

Proizvodnja čokoladnog sirnog namaza na bazi različitih vrsta sireva

Grgurovac, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:441877>

Rights / Prava: [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Maja Grgurovac

**PROIZVODNJA ČOKOLADNOG SIRNOG NAMAZA NA BAZI RAZLIČITIH
VRSTA SIREVA**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za mljekarstvo
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Prehrambenog inženjerstva

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Nastavni predmet: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda

Tema rada je prihvaćena na IX. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2015./2016. održanoj 28. lipnja 2016.

Mentor: dr. sc. Mirela Lučan, znan. sur.

Pomoć pri izradi: dr. sc. Mirela Lučan, znan. sur.

Proizvodnja čokoladnog sirnog namaza na bazi različitih vrsta sireva

Maja Grgurovac, 307-DI

Sažetak:

Cilj ovog rada bio je ispitati mogućnosti proizvodnje čokoladnog sirnog namaza na bazi različitih sireva. Ukupno je proizvedeno dvanaest uzoraka sirnih namaza, po četiri na bazi krem sira, Mascarponea i kuhanog sira. Uz svježe mlijeko, ispitivana je i mogućnost upotrebe UHT čokoladnog mlijeka. Uzorci su podvrgnuti ispitivanju kemijskog sastava, fizikalno-kemijskih svojstava, boje, teksturalnog profila (čvrstoća, ljepljivost, odgođena elastičnost, kohezivnost, gumenost, otpor žvakanju i elastičnost), viskoznosti, te senzorskih svojstava. Uzorci proizvedenih sireva su se značajno razlikovali po svom kemijskom sastavu, reološkim i teksturalnim svojstvima, ovisno o upotrijebljenoj sirovini, načinu proizvodnje i dodacima. Većina dobivenih sirnih namaza su dobili visoke senzorske ocjene, što pokazuje da je moguća proizvodnja čokoladnog sirnog namaza, osim na bazi krem sira i na bazi Mascarponea i kuhanog gruš, ali isto tako i da je moguće toplinsko-kiselinsko i kiselinsko-enzimsko grušanje UHT čokoladnog mlijeka.

Ključne riječi: čokoladni sirni namaz, kemijski sastav, senzorska svojstva, tekstura i boja sira

Rad sadrži: 63 stranica
27 slika
14 tablica
2 priloga
33 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| 1. prof. dr. sc. Jovica Hardi | predsjednik |
| 2. dr. sc. Mirela Lučan, znan. sur. | član-mentor |
| 3. doc. dr. sc. Krešimir Mastanjević | član |
| 4. doc. dr. sc. Jasmina Lukinac Čačić | zamjena člana |

Datum obrane: 15. srpnja 2016.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food Technology
Subdepartment of Dairy
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program ...

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Dairy technology

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. IX held on June 28, 2016.

Mentor: Mirela Lučan, PhD

Technical assistance: Mirela Lučan, PhD

Production of chocolate cheese spread on the basis of different types of cheese

Maja Grgurovac, 307-DI

Summary:

The aim of this study was to determine the possibilities of producing chocolate cheese spread based on of different cheese making. A total of twelve samples of cheese spreads, four based on cream cheese, mascarpone cheese and cooked cheese. Also, it was investigated the possibility of using UHT chocolate milk, beside fresh milk, in cheese spreads production. Evaluation of chemical composition, physic-chemical properties, color and texture profile analysis (hardness, springiness, gumminess, adhesiveness, cohesiveness, chewiness, resilience), sensory properties and viscosity of cream cheese were performed. Samples of produced cheeses are significantly different in its chemical composition, rheological and textural properties, depending on the used raw material, method of production and additions. Most of the resulting cheese spreads are received high sensory scores, which indicates that it is possible to product chocolate cheese spread on the basis of cream cheese, mascarpone-based and cooked curd, but also that it is possible to coagulate UHT chocolate milk using heat-acid and acid-enzymatic coagulation.

Key words: chocolate cream cheese, chemical composition, sensory properties, cheese texture and colour

Thesis contains: 63 pages
27 figures
14 tables
2 supplements
33 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Jovica Hardi, PhD, prof. | chair person |
| 2. Mirela Lučan, PhD | supervisor |
| 3. Krešimir Mastanjević, PhD, assistant prof. | member |
| 4. Jasmina Lukinac-Čačić, PhD, assistant prof. | stand-in |

Defense date: July 15, 2016

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem roditeljima, bratu i sestri na bezuvjetnoj podršci sve ove godine. Prijateljici i kolegici Ani Stuparić na svim savjetima, druženjima i pozitivnom stavu. Mentorici dr.sc. Mireli Lučan na prijedlogu zanimljive teme, svim savjetima i vremenu posvećenom ovome istraživanju.

1. Uvod	1
2. Teorijski dio	3
2.1. KEMIJSKI SASTAV MLIJEKA	4
2.1.1. Voda u mlijeku	4
2.1.2. Mliječna mast	5
2.1.3. Laktoza	5
2.1.4. Proteini	6
2.1.5. Mineralne tvari	6
2.2. SIREVI	6
2.2.1. Definicija sira	7
2.2.2. Načini dobivanja sira	8
2.2.3. Podjela i vrste sireva	8
2.3. KREM SIREVI I SIRNI NAMAZI	9
2.4. DESERTNI SIREVI	11
2.5. MASCARPONE	12
2.6. KUHANIR SIR	13
3. Eksperimentalni dio	15
3.1. ZADATAK	16
3.2. MATERIJAL I METODE	16
3.2.1. Sirovine	16
3.2.2. Laboratorijska proizvodnja desertnih sirnih namaza različitih tipova grušanja	17
3.2.3. Procesni parametri proizvodnje	19
3.2.4. Proizvodnja sirnog namaza na bazi krem sira	20
3.2.5. Proizvodnja sirnog namaza na bazi Mascarponea	22
3.2.6. Proizvodnja sirnog namaza na bazi kuhanog gruša	23
3.2.7. Prinosa sira	26
3.2.8. Određivanje sastava i fizikalno-kemijskih svojstava sirnih namaza	27
3.2.9. Analiza boje sirnih namaza	29
3.2.10. Određivanje teksturalnih svojstava	31
3.2.11. Određivanje reoloških svojstava sirnih namaza	32
3.2.12. Senzorska analiza	34
METODA PONDERIRANIH BODOVA	34
3.2.13. Statistička obrada rezultata	35
4. Rezultati	36
4.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA SIRA	37
4.2. PRINOS SIRA I ISKORIŠTENJE SASTOJAKA MLIJEKA	38
4.3. SENZORSKA OCJENA SIRNIH NAMAZA METODOM BODOVANJA	40
4.4. BOJA SIRA	44
4.5. PROFIL TEKSTURE SIRNIH NAMAZA	46
4.6. VISKOZNOST SIRNIH NAMAZA	47
5. Rasprava	48
5.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA SIRNIH NAMAZA	49
5.2. PRINOS SIRA I ISKORIŠTENJE SASTOJAKA MLIJEKA	50
5.3. SENZORSKA ANALIZA SIRNIH NAMAZA	50
5.4. ANALIZA BOJE SIRA	51
5.5. ANALIZA TEKSTURE SIRNIH NAMAZA	52
5.6. ANALIZA REOLOŠKOG SVOJSTVA VISKOZNOSTI SIRNIH NAMAZA	53
6. Zaključci	54

7. Literatura	57
8. Prilozi.....	61

1. UVOD

Sirni pripravci, kao što su sirni namazi i sirni deserti, su svježi ili toplinski obrađeni proizvodi, proizvedeni od sira, uz dodatak drugih mliječnih proizvoda i drugih sastojaka. (MPRRR, 2009.). Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (MPRRR, 2009.), sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon zgrušavanja mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja ili kombinacijom navedenih sirovina. U proizvodnji sireva dopuštena je uporaba mliječkih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih enzima zgrušavanja i/ili dopuštenih kiselina za zgrušavanje.

U klasičnoj proizvodnji krem sireva provodi se koagulacija vrhnja ili mješavine mlijeka i vrhnja zakiseljavanjem pomoću starter kultura (Phadungath, 2005.), najčešće tijekom 24 h. Osim krem sira, za dobivanje sirnih namaza često se kao osnova koristi i svježi sir, u koji se nakon cijedenja umiješa kiselo vrhnje.

U ovom diplomskom radu ispitivana je mogućnost proizvodnje desertnih sirnih namaza s dodatkom čokolade i lješnjaka, na bazi različito dobivenih gruševa.

Jedno od važnijih pitanja ovog rada će biti koliko će takav sirni namaz biti prihvatljivih senzorskih svojstava, te može li uopće UHT čokoladno mlijeko gruštati.

Baze za sirne namaze će biti krem sir, Mascarpone i gruš kuhanog sira. Analize koje će se provesti u svrhu ovog istraživanja jesu analiza kemijskog sastava, aktiviteta vode, boje uzoraka sireva, pH vrijednosti, ispitivanje teksture sira pomoću uređaja za analizu profila teksture (TPA), koji obuhvaća mjerenje čvrstoće, ljepljivosti, kohezivnosti, elastičnosti, odgođene elastičnosti, gumenosti i otpora žvakanju, te viskoznosti namaza pomoću mikro visko-amilografa. Senzorska svojstva sirnih namaza će se utvrditi metodom bodovanja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. KEMIJSKI SASTAV MLIJEKA

Mlijeko je tekućina koju izlučuju ženke svih vrsta sisavaca, prije svega kako bi se zadovoljile kompletne prehrambene potrebe za novorođenče, kao što su energija, esencijalne aminokiseline, masne kiseline, vitamini, minerali i voda (Tamime, 2009.).

Kravlje mlijeko, kao i druge vrste mlijeka, složen je biološki proizvod raznolikog i promjenjivog sastava, a ovisi o mnogim faktorima. Mlijeko sadrži niz fizikalno kemijskih sastojaka, te se u praksi koriste uobičajeni podatci o sadržaju vode, mliječne masti, bjelančevina, mliječnog šećera (laktoze) i sadržaju pepela te ukupnoj bezmasnoj suhoj tvari.

Svaka od navedenih grupa sastojaka mlijeka ima pojedinačne sastojke koje su veoma značajne u ocjeni kvalitete mlijeka i tehnologiji prerade (Bosnić, 2003.).

Tablica 1 Prosječan sastav kravljeg mlijeka (Božanić, 2016.).

sastojak	količina
Voda	89%
Mast	4,2%
Proteini	3,4% (2,8% kazein, ostalo proteini sirutke)
Laktoza	4,8%
Mineralne tvari	0,7% (kalcij, magnezij, natrij, kalij, fosfati, citrati, karbonati, sulfati, itd.)
Vitamini topljivi u mastima	A, D, E, K
Vitamini topljivi u vodi	vitamini B skupine, vitamin C
Enzimi	katalaza, peroksidaza, fosfataza, lipaza, proteaza
Ukupna suha tvar	13,1%
Suha tvar bez masti	oko 9%

2.1.1. Voda u mlijeku

Zahvaljujući vodi u kojoj je mliječna mast emulgirana, mlijeko može sadržavati tvari topljive u vodi i tvari topljive u mastima (vitamini, mineralne tvari, itd). Hranjivi sastojci koji služe kao izvor energije su ugljikohidrati, masti i proteini (Božanić, 2016.)

Voda se u mlijeku nalazi u dva oblika:

- uglavnom kao slobodna voda (u kojoj se nalaze otopljeni sastojci mlijeka),
- ili kao vezana voda (mala količina u suhoj tvari mlijeka).

Vezana voda se nalazi adsorbirana u hidratacijskom sloju pojedinih sastojaka suhe tvari, i to na:

- kazein (oko 50%),
- albumin i globulin (oko 30%),
- membranu masne globule (oko 15%),
- laktozu i ostale sastojke (oko 5%) (Tratnik, 1998.).

2.1.2. Mliječna mast

Prosječan udio masti u mlijeku iznosi oko 4,2%, no mijenja se ovisno o pasmini, ishrani, vrsti i broju mužnja te stadiju laktacije. Mliječna mast prisutna je u obliku sitnih kuglica koje se nazivaju globule, a obavijene su membranom i raspršene u vodenoj fazi mlijeka. Masne globule čine triacilgliceroli (neutralne masti), dok se u membranama globula nalaze fosfolipidi, steroli i druge lipidne tvari. Mliječna mast specifična je po relativno visokom udjelu kratko lančanih masnih kiselina među kojima su količinski najzastupljenije zasićena palmitinska (30 %) i nezasićena oleinska (Božanić, 2016.).

2.1.3. Laktoza

Mliječni šećer (laktoza) u mlijeku je prirodni šećer, te uz hranidbenu energetska vrijednost ima i dijetetski značaj (enzim laktaza). Prosječno u kravljem mlijeku ima 4,8% laktoze koja je značajna u tehnologiji proizvodnje fermentiranih proizvoda i nekih vrsta sireva (Bosnić, 2003.).

Laktoza u mlijeku i hrani potpomaže apsorpciju kalcija i peristaltiku crijeva, lako je probavljiva (99,7%) i pogodna za dijabetičare. Laktoza povećava energijsku vrijednost hrane (ugljikohidrati iznose 3,75 kcal/g ili 16 kJ/g), ali osobe s nedostatkom enzima laktaze (β -galaktozidaze) teško ju podnose jer potrošnja mlijeka u njih uzrokuje dijareju. Za osobe netolerantne na laktozu razvijen je komercijalni proces hidrolize mlijeka ili mliječnih proizvoda koji omogućuju rješenje tog problema (Tratnik, 1998.).

2.1.4. Proteini

Bjelančevine su u prehranbenom smislu najvažniji sastojak mlijeka. U okviru dušičnih tvari u mlijeku 95% su bjelančevine, a preostalih 5% su ne bjelančevinske tvari. Bjelančevine mlijeka sastoje se od dvije grupe: kazein 78,5% i bjelančevine sirutke 16,5%. Sadržaj ukupnih bjelančevina u mlijeku je različit, pa osim genetske osnove i pasmine krava ovisi i o tehnologiji proizvodnje (Bosnić, 2003.).

2.1.5. Mineralne tvari

Mlijeko u prosjeku sadrži 7,3 g mineralnih tvari po litri i ta količina je više manje konstantna. Količinski su najzastupljeniji kalcij (1,2 g/L), fosfor (0,95 g/L) i kalij (1,5 g/L), a koji su izrazito bitni za ljudski organizam (Božanić, 2016.).

2.2. SIREVI

Sir je naziv koji obuhvaća cijelu grupu fermentiranih proizvoda na bazi mlijeka, proizvedenih u širokom rasponu okusa i formi širom svijeta. Počeci proizvodnje sira sežu daleko u prošlost, smatra se da je sir nastao u području današnjeg Iraka, u plodnoj dolini između rijeka Tigris i Eufrat, prije nekih 8.000 godina (CBKBiH, n.d.).

Tako je sirarstvo stasalo tijekom 6000-7000 godina, te se od domaćinstava uz napredak znanosti, preselilo u male i velike sirarske pogone. Značajno je da je sirarska proizvodnja u svijetu neprestano rasla, pa je tako u posljednjih trideset godina porasla od 5.934.000 tona u 1963. godini na 13.532.455 tona 1993. godine. Razlog tome svakako treba potražiti u prehranbenim vrijednostima sira. Do sada literatura spominje oko 2.000 imena sireva, a povremeno se i dalje javljaju nova (Lukač-Havranek, 1995.).

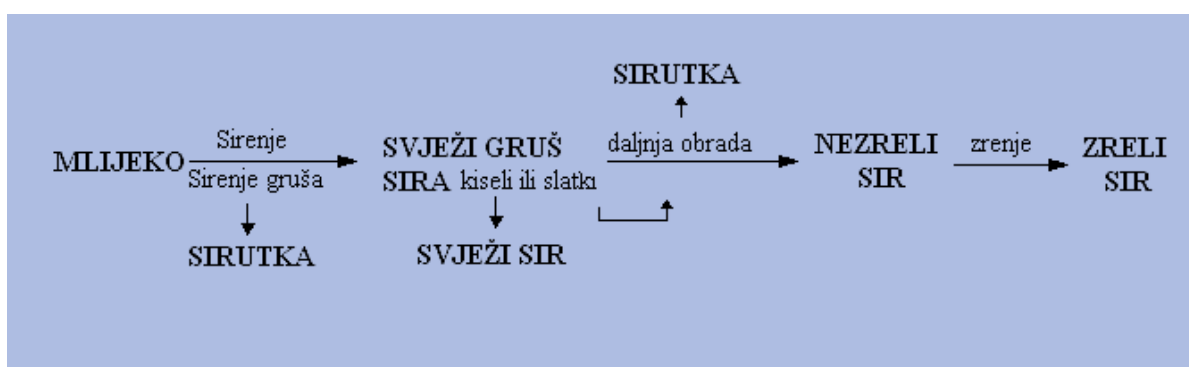


Slika 1 Razne vrste sireva

2.2.1. Definicija sira

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (MPRRR, 2009.), sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon zgrušavanja mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja ili kombinacijom navedenih sirovina. U proizvodnji sireva dopuštena je uporaba mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih enzima zgrušavanja i/ili dopuštenih kiselina za zgrušavanje.

Bit proizvodnje sira je provedba koagulacije proteina, tj. sirenje ili grušenje mlijeka (sirutke ili stepke) i oblikovanje sirnog gruš u sirno zrno uz izdvajanje nastale sirutke i eventualno soljenje sira, nakon čega se dobiva svježi ili nezreli sir (Tratnik, 1998.).



Slika 2 Shema proizvodnje svježeg i zrelog sira (Slačanac, 2015.)

2.2.2. Načini dobivanja sira

Osnovna razlika u provedbi sirenja mlijeka jest način koagulacije proteina:

- a) djelovanjem kiseline, nastale kiseljenjem mlijeka pod utjecajem mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline (vrenje) ili/i uz pomoć dodane kiseline do pH-vrijednosti oko 4,6, pa nastaje kiseli gruž (u proizvodnji svježeg mekog sira);
- b) djelovanjem preteolitičkih enzima, pod utjecajem pripravka životinjskog, biljnog ili mikrobnog podrijetla te pomoću Ca^{2+} iona, pa nastaje slatki gruž (u proizvodnji ostalih tipova sira). Tako se postiže koagulacija kazeina a proteini sirutke, koji su neosjetljivi na djelovanje kiselina ili enzima, odlaze zajedno s odvojenom sirutkom. Sirenjem mlijeka mogu se proizvoditi kiseli ili slatki (kazeinski) sirevi;
- c) djelovanjem topline pri optimalnoj temperaturi od 90 do 95° C/10-20 minuta, pa nastaje slatki gruž (u proizvodnji sirutkinog sira), jer su proteini sirutke (albumini i globulini) osjetljivi na toplinu (Tratnik, 1998.).

2.2.3. Podjela i vrste sireva

Tablica 2 Podjela sireva prema određenim skupnim osobinama, (Tratnik, 1998.)

Prema vrsti proteina	-kazeinski (proizvedeni od mlijeka) -albuminski (od sirutke) -kazeinsko-albuminski (mlijeko + sirutka)
Prema vrsti mlijeka	-kravlji, ovčji, kozji, bivolji i dr. -sirevi od mješavine različitih mlijeka
Prema načinu gružanja	-kiseli (djelovanjem kiseline – mliječno-kiselo vrenje), svježi meki sirevi -slatki (djelovanjem enzimskih pripravaka, sirila), polutvrdi i tvrdi sirevi -mješoviti (djelovanje kiseline i enzima sirila)
Prema zrenju	-sirevi bez zrenja (svježi) -sirevi sa zrenjem (uz bakterije) -sirevi sa zrenjem (uz plemenite plijesni)
Prema količini vode u siru	-mala količina vode (<34%)-jako tvrdi sir -srednja količina vode (34-35%)-tvrdi sir -velika količina vode (45-55%)-polutvrđi sir -jako velika količina vode (55-80%)-meki sir

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (MPRRR, 2009.), sireve možemo podijeliti i načinom navedenim u **Tablici 3.**

Tablica 3 Naziv sira obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira i Vrste sira obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari

Naziv sira obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira	Udio vode u bezmasnoj tvari sira (%)	Vrsta sira obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari	Udio mliječne masti u suhoj tvari (%)
Ekstra tvrdi sir	<51	Ekstra masni	≥60
Tvrdi sir	49 – 56	Punomasni	≥45 i <60
Polutvrdi sir	54 – 69	Masni	≥25 i <45
Meki sir	>67	Polumasni	≥10 i <25
Svježi sir*	69 – 85	Posni	<10

2.3. KREM SIREVI I SIRNI NAMAZI

Svježi sirevi su sirevi bez zrenja. Koagulacija mlijeka (ili vrhnja) se provodi zakiseljavanjem, najčešće djelovanjem starter kultura bakterija mliječne kiseline, ili dodatkom neke organske kiseline (limunske, octene) do pH=4,6. Na ovaj način nastaje kiseli gruš. Također se može kombinirati s koagulacijom djelovanjem enzima (u industrijskoj proizvodnji svježeg sira) ili djelovanjem topline (u proizvodnji tradicionalnog kuhanog sira) (Tratnik, i dr., 2012.).

Krem sir je meki svježi sir, dobiven najčešće kiselinskom koagulacijom uz pomoć mezofilnih starter kultura, poput roda *Leuconostoc* i *Lactococcus*. Krem sirevi se obzirom na različit sadržaj masti dijele na dvije glavne skupine:

- krem sirevi sa 9-11% masti u početnoj mješavini, tzv. dvostruko kremasti sirevi;
- krem sirevi sa 4,5-5% masti u početnoj mješavini, tzv. jednostruko kremasti sirevi (Phadungath, 2005.).

Konzistencija krem sira se kreće od britke do mazive, a rok trajanja mu je oko osam tjedana na temperaturi ispod 8 °C. Tekstura proizvoda mora biti glatka i bez grudica, zrnatosti ili bilo kakve naznake pucanja, a uz mogućnost za širenje na sobnoj temperaturi (Tamime, 2009.).

Koraci u proizvodnji krem sira jesu:

- standardizacija mlijeka za proizvodnju sira – miješanjem punomasnog mlijeka i vrhnja,
- pasterizacija (72-75 °C, 30-60 s) i homogenizacija mlijeka (narušavanje strukture masnih globula i povećanje njihove površine),
- inokulacija sa mezofilnom starter kulturom i inkubacija na ~22°C,
- želatinizacija *in situ* konverzijom laktoze u mliječnu kiselinu uz pomoć starter kulture, do pH (~4,5–4,8),
- formiranje gruša i odvajanje sirutke,
- poboljšavanje gruša dodavanjem soli i ostalih dodataka, te pasterizacija i homogenizacija,
- hlađenje i skladištenje tijekom kojeg krem sir postiže konačnu željenu teksturu, (Tamime, 2009.).

Jedan od najvažnijih svojstava krem sira je mazivost. S obzirom na silu upotrijebljenu za mazanje krem sira na kreker, krem sirevi mogu imati :

- nisku mazivost – teksture teško mazive na kreker, sloja sira na istom ispod 2 mm,
- visoku mazivost – teksture koja se lako maže na kreker, niske otpornosti (Phadungath, 2005.).

Sirni namazi

Sirni pripravci, kao što su sirni namazi i sirni deserti, su svježi ili toplinski obrađeni proizvodi, proizvedeni od sira, uz dodatak drugih mliječnih proizvoda i drugih sastojaka (MPRRR, 2009.).

U proizvodnji sirnih namaza postoje velike mogućnosti varijacije sastava dodataka, na bazi svježeg, kiselog ili sušenog povrća u kombinaciji sa različitim začinima. Sirni namazi mogu biti

osmišljeni tako da imaju naglašen okus jednog dodatka (hren, crvena paprika) ili im se okus može formirati dodatkom smjese nekog povrća uz začina. Sirni namazi mogu biti izrađeni samo na osnovi smjese odabranih začina (vlasac, kopar, sol, papar i sl.). postoje i varijante sirnih namaza čija je namjena upotpuniti obroke, a koji su izrađeni na bazi mesa i mesnih prerađevina kao što su šunka, domaće kobasice, čvarci, paste ribljeg mesa (škampa ili sardina) i sl (Tadić, 2011.).

2.4. DESERTNI SIREVI

Desertni sir je mekani sir koji se proizvodi iz kravljeg punomasnog mlijeka. Pri izradi ovog sira može se upotrebljavati djelomično obrano mlijeko (s 3,2 posto mliječne masti), ali ono neće biti iste kakvoće kao što je desertni sir proizveden iz punomasnog mlijeka. Naime, pri većem sadržaju masti struktura je sira nježnija, dok sir pripremljen od obranog mlijeka ima grubu strukturu i žilavo tijesto. Ako za izradu ovog sira upotrebljavamo obrano mlijeko, a želimo dobar sir, tada treba u obrano mlijeko dodati slatko vrhnje. U tijeku slaganja sirnog gruša ravnom žlicom između slojeva sirne mase stavljaju se neki od slijedećih začina: kim, klinčić, kosani bademi, kosani orasi ili sušeno kosano voće. Upravo zbog navedenih začina, sir je dobio naziv "desertni sir" (Gospodarski list, 2011.).

Roquefort, Comté, Meadow Creek Dairy's Grayson, Chèvre With Dark Chocolate, Achadinha's Capricious, Brie, samo su neki od desertnih sireva. Najpoznatiji je svakako u svojoj primjeni u desertima Mascarpone.

Sir halva (Hösmerim) je popularni turski desert sastavljen uglavnom od neslan svježeg sira, šećera, jaja, vrhnja ili maslaca i brašna (Savas, 2011.).



Slika 3 Desertni sir Hösmerim

Koraci u proizvodnji desertnog sira Mascarponea:

- priprema – miješanje mlijeka i vrhnja u određenom omjeru, uz dodatak CaCl_2 ;
- grušanje – zagrijavanje mlijeka do 85°C uz dodavanje otopljenje organske kiseline, te hlađenje,
- cijedenje – kroz sirarsku maramu 2-12 h u hladnjaku kako bi se dobila tradicionalna kremasta struktura Mascarponea (Lučan, 2015.).

2.5. MASCARPONE

Mascarpone je mekan i nježan sir u boji maslaca, glatke i kremaste strukture zbog koje ga ljudi često uspoređuju sa šlagom. Laka mazivost i mliječna boja su mu glavne odlike zbog kojeg ga se još prepoznaje i kao „talijanski krem sir". Tradicionalno mascarpone je napravljen od kravljeg mlijeka vrhnje, a ima sadržaj od maslaca od oko 75% . Mascarpone je blaga okusa, što ga čini idealnom baza za mnogo različitih jela, posebno jer može sadržavati različite sastojke različitih okusa (Burato, 2010.).

Mascarpone sir, kao i Ricotta, je svježi sira dobiven kombinacijom zakiseljavanja i toplinske obrade. Za njegovu proizvodnju nije potrebna starter kultura, kao kod većine ostalih sireva.

Korištenje topline podrazumijeva grijanje mlijeka, sirutke ili vrhnja, najčešće na 85°C tijekom 30 minuta, prilikom čega se dodaju i organske kiseline (limunska, octena, mliječna) koje dovode do denaturacije proteina sirutke (Carvalho i sur., 2015.).

2.6. KUHANI SIR

Kuhani sir, pored domaćeg svježeg sira dobivenog spontanom kiseljenjem sirovog mlijeka, predstavlja najjednostavniji oblik iskorištenja i konzerviranja mliječnih bjelančevina. Proizvodi se kiselinsko-toplinskom koagulacijom, koja se izaziva dodatkom organskih kiselina (najčešće octene) uz zagrijavanje. Na ovaj način, osim kazeina koaguliraju i proteini sirutke, što povećava prehrambenu vrijednost proizvoda. Upravo zbog njegove jednostavne i brze proizvodnje, raširen je diljem Hrvatske (Lučan, 2015.).

Proizvodnja ovih sireva zasniva se na zagrijavanju sirovog mlijeka na 90-95 °C i njegovim izravnim zakiseljavanjem kiselom sirutkom, mlaćenicom ili kiselinom. Dobiveni gruš može se miješati s određenim dodacima, ili se najčešće soli, oblikuje u kalupima, preša, čime se dobiva konzistencija sira za rezanje. Može se konzumirati odmah nakon proizvodnje, no i nakon dužeg vremena čuvanja. Pored kazeina, ovim se postupkom koaguliraju i sirutkine bjelančevine, što doprinosi većoj hranjivoj vrijednosti i prinosu sira. Osim toga, kuhani sirevi su manje kiseli u odnosu na sireve dobivene mliječno kiselom fermentacijom. Proizvodnja kuhanih sireva od mlijeka prakticira se u mnogim zemljama svijeta. Tako se u Latinskoj Americi proizvodi Queso Blanco, u Indiji Channa i Paneer (Kirin, 2006.).

Općenito postoje četiri vrste proizvodnje kuhanog krem sira. U tradicionalnom sustavu proizvodnja se bazira na korištenju bakterijske mliječne kulture, gdje se uz zagrijavanje stvara gruš, a odvaja se sirutka. U novo formuliranom postupku teži se povećanju ukupne suhe tvari u mješavini za proizvodnju sira, što će osigurati konačni željeni sastav sira, a samo sušenje grša je u tom slučaju nepotrebno. Treća metoda koristi metodu ultrafiltracije mlijeka za povećanje sadržaja masti ili krutina na približnu koncentraciju kao kod kajmaka. Najnovije razvijena metoda podrazumijeva miješanje kreme sa visokim sadržajem masti (do 70% m.m.) sa denaturiranim proteinima sirutke kao što su Ricotta sir ili mlijeko od skute, pri čemu se dobiju sirevi poput Queso Blanco (Kalab i Modler, 1985.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je ispitati mogućnost proizvodnje desertnih sirnih namaza na osnovi različitih vrsta dobivanja grušā, te ispitivanje senzorskih svojstava, sastava, fizikalno-kemijskih svojstava i teksture dobivenih proizvoda.

U tu svrhu određivao se:

- sastav sirnog namaza (suha tvar, udio mliječne masti, udio proteina, udio vode, udio NaCl),
- aktivitet vode dobivenih desertnih sirnih namaza,
- pH vrijednost desertnih sirnih namaza,
- boja dobivenih desertnih sirnih namaza,
- svojstva teksture (čvrstoća, ljepljivost, elastičnost, kohezivnost, otpor žvakanju, odgođena elastičnost, gumenost),
- viskoznost,
- senzorska svojstva.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Sirovine

Za proizvodnju čokoladnih sirnih namaza korištene su iduće sirovine:

- mlijeko:
 - pasterizirano mlijeko (2,8% mliječne masti, donacija mljekare Meggle Hrvatska d.o.o.),
 - čokoladno, pasterizirano mlijeko (Zbregov, 2% mliječne masti),
- **pasterizirano vrhnje** (41,5% mliječne masti, donacija mljekare Meggle Hrvatska d.o.o.),

- **mileram** (Dukat, 30% m.m.),
- **mezofilna starter kultura** DI-PROX M-179 (Bioprox, mješavina heterofermentativnih kultura DL: *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc* sp.),
- **sirilo** Siris (Medimon, jakost 1:1000),
- kalcijev klorid (CaCl_2),
- vinska kiselina (Vason)
- limunska kiselina (Šafram),
- čokolada u prahu (Kandit, sastav: šećer, kakaova masa, kakaov prah, biljna mast, sojin lecitin, aroma vanilin),
- šećer u prahu (Franck, sastav: mljeveni šećer, silicijev dioksid),
- kakao u prahu (Kandit, sastav: kakov prah, kakaov maslac),
- lješnjak (Lidl, naknadno samljeven i pržen).



Slika 4 Dodaci za desertne sirne namaze korišteni tijekom laboratorijske proizvodnje

3.2.2. Laboratorijska proizvodnja desertnih sirnih namaza različitih tipova grušanja

Za laboratorijsku proizvodnju sirnih namaza korišten je idući pribor:

- posuda za sirenje mlijeka,
- pH metar,

- kuhalo,
- termometar,
- cjedilo,
- sirarska marama,
- posuda za skupljanje sirutke,
- hladnjak,
- posudice za čuvanje.

Proizvedeno je dvanaest uzoraka sirnih namaza, četiri na bazi krem sira, četiri na bazi Mascarponea i četiri na bazi kuhanog gruša. U daljnjim navodima biti će označeni brojevima 1-12. Preliminarnim istraživanjima (koji nisu prikazani u ovom radu) izabrana je receptura za proizvodnju čokoladnih sirnih namaza (receptura A), odnosno čokoladnih sirnih namaza s lješnjacima (receptura B), kako prikazuje **Tablica 8**.

Tablica 4 Sirovine za proizvodnju uzoraka

Uzorak	Bazni gruš	Mlijeko	receptura
1.	krem sira	pasterizirano	–
2.			A
3.			B
4.		čokoladno UHT	–
5.	Mascarpone	pasterizirano	–
6.			A
7.			B
8.		čokoladno UHT	–
9.	kuhanog gruša	pasterizirano	–
10.			A
11.			B
12.		čokoladno UHT	–

*detaljna receptura je prikazana Tablicom 8

3.2.3. Procesni parametri proizvodnje

Na temelju preliminarnih istraživanja (koji ovdje nisu prikazani) došlo se do odabira parametara proizvodnje, navedenih u **Tablicama 5, 6 i 7**.

Tablica 5 Odabrani procesni parametri proizvodnje sirnih namaza na bazi krem sira

uzorak	1 - 3	4
mlijeko (mL), mliječna mast	2000 mL; 2,8% m.m	1000 mL; 2% m.m.
vrhnje (mL)	480 mL; 40% m.m.	270 mL; 40% m.m.
mješavina (mL)	2480 mL; 10% m.m.	1270 mL; 10% m.m.
temperatura proizvodnje	31 °C	31 °C
CaCl ₂ (0,1 g/L)	0,25 g	0,13 g
mezofilna starter kultura (0,2 g/L)	0,5 g	0,25 g
Sirilo (1 mL/L)	2,5 mL	1,3 mL
vrijeme grušanja	5 h	5 h
dobivena masa	929,49 g	436,16 g
pH uzorka	4,8	4,9

Tablica 6 Odabrani procesni parametri proizvodnje sirnih namaza na bazi Mascarponea

uzorak	5-7	8
mlijeko (mL); mliječna mast	1000 mL; 2,8% m.m.	630 mL; 2% m.m.
vrhnje (mL)	460 mL; 41,5% m.m.	290 mL; 41,5% m.m.
mješavina (mL)	1460 mL; 15% m.m.	920 mL; 15% m.m.
temperatura proizvodnje	80-85° C	80-85° C
CaCl ₂ (0,5 g/L)	0,73g	0,46
vinska kiselina (1g/L)	1,46 g	0,92 g
vrijeme grušanja	5 min	5 min
dobivena masa	407,59 g	287,15 g

Tablica 7 Odabrani procesni parametri proizvodnje sirnih namaza na bazi kuhanog gruša

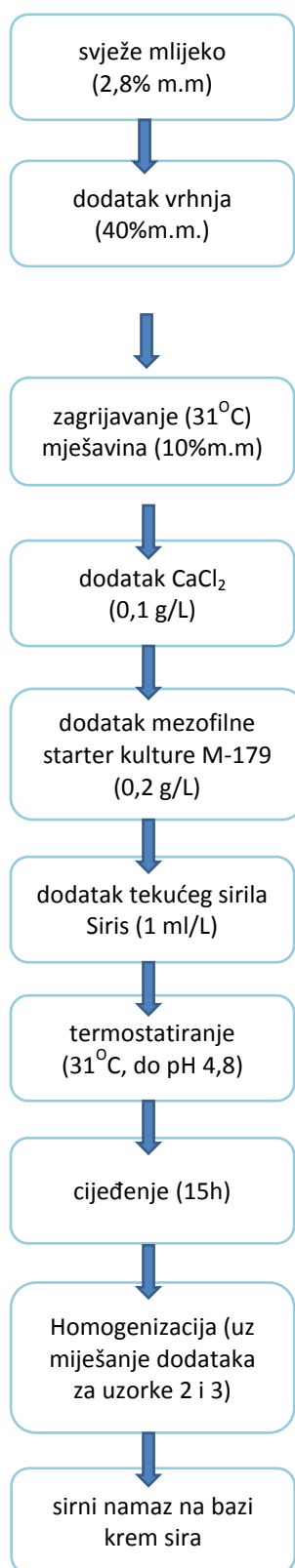
uzorak	9-11	12
mlijeko (mL); mliječna mast	4000 mL; 2,8% m.m.	2000 mL; 2% m.m.
vrhnje (mL)	128 mL; 41,5% m.m.	111 mL; 40% m.m.
mješavina (mL)	4128 mL; 4% m.m.	2111 mL; 4% m.m.
temperatura proizvodnje	80-85° C	80-85° C
limunska kiselina (1,75g/L)	7,2 g	3,7 g
vrijeme grušanja	10 min	10 min
dobivena masa	555,18g	625,13 g

Tablica 8 Receptura sirnih namaza s dodacima

receptura	uzorak/dodaci	masa uzorka	šećer u prahu (1%)	čokolada u prahu (4%)	kakao u prahu (0,2%)	prženi lješnjaci (1%)
A	2, 6, 10	200 g	2 g	8 g	0,4 g	/
B	3, 7, 11		2 g	8 g	0,4 g	2 g

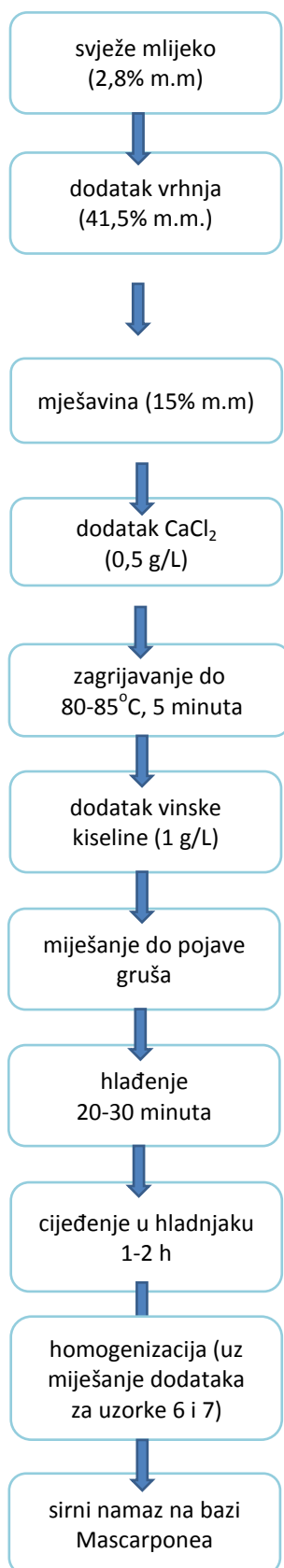
3.2.4. Proizvodnja sirnog namaza na bazi krem sira

Na bazi krem sira proizvedeno je četiri uzorka (1-4). Svi uzorci su imali isti princip proizvodnje (Slika5), a razlika je bila samo u polaznoj sirovini i dodacima, kako je naznačeno u **Tablici 5**. Za proizvodnju krem sira korištena se mješavine mlijeka i vrhnja s 10% m.m. dobivene miješanjem pasteuriziranog odnosno čokoladnog UHT mlijeka i vrhnja. Sirevi su nakon proizvodnje homogenizirani te je krem sir proizveden od pasteuriziranog mlijeka podijeljen na 3 jednaka dijela, pri čemu je 1. dio ostavljen kao kontrolni (uzorak 1), dok su u 2. i 3. dio (uzorak 2 i 3) dodani dodaci kako prikazuje **Tablica 4**. Gotovi sirni namazi su pakirani u posudice i stavljeni na hlađenje.



Slika 5 Blok shema proizvodnje sirnog namaza na bazi krem sira

3.2.5. Proizvodnja sirnog namaza na bazi Mascarponea

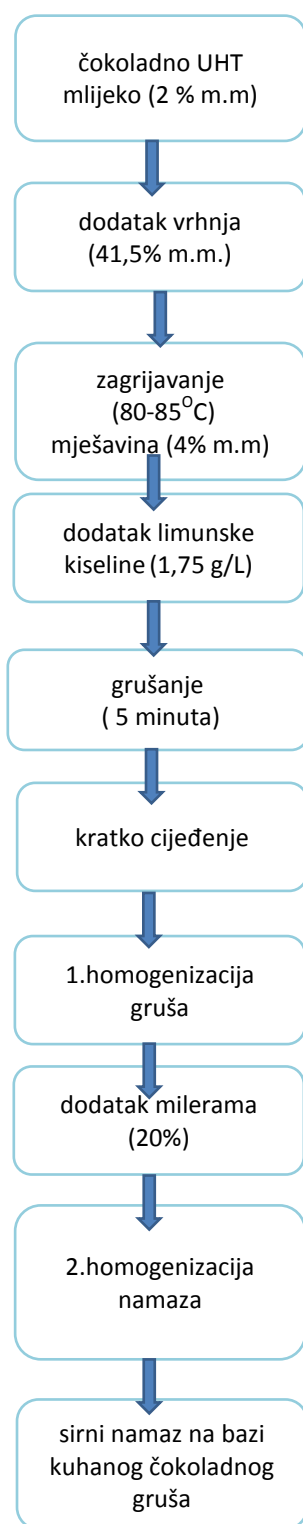


Slika 6 Blok shema proizvodnje sirnog namaza na bazi Mascarponea

Na bazi Mascarponea proizvedeno je također četiri uzorka (5-8). Svi uzorci su također imali isti princip proizvodnje (**Slika 6**), a razlika je bila samo u polaznoj sirovini i dodacima, kako je naznačeno u **Tablici 4**. Za proizvodnju sirnog namaza na bazi Mascarponea upotrijebljene su mješavine mlijeka i vrhnja s 15% m.m., koje su dobivene miješanjem pasteriziranog odnosno čokoladnog UHT mlijeka i vrhnja. U dobivene mješavine dodan je CaCl_2 , nakon čega su se iste zagrijavale do 80-85°C uz stalno miješanje i nadzor temperature. Nakon pet minuta od postizanja temperature, dodana je vinska kiselina rastopljena u malo vode, te je održavano na toj temperaturi sve do pojave gruša. Dobiveni gruš je stavljen na cijeđenje do odvajanja sirutke (1-2 h), nakon čega je uslijedila njegova homogenizacija i miješanje dodataka u uzorke 6 i 7 (**Tablica 8**), dok su uzorci 5 i 8 pakirani bez dodataka.

3.2.6. Proizvodnja sirnog namaza na bazi kuhanog gruša

Proizvodnjom sirnog namaza na bazi kuhanog gruša dobiveni su uzorci 9-12 (**Slika 7**). Mješavina s 4 % m.m. za ovaj sirni namaz dobivena je miješanjem svježeg mlijeka i vrhnja. Dobivena mješavina je zagrijavana do 80-85 °C, umjesto na standardnih 98-99 °C za dobivanje kuhanog sira, kako bi se omogućilo nastajanje što mekšeg i kremastijeg gruša. Grušanje je provedeno dodatkom rastopljene limunske kiseline i zagrijavanjem pet minuta na navedenoj temperaturi. Odmah nakon isteka vremena, sirutka se odvojila od gruša kratkim cijeđenjem, te je uslijedila prva homogenizacija i razbijanje gruša, kako bi se spriječila zrnatost namaza i povećala mazivost. U homogeniziranu masu je potom dodan mileram u količini od 20% na ukupnu masu, te je uslijedila druga homogenizacija i dodavanje dodataka prema **Tablici 8**. Sirni namaz od čokoladnog UHT mlijeka, proizveden je na istom principu kao i od pasteriziranog mlijeka.



Slika 7 Blok shema dobivanja sirnog namaza na bazi kuhanog gruša



Slika 8 Grušanje čokoladnog mlijeka pri izradi sirnog namaza na bazi kuhanog gruša



Slika 9 Cijeđenje gruša za proizvodnju sirnog namaza na bazi kuhanog gruša

3.2.7. Prinos sira

Prinos sira ili randman je količina proizvedenog sira od određene količine mlijeka. Prinos sira u prvom redu ovisi o količini i neoštećenim svojstvima proteina te masti u mlijeku, a zatim o provedbi postupaka tijekom proizvodnje sira što mogu dovesti do njihovih gubitaka jer odlaze zajedno s odvojenom sirutkom (Tratnik, 1998.).

Nakon završetka proizvodnje izračunat je prinos (randman) sira (R_s) prema formuli:

$$R_s = \frac{m_s}{m_M} \times 100 (\%) \quad (1)$$

Prinos sira je osim u odnosu na masu mlijeka, izračunat i u odnosu na masu masti u polaznoj sirovini (Tratnik i Božanić, 2012.):

$$R_{mm} = \frac{m_s}{m_{mm/M}} \left(\frac{kg}{kg} \right) \quad (2)$$

gdje su:

R_s [%] – masa sira u kg proizvedena iz 100 kg mlijeka za sirenje;

R_{mm} [kg/kg] – masa sira proizvedena iz jedinice mase mliječne masti u mlijeku za sirenje;

m_s [kg] – masa dobivenog sira;

$m_{mm/M}$ [kg] – masa mliječne masti u polaznoj sirovini;

m_M [kg] – masa polazne sirovine.

Zadržavanje (iskorištenosti) sastojaka mlijeka u siru se također može odrediti kada su poznate koncentracije sastojaka u izvornoj sirovini i konačnom proizvodu:

$$Z_{mm/S} = \frac{m_s \times w_{mm/S}}{m_M \times w_{mm/M}} \times 100 (\%) \quad (3)$$

$Z_{mm/S}$ [%] – zadržavanje mliječne masti u siru;

$w_{mm/M}$ [kg] – maseni udio mliječne masti u mlijeku za sirenje;

$w_{mm/S}$ [kg] – maseni udio mliječne masti u siru;

3.2.8. Određivanje sastava i fizikalno-kemijskih svojstava sirnih namaza

KEMIJSKI SASTAV

U svim sirnim namazima određivan je udio vode, proteina, mliječne masti i NaCl. Određivanje kemijskog sastava sirnih namaza provedeno je na uređaju FoodScanAnalyser (Foss, Švedska, Slika 10), na način da se mjerno tijelo okruglog oblika napuni sa oko 100 g sirnog namaza, te se stavi u mjerni uređaj. Nakon nekoliko sekundi uređaj očitava vrijednosti.

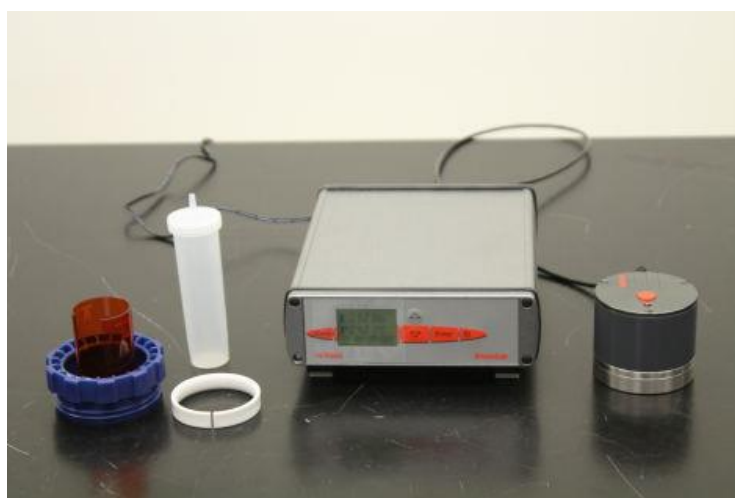


Slika 10 Food Scan™ Lab

AKTIVITET VODE

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (NN 131/12) Aktivitet vode (a_w) je količina vode u proizvodu dostupna za kemijske reakcije, a izražava se indeksom 0 do 1, gdje 0 označava potpunu neaktivnost vode, a 1 označava 100% aktivnosti vode.

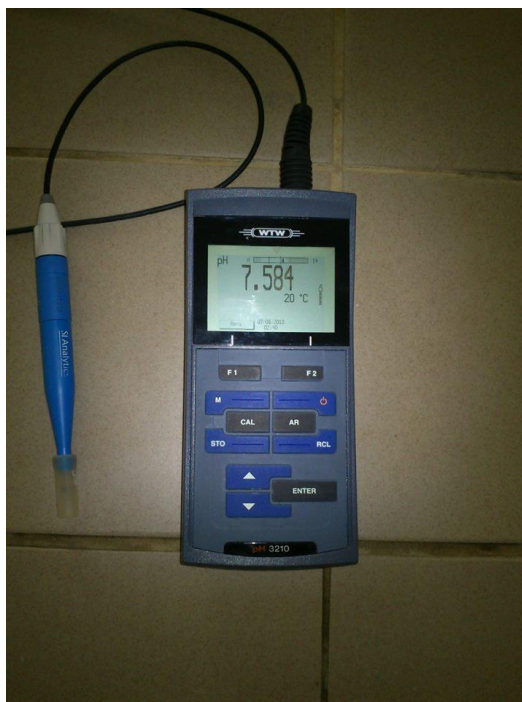
Aktivitet vode uzoraka sirnih namaza mjerio se na uređaju RotronicHygrolab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland, **Slika 11**).



Slika 11 HygroLab 3 (uređaj za određivanje aktiviteta vode)

pH VRIJEDNOST

pH vrijednost sirnih namaza određivana je ubodnim pH metrom (pH 3210 WTW) uz pomoć elektrode BlueLine 21 (Schott). Namazi su homogenizirani, a potom im je izmjerena pH vrijednost na sobnoj temperaturi.



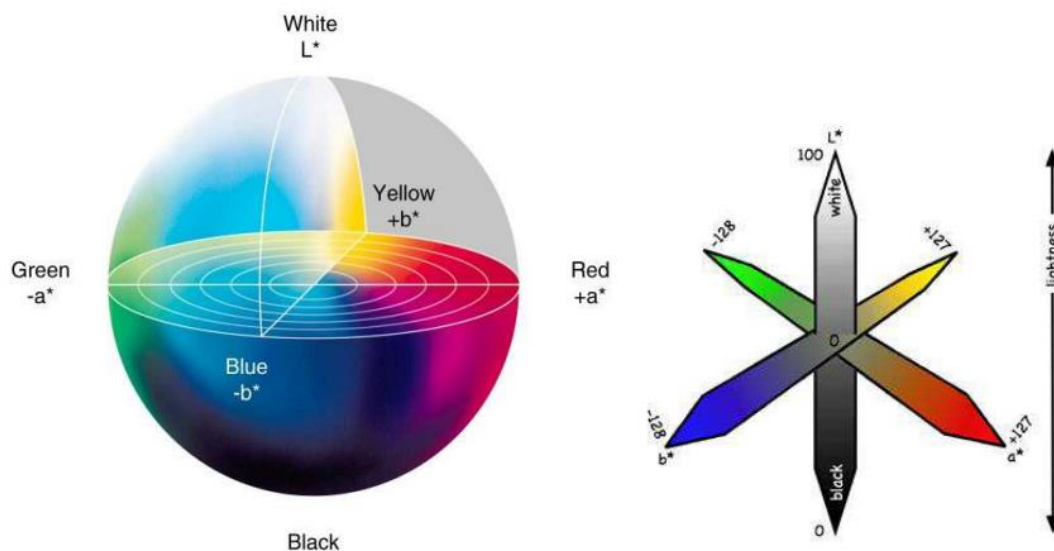
Slika 12 Ubodni pH metar (WTW)

3.2.9. Analiza boje sirnih namaza

Iako nije uvijek nužno povezana s nutritivnom vrijednosti, okusom ili funkcionalnim svojstvima hrane, boja hrane ima znatan utjecaj na vizualni doživljaj hrane i njenu prihvatljivost od strane potrošača. Promjena (originalne) boje hrane pokazatelj je različitih poželjnih ili nepoželjnih promjena koje mogu nastati kao posljedica zrenja voća i povrća, prerade ili kvarenja hrane, tijekom procesiranja hrane. Osvijetljeni objekt može ukupnu svjetlost ili dio ukupne svjetlosti koja je pala na njegovu površinu, reflektirati, apsorbirati ili propustiti, ovisno o njegovoj prirodi, geometriji i površini. U praksi je ta svjetlost ograničena na dio spektra koji je vidljiv ljudskom oku, tj. na elektromagnetne valove duljine vala 380- 770 nm (Hsien-Che, 2005.; Pomeranz i Meloan, 1994.).

CIEL*a*b* prostor boja je trodimenzionalni prostor boja baziran na percepciji boje standardnog promatrača. Kratica L*a*b* , označava tri komponente ovog modela. Prednost ovog sustava je i uvođenje svjetline kao treće dimenzije. Numeričke vrijednosti u CIEL*a*b* sustavu opisuju sve boje koje može razlikovati ljudsko oko. CIEL*a*b* sustavu boje su opisane pomoću tri osi: dvije kromatske, a* komponenta odnos između crvene i zelene boje (negativne vrijednosti označavaju zelenu, a pozitivne crvenu), a b* komponenta odnos

između žute i plave boje (negativne vrijednosti za plavu, a pozitivne za žutu). L^* komponenta određuje svjetlinu, akromatska os mjeri se od 0 do 100 po vertikalnoj osi, gdje je 0 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu (Lukinac-Čačić, 2012.).



Slika 13 Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja

Mjerenje boje sirnih namaza su provedene na Hunter-Lab Mini ScanXE (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter-Lab, Reston, VA, USA). Svako mjerenje je ponavljano pet puta na različitim mjestima na površini sirnog namaza, a određivani su parametri:

- a^* - zeleno ($-a^*$) ili crveno ($+a^*$);
- b^* - plavo ($-b^*$) ili žuto ($+b^*$);
- L^* - svjetlo ($L^* = 100$) ili tamno ($L^* = 0$).



Slika 14 Kolorimetar Hunter-Lab Mini ScanXE

3.2.10. Određivanje teksturalnih svojstava

Faktori koji određuju promjene u teksturi u svim sirevima su uglavnom isti. To je zbog toga jer komponente sira (gruš, prirodni mliječni enzimi, kazein, voda, mliječna kiselina, natrijev klorid, mliječna mast, kalcij) su iste u svim vrstama sira i razlikuju se prema udjelu tih komponenata. Analiza teksture deskriptivnim senzorskim metodama koristi termine koji se odnose na osjećaj dobiven nakon prvog ugriza tijekom žvakanja i gutanja.

Stoga su razvijene metode koje simuliraju žvakanje, tzv. analiza teksturalnog profila (engl. Texture Profile Analysis, TPA) ili metoda dvostrukog zagriz. Ova metoda ima dobru korelaciju sa senzorskim podacima, a obuhvaća primjenjivanje dva kompresijska ciklusa na hranu na taj način da se simulira početna faza žvakanja (Muir i sur., 1997; Drake i sur., 1999).

Za određivanje teksturalnih svojstava uređaj koji se koristio je TA.XT2i Plus (SMS Stable Micro Systems Texture Analyzer, Surrey, England, **Slika 15**).

Profil teksture dobivenih sirnih namaza se određivao modificiranom metodom prema Jeon i sur. (2012). Prije analize, krem sirevi su pripremljeni punjeni u kvadratne kalupe (donja dimenzija: 22 mm, gornja dimenzija: 20 mm, visina: 24 mm), omotani u plastičnu foliju i temperirani na 10 °C 20 minuta, te kao takvi postavljeni na mjernu plohu instrumenta (3 kockice od svakog uzorka). Uzorci se podvrgavaju dvostrukoj kompresiji od 50% originalne visine cilindričnim nastavkom (20 mm promjera) pri konstantnoj brzini od 1 mm/s. Mjerenja su obavljena pri sobnoj temperaturi (20 ± 2°C).

Na temelju dobivenih rezultata moguće je iz krivulje očitati:

- čvrstoću (hardness) – visina prvog pika izražena u jedinicama sile (N) ili mase (g);
- kohezivnost (cohesiveness) – predstavlja snagu unutrašnjih veza materijala potrebnih da zadrže uzorak koherentnim pri deformaciji, a definirana je omjerom površina ispod drugog i prvog pika (Površina 2AiB/Površina 1AiB);
- elastičnost (resilience) – predstavlja tzv. trenutnu elastičnost, odnosno mjeru oporavka uzorka od deformacije pri prvoj kompresiji, a definirana je omjerom

površine ispod krivulje tijekom prve dekompresije i površine ispod krivulje tijekom prve kompresije (Površina 1B/Površina 1A);

- odgođena elastičnost (springiness) – omjer visina uzorka do koje se on vraća tijekom vremena koje prođe između kraja prve kompresije i početka druge kompresije i početne visine uzorka;
- otpor žvakanju (chewiness) – predstavlja energiju koju je potrebno utrošiti za žvakanje uzorka, odnosno otpor uzorka žvakanju, a izračunava se kao umnožak čvrstoće, kohezivnosti i odgođene elastičnosti i izražava u jedinicama sile (N) ili mase (g).

Primjer krivulje za proizvedene sirne namaze nalazi se u **Prilogu 3**.



Slika 15 Plus Texture Analyser

3.2.11. Određivanje reoloških svojstava sirnih namaza

Reologija je zasebna znanost, grana fizike, koja se bavi proučavanjem deformacija i tečenjem materijala. Sam pojam reologija potječe od grčke riječi “rheo” što znači teći. Reologiju su utemeljili profesor Marcus Reiner i profesor Eugene Bingham. Reologija se bavi proučavanjem plinovitih, tekućih i krutih sustava i danas je gotovo nezaobilazna u različitim granama znanosti, industrije i tehnologije (Glavanović, 2008.).

Poznavanje reoloških svojstava te utjecaja pojedinih sastojaka i dodataka na reološka svojstva hrane od velikog je značenja za vođenje procesa proizvodnje hrane, kontrolu kvalitete proizvoda, stabilnost tijekom skladištenja i općenito prihvatljivost gotovog proizvoda od strane potrošača (Babić i sur.,2008.).



Slika 16 Mikro visko-amilograf (Brabender OGH, Disburg, Njemačka)

Viskoznost sirnih proizvoda mjerena je na dinamičkom rotacijskom viskozimetar mikro visko-amilografu (Brabender OGH, Disburg, Njemačka, **Slika 11**), koji primarno služi za dobivanje amilograma, dok je u ovom radu korišten isključivo za ispitivanje viskoznosti sirnih namaza. Mikro visko-amilograf je rotacioni viskozimetar. Mjeri viskoznost u određenom vremenu.

Mjerenja se mogu vršiti pri:

- određenoj temperaturi,
- ravnomjernom povećanju temperature,
- ravnomjernom snižavanju temperature.

Uzorci sirnih namaza mase 110 g stavljeni su u mjernu posudu uređaja koja je potom stavljena u ležište mikro visko-amilografa. Na mjernu glavu se pričvrsti mjerno tijelo i spusti u najniži položaj, te započinje ispitivanje.

Brabender Viscograph softver (verzija 2.4.11.) bilježi sve promjene viskoznosti suspenzije i temperature te se iz dobivenih podataka dobiva krivulja promjene viskoznosti tijekom vremena.

3.2.12. Senzorska analiza

Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja se koristi da pobudi, izmjeri, analizira i interpretira reakcije na one karakteristike hrane koje se opažaju/percipiraju ljudskim osjetilima: vida, mirisa, okusa, opipa, sluha (Primorac, 2015.).

Senzorska svojstva koja se određuju kod krem sira jesu izgled, boja, konzistencija, miris i okus.

Metoda ponderiranih bodova

Za procjenu senzorskih svojstava najčešće se primjenjuje metoda bodovanja sa skalom od 20 ponderiranih bodova (ISO). Panel grupa se najčešće sastoji od 5 senzorskih analitičara. U tu svrhu se pripremi obrazac sa senzorskim svojstvima i njihovim karakteristikama te čimbenicima značajnosti. Kod svih uzoraka ocjenjivano je pet parametara kvalitete (izgled kore/površine, miris, okus, tekstura i naknadni okus u ustima), i to ocjenama od 0 do 5 uz primjenu faktora značajnosti za svaki pojedini parametar. Dobivene ocjene množene sa faktorom značajnosti daju odgovarajući broj ponderiranih bodova (Ritz, i dr., 1992.).

Na osnovi ukupnog broja bodova, proizvodima se dodjeljuje kategorija kakvoće prema **Tablici 9.**

Tablica 9 Kategorije kvalitete prema rasponu ponderiranih bodova (Primorac, 2006.).

Kategorija kvalitete	Raspon ponderiranih bodova
Izvrсна	17,6-20,0
Dobra	15,2-17,5
Osrednja	13,2-15,1
Prihvatljiva	11,2-13,1
Neprihvatljiva	<11,2

3.2.13. Statistička obrada rezultata

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ponavljanja $\pm$ standardna devijacija. Svi rezultati su obrađeni u programima Excel 2013 (Microsoft) i XLStat 2015 (Addinsoft). Provedene su analiza varijance (one-way ANOVA) i potom Fischerov LSD test najmanje značajne razlike (engl. *Least significant difference*) dobivenih rezultata te multivarijantna analiza (Pearsonova korelacijska matrica s nivoima značajnosti od 5%) dobivenih podataka.

4. REZULTATI

4.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA SIRA

Tablica 10 Fizikalno-kemijska svojstva sirnih namaza

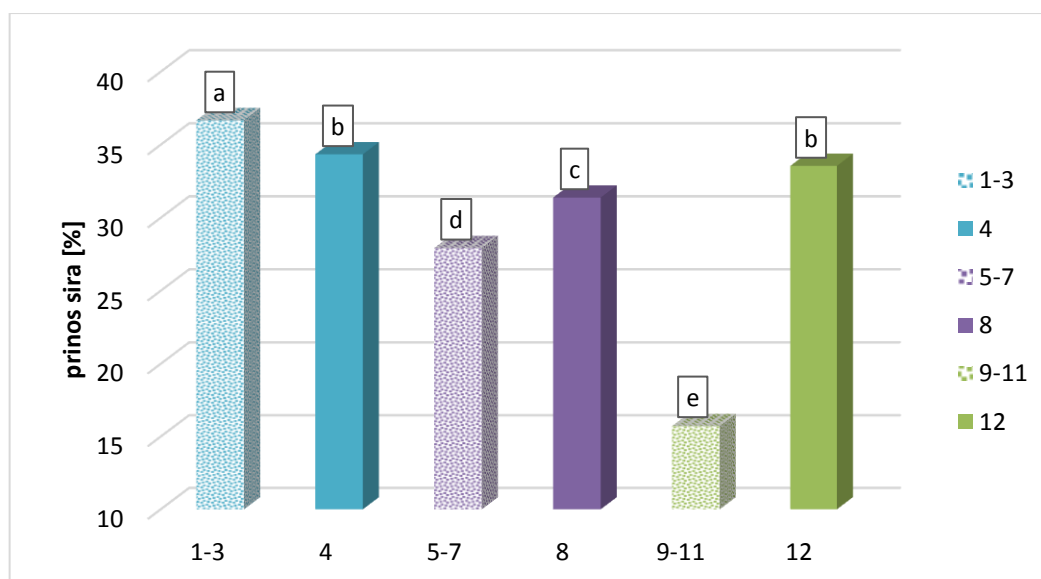
sirni namaz na bazi krem sira	uzorak	1	2	3	4
	mast [%]	26,53 ± 0,04 ^g	27,22 ± 0,01 ^e	27,07 ± 0,06 ^f	20,83 ± 0,01 ^k
	voda [%]	63,53 ± 0,06 ^b	60,69 ± 0,11 ^d	60,99 ± 0,08 ^c	67,34 ± 0,05 ^a
	proteini [%]	7,13 ± 0,06 ^f	6,62 ± 0,16 ^g	6,78 ± 0,08 ^g	1,84 ± 0,23 ^j
	sol [%]	0,38 ± 0,26 ^{g,h}	0,52 ± 0,06 ^{d,e,f}	0,45 ± 0,04 ^{e,f}	0,75 ± 0,04 ^d
	suha tvar [%]	36,48 ± 0,06 ⁱ	39,31 ± 0,11 ^g	39,01 ± 0,08 ^h	32,67 ± 0,05 ^j
	mast u s.t. [%]	72,73 ± 0,24 ^d	69,24 ± 0,16 ^e	69,39 ± 0,30 ^e	63,77 ± 0,14 ^f
	bezmasna tvar (BST) [%]	73,47 ± 0,04 ^f	72,78 ± 0,01 ^h	72,93 ± 0,06 ^g	79,17 ± 0,01 ^b
	voda u BST [%]	86,46 ± 0,14 ^a	83,39 ± 0,14 ^c	83,63 ± 0,18 ^c	85,05 ± 0,08 ^b
	pH	4,51 ± 0,00 ^e	5,69 ± 0,01 ^e	4,50 ± 0,01 ^e	4,57 ± 0,02 ^e
	aw	0,96 ± 0,00 ^f	0,96 ± 0,00 ^g	0,96 ± 0,00 ^f	0,96 ± 0,00 ^f
sirni namaz na bazi Mascarponea	uzorak	5	6	7	8
	mast [%]	39,82 ± 0,08 ^a	37,09 ± 0,10 ^c	38,86 ± 0,04 ^b	27,32 ± 0,10 ^d
	voda [%]	49,25 ± 0,08 ^h	52,00 ± 0,28 ^f	50,04 ± 0,38 ^g	32,84 ± 0,28 ^j
	proteini [%]	9,93 ± 0,03 ^e	12,20 ± 0,21 ^c	11,89 ± 0,26 ^d	2,54 ± 0,21 ⁱ
	sol [%]	0,05 ± 0,03 ^h	1,11 ± 0,01 ^c	0,74 ± 0,21 ^d	2,87 ± 0,01 ^a
	suha tvar [%]	50,76 ± 0,08 ^c	48,00 ± 0,28 ^e	49,96 ± 0,38 ^d	67,16 ± 0,28 ^a
	mast u s.t. [%]	78,45 ± 0,27 ^a	77,27 ± 0,66 ^c	77,77 ± 0,52 ^b	40,67 ± 0,66 ^j
	bezmasna tvar (BST) [%]	60,19 ± 0,08 ⁱ	62,91 ± 0,10 ^j	61,15 ± 0,04 ^k	72,69 ± 0,10 ^j
	voda u BST [%]	81,82 ± 0,23 ^e	82,66 ± 0,58 ^d	81,84 ± 0,58 ^e	45,18 ± 0,58 ⁱ
	pH	6,00 ± 0,00 ^a	5,91 ± 0,00 ^{a,b}	5,89 ± 0,00 ^b	5,89 ± 0,00 ^b
	aw	0,97 ± 0,00 ^e	0,97 ± 0,00 ^d	0,97 ± 0,00 ^c	0,97 ± 0,00 ^a
sirni namaz na bazi kuhanog sira	uzorak	9	10	11	12
	mast [%]	21,41 ± 0,01 ^j	21,85 ± 0,01 ⁱ	22,48 ± 0,06 ^h	11,36 ± 0,15 ^l
	voda [%]	55,79 ± 0,05 ^e	51,82 ± 0,21 ^f	51,86 ± 0,02 ^f	33,16 ± 0,04 ⁱ
	proteini [%]	18,20 ± 0,12 ^b	18,69 ± 0,04 ^a	18,57 ± 0,09 ^a	4,58 ± 0,03 ^h
	sol [%]	0,36 ± 0,07 ^{f,g}	0,67 ± 0,11 ^{d,e}	0,76 ± 0,06 ^d	1,66 ± 0,71 ^b
	suha tvar [%]	44,22 ± 0,05 ^f	48,18 ± 0,21 ^e	48,15 ± 0,02 ^e	66,84 ± 0,04 ^b
	mast u s.t. [%]	48,41 ± 0,04 ^g	45,35 ± 0,23 ⁱ	46,69 ± 0,10 ^h	16,99 ± 0,21 ^k
	bezmasna tvar (BST) [%]	78,60 ± 0,01 ⁱ	78,15 ± 0,01 ^d	77,52 ± 0,06 ^e	88,65 ± 0,15 ^a
	voda u BST [%]	70,98 ± 0,06 ^f	66,31 ± 0,28 ^h	66,89 ± 0,02 ^g	37,41 ± 0,01 ^j
	pH	5,48 ± 0,01 ^c	5,42 ± 0,00 ^c	5,26 ± 0,21 ^d	5,43 ± 0,21 ^c
	aw	0,97 ± 0,00 ^{a,b}	0,97 ± 0,00 ^{b,c}	0,97 ± 0,00 ^{a,b,c}	0,97 ± 0,00 ^a

Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) tri ponavljanja. ^{abc}Fisherovim testom je potvrđena statistička značajnost razlike između srednjih vrijednosti (± SD) svih uzoraka (1-12) prikazanih Tablicom 11.

Tablica 11 Podjela sireva prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari

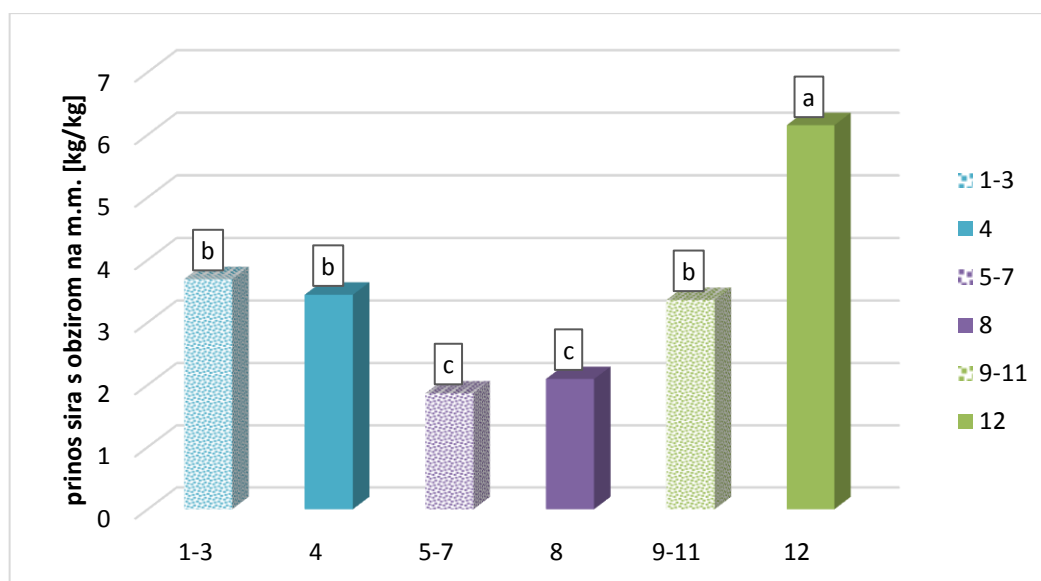
udio mliječne masti u suhoj tvari[%]	skupina sireva	uzorci
≥60	ekstra masni	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
45-59,99	punomasni	9, 10, 11
25-44,99	masni	8,
10-24,99	polumasni	12
<10	posni	

4.2. PRINOS SIRA I ISKORIŠTENJE SASTOJAKA MLIJEKA



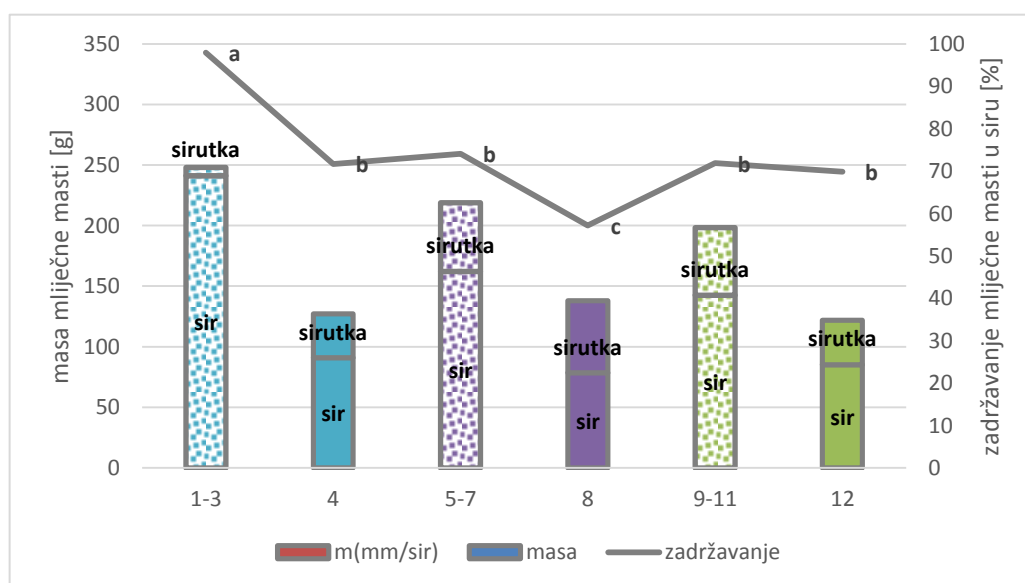
Prikazani podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD). Vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$), prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike

Slika 17 Prinos sirnog namaza s obzirom na masu mlijeka i vrhnja za sirenje



Prikazani podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD). Vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$), prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

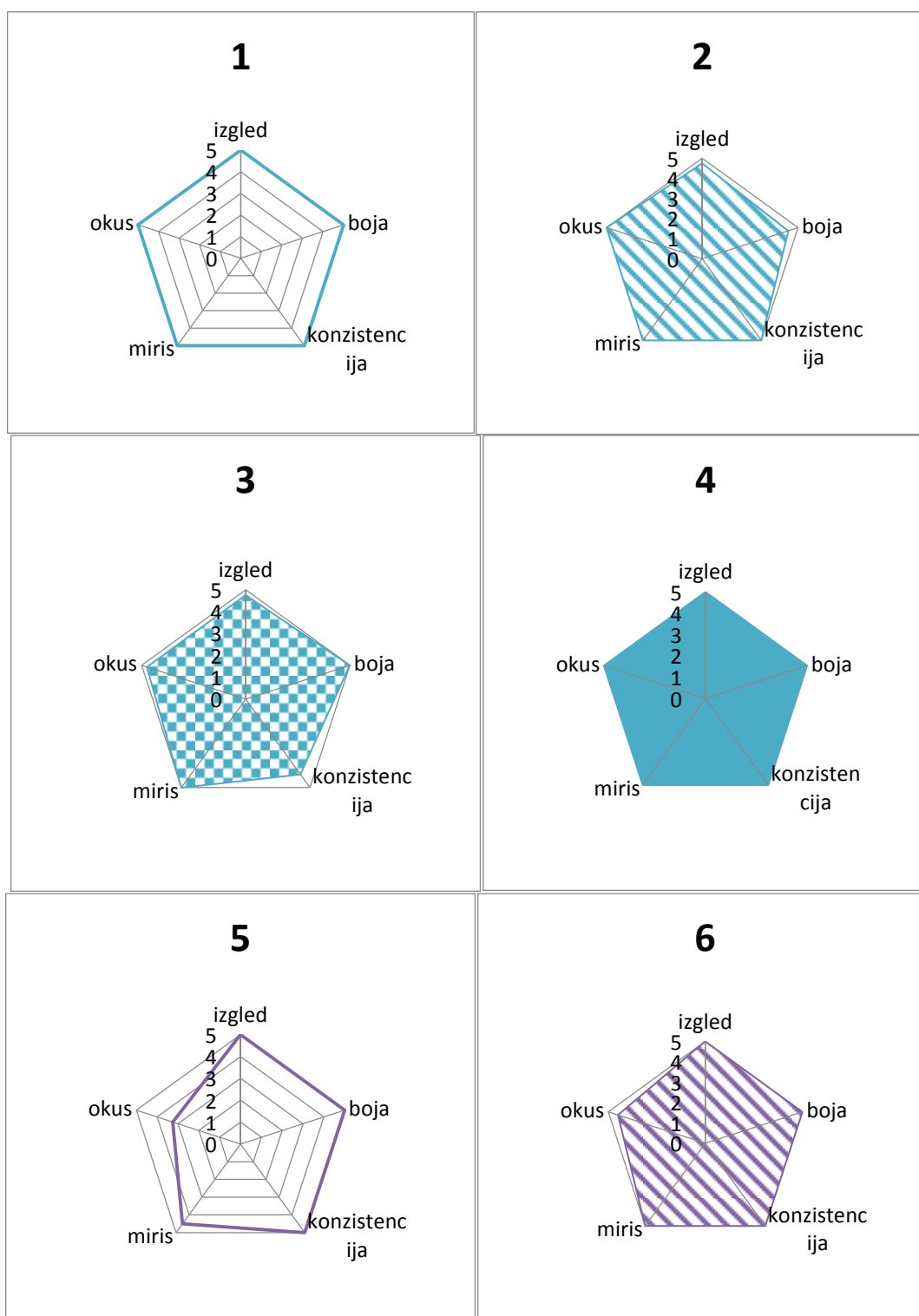
Slika 18 Prinos sirnog namaza s obzirom na količinu masti u mješavini mlijeka i vrhnja



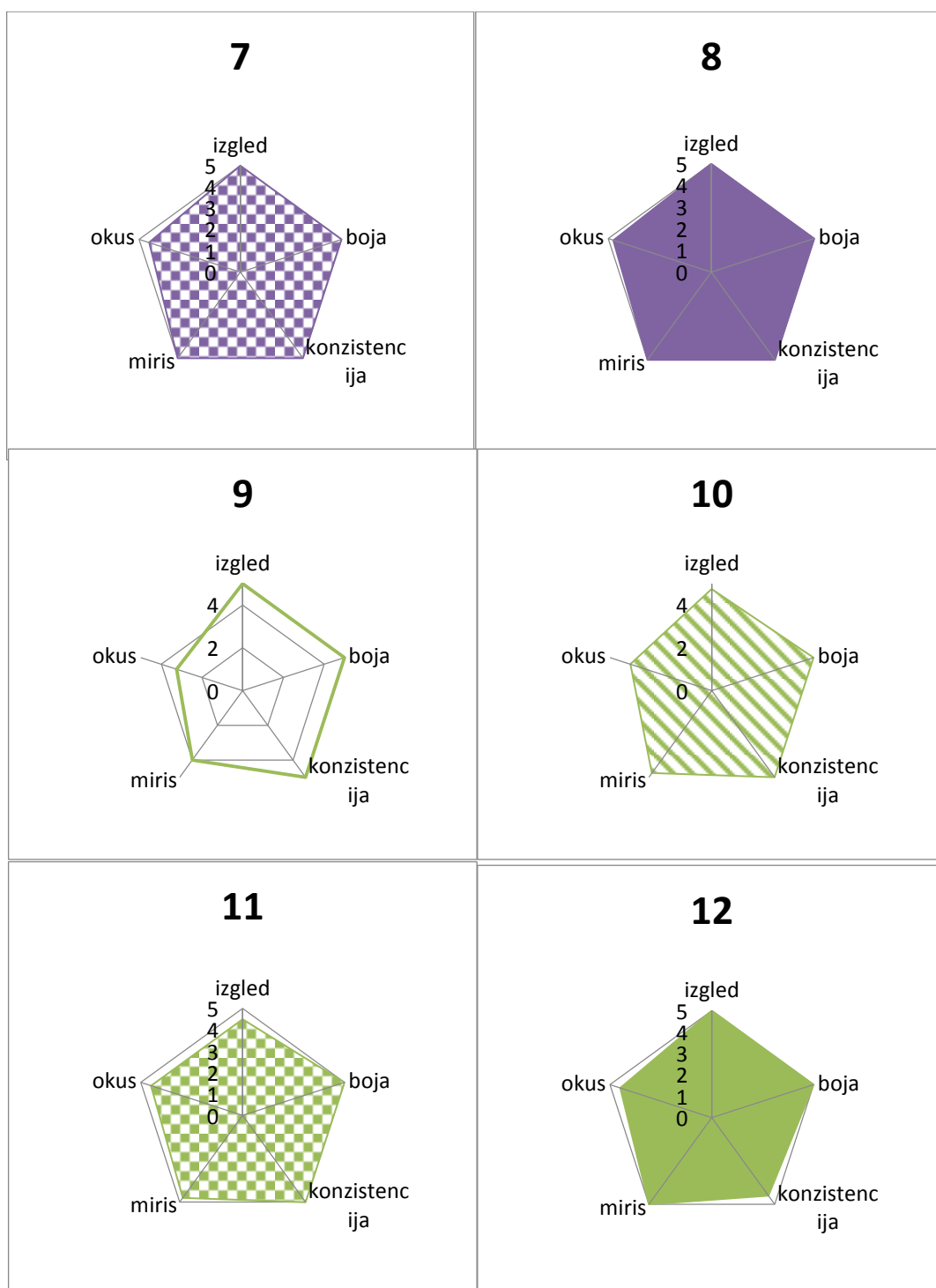
Prikazani podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD). Vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$), prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 19 Raspodjela mliječne masti u sirnom namazu i sirutki te zadržavanje mliječne masti

4.3. SENZORSKA OCJENA SIRNIH NAMAZA METODOM BODOVANJA



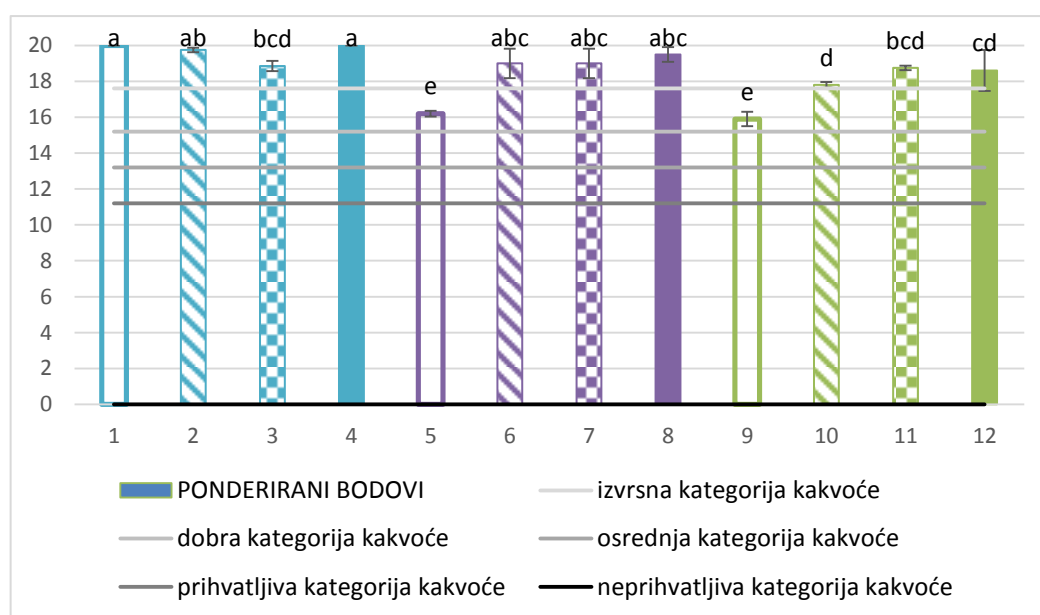
Slika 20 Senzorska ocjena sirnih namaza uzoraka 1-6



Slika 21 Senzorska ocjena sirnih namaza uzoraka 7-12

Tablica 12 Kategorije kakvoće sireva prema dobivenim ponderiranim bodovima

Kategorija kakvoće	Ponderirani bodovi	Uzorci sirnih namaza
izvrsna	17,6-20,0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12
dobra	15,2-17,5	5, 9, 10
osrednja	13,2-15,1	
prihvatljiva	11,2-13,1	
neprihvatljiva	<11,2	



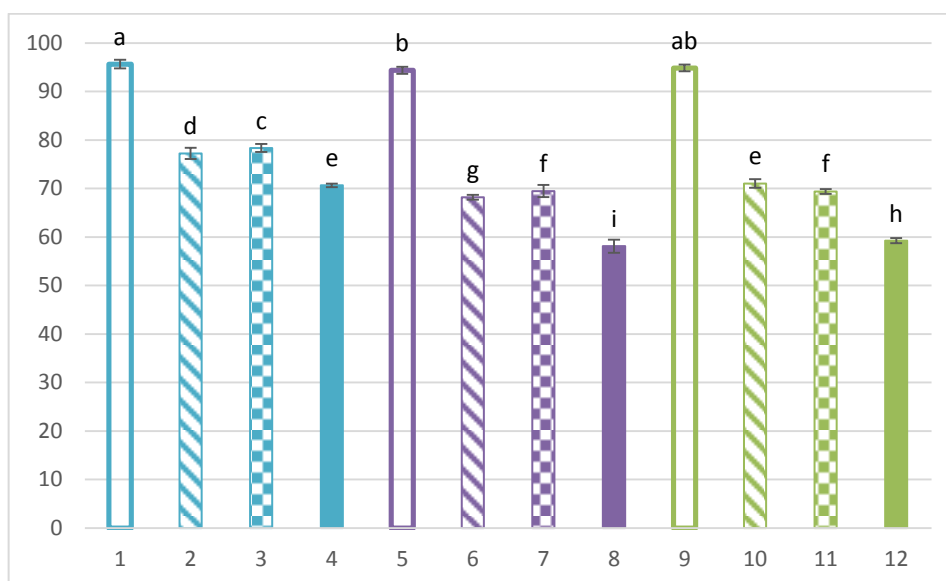
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD) 2 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike

Slika 22 Raspodjela ponderiranih bodova sirnih namaza



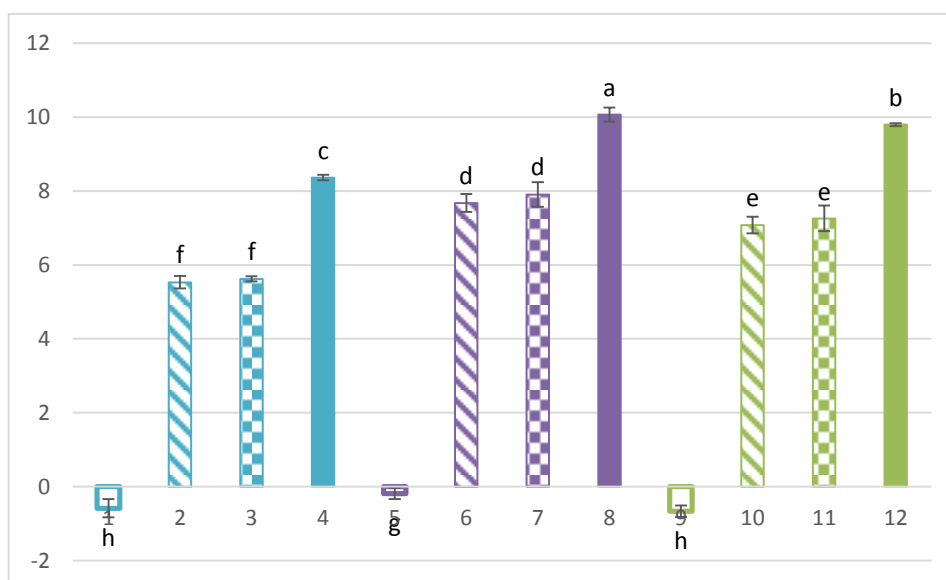
Slika 23 Fotografije uzoraka sirnih namaza 1-12 nakon izvršenih analiza

4.4. BOJA SIRA



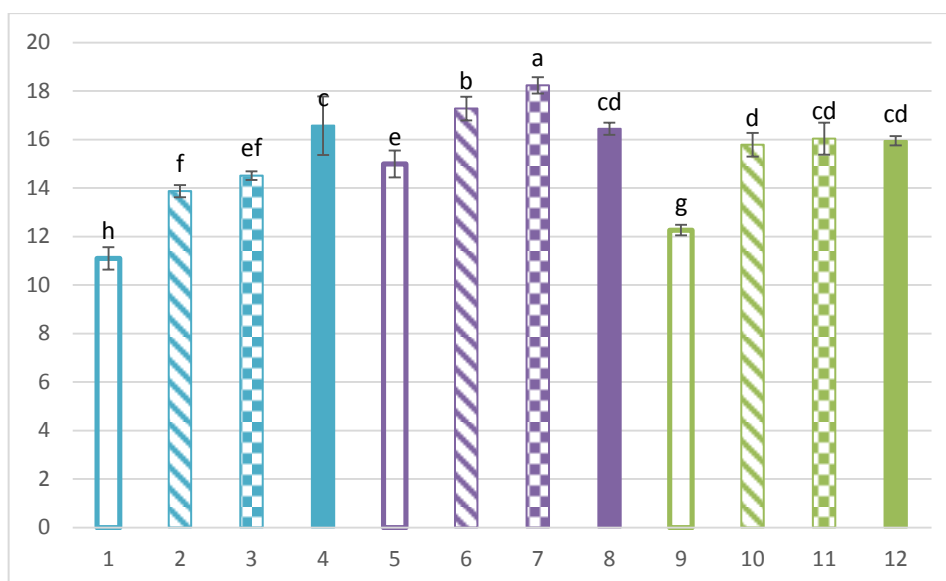
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 24 L* komponenta svjetline sirnih namaza



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 25 Graf komponente a* odnosa crvene i zelene boje sirnih namaza



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 26 Graf komponente b* odnosa žute i plave boje sirnih namaza

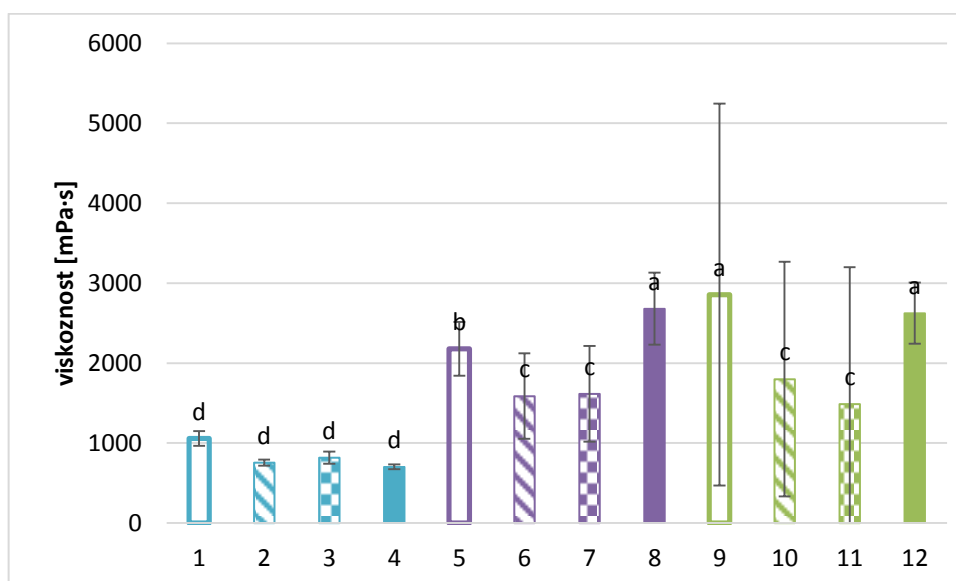
4.5. PROFIL TEKSTURE SIRNIH NAMAZA

Tablica 13 Rezultati teksturalnih svojstava uzoraka sirnih namaza

sirni namaz na bazi krem sira	svojstvo teksture	1	2	3	4
	čvrstoća	106,19 ± 22,08 ^a	88,83 ± 6,90 ^a	-87,41 ± 13,70 ^{c,d}	-87,61 ± 19,82 ^{c,d}
	ljepljivost	-97,46 ± 25,87 ^b	-177,07 ± 41,12 ^c	0,34 ± 0,01 ^a	0,43 ± 41,12 ^a
	odgođena elastičnost	0,37 ± 0,01 ^b	0,49 ± 0,09 ^a	0,22 ± 0,12 ^{c,d}	0,27 ± 0,13 ^c
	kohezivnost	0,24 ± 0,00 ^e	0,27 ± 0,05 ^e	17,83 ± 1,35 ^{d,e}	19,86 ± 0,05 ^{d,e}
	gumenost	24,92 ± 4,73 ^c	23,87 ± 6,63 ^c	6,00 ± 5,75 ^d	8,60 ± 7,96 ^d
	otpor žvakanju	9,25 ± 1,92 ^a	11,96 ± 5,59 ^a	0,02 ± 5,70 ^b	0,03 ± 5,09 ^b
	elastičnost	0,03 ± 0,00 ^a	0,02 ± 0,00 ^a	-87,41 ± 0,00 ^{c,d}	-87,61 ± 50,02 ^{c,d}
sirni namaz na bazi Mascarponea	svojstvo teksture	5	6	7	8
	čvrstoća	-73,03 ± 94,15 ^{b,c}	-78,89 ± 15,51 ^{b,c}	-42,34 ± 11,21 ^{b,c}	-79,21 ± 20,83 ^{b,c,d}
	ljepljivost	0,37 ± 0,01 ^a	0,31 ± 0,08 ^a	0,26 ± 0,01 ^a	0,35 ± 0,08 ^a
	odgođena elastičnost	0,26 ± 0,18 ^{c,d}	0,17 ± 0,02 ^d	0,21 ± 0,00 ^{c,d}	0,23 ± 0,03 ^{c,d}
	kohezivnost	115,70 ± 1,35 ^b	54,05 ± 1,73 ^c	57,66 ± 1,35 ^c	66,77 ± 1,73 ^c
	gumenost	43,16 ± 13,07 ^b	16,91 ± 0,28 ^{c,d}	14,83 ± 0,55 ^{c,d}	23,14 ± 2,25 ^c
	otpor žvakanju	0,06 ± 9,20 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,05 ± 0,00 ^b	0,05 ± 0,00 ^b
	elastičnost	-73,03 ± 41,37 ^{b,c}	-78,89 ± 15,51 ^{b,c,d}	-42,34 ± 13,70 ^{a,b,c}	-79,21 ± 19,82 ^{b,c,d}
Sirni namaz na bazi kuhanog gruš	svojstvo teksture	9	10	11	12
	čvrstoća	-122,43 ± 20,09 ^d	-61,27 ± 8,63 ^{b,c}	-37,17 ± 20,73 ^b	-66,05 ± 28,17 ^{b,c}
	ljepljivost	0,48 ± 0,06 ^a	0,42 ± 0,08 ^a	0,34 ± 0,06 ^a	0,35 ± 0,02 ^a
	odgođena elastičnost	0,38 ± 0,04 ^b	0,25 ± 0,01 ^{c,d}	0,26 ± 0,03 ^{c,d}	0,22 ± 0,04 ^{c,d}
	kohezivnost	176,39 ± 8,70 ^a	103,54 ± 1,73 ^b	111,44 ± 8,70 ^b	28,97 ± 6,94 ^d
	gumenost	79,32 ± 2,73 ^a	43,33 ± 23,29 ^b	37,27 ± 23,39 ^b	10,06 ± 13,42 ^d
	otpor žvakanju	0,10 ± 0,00 ^b	0,05 ± 0,02 ^b	0,05 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,01 ^b
	elastičnost	-122,43 ± 20,09 ^d	-61,27 ± 8,63 ^{b,c}	-37,17 ± 11,21 ^{a,b}	-66,05 ± 20,83 ^{b,c}

Prikazani podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) tri ponavljanja. Vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$), prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

4.6. VISKOZNOST SIRNIH NAMAZA



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ($\pm$ SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 27 Viskoznost sirnih namaza

Tablica 14 Pearsonova korelacijska matrica dobivena ispitivanjem teksturalnih svojstava sirnih namaza

varijable	w(mm/sir)	w(voda/sir)	w(prot/sir)	w(sol/sir)	w(s.t./sir)	w(mm u s.t./sir)	w(BMT/sir)	w(voda u BMT/sir)	pH(sir)	aw(sir)	čvrstoća	ljepljivost	odgođena elastičnost	kohezivnost	gumenost	otpor žvakanju	elastičnost	viskoznost
čvrstoća	0,054	0,326	-0,172	-0,268	-0,326	0,280	-0,054	0,304	-0,512	-0,566	1							
ljepljivost	-0,009	-0,383	0,228	0,259	0,383	-0,270	0,009	-0,324	0,573	0,656	-0,888	1						
odgođena elastičnost	-0,206	0,441	-0,003	-0,378	-0,441	0,083	0,206	0,250	-0,547	-0,473	0,624	-0,826	1					
kohezivnost	0,054	-0,231	0,744	-0,097	0,231	-0,210	-0,054	-0,190	0,597	0,648	-0,565	0,511	-0,078	1				
gumenost	-0,045	0,017	0,700	-0,299	-0,017	-0,134	0,045	-0,036	0,282	0,357	-0,184	0,073	0,394	0,865	1			
otpor žvakanju	0,005	0,408	-0,231	-0,288	-0,408	0,286	-0,005	0,343	-0,592	-0,663	0,931	-0,986	0,814	-0,527	-0,069	1		
elastičnost	0,104	0,186	-0,092	-0,192	-0,186	0,231	-0,104	0,217	-0,368	-0,419	0,943	-0,756	0,420	-0,536	-0,283	0,784	1	
viskoznost	-0,142	-0,788	0,228	0,457	0,788	-0,583	0,142	-0,720	0,746	0,831	-0,503	0,473	-0,207	0,663	0,523	-0,473	-0,493	1

5. RASPRAVA

5.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA SIRNIH NAMAZA

Fizikalno-kemijska svojstva sirnih namaza na bazi krem sira, Mascarponea i kuhanog sira prikazani su u **Tablici 10**.

Svi su uzorci imali statistički značajno različit udio mliječne masti u siru, osim uzoraka 2 i 3, kod kojih je navedeni udio bio podjednak (69,24; odnosno 69,39). Uspoređujući dobivene rezultate svih sirnih namaza napravljena je podjela namaza prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari. Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira (MPRRR, 2009) većina uzoraka (1, 2, 3, 4, 5, 6, i 7) s količinom $\geq 60\%$ mliječne masti u suhoj tvari pripada kategoriji ekstra masnih sirnih namaza. Uzorci 9, 10 i 11 (svi proizvedeni na bazi kuhanog gruša od svježeg mlijeka) s količinom mliječne masti od 45-59,99% pripadaju kategoriji punomasnih sirnih namaza. Uzorak 8, proizveden na prema recepturi sira Mascarpone, ali od UHT čokoladnog mlijeka kojem je masnoća podešena pomoću slatkog vrhnja, imao je udio mliječne masti u suhoj tvari od 40,67 % te pripada kategoriji masnih sirnih namaza. Najmanje mliječne masti se nalazilo u uzorku 12, koji s količinom mliječne masti u suhoj tvari od 16,99 % pripada kategoriji polumasnih sirnih namaza (**Tablica 11**). Najveću količinu masti imali su uzorci bazi Mascarponea (5-8), što je i očekivano, budući da su proizvedeni od mješavine s 15% mliječne masti. Statistički značajno najveći udio proteina imali su uzorci na bazi kuhanog gruša proizvedenog od pasteuriziranog mlijeka (18,20-18,57%), što doprinosi povećanoj nutritivnoj vrijednosti ovakvog proizvoda. Budući da su kasnija senzorska ispitivanja, ovaj proizvod svrstala u kategoriju dobre kakvoće, a s dodacima i izvrsne kakvoće, jedan od smjerova budućih istraživanja bi mogao biti razvoj sirnog namaza s povećanim udjelom proteina, a smanjenim udjelom mliječne masti, na bazi kuhanog gruša. Naglasak istraživanja bi trebao biti na poboljšanju teksture i mazivosti takvog sirnog namaza, budući da kuhani sir kao baza daje sirni namaz manje mazivosti od ostalih baza u ovome istraživanju.

Najveću količinu vode zadržali su sirni namazi na bazi krem sira, te su isti uzorci imali i najmanju pH vrijednost i najmanji aktivitet vode (postoji i statistički negativna korelacija između udjela vode u siru i aktiviteta vode odnosno pH vrijednosti).

5.2. PRINOS SIRA I ISKORIŠTENJE SASTOJAKA MLIJEKA

Prinos sirnog namaza s obzirom na masu mlijeka i vrhnja za sirenje prikazan je na **Slici 17**, dok je prinos sirnog namaza s obzirom na količinu masti u mješavini mlijeka i vrhnja prikazan na **Slici 18**. Teorijski se ovaj prinos kreće u rasponu 10-12% (Štefakov, 1990.), međutim prinos s obzirom na masu mlijeka (**Slika 17**) u ovome istraživanju je znatno veći, te se kreće od 15,7 % do 36,6%.

Na **Slici 18** vidljiv je neujednačen prinos sira s obzirom na količinu mliječne masti u mješavini mlijeka i vrhnja. Najveći prinos s obzirom na količinu mliječne masti u mješavini ima uzorak broj 12, proizveden od čokoladnog mlijeka iz kuhanog grušā. Najmanji prinos s obzirom na količinu mliječne masti (statistički značajno) imaju uzorci na bazi Mascarponea. Iz navedenih **Slika 17** i **18** možemo zaključiti da, osim što je na povećanje prinosa sirnog namaza utjecala količina mliječne masti u mješavini mlijeka i vrhnja, veća količina masti podrazumijeva i veći prinos, utjecao je i način grušanja sirnih namaza. Najveći prinos s obzirom na masu mlijeka i vrhnja za sirenje, ostvaren je upravo proizvodnjom sirnog namaza na bazi krem sira, dobiven kiselinsko-enzimskom koagulacijom pomoću starter kultura i sirila.

Prema **Slici 19** najveće iskorištenje, odnosno zadržavanje mliječne masti u siru (97,93+-8,58) imaju uzorci proizvedeni na bazi krem sira s 10% m.m. u mješavini, dok sirni namazi proizvedeni kiselinsko-toplinskom koagulacijom zadržavaju 57,16-74,11% masti iz polazne sirovine.

5.3. SENZORSKA ANALIZA SIRNIH NAMAZA

U **Prilogu 4** prikazan je obrazac za senzorsko ocjenjivanje krem sira.

IZGLED

Prema **Slikama 20-21**, svi uzorci su za izgled dobili prosječnu ocjenu 4-5, prema čemu su zadovoljili sa jednoličnim izgledom i nezamjetnom sinerezom, odnosno nezamjetnim otpuštanjem vode.

BOJA

Kao što je vidljivo u **Slici 20 i 21**, za boju su uzorci dobili raspon ocjena od 4-5, što bi značilo da svi sirni namazi bojom odgovaraju upotrijebljenim sirovinama, te su ujednačene boje.

KONZISTENCIJA

I ocjene konzistencije za sve uzorke kreću se 4-5. Prema ocjenama ocjenjivača uzorci su velike mazivosti, kompaktni, homogeni, ujednačeni i bez grudica. Tek su uzorci 3 i 12 dobili srednju ocjenu manju od 5, odnosno 4,25 za uzorak 3 i 4,5 za uzorak 12, što bi značilo da su malo manje mazivosti od ostalih uzoraka, te da su zamjetno male nehomogenosti. Oba uzorka dobivena su proizvodnjom od čokoladnog UHT mlijeka.

MIRIS

Svi uzorci su za miris dobili ocjenu srednje vrijednosti 4-5, pri čemu im je miris ugodan, niti preblag niti prejak, diskretan, te bez stranih mirisa.

OKUS

Najveća razlika u ocjenama je za okus, koji ujedno i najviše utječe na ukupnu ocjenu uzorka sa čimbenikom značajnosti 2,0 nosi pedeset posto ponderiranih bodova. Većina uzoraka (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11 i 12) ocijenjena je srednjom ocjenom 4-5, čime im se okus definira umjerene arome, bez stranih okusa, aromatičan, jasno izražen. Samo su uzorci 5 i 9 (kontrolni uzorci sirnih namaza na bazi Mascarponea i kuhanog gruša), s prosječnom ocjenom 3,25 definirani kao preslabe ili prejake aroma, tragova kiselosti, gorčine i užeglosti, tragovi stranih okusa.

Slika 21 nam prikazuje kategorije kakvoće s obzirom na ponderirane bodove sirnih namaza. Jedino uzorci 5, 9 i 10 pripadaju dobroj kategoriji kakvoće, dok su svi ostali uzorci izvrsne kakvoće.

5.4. ANALIZA BOJE SIRA

Na **Slici 24** nalazi se grafički prikaz L^* vrijednosti analize boje. Svi kontrolni uzorci (1, 5 i 9) imaju vrijednost L^* iznad 90 što bi značilo da su svijetle boje ($L^*=100$ znači potpuno svijetlo), no to je bilo i za očekivati jer se upravo u te uzorke nisu dodavali nikakvi dodaci poput

čokolade i kakaa u prahu. Navedeni dodaci su miješani u ostale uzorke, prema **Tablici 9**, te vrijednosti njihove svjetline iznose između 77,24 i 59,24.

Na **Slici 25** nalazi se grafički prikaz a^* vrijednosti za sirne namaze. Parametar a^* odgovara rasponu boja zelena ($-a^*$) ili crvena ($+a^*$). U ovom slučaju kontrolni uzorci (1, 5 i 9) imaju negativne a^* vrijednosti, što znači da blago prevladava zelene boja. U svim ostalim uzorcima, u koje su umiješani dodaci prema **Tablici 9**, vrijednosti a^* su u pozitivnom spektru, iz čega se da zaključiti da im boja više gravitira prema crvenoj.

Grafički prikaz b^* vrijednosti se nalazi na **Slici 26**. Parametar b^* odgovara rasponu boja žuto ($+b^*$) ili plavo ($-b^*$). Svi uzorci sirnih namaza se nalaze u pozitivnom dijelu grafikona, te prevladava više žuta boja uzorka nego plava. Najniže vrijednosti b^* ima uzorak 1 kojem je $b^* = 11,09$. Dok najvišu vrijednost ima uzorak 7, $b^* = 18,23$.

5.5. ANALIZA TEKSTURE SIRNIH NAMAZA

Tablica 13 nam prikazuje teksturalna svojstva sirnih namaza. Čvrstoća ukazuje na tehnološki postupak proizvodnje sira. Nakon provedene analize sirni namaz s najvećom čvrstoćom su uzorci 1 i 2. Upravo su oni zahtijevali najveću silu potrebnu za kompresiju uzorka. Uzorak sa najmanjom potrebnom silom za kompresiju je uzorak 9. Suprotno tome, uzorci 1 i 2 pokazuju najveću ljepljivost, dok između ostalih uzoraka nema statistički značajne razlike u vrijednosti ovog parametra teksture.

Čvrstoća je u statističkoj korelaciji s drugim parametrima teksture (pozitivnoj s odgođenom elastičnošću, otporom žvakanju i elastičnošću, a negativnoj s ljepljivošću) (**Tablica 13**).

Najveće vrijednosti kohezivnosti i gumenosti imaju uzorci 5 i 9, kontrolni uzorci Mascarponea i kuhanog gruša bez umiješanih dodataka, te su time pokazali najveću koherentnost pri deformaciji. Ovi parametri su tim veći, što je veći maseni udio proteina, a kohezivnost i gumenost što je veći aktivitet vode i pH vrijednost sirnog namaza (pozitivna statistički značajna korelacija, **Tablica 13**).

U prikazu rezultata elastičnosti najviše se ističe uzorak 9, proizveden na bazi kuhanog gruša bez dodataka, čija je elastičnost najmanje vrijednosti; dok su uzorci 1 i 2, na bazi krem sira, pokazali najbolju sposobnost da se vrate u početnu formu nakon djelovanja deformacije.

Osim pozitivne korelacije kohezivnosti i gumenosti s udjelom proteina (**Tablica 13**) nije pronađen nikakav jasan utjecaj kemijskog sastava na teksturu sirnog namaza.

5.6. ANALIZA REOLOŠKOG SVOJSTVA VISKOZNOSTI SIRNIH NAMAZA

Slika 27 prikazuje vrijednosti viskoznosti za sirne namaze na bazi krem sira, Mascarponea i kuhanog gruša. Analizom rezultata vidljivo je na **Slici 27**, da su sirni namazi na bazi kuhanog gruša upravo oni sa najvećom viskoznošću. Upravo ti uzorci 9, 10, 11 i 12 daju najveći otpor tečenju, odnosno imaju najveće unutrašnje trenje, što se može povezati sa metodom nastanka gruša, na bazi kuhanog sira.

Na temelju rezultata Pearsonove korelacijske matrice (**Tablica 14**) možemo vidjeti da je viskoznost sirnih namaza u pozitivnoj statističkoj korelaciji s udjelom suhe tvari u sirnom namazu, aktivitetom vode i pH vrijednošću, ali i kohezivnošću. Upravo je to jedan od razloga najveće viskoznost uzoraka na bazi kuhanog gruša.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Tijekom proizvodnje sirnih namaza, napravljeno je dvanaest uzoraka, po četiri na bazi krem sira, Mascarponea i kuhanog sira, uz pomoć pasteriziranog kravljeg mlijeka, te UHT čokoladnog mlijeka.
2. Proizvodnja sirnih namaza od čokoladnog UHT mlijeka pokazala se, ne samo mogućom, nego i sa zavidno dobrim rezultatom kakvoće u senzorskom ocjenjivanju.
3. Sirni namazi su prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira (MPRRR, 2009.) razvrstani u kategorije. Prema količini mliječne masti u suhoj tvari, uzorci na bazi krem sira i Mascarponea (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) su pripali kategoriji ekstra masnih sireva, uzorci na bazi kuhanog sira (9, 10, 11) kategoriji punomasnih, uzorak 8, proizveden od čokoladnog UHT mlijeka na bazi Mascarponea, kategoriji masnih sireva; a uzorak 12 proizveden od čokoladnog UHT mlijeka na bazi kuhanog sira kategoriji polumasnog sira.
4. Najveći prinos s obzirom na masu mlijeka i vrhnja za sirenje su imali sirni namazi na bazi krem sira, proizvedeni od pasteriziranog kravljeg mlijeka, dok su najniži prinos imali sirni namazi na bazi kuhanog sira proizvedeni od pasteriziranog mlijeka. Najveći prinos s obzirom na količinu masti u mješavini mlijeka i vrhnja, imao je uzorak 12, proizveden od čokoladnog UHT mlijeka na bazi kuhanog grša, a najniži sirni namazi na bazi Mascarponea od pasteriziranog kravljeg mlijeka.
5. Najveća razlika u senzorskom ocjenjivanju senzorskih kvaliteta je u okusu sirnih namaza. Sirni namazi koji su bili bez ikakvih dodataka (čokolade, kakaa i šećera u prahu, te lješnjaka) dobili su statistički značajnu nižu ocjenu od ostalih uzoraka. Tako prema metodi bodovanja svi uzorci osim 5,9 i 10 pripadaju izvrsnoj kategoriji kakvoće, a navedeni dobroj kategoriji kakvoće.
6. Mjerenjem spektra boje sirnih namaza, prema parametru a^* svi uzorci koji nisu sadržavali nikakve dodatke, a proizvedeni su od pasteriziranog kravljeg mlijeka, naginju zelenoj boji sira, dok su svi ostali u crvenom spektru. Prema parametru b^* svi uzorci su u pozitivnom dijelu spektra, te prevladava žuta boja. Svjetlina sirnih namaza parametra L^* ovisi također o

korištenim dodacima tijekom proizvodnje, tako su očekivano uzorci bez ikakvih dodataka od pasteriziranog kravljeg mlijeka najsvjetliji.

7. Sirni namazi su se značajno razlikovali vrijednostima parametara teksture, te nije pronađena statistički značajna korelacija između mjerenih parametara teksture i udjela glavnih sastojaka sirnih namaza. Najveću kohezivnost i gumenost su imali uzorci na bazi kuhanog gruša, koji su imali veliki postotak bezmasne suhe tvari u sirnom namazu; odnosno najviše su koherentni upravo oni sirni namazi koji imaju najveći maseni udio proteina.
8. Najveći otpor tečenju dali su uzorci 9, 10 i 12, na bazi kuhanog gruša. Viskoznost je u negativnoj korelaciji s masenim udjelom mliječne masti u suhoj tvari sira (-0,744), a upravo su navedeni uzorci oni s najmanje mliječne masti u suhoj tvari sirnog namaza.
9. Uzorci proizvedenih sireva su se značajno razlikovali po svom kemijskom sastavu, reološkim i teksturalnim svojstvima, ovisno o upotrijebljenoj sirovini, načinu proizvodnje i dodacima.
10. Većina dobivenih sirnih namaza su dobili visoke senzorske ocjene, što pokazuje da je moguća proizvodnja čokoladnog sirnog namaza, osim na bazi krem sira i na bazi Mascarponea i kuhanog gruša, ali isto tako i da je moguće toplinsko-kiselinsko kao i kiselinsko-enzimsko grušanje UHT čokoladnog mlijeka.

7. LITERATURA

- Babić J, Šubarić D, Ačkar Đ, Kopjar M : *Utjecaj hidrokoloida na reološka svojstva voštanog kukuruznog škroba*. 43rd Croatian & 3rd International Symposium on Agriculture. Opatija, Hrvatska, str. 559, 2008.
- Bosnić P: Svjetska proizvodnja i kvaliteta kravljeg mlijeka *Mljekarstvo* 53 (1) 37-50, 2003.
- Buratto T: *Mastering Mascarpone: What it takes to make a perfect batch of Mascarpone Cheese*. College of Agriculture, Food and Environmental Sciences California, San Luis Obispo, 2010.
- Božanić R : *Svijet sira – priručnik za degustatore sira*. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2016.
- Brabender GmbH&Co. KG : *Micro Visco-Amylo-Graph, s promjenjivim brojem okretaja, upute za korištenje*. Brabender Ohg Disburg, Njemačka, 2005. Pristupljeno preko: <http://www.brabender.com/93.98.html> (18.06.2016.)
- Carvalho T, Sousa S C, Pérez-Martín R I, Vázquez J A, Carvalho A P , Gomes A M: Physical and chemical characterization of mascarpone cheese with fish gelatin as a fat substitute, *Wastes: Solutions, Treatments and Opportunities 3rd International Conference*, Guimarães, Portugal, 14.-16. rujna 2015, Guimarães, Portugal: CRC Press – Taylor & Francis Group, 2015.
- CBKBiH : *Priručnik za organsku proizvodnju sira* [e-knjiga] s.l. Caritas puni naziv, n.d. Pristupljeno preko: <http://www.caritas.ba/dok/1418120530.pdf> (15.06.2016.)
- Glavanović S: *Panta rei na reološki način-sve teče ako se dovoljno dugo čeka*, 2008. <http://www.belupo.hr/Default.aspx?sid=8894> (10.06.2016.)
- Gospodarski list: Pripravljanje sira u kućanstvu. 2011. Pristupljeno preko: <http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/20/pripravljanje-sira-u-kuanstvu/7881> (20.06.2016.)
- Hill R A: *Enzymic Coagulation of Milk*, University of Guelph, n.d., Ontario. Pristupljeno preko: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/enzymic-coagulation-milk> (15.06.2016.)
- Hsien-Che L: *Introduction to Color Imaging Science*. Cambridge University Press, New York, 2005.
- Jeon S-S, Ganesan P, Lee Y-S, Yoo S-H, Kwak H-S: Texture and Sensory Properties of Cream Cheese and Cholesterol-removed Cream Cheese made from Whole Milk Powder. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 32 (2012), pp 49-53.
- Kalab M, i Wayne Modler H: Development of microstructure in a cream cheese based on Queso blanco cheese. *Food Microstructure*, Vol. 4 (1985), pp. 89-98, 1985.
- Kirin, S: Domaći kuhani sir. *Mljekarstvo*. 1.Svez. 56, 45-58., 2006.
- Lučan M: Tehnologija mlijeka i mliječnih priručnika - priručnik za vježbe. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015.

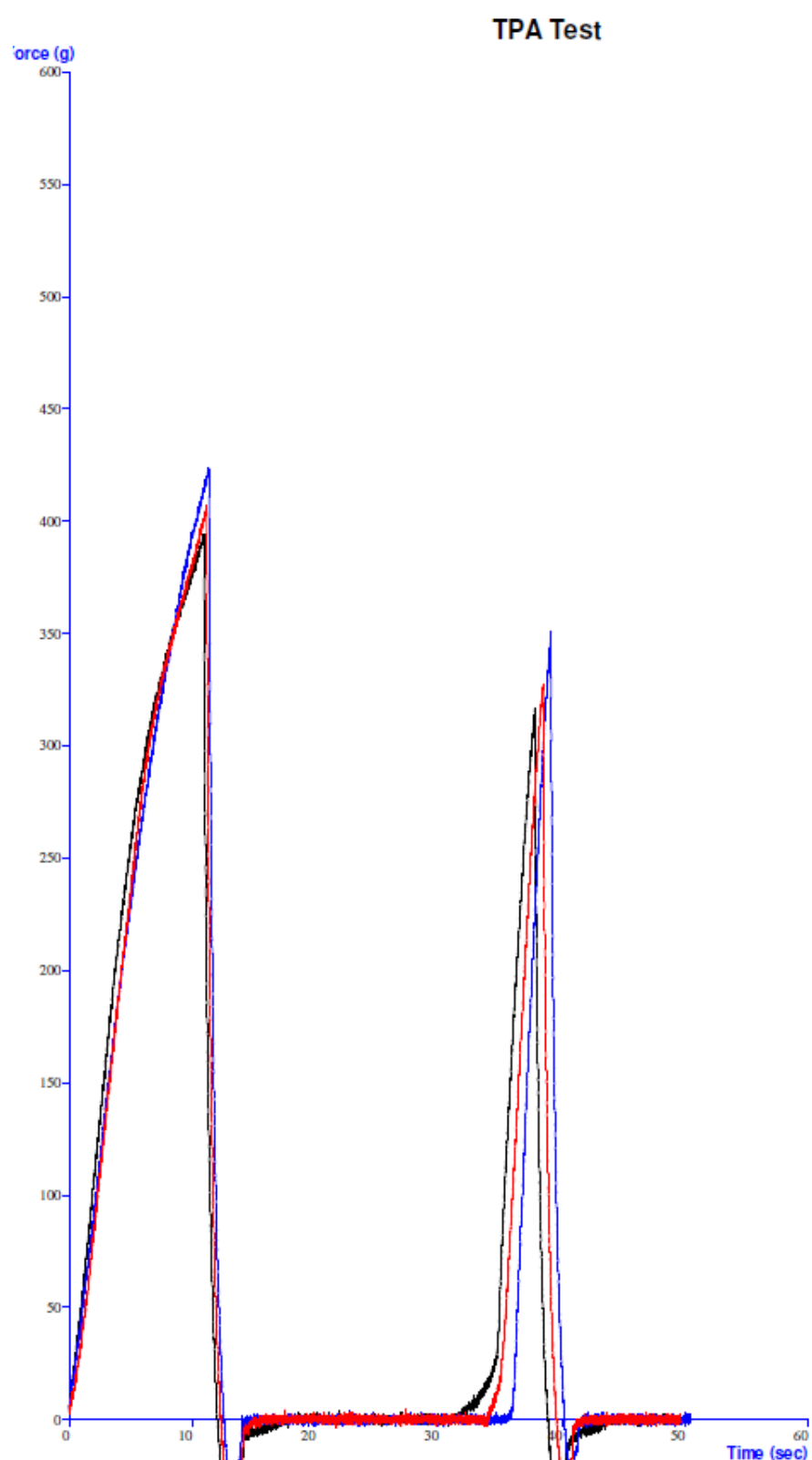
- Lukinac-Čačić, J: Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja, *Doktorski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2012.
- Mihić Đ: Reološka svojstva brašna s dodatkom karboksimetilceluloze, mliječne kiseline i starter kulture. *Diplomski rad*, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2009.
- Mislov M: Kemijski sastav i svojstva kuhanog sira s područja Slavonije. *Diplomski rad*, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015.
- MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: *Pravilnik o mesu i mesnim prerađevinama*. Narodne novine 131/12.
- MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: *Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva*. Narodne novine 20/09, 2009.
- Phadungath, C: *Cream cheese products: A review*. Surin: The Faculty of Science and Technology, 27(1), 191-199, 2005.
- Pomeranz Y, Meloan C E: *Measurement of color. U Food Analysis: Theory and Practice*. Y.M.C.E. Pomeranz. (ur.), New York. 87–98, 1994.
- Primorac Lj: *Senzorske analize - Metode 1. dio*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2006.
- Primorac Lj: *Senzorske analize - Metode 2. dio*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2006.
- Ritz, M: Senzorska procjena desertnih mliječnih proizvoda. *Mljekarstvo*. 42, 1992., Svez. 1. 1992.
- Savas E: The Effects of Hydrocolloid and Emulsifier Usage on Chemical Composition and Sensory Quality of Turkish Cheese Dessert: Hosmerim. *Journal of Food Science and Engineering* 1 (2011) 207-213, 2011.
- Slaćanac V: *Sirarstvo* (nastavni materijali za kolegij Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda). Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015.
http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_mlijeka_i_mlijecnih_proizvoda/2014-2015/predavanja/ (18.06.2016.)
- Starch Management with the Viscograph Family: *AACC standard no.6101*, ICC Standard no. 169, 2006. URL: <http://www.cwbrabender.com/StarchViscosity.html> (18.06.2016.)
- Štefekov I: Autohtoni bilogorsko-podravski „kuhani sir“ – tradicija i proizvodnja. *Mljekarstvo* 40 (9) 227-234, 1990.
- Tadić I: *Izrada novih tipova namaza na osnovi svježeg sira i vrhnja*. Diplomski rad, Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet, 2011.
- Tamime A.Y: *Dairy Fats and Related Products* Blackwell Publishing Ltd, Chichester, 2009.

Tratnik Lj: *Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 1998.

Tratnik Lj, Božanić R: *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.
Lukač-Havranek J: Autohtoni sirevi Hrvatske. *Mljekarstvo* 45 (1) 19-37, 1995.

8. PRILOZI

Prilog 1 TPA krivulja za uzorak 10



Prilog 2 Obrazac za senzorsko ocjenjivanje krem sira

PARAMETAR KAKVOĆE	zahtjev za senzorsku kakvoću	ocjena	čimbenik značajnosti
IZGLED	jednoličan izgled, nezamjetna sinereza	4 - 5	0,2
	slabije jednoličan izgled, slabo do umjereno izražena sinereza	2 - 3	
	nejednoličan izgled, jako zamjetna sinereza	1	
BOJA	jednolika boja, odgovara upotrijebljenim sirovinama	4-5	0,4
	nejednolika boja	2-3	
	boja nekarakteristična za proizvod	1	
KONZISTENCIJA	kompaktan, homogen proizvod, cijela masa jednolična i bez grudica, visoka mazivost	5	0,8
	zamjetne male nehomogenosti, nedovoljna mazivost	3 - 4	
	nejednolika granulacija, odvajanje faza, grudičast, nehomogen, slaba mazivost	1 - 2	
MIRIS	ugodan, niti presnažan niti preslab, karakteristično po dodacima, diskretni miris, bez ikakvih stranih mirisa	4 - 5	0,6
	prenaglašeni miris, nedovoljno izražen okus, slabije se osjeti miris dodataka	3	
	potpuno nekarakterističan za proizvod, prejaka aroma	1 - 2	
OKUS	jasno izražen, karakterističan za dodatke, bez stranih okusa, umjerena aroma	4 - 5	2,0
	preizražen okus po dodacima, preslaba ili prejaka aroma, tragovi kiselosti, gorčine i užglosti, tragovi stranih okusa	3	
	proizvod stranog okusa, nekarakterističan okus, užegao, kiseo, gorak, preslan, potpuno neslan (bljutav), preintezivna	1 - 2	
	aroma		