсуствуваше, додека мирисот на ферментација беше ($N=12$, $M=2,00$ соодветно $N=12$, $M=2,36$ кај функционалните јогурти). Интензитетот на вкусот за контролната група јогурти беше $M=4,63$ во споредба со функционалната 4,27. Интензитетот на вкусот главно се должи на додадената аронија и тоа кај контролните јогурти $M=3,9$, односно во функционалните јогурти $M=4,09$. Контролниот и функционалниот јогурт имаа додаден шеќер и нивната сладост беше оценета како ($N=12$, $M=2,9$, соодветно $N=12$, $M=2,72$). Горчливкаст вкус на 14-тиот ден е забележан повеќе кај функционалниот јогурт ($N=12$, $M=1,54$) во споредба со контролните јогурти ($N=12$, $M=1,09$). Вкусот на јогуртот беше посилен кај контролните јогурти (F -јогурт=2,90) отколку кај јогуртот со сурутка (F -јогурт=2,45). Вкусот на сурутка на 14-тиот ден, во јогуртите не беше забележан.

На 21-от ден од складирањето, распределбата на овошје кај групите на контролниот и функционален јогурт со аронија беше оценета како $M=4,63$. Складирањето ја зголеми синерезата која беше висока кај функционалните јогурти $M=2,72$ и кај контролните јогурти $M=2,18$. Мирисот на млекото беше малку забележан, а мирисот на ферментација беше ($N=12$, $M=2,45$ кај контролните односно $N=12$, $M=2,36$ кај функционалните јогурти).

Интензитетот на вкусот беше поголем за групата контролни јогурти $M=4,45$ во споредба со функционалните јогурти $M=3,39$. Контролните јогурт се сметаа за посладки на 21-от ден во споредба со функционалните јогурти ($N=12$, $M=2,36$ односно $N=12$, $M=2,09$). Блутникав горчлив вкус на 21-от ден е забележан повеќе кај функционалниот јогурт ($N=12$, $M=1,54$) во споредба со контролниот јогурт ($N=12$, $M=1,45$). Вкусот на јогуртот беше посилен кај контролната група (F -јогурт=2,72 отколку кај јогуртот со сурутка (F -јогурт=2,54). Вкусот на сурутка на 21-от ден не беше забележан кај функционалните јогурти.

5.2.5 Содржина на есенцијални минерали во јогуртите

5.2.5.1 Есенцијални минерали во сериите на контролните и функционалните јогурти

Анализите за содржината на есенцијалните минерали се направени на 14-тиот ден од складирањето, како што е прикажано во Табела 91. Јогуртите се карактеризираат со содржина на калциум (Ca). Содржината на Ca во контролните и функционалните јогурти беше $977,6 \pm 114,5$ mg/kg и 985 ± 314 mg/kg соодветно. Просечната содржина на калиум (K) кај групата контролни јогурти беше $894,6 \pm 56,7$ mg/kg односно за функционалните 1112 ± 459 mg/kg. Функционалниот јогурт има поголема содржина на

К, но врз основа на t-тестот, тој не е статистички значаен. Просечната содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn во контролните јогурт се движеше: 86,09±11,98 mg/kg, 269±15,4 mg/kg, 795,1±94,8 mg/kg, 8,92±3,51 mg/kg и 2,635±0,431 mg/kg соодветно. Просечната содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn во функционалните јогурти изнесуваше: 93,2±29,5 mg/kg, 385±148 mg/kg, 738±189 mg/kg, 18,4±21,3 mg/kg и 2,3±0,721 mg/kg соодветно.

Во истражувањата на **Sohrabi et al., (2016)** се забележани значително пониски концентрации на есенцијални минерали за ферментираниот напиток од сурутка со реконституиран концентрат од суруткин протеин, збогатен витамин Е.

Табела 91. Содржина на есенцијални минерали во јогуртите

mg/kg	01C	02P	p
Ca	977,6 ± 114,5	985 ± 314	ns
K	894,6 ± 56,7	1112 ± 459	ns
Mg	86,09 ± 11,98	93,2 ± 29,5	ns
Na	269 ± 15,4	385 ± 148	ns
P	795,1 ± 94,8	738 ± 189	ns
Fe	8,92 ± 3,51	18,4 ± 21,3	ns
Zn	2,635 ± 0,431	2,3 ± 0,721	ns

¹Средна вредност од две повторувања± SD. 01C = контролен јогурт;
 02P = јогурт со сурутка
 ns, статистички незначајно.

Концентрациите за испитуваните минерали Na, K, P и Ca беа: 625±11 mg/kg, 295±10 mg/kg, 93,5±2 mg/kg и 397±10mg/kg. Содржината на минерали во јогуртот со сурутка испитувана од **Kirdar et al., (2017)** е следна: концентрацијата на Ca изнесувала 934 ± 130 mg/L; Mg: 969 ± 257 mg/L; K: 1257 ± 159 mg/L; Na: 940 ± 104 mg/L; и P: 157 ± 23 mg/L. Резултатите укажуваат на поголема концентрација на Mg и Na, но помала содржина на P во споредба со нашите резултати за сериите од контролните и функционалните јогурти со сурутка. t-тестот покажа дека резултатите од есенцијалните минерали не се статистички значајно различни.

На содржината на есенцијалните минерали не влијаеше додавањето на сурутка кај функционалните серии јогурти. Цинкот има многу функции во човековото тело бидејќи е потребен за структурата и активноста на повеќе од 300 ензими, за синтеза на нуклеинска киселина и протеини, клеточна диференцијација и репликација, употреба на гликоза и секреција на инсулин, за вршење на регулаторни дејства во различни аспекти на метаболизмот на хормоните. Цинкот е потребен и за интеграција на многу

физиолошки системи како што се имунитетот, репродукцијата, вкусот итн. (**Vahicic et al., 2010**). Утврдено е дека сурутката, која е органски загадувач бидејќи најмногу се испушта во реките во Турција, има многу голема и широка содржина на минерали. Во индустрискиот серум од јогурт пронајдена е најголема содржина на калциум Ca, а најниска содржина на минералот манган Mn е пронајдена кај традиционалниот серум од јогурт, (**Kose et al., 2019**). Содржината на минерали покажале широки интервали во примероците од ајран со додаден концентрат од сурутка (Ca 691-1076, Fe 3,329-5,299, K 448-857, Mg 75-166, Na 517-983, P 1159-1883, Zn 3,158 - 6,704 mg.kg⁻¹). Примероците со додаден суруткин концентрат кај ајранот имале најголема содржина на минерални компоненти (**Ayar & Burucu, 2013**).

Јогуртот е одбрана млечна храна, бидејќи ги комбинира придобивките од протеинот од сурутката со неговата брза апсорпција, има ниска содржина на масти и лесна сварливост, што претставува значителен извор на протеини, калциум, фосфор, витамини и јаглехидрати (**Batista et al., 2018**). Ова укажа на фактот дека обогатени млечни производи може да се произведуваат со употреба на адитиви богати со минерали како што се концентратите од сурутка (**Ayar & Burucu, 2013**). Поголема содржината на минерали била пронајдена во две групи на млечни производи (јогурт и напиток од ферментирана сурутка) од кои меѓу главните минерални елементи беше калиумот застапен со ($1,60 \pm 0,29$ mg/g односно $1,41 \pm 0,21$ mg/g), потоа следувал калциумот и натриумот, додека магнезиумот и железото биле во пониски концентрации (Mg $0,16 \pm 0,04$ mg/g односно $0,11 \pm 0,01$ и Fe $0,01 \pm 0,00$, соодветно $0,01 \pm 0,00$). Поради поголемата содржина на минерали застапени кај јогуртот во споредба со ферментираниот напиток од сурутка, истиот имал поголем придонес во препорачаните дневни дози за внесување на минерали, (**Souza et al., 2018**).

Кај резултатите за содржината на минерали од нашите истражувања немаше значајна разлика помеѓу контролните и функционалните јогурти. Некои елементи беа во поголема концентрација кај производните серии на функционалните јогурти.

5.2.5.2 Есенцијални минерали во сериите на контролните јогурти со јагода и функционалните јогурти од јагода со сурутка

Табела 92 ги прикажува резултатите од анализите за содржината на есенцијалните минерали констатирани на 14-тиот ден од складирањето. Содржината на Ca во сериите контролни и функционални јогурти со јагода беше $821,3 \pm 16,3$ mg/kg и $657,9 \pm 66,6$ mg/kg соодветно. Јогуртите се карактеризираат со содржина на калиум (K).

Содржината на К во серијата од контролните јогурти беше 1064 ± 339 mg/kg и во функционалните $954,9 \pm 19,7$ mg/kg. Функционалниот јогурт имаше помала содржина на К, но врз основа на т-тестот, разликата не е статистички значајна. Содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn во серијата од контролен јогурт беше $81,29 \pm 0,424$ mg/kg, $269 \pm 15,4$ mg/kg, $660,7 \pm 26,7$ mg/kg, $17,21 \pm 7,44$ mg/kg и $2,265 \pm 0,1202$ mg/kg соодветно. Утврдено е дека макроелементот калиум (К) е квантитативно најистакнат од анализираните минерали со ниво помеѓу 1067 mg/kg во природен и 1135 mg/kg во ароматизиран јогурт, а останатите макронутриенти ја следеле низата на концентрација $Ca > Na > Mg$ и таму е откриено дека има значителни разлики помеѓу концентрациите кај обичните и ароматизираните јогурти ($p < 0,05$) (Luis et al., 2014).

Табела 92. Содржина на есенцијални минерали во јогуртите со јагода

mg/kg	11DC	12DP	p
Ca	$821,3 \pm 16,3$	$657,9 \pm 66,6$	ns
K	1064 ± 339	$954,9 \pm 19,7$	ns
Mg	$81,29 \pm 0,424$	$74,19 \pm 3,59$	ns
Na	$265,6 \pm 57,2$	$237 \pm 17,3$	ns
P	$660,7 \pm 26,7$	$561,9 \pm 67,4$	ns
Fe	$17,21 \pm 7,44$	$7,02 \pm 3,92$	ns
Zn	$2,265 \pm 0,1202$	$1,605 \pm 0,075$	ns

¹Средна вредност од две повторувања \pm SD. 11DC = контролен јогурт јагода;
 12 DP = функционален јогурт од јагода со сурутка
 ns, статистички незначајно,

Просечната содржина на Mg, Na, P, Fe и Zn во функционалните јогурти беше $74,19 \pm 3,59$ mg/kg, $237 \pm 17,3$ mg/kg, $561,9 \pm 67,4$ mg/kg, $7,02 \pm 3,92$ mg/kg и $1,605 \pm 0,075$ mg/kg соодветно. Резултатите од т-тестот покажуваат дека просечната содржина на есенцијалните минерали не е статистички значајна. Додавањето на сурутка во функционалниот јогурт со јагода немаше влијание врз содржината на есенцијалните минерали.

5.2.5.3 Есенцијални минерали во сериите на контролните јогурти со аронија и функционалните јогурти од аронија со сурутка

Резултатите од анализите за есенцијалните минерали се прикажани во Табела 93. Содржината на Ca во сериите на контролниот и функционалниот јогурт од јагоди беше 933 ± 202 mg/kg и $707,8 \pm 33,6$ mg/kg, соодветно. Јогуртите се одликуваат со високата содржина на K. Содржината на K кај серијата на контролниот јогурт беше 933 ± 316 mg/kg, додека функционалниот јогурт имаше содржина на K од $839,3 \pm 32,6$ mg/kg. Сериите функционални јогурти имаа помала содржина на K, но разликата не беше статистички значајна според t-тестот. Во серијата на контролниот јогурт, содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn беше $107,71 \pm 1,16$ mg/kg, $260,2 \pm 50,5$ mg/kg, $775 \pm 141,2$ mg/kg, $6,14 \pm 2,98$ mg/kg, $2,655 \pm 0,148$ mg/kg соодветно. Содржината на Mg, Na, P, Fe и Zn во функционалниот јогурт изнесуваше $84,29 \pm 3,52$ mg/kg, $218 \pm 12,46$ mg/kg, $623,53 \pm 2,18$ mg/kg, $16,5 \pm 14,4$ mg/kg и $3,34 \pm 2,23$ mg/kg соодветно. Тестираните примероци со t-тестот укажаа дека резултатите од есенцијалните минерали не се статистички значајни. Додавањето сурутка во функционалниот јогурт со аронија немаше никакво влијание врз содржината на есенцијалните минерали.

Табела 93. Содржина на есенцијални минерали во јогуртите со аронија

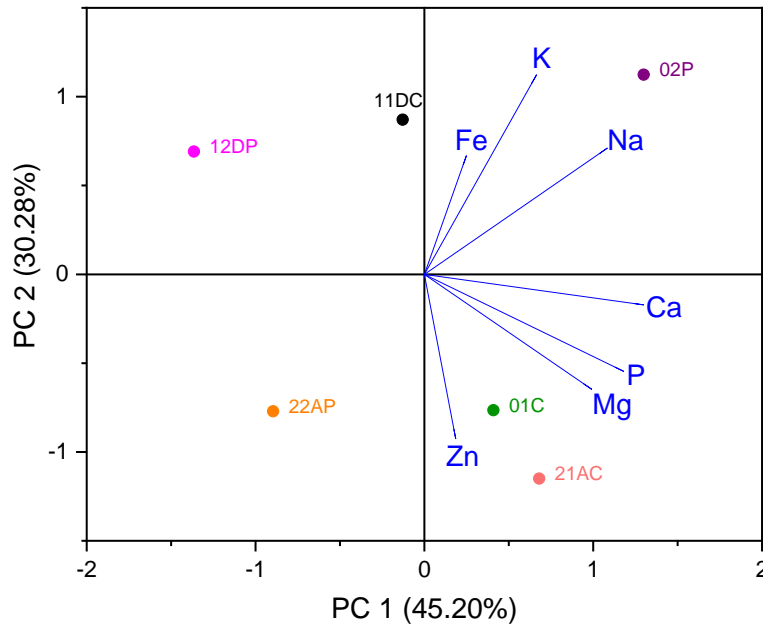
mg/kg	21AC	22AP	p
Ca	933 ± 202	$707,8 \pm 33,6$	ns
K	933 ± 316	$839,3 \pm 32,6$	ns
Mg	$107,71 \pm 1,16$	$84,29 \pm 3,52$	ns
Na	$260,2 \pm 50,5$	$218 \pm 12,46$	ns
P	$775 \pm 141,2$	$623,53 \pm 2,18$	ns
Fe	$6,14 \pm 2,98$	$16,5 \pm 14,4$	ns
Zn	$2,655 \pm 0,148$	$3,34 \pm 2,23$	ns

¹Средна вредност од две повторувања \pm SD. 21AC = контролен јогурт јагода; 22AP = функционален јогурт од јагода со сурутка ns, статистички незначајно.

5.2.5.4 Анализа на составните компоненти (PCA) од есенцијални минерали во јогуртите

Преку анализата на главните составни компоненти (PCA) од есенцијалните минерали се објаснува варијабилноста од 75,48% помеѓу јогуртите (Графикон 64). Главната компонента 1 се состои од застапеност на (45,20%) од Fe, K и Na. Главната компонента 2 е застапена со (30,28%) и се состои од Zn, Mg, P и Ca. Функционалните јогурти 02P и 11DC генерално се карактеризираат со застапеност на главната компонента 1 (Fe, K и Na). Сериите јогурти 01C, 21AC и 22AP генерално се

карактеризираат со застапеност на Zn, Mg, P и Ca.



Графикон 64. PCA на минерални материи кај контролните и функционалните јогурти

Во обратна корелација со есенцијалните минерали Fe, K и Na беа јогуртите од серијата 22AP. Есенцијалните минерали Zn, Mg, P и Ca беа во обратна корелација со сериите јогурти 12DP и 11DC. Сериите на контролниот и функционалниот јогурт со јагода не покажаа значителни разлики. Јогуртот од аронија исто така се карактеризира со истите есенцијални минерали, но функционалниот јогурт покажа пониско ниво на K и Na, но повисоки нивоа на Fe.

5.2.6 Нутритивна проценка на функционалните јогурти

5.2.6.1 Нутритивен аспект за производните серии контролен и функционален јогурт

Јогуртот и ферментираното млеко имаат нутритивна важност, бидејќи содржат најголема млечна основа. Нивните предностите се согледуваат преку внесувањето на поголеми количини на протеини и калциум, намалување на симптомите на лошо варење на храната и подобрување на цревната микрофлора поради содржината на пробиотски култури. Пробиотските култури се микроорганизми способни да ги колонизираат цревата и како резултат на тоа се намалува и колонизацијата од патогените микроорганизми (Shah, 2017).

Нутриционистичките факти кај контролните и функционалните јогурти со сурутка се прикажани на Слика 23. Етикетата за нутритивната вредност ја опишува големината на порцијата (100 g) и процент (%). Дневениот внес е пресметан за дневна исхрана од 2000 калории. Контролниот јогурт има 60 калории додека функционалниот јогурт 50 калории, главно поради вкупните масти. Просечните вкупните масти контролната група јогурти беа 3.5% во споредба со 2.5% во функционалната група (4% односно 3% од процентуалната дневениот внес).

Содржината на натриум беше помала во контролната група јогурти 25mg (1% од дневениот внес) во споредба со функционалната група јогурти која што имаше 40 mg (2% од дневениот внес). Количината на вкупните јаглехидрати беше слична за двете производни серии и тие немаа додаден шеќер.

Протеините во контролната група јогурти беше 3% (6% од дневениот внес) и во функционалната група јогурти 2% (4% од од дневениот внес). Калциумот, железото и калиумот, фосфорот, магнезиумот и цинкот имаат процентуална (%) дневен внес 8%, 4%, 2%, 6%, 2%, 2% во контролната група односно 8%, 10%, 2%, 6%, 2% , 2% во функционалната група јогурти.

Nutrition Facts	
Serving size	(100g)
Amount Per Serving	
Calories	60
<small>% Daily Value*</small>	
Total Fat 3.5g	4%
Saturated Fat 0g	0%
<i>Trans</i> Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 25mg	1%
Total Carbohydrate 5g	2%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 0g	
Includes 0g Added Sugars	0%
Protein 3g	6%
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 97.8mg	8%
Iron 0.892mg	4%
Potassium 89.5mg	2%
Phosphorus	6%
Magnesium	2%
Zinc	2%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

Nutrition Facts	
Serving size	(100g)
Amount Per Serving	
Calories	50
<small>% Daily Value*</small>	
Total Fat 2.5g	3%
Saturated Fat 0g	0%
<i>Trans</i> Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 40mg	2%
Total Carbohydrate 5g	2%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 0g	
Includes 0g Added Sugars	0%
Protein 2g	4%
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 98.5mg	8%
Iron 1.837mg	10%
Potassium 111mg	2%
Phosphorus	6%
Magnesium	2%
Zinc	2%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

(а)

(б)

Слика 23. Нутритивни факти за контролниот јогурт (а) и функционалниот јогурт со сурутка (б)

Додавањето сурутка во јогуртот го намалува количеството калории што произлегува од намалувањето на вкупните масти и протеини. Се препорачува збогатување на функционалните јогурти со сурутка во прав за да се добие производ со поголема количина на протеини што го прави нутритивно подобар.

Потрошувачката на јогурт и млечни производи е поврзана со поголем внес на калциум, витамин Д и протеини, а особено потрошувачката на јогурт е поврзана со помал внес на масти и заситени масти, измерени со дебелината на субкапуларните набори на кожата што ја поддржува потрошувачката на јогурт. Конзумирање на оброци од млечни производи поврзани со поголем внес на специфични хранливи материи и внесување на пониски масти се препорачува кај децата во САД (**Keast et al., 2015**).

Податоците од истражувањата на **Suzuki et al., (2017)** покажуваат како составот на цревната флора на возрасен човек може да се разликува во однос на полот на домаќинот, како и навиките во исхраната. Резултатите од истражувањето укажуваат и на позитивната поврзаност на консумацијата на јогурти со *Lactobacillus* и *Lactobacillus* подгрупа *gasseri* со исхраната кај машка и женска популација.

Диетите со употреба на суруткени протеини резултираат со зголемена концентрација на глутатион (GSH) во голем број ткива. Од друга страна, истражувањата на (**Bounous et al., 1991**) укажуваат и дека корисните ефекти од внесувањето на суруткени протеини се нарушуваат преку инхибиција на синтезата на GSH. Истражувањата сугерираат дека суруткени протеини имаат позитивен ефект врз канцерогените заболувања само преку подобрување и зголемување на концентрацијата на глутатионот (GSH).

Сурутката и нејзините биолошки компоненти имаат позитивни ефекти во третманите на неколку хронични болести како рак, кардиоваскуларни заболувања, ХИВ итн. и се посоодветни за здравјето во споредба со другите напитки (**Arsić et al., 2017**).

Есенцијалните минерали по порција се слични кај производите (функционален јогурт со сурутка и комерцијален) со единствена разлика во процентот на железо. Од овој податок како и од маркетингот на функционалниот јогурт со сурутка се покажало дека истиот не се разликувал од комерцијалните јогурти. Слични резултати биле пронајдени при евалуација на етикети за ферментирано млеко и напитки на база на

сурутка. Споредбата на етикетите за главните описи на производите кај ферментирани млека и напитоците на база на сурутка и етикетите на јогуртите, се сметаат за визуелно слични, што може да влијае на одлуката за купување. Тоа било и еден од главните мотиви за спроведување на оваа студија (**Farah et al., 2016**).

Во истражувањата на **Kawase et al., (2000)**, беше заклучено дека е можно да се произведе ферментирано млеко со млечно киселински бактерии, дополнето со суруткени протеини (WPC) со цел подобрување на серумските липиди и хипотензивниот ефект врз луѓето, како и врз животните. Истражувањата представуваат потенцијал за развој на ферментирано млеко со повеќекратни терапевтски ефекти. Целта на ваквите истражувања била да се развие јогурт од сурутка со цел искористување на нутритивниот потенцијал и терапевтските ефекти на сурутката во ферментираното млеко.

Fluegel et al., (2010) укажуваат дека дневната потрошувачка на напитоци надополнети со протеин од сурутка го намалуваат крвниот притисок кај предхипертензивните и хипертензивните млади возрасни лица од фаза 1. По анализата на подгрупата, беше откриено дека напитоците со протеини од сурутка го намалуваат крвниот притисок само кај лица со претходно висок крвен притисок, но не и кај оние со нормален крвен притисок. Ваквите наоди сугерираат дека напитоците со протеини од сурутка имале нормализирачки ефект врз покачениот крвен притисок и не предизвикуваат хипотензија, (**Fluegel et al., 2010**). Двојно слепа RCT покажала дека пробиотиците (јогуртот е еден од најдобрите извори) може да ги подобрат нивоата на аминокиселини на црниот дроб кај пациенти со NAFLD. Исто така се покажало дека потрошувачката на јогурт е поврзана со подобрени метаболички профили кај луѓето, што може да има превентивни ефекти против NAFLD, (**Zhang et al., 2018**).

Редовното консумирање јогурт имало поголема веројатност да се исполнат или да се надминат препораките за внесување на хранливи материи за витамини и минерали како што се витаминот А, рибофлавиноот, фолатот, киселината, калиумот, калциумот, магнезиумот, цинкот и јодот (сите $p < 0.001$). Квалитетот на исхраната бил позитивно поврзан со фреквенцијата на потрошувачката на јогурт кај деца ($P = 0.045$) и возрасни ($p < 0.001$) (**Zhu et al., 2021**).

Постојат предизвици поврзани со функционалната храна во регионалните земји засновани на есенцијалните и лековити хранливи материи кои ги содржи функционалната храна. Внатрешниот пазар на Косово покажа дека функционалната храна добива малку внимание и простор во споредба со другата храна претставена на

пазарот (Kadriu et al., 2018).

Општо земено, колку е поголема содржината на протеини во производите базирани на сурутка, толку се смета за пофункционален производот. Колку е поголема здравствената придобивка толку е и зголемен трошокот, бидејќи оперативните ресурси потребни за производство на производи со повисока содржина на протеини ќе бидат многу повисоки од производите со пониска содржина на протеини (Dar & Light, 2014). Според оваа дефиниција, јогуртите со сурутка произведени во нашите истражувања се евтини производи кои содржат протеини и биоактивни соединенија кои се наоѓаат во течната сурутка. Ваквите производи може да се продаваат во нашата земја и регионот како обичен јогурт кој има функционални својства.

5.2.6.2 Нутритивен аспект за производните серии контролен и функционален јогурт со јагода

Нутритивните информации за производните серии на контролниот јогурт со јагода и функционалниот јогурт од јагоди со сурутка, се прикажани на слика 24. Големината на порцијата (100 g) и процентот на калории беа опишани на етикетата за нутритивна вредност. Дневениот внес беше одреден врз основа на диета од 2000 калории. Од вкупните масти, производната серија на контролниот јогурт имала во просек 70 калории, додека серијата на функционални јогурти имала во просек 60 калории.

Nutrition Facts	
Serving size	(100g)
Amount Per Serving	
Calories	70
% Daily Value*	
Total Fat 3g	4%
Saturated Fat 0g	0%
<i>Trans</i> Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 25mg	1%
Total Carbohydrate 9g	3%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 4g	
Includes 4g Added Sugars	8%
Protein 3g	6%
<hr/>	
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 82.2mg	6%
Iron 1.721mg	10%
Potassium 106mg	2%
Vitamin C	2%
Phosphorus	6%
Magnesium	2%
Zinc	2%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

(a)

Nutrition Facts	
Serving size	(100g)
Amount Per Serving	
Calories	60
% Daily Value*	
Total Fat 2g	3%
Saturated Fat 0g	0%
<i>Trans</i> Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 25mg	1%
Total Carbohydrate 9g	3%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 4g	
Includes 4g Added Sugars	8%
Protein 2g	4%
<hr/>	
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 65.8mg	6%
Iron 0.702mg	4%
Potassium 95.5mg	2%
Vitamin C	2%
Phosphorus	4%
Magnesium	2%
Zinc	2%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

(б)

Слика 24. Нутритивни факти за контролниот јогурт со јагода (а) и функционалниот јогурт од јагода со сурутка (б)

Вкупните масти за производните серии на контролниот јогурт изнесуваа 3 g, во споредба со 2g во функционалната серија јогурти, покривајќи 4% и 3% од дневениот внес, соодветно. Двете производни серии имале просечна содржина од 25 mg натриум (1% од дневениот внес). Вкупните јаглехидрати на производите беа во идентични количини, а додадениот шеќер беше во иста количина (4 g, 4% од дневениот внес). Протеинот беше 3g (6% од дневениот внес) кај контролните групи јогурти со јагода и 2% во функционалните (4% од дневениот внес).

Калциумот, железото и калиумот, фосфорот, магнезиумот и цинкот имаа просечен дневен внес 6%, 10%, 2%, 6%, 2%, 2%, соодветно кај контролните групи јогурти со јагода, односно 6%, 4%, 2%, 4%, 2%, 2% соодветно, кај функционалните јогурти. Витаминот Ц што произлегува од додаденото овошје (јагода) придонесува со 2% во двете производни серии пресметана за дневна исхрана од 2000 калории.

Зголемената потрошувачка на овошје и зеленчук е ефикасна стратегија за зголемување на внесот на антиоксиданси и може да помогне во спречување на развојот на хронични болести, особено рак и кардиоваскуларни болести (**Barakat & Hassan, 2017**). Додавањето сурутка во јогуртот го намалува бројот на потрошени калории како резултат на намаленото ниво на вкупни масти и протеини. Се препорачува функционалниот јогурт да се збогати со сурутка во прав за да се произведе производ со поголема содржина на протеини, што би ја подобрило неговата хранлива вредност. Есенцијалните минерали по порција беа споредени кај производи со различен процент на железо. Постојат иницијативи за намалување на шеќерот во јогуртот како Arla® Bio јогурт (Arla Bio Nur) од јагода лансиран со значително помалку шеќер од просечниот јогурт во Германија (6.8g-7.7g/100g наспроти просечно 12.5 g) во кој овошните препарати обезбедуваат функционалност, како и ефекти за подобрување на вкусот предизвикани од аромата на овошните препарати, се наведува во истражувањата на (**Wan et al., 2020**).

Содржината на шеќер во нашите производи беше 9 g во кои овошните подготовки беа од замрзнато овошје. Доколку се споредат нашите резултати за функционалниот јогурт со сурутка и додаден шеќер, може да се констатира дека има помалку шеќер од просечниот јогурт во Германија.

5.2.6.3 Нутритивен аспект за производните серии контролен и функционален јогурт со аронија

Информациите за нутритивните вредности за контролниот и за функционалниот јогурт од јагоди со сурутка се прикажани на Слика 25. На нутритивната табела, беа споменати големината на порцијата (100 g) и процентот на калории. За пресметување на дневниот внес на калории беше користена дневна исхрана од 2000 калории. Контролниот јогурт имал 80 калории од вкупните масти, додека функционалниот јогурт имал 70 калории од вкупните масти.

Во производните серии контролен јогурт со аронија, вкупните масти изнесуваа 3 g, во споредба со 2,5 g во производните серии функционален јогурт со аронија, што претставува 4% и 3% од дневниот внес, соодветно. Натриум е застапен и кај двете групи серии во количина од 25 mg (1 % од дневниот внес) соодветно 20 mg (1% од дневниот внес). Вкупната содржина на јаглехидрати на производите беше иста 10 g (4% од дневниот внес), како и содржината на додаден шеќер (4 g, 4% од дневниот внес).

Nutrition Facts	
Serving size	(100g)
Amount Per Serving	
Calories	80
% Daily Value*	
Total Fat 3g	4%
Saturated Fat 0g	0%
<i>Trans</i> Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 25mg	1%
Total Carbohydrate 10g	4%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 4g	
Includes 4g Added Sugars	8%
Protein 3g	6%
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 93.3mg	8%
Iron 0.614mg	4%
Potassium 93.3mg	2%
Vitamin C	2%
Phosphorus	6%
Magnesium	2%
Zinc	2%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

(a)

Nutrition Facts	
Serving size	(100g)
Amount Per Serving	
Calories	70
% Daily Value*	
Total Fat 2.5g	3%
Saturated Fat 0g	0%
<i>Trans</i> Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 20mg	1%
Total Carbohydrate 10g	4%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 4g	
Includes 4g Added Sugars	8%
Protein 2g	4%
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 70.8mg	6%
Iron 1.648mg	10%
Potassium 83.9mg	2%
Vitamin C	2%
Phosphorus	4%
Magnesium	2%
Zinc	4%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

(б)

Слика 25. Нутритивни факти за контролниот јогурт со аронија (а) и функционален јогурт од аронија со сурутка (б)

Во производните серии контролен јогурт со аронија, протеините изнесуваа 3 g (6% од дневениот внес) и 2% во функционален јогурт со аронија (4% од дневениот внес). Калциумот, железото и калиумот, фосфорот, магнезиумот и цинкот, имаат процентуална дневна вредност која во контролните групи јогурти со аронија беа 8%, 4%, 2%, 6%, 2% и 2%, додека кај функционалните 6%, 10%, 2%, 4%, 2% и 4% , соодветно. Витаминот Ц од додаденото овошје (аронија) придонесува со 2% од вкупната вредност на витаминот Ц во исхраната со 2000 калории. Поради пониските нивоа на вкупни масти и протеини, додавањето на сурутка во јогуртот го намалува бројот на потрошени калории. Функционалниот јогурт со аронија треба да се збогати со сурутка во прав за да се создаде производ со поголема содржина на протеини, што би ја подобрило неговата хранлива вредност. Количината на есенцијални минерали во секоја порција беше споредлива кај производните серии со одредени варијации во содржината на железо. Контролниот

јогурт е функционален јогурт со додавањето на овошје, а кај јогуртот од сурутка функционалноста е поголема од додавањето на овошјето од аронија.

Истражувањата на **Nguyen & Hwang, (2016)** покажуваат дека примероците од јогурт што содржат аронија (сок од аронија) имаат поголема антиоксидантна активност од обичниот јогурт, што може да резултира од фитохемиската содржина на сокот и микробната метаболичка активност. Бројни активности кои го подобруваат здравјето и овозможуваат антиоксидативни, антимулагени, антиканцерогени, кардиопротективни, хепатопротективни, гастропротективни, антидијабетични, антиинфламаторни, антибактериски, антивирусни, радиопротективни и имуномодулаторни својства се докажани за екстрактите од црна аронија во многу ин витро и ин витро студии (**Kokotkiewicz et al., 2010**).

Иако лабораториските и клиничките истражувања покажуваат дека производите од аронија може да бидат корисни како „функционална храна“ за нарушувања или болести поврзани со оксидативен стрес, резултатите за нивната терапевска употреба треба да се потврдат преку подетални и подлабоки студии, за да може со сигурност да се препорачаат производите од аронија, (**Chrubasik et al., 2010**).

6. ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на производната технологија и формулацијата за добивање на производни серии функционални јогурти, како и резултатите добиени во текот на складирањето на јогуртите на оваа докторска дисертација, може да се донесат следните заклучоци:

1. Формулирање на функционални јогурти со додавање на сурутка (25%) без овошје или со јагода/аронија (12%) и нивната пилот-фабричка обработка произведени производи слични на индустриски произведените контролни јогурти.
2. Од физичко-хемиската анализа на контролните и функционалните јогурти при ладно складирање 21 ден, констатирано е следново:
 - 2.1. Динамиката на протеините во контролниот и функционалниот јогурт покажа значајни разлики за време на складирањето ($p < 0,05$). Резултатите потврдуваат дека содржината на протеини била помала во функционалниот јогурт поради додавањето на сурутка.
 - 2.2. Динамиката на капацитетот за задржување вода (WNC) при продолжено складирање беше повисока за контролните јогурти во споредба со функционалниот јогурт со сурутка. Слични резултати беа пријавени за WNC во контролните и функционалните јогурти со јагоди.
 - 2.3. Динамиката на синерезата за контролен и функционален јогурт покажува дека при складирање додавањето на сурутка во функционалните јогурти има негативно влијание врз синерезата во споредба со контролниот јогурт. Кај функционалните јогурти со јагоди синерезата била поизразена, додека аронијата позитивно делувала во намалувањето на синерезата.
 - 2.4. Содржината на влага во функционалните јогурти беше повисока од контролните. Содржината на влага на контролните и функционалните јогурти со јагоди беше

значително различна за време на складирањето ($p < 0,05$). Функционалниот јогурт со аронија покажа незначителни резултати за време на складирањето ($p > 0,05$) освен првиот ден.

2.5. Вкупната содржина на цврсти материи беше повисока во контролните јогурти отколку во функционалните јогурти. Замената на 25% млеко со сурутка резултираше со помалку вкупни цврсти материи во функционалниот јогурт.

2.6. Додавањето сурутка ја намали вкупната содржина на млечни масти во функционалниот јогурт за 0,5 -1% бидејќи сурутката содржи многу ниска содржина на маснотии.

2.7. Активната киселост (pH) на контролните и функционалните јогурти за време на складирањето покажува дека додавањето на сурутка резултирало со пониска pH вредност кај функционалните јогурти. pH вредноста на производите на 21 ден од складирањето е во согласност со Сл.весник на Р.Македонија, бр.96/2011 година; во која беше наведено дека pH киселост не е помала од 4.0.

2.8. Содржината на пепел во контролните и функционалните јогурти беше слична кај производите. Резултатите за содржината на пепел беа статистички незначајни за време на складирањето ($p > 0,05$).

2.9. Содржината на јаглени хидрати во контролните и функционалните јогурти со сурутка беше резултат на содржината на млечна лактоза. Содржината на јаглени хидрати во контролните и функционалните јогурти со овошје беше резултат на млечна лактоза и додаден шеќер. Бидејќи единствената разлика беше замената на млекото со сурутка, содржината на јаглени хидрати не беше засегната од додавањето на сурутка.

2.10. Витаминот Ц произлезе од додавање на овошје и содржината на сурутка не влијаеше на неговата содржина. Процентот на овошје додаден на контролните и функционалните јогурти беше ист, а содржината на витамин Ц беше слична. Резултатите беа статистички незначајни за јогуртите со аронија за време на складирањето ($p > 0,05$).

3. Микробиолошките испитувања на контролниот и функционалниот јогурт покажуваат дека повеќето производи биле безбедни за консумирање при складирање.
4. Профилот на текстурата покажа дека додавањето на течна сурутка во функционалните јогурти резултирало со помала јачина и цврстина на гелот во споредба со контролните јогурти. Резултатите за цврстина, лепливост, еластичност, гумавост, цвакање и кохезивност покажуваат дека додавањето на сурутка во функционалните јогурти немало значајно влијание врз овие параметри за време на складирањето $p > 0,05$ (95% CI).
5. Оценувањето на бодовите на контролните и функционалните јогурти покажа дека функционалните јогурти добиле пониски оценки во споредба со контролните јогурти. Сепак, оценката беше над просекот и производите беа прифатливи за потрошувачка за време на складирањето.
6. Описната сензорна евалуација на контролниот и функционалниот јогурт покажува дека при продолжено складирање горчливиот вкус бил позабележителен кај функционалните јогурти. Раздвојувањето вода/сурутка врз основа на евалуацијата на оценувачите беше повисоко за функционалните јогурти како резултат на додавање на сурутка.
7. Есенцијалните минерали во контролните и функционалните јогурти се карактеризираа со нормална содржина (Ca, K, Mg, Na, P, Fe, Zn) и резултатите помеѓу групите не беа статистички значајно различни ($p > 0,05$).
8. Нутриционистичката проценка покажува дека контролните јогурти даваат повеќе калории поради поголемата содржина на масти и протеини во споредба со функционалните јогурти со додадена течна сурутка.

Технолошкиот процес и оптимизираните параметри за технолошкиот процес на производство кај големо производство на јогурти со течна сурутка може да бидат од голема корист за млечните производители да ја рециклираат сурутката како нуспроизвод од правењето сирење и да ја додаваат во функционални јогурти земајќи ја предвид безбедноста и квалитетот за време на складирањето.

7. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Ahmed, J., & Basu, S. (Eds.). (2016). *Advances in food rheology and its applications*. Woodhead Publishing.
2. Akalin, A. S., Gönç, S., Ünal, G., & Fenderya, S. E. R. A. P. (2007). Effects of fructooligosaccharide and whey protein concentrate on the viability of starter culture in reduced-fat probiotic yogurt during storage. *Journal of Food Science*, 72(7), M222-M227.
3. Akalin, A. S., Unal, G., Dinkci, N. A. Y. İ. L., & Hayaloglu, A. 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.
4. Almeida, K. E., Tamime, A. Y., & Oliveira, M. N. (2008). Acidification rates of probiotic bacteria in Minas frescal cheese whey. *LWT-Food Science and Technology*, 41(2), 311-316.
5. Anand SS, Hawkes C, De Souza RJ, Mente 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.
6. Andleeb, N., Gilani, A. H., & Abbas, N. (2008). Assessment of the quality of conventional yogurt as affected by storage. *Pak. J. Agri. Sci*, 45, 2.
7. Arsić, S., Bulatović, M., Zarić, D., Kokeza, G., Subić, J., & Rakin, M. (2018). Functional fermented whey carrot beverage-qualitative, nutritive and techno-economic analysis. *Romanian Biotechnological Letters*, 23(2), 13496-13504.
8. Asensio-Vegas, C., Tiwari, B., Gredilla, A. E., Bueno, F., Delgado, D., & Martín-Diana, A. B. (2018). Development of yoghurt from ovine milk with enhanced texture and flavour properties. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 112-121.
9. AuWerter, J. P. (2021). The implications of switching from total coliform to Enterobacteriaceae as an indicator organism in a food manufacturing facility: a literature review.
10. Ayar, A., & Burucu, H. (2013). Effect of whey fractions on microbial and physicochemical properties of probiotic ayran (drinkable yogurt). *International Food Research Journal*, 20(3), 1409.

11. Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Rahimi, J., & Abbasi, H. (2009). Texture of nonfat yoghurt as influenced by whey protein concentrate and Gum Tragacanth as fat replacers. *International journal of dairy technology*, 62(3), 405-410.
12. Bachrouri, M., Quinto, E. J., & Mora, M. T. (2002). Survival of Escherichia coli O157: H7 during storage of yogurt at different temperatures. *Journal of food science*, 67(5), 1899-1903.
13. Baglio, E. (2014). *Chemistry and technology of yoghurt fermentation*. SpringerBriefs in Chemistry of Foods: Springer.
14. Bais, B., Gorachiya, P. R., Tak, L., Singh, S., & Devi, D. (2017). Efficient Way to Use Whey as Ready to Serve (RTS) Beverage. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 1(5), 1259-1260.
15. Bakırcı, İ., & Arslaner, A. (2007). The effect of partially-replacing skim milk powder with whey powder in set-type yogurt manufacture. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 62(4).
16. Barakat, H., & Hassan, M. F. (2017). Chemical, nutritional, rheological, and organoleptical characterizations of stirred pumpkin-yoghurt. *Food and Nutrition Sciences*, 8(07), 746.
17. Barba, F. J. (2021). An integrated approach for the valorization of cheese whey. *Foods*, 10(3), 564.
18. Barukčić, I., Lisak Jakopović, K., & Božanić, R. (2019). Valorisation of whey and buttermilk for production of functional beverages—an overview of current possibilities. *Food technology and biotechnology*, 57(4), 448-460.
19. Batista, M. A., Campos, N. C. A., & Silvestre, M. P. C. (2018). Whey and protein derivatives: Applications in food products development, technological properties and functional effects on child health. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1509687.
20. Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual review of nutrition*, 23(1), 203-227.
21. Berghof speedwave MWS-3⁺ (2021). [online] Available at: [http://www.onlinecas.com/Berghof/CATALOGUE%20BERGHOF/Micro-
onde%20MWS3+/Applications%20MWS3+/AR_MWS-3plus_Food-Pharma-
Cosmetics_140405.pdf](http://www.onlinecas.com/Berghof/CATALOGUE%20BERGHOF/Micro-
onde%20MWS3+/Applications%20MWS3+/AR_MWS-3plus_Food-Pharma-
Cosmetics_140405.pdf) > [Accessed 20 October 2021].

22. Bierzuńska, P., Kaczyński, Ł. K., & Cais-Sokolińska, D. (2016). Cohesiveness and firmness of fermented milk with an increased proportion of whey proteins. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*, 21.
23. Birolo, G. A., Reinheimer, J. A., & Vinderola, C. G. (2000). Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. *Food Research International*, 33(9), 799-805.
24. Birolo, G. A., Reinheimer, J. A., & Vinderola, C. G. (2001). Enterococci vs non-lactic acid microflora as hygiene indicators for sweetened yoghurt. *Food Microbiology*, 18(6), 597-604.
25. Borwankar, R. P. (1992). Food texture and rheology: a tutorial review. *Rheology of foods*, 1-16.
26. Bounous, G., Batist, G., & Gold, P. (1991). Whey proteins in cancer prevention. *Cancer letters*, 57(2), 91-94.
27. Boye JI. Nutraceutical and functional food processing technology. John Wiley & Sons; 2015 Jan 27.
28. Božanić, R., Barukčić, I., & Lisak, K. (2014). Possibilities of whey utilisation. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(7), 7.
29. Brookfield CT3 Texture Analyzer (2011). Operating Instruction Manual No. M/08-371A0708, Brookfield Engineering Laboratories, Middleborough, Mass, USA.
30. Bylund, G. (1995). *Dairy Processing Handbook*, Tetra Pak Processing Systems AB. Lund, Sweden.
31. Brodziak, A., Król, J., Bałowska, J., Teter, A., & Florek, M. (2020). Changes in the physicochemical parameters of yoghurts with added whey protein in relation to the starter bacteria strains and storage time. *Animals*, 10(8), 1350.
32. Cais-Sokolińska, D., Pikul, J., & Danków, R. (2002). Quality and stability of the natural yogurt produced from milk condensed with whey protein concentrate. *Science and Technology*, 5(2).
33. Castro, W. F., Cruz, A. G., Bisinotto, M. S., Guerreiro, L. M. R., Faria, J. A. F., Bolini, H. M. A., ... & Deliza, R. (2013). Development of probiotic dairy beverages: Rheological properties and application of mathematical models in sensory evaluation. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 16-25.

34. Canterbury.ac.nz. (2021). [online] Available at: https://www.canterbury.ac.nz/media/documents/science-outreach/vitaminc_iodate.pdf [Accessed 1 September 2021].
35. Chandan, R. C., Kilara, A., & Shah, N. P. (Eds.). (2008). *Dairy processing and quality assurance*. John Wiley & Sons.
36. Chandan, R. C., & Kilara, A. (Eds.). (2011). *Dairy ingredients for food processing*. John Wiley & Sons.
37. Chandan, R. C., & Kilara, A. (Eds.). (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. John Wiley & Sons.
38. Chavan, R. S., Shraddha, R. C., Kumar, A., & Nalawade, T. (2015). Whey based beverage: its functionality, formulations, health benefits and applications. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(10), 1.
39. Chen, J., & Rosenthal, A. (2015). *Modifying Food Texture; Volume 1: Novel Ingredients and Processing Techniques*. Woodhead Publishing.
40. Cheng, J., Xie, S., Yin, Y., Feng, X., Wang, S., Guo, M., & Ni, C. (2017). Physiochemical, texture properties, and the microstructure of set yogurt using whey protein–sodium tripolyphosphate aggregates as thickening agents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(9), 2819-2825.
41. CHR HANSEN, 2019, [online] Available at: https://www.fromagex.com/pub/media/itm/magb1/Productfiles/I200CCC901/1618401497_I200CCC901_YFPREMIUM3_Technical_Spec_Sheet.pdf [Accessed 26 October 2021].
42. Chrubasik, C., Li, G., & Chrubasik, S. (2010). The clinical effectiveness of chokeberry: a systematic review. *Phytotherapy Research*, 24(8), 1107-1114.
43. Cho, K. B. (2017). Detection of Microbial Contamination in Commercial Berries. *Biomedical Science Letters*, 23(4), 333-338.
44. Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (Eds.). (2009). *The sensory evaluation of dairy products*. Springer Science & Business Media.
45. Сл.весник на Р.Македонија, бр.96, 2011;
46. Сл. Весник на Р.Македонија, бр.100, 2013
47. Coisson, J. D., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M., & Arlorio, M. (2005). Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. *Food research international*, 38(8-9), 893-897.

48. Corradini C (1995) *Chimica e tecnologia del latte*. Tecniche Nuove, Milan, pp 235–236
49. Corredig, M. (Ed.). (2009). *Dairy-derived ingredients: food and nutraceutical uses*. Elsevier.
50. Council, E. U. (2004). Regulation (EC) No 853/2004 of the European parliament and of the council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *J. Eur. Union*, 139, 55-205.
51. Cuşmenco, T., & Bulgaru, V. (2020). Quality characteristics and antioxidant activity of goat milk yogurt with fruits. *Ukrainian Food Journal*, 9(1).
52. Dabija, A., Oroian, M., Codină, G. G., & Rusu, L. (2020). ASSESSMENT THE INFLUENCE OF THE MAIN TECHNOLOGICAL FACTORS ON YOGURT QUALITY. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 21(1), 83-94.
53. Dahlberg, A. C., & Marquardt, J. C. (1924). *Filtration and Clarification of Milk*. Cornell Univ..
54. Dar, Y. L., & Light, J. M. (Eds.). (2014). *Food texture design and optimization*. John Wiley & Sons.
55. da Silva, V. B., & da Costa, M. P. (2019). Influence of processing on rheological and textural characteristics of goat and sheep milk beverages and methods of analysis. In *Processing and sustainability of beverages* (pp. 373-412). Woodhead Publishing.
56. Das, K., Choudhary, R., & Thompson-Witrick, K. A. (2019). Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. *Lwt*, 108, 69-80.
57. Dash, K. K., Fayaz, U., Dar, A. H., Shams, R., Manzoor, S., Sundarsingh, A., ... & Khan, S. A. (2022). A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products. *Food Chemistry Advances*, 100041.
58. Desai, N. T., Shepard, L., & Drake, M. A. (2013). Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *Journal of dairy science*, 96(12), 7454-7466.
59. Delikanli, B., & Ozcan, T. (2017). Improving the textural properties of yogurt fortified with milk proteins. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13101.

60. Deshwal, G. K., Tiwari, S., Kumar, A., Raman, R. K., & Kadyan, S. (2021). Review on factors affecting and control of post-acidification in yoghurt and related products. *Trends in Food Science & Technology*, *109*, 499-512.
61. De Wit JN (2001) Lecturer's Handbook on whey and whey products. European W Association. Brussels, Belgium. Available at: [[http://ewpa.euromilk.org/fileadmin/user_upload/Public Documents/EWPA Publications/Lecturer_s_Handbook_on_Whey.pdf](http://ewpa.euromilk.org/fileadmin/user_upload/Public_Documents/EWPA_Publications/Lecturer_s_Handbook_on_Whey.pdf)]
62. Dias, P. G. I., Sajiwani, J. W. A., & Rathnayaka, R. M. U. S. K. (2020). Consumer perception and sensory profile of probiotic yogurt with added sugar and reduced milk fat. *Heliyon*, *6*(7), e04328.
63. Dimitrellou, D., Solomakou, N., Kokkinomagoulos, E., & Kandyliis, P. (2020). Yogurts supplemented with juices from grapes and berries. *Foods*, *9*(9), 1158.
64. Djurić, M., Carić, M., Milanović, S., Tekić, M., & Panić, M. (2004). Development of whey-based beverages. *European Food Research and Technology*, *219*(4), 321-328.
65. 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.
66. 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.
67. Fischer, C., & Kleinschmidt, T. (2021). Valorisation of sweet whey by fermentation with mixed yoghurt starter cultures with focus on galactooligosaccharide synthesis. *International Dairy Journal*, *119*, 105068.
68. Fluegel, S. M., Shultz, T. D., Powers, J. R., Clark, S., Barbosa-Leiker, C., Wright, B. R., ... & Di Filippo, M. M. (2010). Whey beverages decrease blood pressure in prehypertensive and hypertensive young men and women. *International Dairy Journal*, *20*(11), 753-760.
69. Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Paul, L. H. (1998). Dairy chemistry and biochemistry.
70. Fox, P. F., & McSweeney, P. L. (Eds.). (2003). *Advanced dairy chemistry* (Vol. 1). Boston, MA, USA: springer.
71. Fox, P. F., & McSweeney, P. L. (Eds.). (2007). *Advanced dairy chemistry volume 2: lipids* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

72. Fox, P. F., & McSweeney, P. L. (2009). *Advanced dairy chemistry volume 3: lactose, water, salts and vitamins*. Springer Science & Business Media.
73. Fox, P. F., & McSweeney, P. L. (Eds.). (2013). *Advanced dairy chemistry: volume 1: proteins, parts A&B*. Springer.
74. Frikom, [online] Available at: <<https://www.frikom.rs/rs/smrznuta-hrana/povrce-i-voce/voce/jagoda>>, [Accessed 16 October 2021].
75. 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
76. Fuquay, J. W., McSweeney, P. L., & Fox, P. F. (2011). *Encyclopedia of dairy sciences*. Academic Press.
77. Gahruie, H. H., Eskandari, M. H., & Mesbahi, G. (2019). Development of functional yogurt fortified with wheat germ and strawberry as functional ingredients. *Progress in Nutrition*, 21(1), 388-398.
78. Gahruie, H. H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., & Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4(1), 1-8.
79. Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., & Delahunty, C. M. (2005). Influence of starter culture on flavor and headspace volatile profiles of fermented whey and whey produced from fermented milk. *Journal of dairy science*, 88(11), 3745-3753.
80. Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., & Delahunty, C. M. (2007). Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. *International Dairy Journal*, 17(4), 308-315.
81. Gao, X., Guo, Q., Li, B., & Mei, J. (2018, July). Microbiological characterisation of whey-based kefir beverages after Bod ljong cheese-making at different fermentation temperature. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 392, No. 5, p. 052010). IOP Publishing.
82. Gardenia, [online] Available at: <<https://paket.mk/product/cermat-gardenia-aronija-400gr-zamrznato>> [Accessed 17 October 2021].
83. Gibson RG, Willimas CM. Functional foods: Concept to product. CRC; 2000.
84. Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. D. A. F., & Shah, N. P. (2010). Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(5), 455-470.

85. Guo, M., & Wang, G. (2019). History of whey production and whey protein manufacturing. *Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications; Guo, M., Ed*, 1-12.
86. Guo, M. (Ed.). (2019). *Whey protein production, chemistry, functionality, and applications*. John Wiley & Sons.
87. Gupta, C., & Prakash, D. (2017). Therapeutic potential of milk whey. *Beverages*, 3(3), 31.
88. Gyawali, R., & Ibrahim, S. A. (2016). Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to Greek yogurt. *Trends in food science & technology*, 56, 61-76.
89. 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.
90. Henriques, M. H., Gomes, D. M., Pereira, C. J., & Gil, M. H. (2013). Effects of liquid whey protein concentrate on functional and sensorial properties of set yogurts and fresh cheese. *Food and Bioprocess Technology*, 6(4), 952-963.
91. Hervert, C. J., Martin, N. H., Boor, K. J., & Wiedmann, M. (2017). Survival and detection of coliforms, Enterobacteriaceae, and gram-negative bacteria in Greek yogurt. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 950-960.
92. Hui, Y. H. (1993). *Dairy science and technology handbook*.
93. 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.
94. Isanga, J., & Zhang, G. N. (2007). Preliminary investigation of the production and characterization of peanut milk based stirred yoghurt. *International Journal of Dairy Science*, 2(3), 207-216.
95. Ichimura, T., Osada, T., Yonekura, K., & Horiuchi, H. (2022). A new method for producing superior set yogurt, focusing on heat treatment and homogenization. *Journal of Dairy Science*.
96. Janiaski, D. R., Pimentel, T. C., Cruz, A. G., & Prudencio, S. H. (2016). Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product?. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5273-5283.

97. Jaworska, G., Sady, M., Grega, T., Bernaś, E., & Pogoń, K. (2011). Qualitative comparison of blackcurrant and blackcurrant—whey beverages. *Food science and technology international*, 17(4), 331-341.
98. Jeličić, I., Božanić, R., & Tratnik, L. (2008). Whey-based beverages—a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3), 257-274.
99. Jensen, R. G., Ferris, A. M., & Lammi-Keefe, C. J. (1991). The composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3228-3243.
100. Kadriu, G., Kochoski, L., Dimitrovska, G., & Trajkovska, B. (2018). The Expansion of Functional Food-Dairies in the Internal Market of the Republic of Kosovo. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 39(2), 15-20.
101. Kalevska, T., Uzunoska, Z., Stamatovska, V., & Saveski, A. (2018). WHEY PROPERTIES AND ITS USE FOR PRODUCTION OF FUNCTIONAL AND PROBIOTIC DRINKS. *Journal of the Faculty of Technics and Technologies, Trakia University*.
102. Karagül-Yüceer, Y., Drake, M. A., & Cadwallader, K. R. (2003). Aroma-active components of liquid cheddar whey. *Journal of food science*, 68(4), 1215-1219.
103. Kareb, O., & Aider, M. (2019). Whey and its derivatives for probiotics, prebiotics, synbiotics, and functional foods: a critical review. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 11(2), 348-369.
104. Kawase, M., Hashimoto, H., Hosoda, M., Morita, H., & Hosono, A. (2000). Effect of administration of fermented milk containing whey protein concentrate to rats and healthy men on serum lipids and blood pressure. *Journal of dairy science*, 83(2), 255-263.
105. Keast, D. R., Hill Gallant, K. M., Albertson, A. M., Gugger, C. K., & Holschuh, N. M. (2015). Associations between yogurt, dairy, calcium, and vitamin D intake and obesity among US children aged 8–18 years: NHANES, 2005–2008. *Nutrients*, 7(3), 1577-1593.
106. Kelly, M., Vardhanabhuti, B., Luck, P., Drake, M. A., Osborne, J., & Foegeding, E. A. (2010). Role of protein concentration and protein–saliva interactions in the astringency of whey proteins at low pH. *Journal of dairy science*, 93(5), 1900-1909.
107. Keri Marshall, N. D. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative medicine review*, 9(2), 136-156.
108. Kilcast, D. (Ed.). (2010). *Sensory analysis for food and beverage quality control: a practical guide*. Elsevier.

109. Kirdar, S. S., Toprak, G., & Guzel, A. (2017). Determination of the mineral content in yogurt whey. *European International Journal of Science and Technology*, 6, 26-34.
110. Knezevic, S. V., Vranesevic, J., Pelic, M., Knezevic, S., Kureljusic, J., Milanov, D., & Pelic, D. L. (2021, October). The significance of Enterobacteriaceae as a process hygiene criterion in yogurt production. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 854, No. 1, p. 012104). IOP Publishing.
111. Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., & Luczkiewicz, M. (2010). Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of medicinal food*, 13(2), 255-269.
112. Kose, S., Kose, Y. E., & Altun, I. (2019). A study on mineral content of whey obtained from Turkish strained yogurt. *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, 72, 1732-1738.
113. Kose, Y. E., Altun, I., & Kose, S. (2018). Determination of texture profile analysis of yogurt produced by industrial and traditional method. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(8), 66-70.
114. Krasaekoopt, W., Bhandari, B., & Deeth, H. (2004). Comparison of texture of yogurt made from conventionally treated milk and UHT milk fortified with low-heat skim milk powder. *Journal of Food Science*, 69(6), E276-E280.
115. Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., & Solowiej, B. (2016). Use of whey and whey preparations in the food industry-a review. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 66(3), 157.
116. Krzeminski, A., Prell, K. A., Busch-Stockfisch, M., Weiss, J., & Hinrichs, J. (2014). Whey protein-pectin complexes as new texturising elements in fat-reduced yoghurt systems. *International Dairy Journal*, 36(2), 118-127.
117. 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.
118. Kulling, S. E., & Rawel, H. M. (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)—A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta medica*, 74(13), 1625-1634.
119. Kumar, N., & Vandna, H. S. (2015). Fermented and non fermented whey beverages. *Beverage & food world*, 42(4), 28-31.

120. Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices* (Vol. 2). New York: Springer.
121. Lee SY, Nielsen J, Stephanopoulos G. *Industrial biotechnology: microorganisms*. John Wiley & Sons; 2016 Nov 18.
122. Legarová, V., & Kouřimská, L. (2010). Sensory quality evaluation of whey-based beverages. *Mljekarstvo*, 60(4), 280.
123. Lemieux, L., & Simard, R. E. (1991). Bitter flavour in dairy products. I. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture. *Le Lait*, 71(6), 599-636.
124. Li, F., & Li, Y. (1998). Study on the contamination level and the tolerable limit of mould and yeast in yoghurt. *Wei Sheng yan jiu= Journal of Hygiene Research*, 27(4), 257-258.
125. 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]
126. Lindmark Månsson, H. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & nutrition research*, 52(1), 1821.
127. Luis, G., Rubio, C., Revert, C., Espinosa, A., González-Weller, D., Gutiérrez, A. J., & Hardisson, A. (2015). Dietary intake of metals from yogurts analyzed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 48-54.
128. Maçi, A., Memoçi, H., Çoçoli, S., & Çabeli, P. (2016). Hygienic Evaluation for the Presence of Enterobacteriaceae in Yogurt Produced in Industrial Conditions in Tirana. *ANGLISTICUM. Journal of the Association-Institute for English Language and American Studies*, 5(2), 26-27.
129. Magenis, R. B., Prudêncio, E. S., Amboni, R. D., Cerqueira Júnior, N. G., Oliveira, R. V., Soldi, V., & Benedet, H. D. (2006). Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. *International journal of food science & technology*, 41(5), 560-568.
130. Mahomud, M. S., Katsuno, N., & Nishizu, T. (2017). Role of whey protein-casein complexes on yoghurt texture. *Reviews in Agricultural Science*, 5, 1-12.

131. Макаријоски, Б. (2018). Оптимизирање на технолошките параметри за производство на македонско бело саламурено сирење, Докторска Дисертација, Битола
132. Marri, N., Losito, F., Le Boffe, L., Giangolini, G., Amatiste, S., Murgia, L., ... & Antonini, G. (2020). Rapid microbiological assessment in raw milk: validation of a rapid alternative method for the assessment of microbiological quality in raw milk. *Foods*, 9(9), 1186.
133. 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.
134. Mehra, R., Kumar, H., Kumar, N., Ranvir, S., Jana, A., Buttar, H. S., ... & Guiné, R. P. (2021). Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. *Journal of Functional Foods*, 87, 104760.
135. Meilgaard Morten, C., Vance, C. G., & Thomas, C. B. (2016). Sensory Evaluation Techniques.
136. Mena, B., & Aryana, K. (2019). Physico-Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Yogurt as Affected by Added Lactose. *Food and Nutrition Sciences*, 10(10), 1243.
137. McSweeney, P. L. (2016). *Advanced dairy chemistry: volume 1B: proteins: applied aspects* (pp. 1-498). J. A. O'Mahony (Ed.). Springer New York.
138. Milk, I. S. O. (2009). Milk Products—Sensory Analysis—Part 1: General guidance for the recruitment, selection, training and monitoring of assessors. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland.
139. Milk, I. S. O. (2009). Milk Products—Sensory Analysis—Part 2: Recommended Methods of Sensory Evaluation. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland.
140. Milk, I. S. O. (2009). Milk Products—Sensory Analysis—Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring: Geneva, Switzerland.
141. Moh, L. G., Keilah, L. P., Etienne, P. T., & Jules-Roger, K. (2017). Seasonal microbial conditions of locally made yoghurt (shalom) marketed in some regions of Cameroon. *International Journal of Food Science*, 2017.

142. More, S. J., Clegg, T. A., Lynch, P. J., & O'Grady, L. (2013). The effect of somatic cell count data adjustment and interpretation, as outlined in European Union legislation, on herd eligibility to supply raw milk for processing of dairy products. *Journal of dairy science*, *96*(6), 3671-3681.
143. Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2017). Texture profile analysis of yogurt as influenced by partially hydrolyzed guar gum and process variables. *Journal of food science and technology*, *54*(12), 3810-3817.
144. Mulder, H., & Walstra, P. (1974). *The milk fat globule* (pp. 101-28). Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux.
145. Nguyen, L., & Hwang, E. S. (2016). Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt supplemented with aronia (*Aronia melanocarpa*) juice. *Preventive nutrition and food science*, *21*(4), 330.
146. Nurhartadi, E., Utami, R., Nursiwi, A., Sari, A. M., Widowati, E., Sanjaya, A. P., & Esnadewi, E. A. (2017, April). Effect of Incubation Time and Sucrose Addition on the Characteristics of Cheese Whey Yoghurt. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 193, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
147. Oliveira, M., Rodrigues, C. M., & Teixeira, P. (2019). Microbiological quality of raw berries and their products: A focus on foodborne pathogens. *Heliyon*, *5*(12), e02992.
148. Onwulata, C., & Huth, P. (Eds.). (2009). *Whey processing, functionality and health benefits* (Vol. 82). John Wiley & Sons.
149. Ozcan, T. (2013). Determination of yogurt quality by using rheological and textural parameters. *Nutrition and Food Science II*, *53*, 118-122.
150. Palmquist, D. L., Beaulieu, A. D., & Barbano, D. M. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. *Journal of dairy science*, *76*(6), 1753-1771.
151. Panahi, S., Fernandez, M. A., Marette, A., & Tremblay, A. (2017). Yogurt, diet quality and lifestyle factors. *European journal of clinical nutrition*, *71*(5), 573-579.
152. Papademas, P., & Kotsaki, P. (2019). Technological utilization of whey towards sustainable exploitation. *J Adv Dairy Res*, *7*(4), 231.
153. Park, Y. W., & Haenlein, G. F. (Eds.). (2013). *Milk and dairy products in human nutrition: production, composition and health*. John Wiley & Sons.

154. Park, Y. W. (2007). Rheological characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 73-87.
155. Patel, S. (2015). Functional food relevance of whey protein: A review of recent findings and scopes ahead. *Journal of Functional Foods*, 19, 308-319.
156. Penna, A. L. B., Baruffaldi, R., & Oliveira, M. N. (1997). Optimization of yogurt production using demineralized whey. *Journal of Food Science*, 62(4), 846-850.
157. Pescuma, M., Hébert, E. M., Mozzi, F., & De Valdez, G. F. (2010). Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. *International journal of food microbiology*, 141(1-2), 73-81.
158. Popov-Raljić J. & Radovanović R. (2007). Senzorna analiza u funkciji utvrđivanja bezbednosti i kvaliteta prehrambenih proizvoda. *Savremena poljoprivreda*, 56(5), 142-149.
159. Rahman, M. T., Zubair, M. A., Shima, K., & Chakma, M. P. (2020). Development of quality parameters for yogurt with strawberry juice. *Food and Nutrition Sciences*, 11(12), 1070.
160. Ramos, Ó. L., Pereira, R. N. C., Rodrigues, R. M. M., Teixeira, J. A., Vicente, A. A., & Malcata, F. X. (2015). Whey and whey powders: Production and uses.
161. Rashid, A. A., Huma, N., Saeed, S., Shahzad, K., Ahmad, I., Ahmad, I., ... & Imran, M. (2019). Characterization and Development of Yogurt from Concentrated Whey. *Int. J. Food Eng*, 3, 1-7.
162. Ray, R. C., & Montet, D. (Eds.). (2017). *Fermented Foods, Part II: Technological Interventions*. CRC Press.
163. Rogers, L. (Ed.). (2017). *Discrimination testing in sensory science: A practical handbook*. Woodhead Publishing.
164. Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2004). Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. *Journal of dairy Science*, 87(12), 4033-4041.
165. Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., & Vernon-Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(2), 151-159.
166. Schulze MB, Martínez-González MA, Fung TT, Lichtenstein AH, Forouhi NG. Food based dietary patterns and chronic disease prevention. *bmj*. 2018 Jun 13;361:k2396.
167. Shah, N. P. (Ed.). (2017). *Yogurt in health and disease prevention*. Academic Press.

168. Shirai, K., Gutierrez-Durán, M., Marshall, V. M., Revah-Moiseev, S., & García-Garibay, M. (1992). Production of a yogurt-like product from plant foodstuffs and whey. Sensory evaluation and physical attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(2), 205-210.
169. Smit, G. (Ed.). (2003). *Dairy processing: improving quality*. Elsevier.
170. Sohrabi, Z., Eftekhari, M. H., Eskandari, M. H., Rezaeianzadeh, A., & Sagheb, M. M. (2018). Development and characterization of fermented and unfermented whey beverages fortified with vitamin E.
171. Souad, R., Mossadak, H. T., & Leila, B. (2021). Assessing hygiene indicators in two dairies in Algeria in producing pasteurized milk. *Veterinary World*, 14(9), 2317.
172. Souza, T. S., Luna, A. S., Barros, D. B., Pimentel, T. C., Pereira, E. P., Guimaraes, J. T., ... & Cruz, A. G. (2019). Yogurt and whey beverages available in Brazilian market: Mineral and trace contents, daily intake and statistical differentiation. *Food Research International*, 119, 709-714.
173. Spalatel, C. (2012). Biotechnological valorisation of whey. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, 10, 1.
174. 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.
175. Spreer, E. (1998). *Milk and dairy product technology* (p. 483). Dresden: Marcel Dekker Inc
176. Skryplonek, K. (2018). The use of acid whey for the production of yogurt-type fermented beverages. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 68(2), 139-149.
177. Standard, I. (2006). Milk-Cereal Based Complementary Foods—Specification. *Bureau of Indian Standard: Manak Bhawan, India*, 4, 1-6.
178. Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). Introduction to sensory evaluation. *Sensory Evaluation Practices (Third Edition)*. Academic Press, San Diego, 1-19.
179. Suthar, J., Jana, A., & Balakrishnan, S. (2017). High protein milk ingredients-A tool for value-addition to dairy and food products. *J. Dairy Vet. Anim. Res*, 6, 00171.
180. Suzuki, Y., Ikeda, K., Sakuma, K., Kawai, S., Sawaki, K., Asahara, T., ... & Yamashiro,

- Y. (2017). Association between yogurt consumption and intestinal microbiota in healthy young adults differs by host gender. *Frontiers in microbiology*, 8, 847.
181. Syntesys S.R.L, ITALY, [online] Available at: <https://www.syntesys.it/en/products/contenitori-per-urine/>, [Accessed 15 October 2021].
182. Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology*. Elsevier.
183. Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). *Yogurt science and Technology* Woodhead Publishing Ltd and CRC Press Uc.
184. Tamime, A. Y. (Ed.). (2009). *Milk processing and quality management*. John Wiley & Sons.
185. Thiex, N., Novotny, L., & Crawford, A. (2012). Determination of ash in animal feed: AOAC official method 942.05 revisited. *Journal of AOAC International*, 95(5), 1392-1397.
186. Tournas, V. H., & Katsoudas, E. (2005). Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. *International journal of food microbiology*, 105(1), 11-17.
187. Trachoo, N. (2002). Yogurt: The fermented milk. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 24(4), 727-738.
188. Trinh, K. T., & Glasgow, S. (2012, September). On the texture profile analysis test. In *Proceedings of the Chemeca* (pp. 23-6).
189. Tsermoula, P., Khakimov, B., Nielsen, J. H., & Engelsen, S. B. (2021). WHEY-The waste-stream that became more valuable than the food product. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 230-241.
190. Vahčić, N., Hruškar, M., Marković, K., Banović, M., & Barić, I. C. (2010). Essential minerals in milk and their daily intake through milk consumption. *Mljekarstvo/Dairy*, 60(2).
191. Varnam, A., & Sutherland, J. P. (1994). *Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
192. Walstra, P. (1999). *Dairy technology: principles of milk properties and processes*. CRC Press.
193. Walstra, P., Wouters, J. T., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology*. CRC press.
194. Wan, Z., Khubber, S., Dwivedi, M., & Misra, N. N. (2021). Strategies for lowering the added sugar in yogurts. *Food Chemistry*, 344, 128573.

195. Wherry, B., Barbano, D. M., & Drake, M. A. (2019). Use of acid whey protein concentrate as an ingredient in nonfat cup set-style yogurt. *Journal of dairy science*, *102*(10), 8768-8784.
196. World Health Organization. Fact Sheet No. 311. 2014. Obesity and overweight.
197. Yildiz, F. (2010). *Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products*. CRC press.
198. Zadow, J. G. (2012). *Whey and lactose processing*. Springer Science & Business Media.
199. Zhang, S., Fu, J., Zhang, Q., Liu, L., Lu, M., Meng, G., ... & Niu, K. (2020). Association between habitual yogurt consumption and newly diagnosed non-alcoholic fatty liver disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, *74*(3), 491-499.
200. Zhao, Q. Z., Wang, J. S., Zhao, M. M., Jiang, Y. M., & Chun, C. (2006). Effect of Casein Hydrolysates on Yogurt Fermentation and Texture Properties during Storage. *Food Technology & Biotechnology*, *44*(3).
201. Zhu, Y., Jain, N., Holschuh, N., & Smith, J. (2021). Associations between frequency of yogurt consumption and nutrient intake and diet quality in the United Kingdom. *Journal of Nutritional Science*, *10*.