

Utjecaj udjela soli na parametre kakvoće sira tipa Feta

Stuparić, Ana

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:808855>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



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

Ana Stuparić

UTJECAJ UDJELA SOLI NA PARAMETRE KAKVOĆE SIRA TIPA FETA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad 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 X. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2015./2016. održanoj 8. srpnja 2016.

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

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

Utjecaj udjela soli na parametre kakvoće sira tipa Feta

Ana Stuparić, 331-DI

Sažetak:

Zadatak ovog rada bio je istražiti utjecaj udjela soli na razne parametre kvalitete sireva tipa Feta. U tu svrhu nasumično je odabrano 7 različitih vrsta sireva sa tržišta, koji su podvrgnuti analizi. Ispitali su se: kemijski sastav sireva, fizikalna svojstva, boja, teksturalni profil (čvrstoća, ljepljivost, odgođena elastičnost, kohezivnost, gumenost, otpor žvakanju, elastičnost) te je provedena senzorska analiza. Rezultati su pokazali različite vrijednosti, u skladu s kojima su sirevi na kraju ocijenjeni i kategorizirani u skupine. S obzirom na dobivene rezultate izvedeni su zaključci o utjecaju udjela soli na razna fizikalna i teksturalna svojstva, ali i na ukupnu kvalitetu Feta sira.

Ključne riječi: Feta sir, udio soli, kemijska i fizikalna svojstva, kakvoća

Rad sadrži: 47 stranica
25 slika
14 tablica
2 priloga
15 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

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

1.	prof. dr. sc. <i>Jovica Hardi</i>	predsjednik
2.	dr. sc. <i>Mirela Lučan</i> , znan. sur.	član-mentor
3.	izv. prof. dr. sc. <i>Vedran Slačanac</i>	član
4.	doc. dr. sc. <i>Jasmina Lukinac Čačić</i>	zamjena člana

Datum obrane: 10. listopada 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 Technology
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program of the Faculty of Food Technology

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. X. held on July 8, 2016.

Mentor: Mirela Lučan, PhD

Technical assistance: Mirela Lučan, PhD

Influence of salt content on the parameters of quality of Feta cheese

Ana Stuparić, 331-DI

Summary:

The aim of this study was to investigate the effect of salt on various parameters of quality of Feta cheese. For this purpose, 7 different types of cheeses were randomly selected from market, which were subjected to analysis. Evaluation of chemical composition of cheeses, physical properties, color, textural profile (hardness, adhesiveness, resilience, cohesiveness, gumminess, chewiness, springiness) and sensory analysis were performed. The results showed different values, in accordance with which the cheeses were rated and classified into groups. Based on the obtained results, conclusions were drawn about the impact of salt on a various physical and textural properties, but also on the overall quality of Feta cheeses.

Key words: Feta cheese, salt content, chemical and physical properties, quality

Thesis contains: 47 pages
25 figures
14 tables
2 supplements
15 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | | |
|----|---|--------------|
| 1. | Jovica Hardi PhD, prof. | chair person |
| 2. | Mirela Lučan PhD | supervisor |
| 3. | <i>Vedran Slačanac</i> , PhD, assoc. prof. | member |
| 4. | <i>Jasmina Lukinac Čačić</i> , PhD, assistant prof. | stand-in |

Defense date: October 10, 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 mentorici dr.sc. Mireli Lučan na uloženom vremenu, predloženoj temi i svim savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada. Svojim roditeljima na bezuvjetnoj potpori i podršci tijekom čitavog studiranja. Prijateljicama Neri i Maji, na beskrajnoj inspiraciji i ljubavi koje su učinile ove studentske dane nezaboravnima.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. SIREVI	4
Definicija sira	4
Načini dobivanja sira	5
Podjela i vrste sireva	5
2.2. SIREVI U SALAMURI	6
Vrste sireva u salamuri	6
Načini dobivanja	7
2.3. FETA SIR	8
Koraci u proizvodnji	8
Karakteristike Feta sira	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	11
3.1. ZADATAK	12
3.2. MATERIJAL I METODE	12
Sirevi sa tržišta	12
Određivanje kemijskog sastava i fizikalnih svojstava sireva	15
Senzorska svojstva	18
Određivanje svojstava teksture	19
4. REZULTATI	21
4.1. KEMIJSKI SASTAV I FIZIKALNA SVOJSTVA SIRA	22
4.2. REZULTATI SENZORSKE ANALIZE	24
Metoda bodovanja	24
Opis sireva	27
4.3. BOJA SIRA	28
4.4. TEKSTURA SIRA	29
5. RASPRAVA	35
5.1. REZULTATI ODREĐIVANJA FIZIKALNO – KEMIJSKIH SVOJSTAVA	36
5.2. SENZORSKA OCJENA SIREVA	37
5.3. BOJA SIRA	37
5.4. ANALIZA TEKSTURE SIREVA	38

6. ZAKLJUČCI	40
7. LITERATURA	43
8. PRILOZI.....	45

1. UVOD

U zemljama južne Europe proizvode se, pod različitim nazivima, sirevi čije se zrenje i skladištenje do potrošnje provode u salamuri. Konzerviranje sira se postiže mliječnom kiselinom i soljenjem. Danas se salamureni sir u kriškama najčešće zove Feta. Međutim, u skladu sa Pravilnikom Europske unije o označavanju, reklamiranju i prezentiranju hrane, Feta je zaštićena oznaka geografskog podrijetla koja se smije, bez iznimke, koristiti samo za tradicionalne Feta sireve proizvedene u Grčkoj (Robinson i Tamime, 1991).

Feta je danas zbog svojih ugodnih organoleptičkih svojstava sir koji je vrlo popularan u cijelom svijetu, a karakteriziraju ga mekana tekstura, kiselkasto – slani okus i volumen bez kore.

U ovom diplomskom radu istraživat će se utjecaj udjela soli na parametre kakvoće sireva tipa Feta.

Općenito, Feta sir sadrži oko 4 – 5% NaCl, koji ima važnu ulogu u konzerviranju i poboljšanju organoleptičkih svojstava proizvoda. Osim toga, smanjuje aktivitet vode sireva, čime usporava aktivnost mikroorganizama, što utječe na zrenje sira (Pitso, 1999).

Za istraživanje su nasumično odabrani uzorci sireva tipa Feta s tržišta, na kojima će se provesti analiza kemijskog sastava, aktiviteta vode, boje sireva, pH vrijednosti te svojstava teksture. Na samom početku analizirana su senzorska svojstva uzoraka sireva metodom bodovanja (izgled kore, miris, okus, tekstura i naknadni okus), odnosno deskriptivnom metodom, kojom su detaljnije opisane karakteristike uzoraka (izgled površine sira, prereza tijesta, konzistencija, miris i okus).

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SIREVI

Sir je nekada bio važan kao proizvod koji je čuvao prehrambene vrijednosti mlijeka kroz duže razdoblje. Daleko u povijesti bio je hrana privilegirane klase, a već u srednjem vijeku postaje dostupan širim slojevima stanovništva. Iako se postupak proizvodnje sira kroz povijest nije puno mijenjao, bolji socijalni i ekonomski uvjeti ipak su pogodovali prelasku "zanatskog" sirarstva u industrijsko, što je omogućilo dobivanje većeg spektra različitih sireva te bolje kvalitete.

Proces proizvodnje sira uključuje stvaranje gruša djelovanjem mliječne kiseline ili sirila te izdvajanje sirutke i zrenje sira. Neznatne varijacije postupka omogućuju proizvodnju različitih vrsta sireva, čija kvaliteta ovisi o vrsti i kvaliteti mlijeka kao sirovine te o uvjetima i načinu njihova pripravljanja.

Sirevi danas zauzimaju posebno mjesto u pravilnoj prehrani zbog bogatog nutritivnog sastava. Sadrže velike količine tvari neophodnih za normalno funkcioniranje organizma, kao što su: masti, kazein, kalcij, vitamini, djelomično šećer te mineralne tvari mlijeka od kojeg su sirevi proizvedeni (Lukač-Havranek, 1995).

Definicija sira

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva, sirevi su svježiji proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i/ili njihovih mješavina), obranog ili djelomično obranog mlijeka, vrhnja, sirutke, ili kombinacijom navedenih sirovina.

U proizvodnji sireva dozvoljena je upotreba mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih koagulacijskih enzima i/ili dozvoljenih kiselina za koagulaciju (MPRRR, 2009).



Slika 1 Različite vrste sireva

Načini dobivanja sira

Postupak proizvodnje sira specifičnost je svake zemlje, pa i regije, ovisno o podneblju i zahtjevima tržišta. Danas je poznato oko tisuću vrsta sireva, ali je značajno svega 18 različitih tipova. Mnoge se vrste sireva nazivaju po mjestu porijekla i razlikuju se samo oblikom i vrstom opremanja, a proizvodnja i glavne osobine su često vrlo slične (Lukač-Havranek, 1995).

Koagulacijom mlijeka dobiva se svježi gruš, koji se vodi na daljnju obradu (ukoliko cilj nije samo dobivanje svježeg sira). Nakon odvajanja sirutke dobije se nezreli sir, koji postupkom zrenja daje zreli sir kao konačni proizvod.

Postoji nekoliko načina koagulacije (sirenja, grušanja) mlijeka:

- djelovanjem kiseline – nastale vrenjem mlijeka dodatkom mezofilne ili termofilne kulture BMK ili jednostavnim dodavanjem organske kiseline (octena, mliječna, limunska),
- djelovanjem proteolitičkih enzima,
- djelovanjem topline,
- kombinirano – ovisno o postupku i tradiciji, koriste se mnoge razne kombinacije (Slačanac, 2015).

Podjela i vrste sireva

Sirevi se mogu klasificirati pomoću osam kategorija (Slačanac, 2015):

- prema vrsti proteina (albuminski, kazenski, mješoviti),

- prema vrsti mlijeka (kravlji, kozji, ovčji, bivolji, mješoviti),
- prema načinu grušanja (kiseli, slatki, mješoviti),
- prema udjelu masti u suhoj tvari (posni, polumasni, masni, punomasni, ekstra masni),
- prema udjelu vode u bezmasnoj tvari (svježi, meki, polutvrđi, tvrdi, ekstra tvrdi),
- prema procesu proizvodnje (Gouda i Edamac, sirevi u salamuri, sirevi parenog tijesta, sirevi s plemenitim plijesnima, sirevi s "mazom", topljeni sirevi, sirutkini sirevi),
- prema načinu zrenja (svježi sirevi, sirevi bez zrenja, zrenje u zrionici, zrenje u salamuri, čedarizacija, zrenje sirne grude, zrenje umotanih sireva u posebnoj foliji).

2.2. SIREVI U SALAMURI

Sirevi u salamuri tradicionalno se proizvode pod različitim nazivima, ali često imaju zajedničko porijeklo. Razlike u tehnologiji proizvodnje su vezane uz klimatske uvjete i prehrambene navike stanovnika pojedinih regija. Tu spadaju najrazličitije sorte sireva bez kore, blago kiselog i slanog okusa, čije se zrenje i skladištenje do potrošnje provodi u salamuri pri niskim temperaturama. Specifična svojstva ovih sireva ostvaruju se fermentacijom mliječne kiseline, koja se odvija nekoliko dana nakon proizvodnje. Tradicionalno, sirevi u salamuri proizvodili su se od ovčjeg mlijeka, dok se danas neke vrste ovih sireva proizvode i od kozjeg te kravljeg mlijeka, ili kombinacijom s ovčjim mlijekom (Tamime, 2006).

Od svih vrsta sireva u salamuri, Feta sir zauzima najvažnije mjesto u proizvodnji, odlikuje se posebnom kvalitetom, širokom rasprostranjenosti, pa ima veliki ekonomski značaj.

Vrste sireva u salamuri

Sirevi u salamuri (**Slika 2**) mogu se podijeliti u sljedeće tri kategorije (Slačanac, 2015):

- kiselo slani sirevi,
- usoljeni sirevi, karakteristični za područje Balkana i Mediterana,
- Feta, Domiati.



Slika 2 Sirevi u salamuri

Udio vlage kod sireva u salamuri varira, pa na tržištu možemo naći razne vrste, od mekih, do polutvrđih. Također se razlikuju i u boji, ovisno o mlijeku od kojeg su načinjeni. Tako su sirevi proizvedeni od ovčjeg, kozjeg i bivoljeg mlijeka bijele boje, a ako se koristi kravlje mlijeko, moguće ga je obezbojiti prije proizvodnje sira (Tamime, 2006).

Načini dobivanja

Kod proizvodnje ovih sireva salamura ima važnu ulogu zbog ostvarivanja specifičnog okusa i arome te veće trajnosti i održivosti proizvoda. Različite vrste sireva zahtijevaju različite tipove salamura;

- 25%-tna otopina soli u vodi (prokuhanoj),
- 20-25%-tna otopina soli u vodi – prokuhati,
- 12,5%-tna otopina soli u slatkoj sirutci,
- 12,5%-tna otopina soli u kiseloj sirutci (Feta),
- 12,5 - 15%-tna otopina soli + CaCl_2 (mekši sirevi, bijeli sirevi).

Moguće je koristiti dodatke salamuri;

- začini, ulja (Paški sir),
- gljive,
- mljevena paprika (Domiat),
- mljeveno povrće (peršin, origano),
- CaCl_2 – održava stabilnost gruša (Slačanac, 2015).

2.3. FETA SIR

Feta je mekani bijeli sir, koji zrije i skladišti se u slanoj vodi. Ima slan te blago kiselkasti okus i ugodna organoleptička svojstva. Tradicionalno se proizvodio u Grčkoj, još u vrijeme Homera, a danas je rasprostranjen u cijelom svijetu (Robinson i Tamime, 1991).

Originalni grčki Feta sir proizvodi se od ovčjeg mlijeka, ili mješavine ovčjeg i kozjeg mlijeka. Kako dostupne količine takvog Feta sira nisu uvijek dovoljne da bi zadovoljile sve veću potražnju diljem svijeta, javila se potreba za proizvodnjom zamjenskih sireva u salamuri, dobivenih tehnologijom Feta sireva, ali na bazi kravljeg mlijeka. Kako bi osigurale što veći izvoz sireva, neke su zemlje dale svojim sirevima u salamuri naziv Feta, premda je to naziv tradicionalnog sira koji je nastao i razvijao se u Grčkoj. Kako bi zaštitila potrošače Grčka je izdala individualne standarde za pojedine sireve, uključujući Fetu (Robinson i Tamime, 1991).

Koraci u proizvodnji

Prvi korak u proizvodnji Feta sira je odabir kvalitetnog mlijeka, kao polazne sirovine. Ukoliko se koristi čisto kozje mlijeko, dobiva se čvršći sir, intenzivnijeg okusa, od onog proizvedenog od ovčjeg mlijeka. Ukoliko se sir proizvodi od kravljeg mlijeka poželjno je dodati klorofil, lipaze i druge aditive, kako bi se postigla kvaliteta izvornog Feta sira. Ovčje i kozje mlijeko sadrže kapronsku, kaprilnu i kaprinsku kiselinu, koje Feti daju specifično pikantan okus, koji se ne pojavljuje kod Fete proizvedene od kravljeg mlijeka. Ovčje i kozje mlijeko su sezonski proizvodi, budući da je laktacijsko vrijeme koza i ovaca 4 – 6 mjeseci (Robinson i Tamime).

Postoji mnogo različitih načina i modifikacija proizvodnje Feta sireva, no općenito, ovaj postupak se može svesti na tri koraka (Robinson i Tamime, 1991):

- homogenizacija, toplinska obrada i ultrafiltracija mlijeka,
- upotreba starter kultura,
- formiranje i obrada grušā.

Primjerice, Mljekarska industrija Sirela u Bjelovaru, osim modificirane klasične metode za dobivanje Fete provodi i metodu proizvodnje sira Feta od retantata (Šćurić, 1991). Tim postupkom je primjenom ultrafiltracije i tehnologija kojom je trajanje proizvodnje skraćeno za 180 minuta, zrenje sira na 14 dana, randman povećan za 15% do 20%. Temelj proizvodnje je povećanje gustoće mlijeka do te mjere da sastav retantata bude približan onom sira Feta.

Najprije se odabire, standardizira i pasterizira mlijeko za ultrafiltraciju. Ultrafiltracija se provodi u uvjetima 48°C do 55°C parcijalnom recirkulacijom mlijeka kroz postrojenje za ultrafiltraciju od izlaza prema ulazu, sve do postizanja potrebnog stupnja ugušćivanja mlijeka. Završetak ugušćivanja određuje suha tvar retentata, što se može odrediti ručnim refraktometrom. Nakon homogenizacije, retentat se pasterizira, kako bi se uništili mikroorganizmi. Retentat se hladi do temperature sirenja i prelije u spremnik gdje se najmanje 5 minuta prije dodavanja sirila dodaju posebni dodaci:

- anato boja, KNO_3 ,
- čista kultura, lipaza (zbog slabo izražene razgradnje masti)
- CaCl_2 (ukoliko je potrebno).

Nakon toga se provodi koagulacija retentata sirilom. Što je veća količina bjelančevina u retentatu to je brža koagulacija i čvršći gel. Od ukupne količine kalcija u mlijeku 31% kalcija se nalazi u otopljenom obliku, što znači da se dio topivog kalcija odstrani permeatom. Stoga se za postizanje zadovoljavajuće količine kalcija po jedinici bjelančevine retentatu dodaje kalcijev klorid. Sirilo pospješuje stvaranje gela, pa dolazi do porasta viskoznosti i koagulacije. Prilikom dodatka sirila retentat se podijeli u 4 dijela, a sirilo dodaje u dio po dio retentata. Retentat se zatim ulijeva u slojevima u limenke (s vremenskim razmakom 20 – 30 minuta), gdje sirenje traje optimalno 15 minuta. Jedan do dva sata nakon dodavanja posljednjeg sloja sir u limenci se razrezuje u obliku križa, da bi kriške sira bile oblika kocke.

Procesom zakiseljavanja pH sira se spusti do 4,9 ili 4,8, a sir otpusti 2 -3% sirutke. Sir se zatim soli po površini suhom soli, limenke se zatvaraju, a sir prenosi u prostoriju za zrenje. Količina otpuštene sirutke i resorbirbirane soli omogućuje da sir na kraju zrenja sadrži optimalan udio suhe tvari.

Najvažnija karakteristika ovog postupka proizvodnje sira je činjenica da bjelančevine sirutke ostaju u retentatu i siru s kazeinom pa se tako povećava randman sira. Mikroorganizmi čiste kulture teže razgrađuju bjelačevine sirutke.

Retentat i od njega proizveden sir karakterizira usporeno opadanje pH – vrijednosti, zbog većeg stupnja koncentracije.

Nakon zrenja sira, konačni proizvod sadrži optimalan udio suhe tvari, masti u suhoj tvari, soli i salamure te se sir može otpremiti na tržište.

Karakteristike Feta sira

Sastav Feta sira ovisi o standardima zadanim pravilnicima, dobi sira, standardizaciji mlijeka ili tipu mlijeka koje se koristi te o metodi proizvodnje (tradicionalna ili UF). Feta sir je polumeki sir bez kore, kiselo – slanog te oštrog okusa. Tekstura ovisi o načinu proizvodnje, a općenito Fetu obilježava kremasta tekstura s unutrašnjim šupljinama ili bez šupljina. Sir je suh, lomljiv, mrvljiv ili maziv te dolazi u kriškama. Ispitivanja su pokazala da sirevi grčkog podrijetla imaju veći udio suhe tvari od sireva analiziranih u Velikoj Britaniji. Sezonske varijacije mogu utjecati na kemijski sastav Feta sira načinjenog od kravljeg mlijeka, stoga se provodi ultrafiltracija i standardizacija mlijeka tijekom proizvodnje sira te se ti utjecaji svode na minimum. Tipičan Feta sir proizveden ultrafiltracijom s dobrim organoleptičkim i funkcionalnim svojstvima sadrži oko 50% vlage, 25% masti, >15% proteina, 3% soli, a pH je 4,5 (Robinson i Tamime, 1991).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je ispitati utjecaj masenog udjela soli u sirevima tipa Feta s tržišta na parametre njegove kakvoće. Nasumično su odabrani sirevi s tržišta, na kojima su ispitivana senzorska, fizikalno-kemijska i teksturalna svojstva.

U tu svrhu određivao se:

- osnovni kemijski sastav uzoraka (udio vode, proteina, mliječne masti, udio NaCl),
- aktivitet vode,
- pH vrijednost,
- boja,
- senzorska svojstva,
- svojstva teksture (čvrstoća, kohezivnost, elastičnost, odgođena elastičnost, otpor žvakanju).

3.2. MATERIJAL I METODE

Sirevi sa tržišta

S tržišta je nasumično odabrano 7 različitih uzoraka sireva tipa Feta, na kojima se kasnije provodilo ispitivanje svojstava te ocjenjivanje. Istraživanje je bazirano na sljedećim sirevima:

Tablica 1 Opis 1. uzorka sira

uzorak		1	
datum		13. 4. 2016.	
naziv		Feta rinfuzno	
proizvođač		EU	
% mliječne masti u suhoj tvari		-	
masa (g)	neto	238	
	ocijeđena neto količina	-	

Tablica 2 Opis 2. uzorka sira

uzorak	2		
datum	13. 4. 2016.		
naziv	ERIDANOUS, Traditional Greek Feta Cheese		
proizvođač	DELFOI S.A., TATOIOU, Grčka		
% mliječne masti u suhoj tvari	43		
masa (g)	neto	640	
	ocijeđena neto količina	400	

Tablica 3 Opis 3. uzorka sira

uzorak	3		
datum	13. 4. 2016.		
naziv	Salakis, President		
proizvođač	SOMBOLED d.o.o., Sombor		
% mliječne masti u suhoj tvari	45		
masa (g)	neto	250	
	ocijeđena neto količina	-	

Tablica 4 Opis 4. uzorka sira

uzorak	4		
datum	13. 4. 2016.		
naziv	PETIDA - meki sir u salamuri		
proizvođač	BERGADER Privatkäserei, waging/See		
% mliječne masti u suhoj tvari	55		
masa (g)	neto	445	
	ocijeđena neto količina	250	

Tablica 5 Opis 5. uzorka sira

uzorak	5		
datum	13. 4. 2016.		
naziv	BALANS+, bijeli sir		
proizvođač	IMLEK, Republika Srbija		
% mliječne masti u suhoj tvari	35		
masa (g)	neto	250	
	ocijeđena neto količina	-	

Tablica 6 Opis 6. uzorka sira

uzorak	6		
datum	13. 4. 2016.		
naziv	sir bjelovarski slani, polutvrđi punomasni sir		
proizvođač	SIRELA, Hrvatska		
% mliječne masti u suhoj tvari	min. 45		
masa (g)	neto	306	
	ocijeđen a neto količina	-	

Tablica 7 Opis 7. uzorka sira

uzorak	7			
datum	13. 4. 2016.			
naziv	ARETOS, bijeli sir			
proizvođač	SAGA-M d.o.o. Slovenija			
% mliječne masti u suhoj tvari	min 45			
masa (g)	neto	375		
	ocijeđena neto količina	250		

Određivanje kemijskog sastava i fizikalnih svojstava sireva

KEMIJSKI SASTAV

U svim uzorcima sireva određen je udio vode, proteina, mliječne masti i NaCl. Korišten je uređaj FoodScan Dairy Analyser (Foss, Danska, **Slika 3**), koji je vrlo brz, precizan i jednostavan za upotrebu. Osim kod sira, u praksi se može koristiti i za analizu jogurta, maslaca te sirutke u prahu. FTIR tehnologija omogućava mjerenje u čitavom infracrvenom spektru i određivanje velikog broja parametara. Analiza ovisi o viskoznosti uzorka, a može trajati 30-45 sekundi. U jednom satu je moguće obraditi i do 500 uzoraka (Matijević i Blažić, 2008). Mjerno tijelo okruglog oblika napuni se sa oko 100 g homogeniziranog uzorka sira, stavi u mjerni uređaj te se zapiše očitana vrijednost.



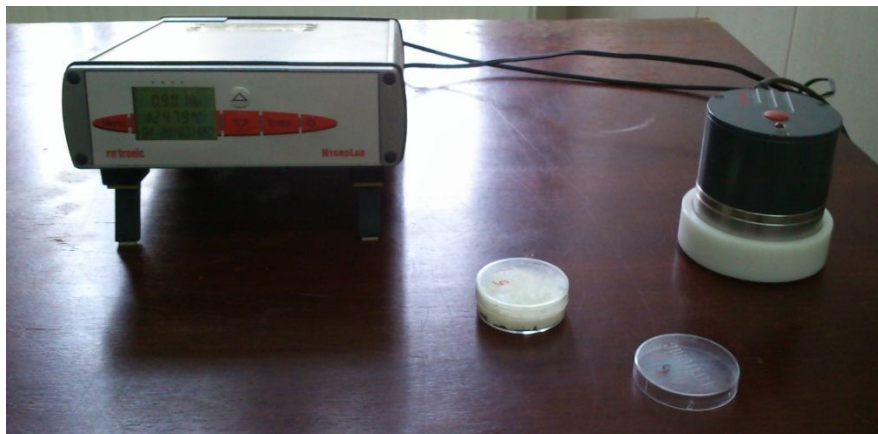
Slika 3 FoodScan Analyser

FIZIKALNA SVOJSTVA

➤ Aktivitet vode (a_w)

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (MPRRR, 2012), aktivitet vode je količina vode u proizvodu dostupna za kemijske reakcije, koja se izražava indeksom 0 do 1, gdje 0 znači potpunu neaktivnost vode, a 1 označava 100% aktivnosti vode.

Aktivitet vode se mjerio na uređaju RotronicHygroLab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Švicarska, **Slika 4**).



Slika 4 HygroLab 3 (uređaj za mjerenje aktiviteta vode)

➤ Kiselost

Nakon što su uzorci homogenizirani, na sobnoj temperaturi određena je pH vrijednost ubodnim pH metrom (pH 3210 WTW, **Slika 5**), pomoću elektrode BlueLine 21 (Schott).



Slika 5 Ubodni pH metar (WTW)

Kiselost je mjerena i titracijskom metodom. 50 g uzorka svakog sira pomiješano je sa 95 mL vode te u tikvici titrirano s 0,1M NaOH uz indikator fenolftalein do postojane svjetlo ružičaste boje. mL NaOH pomnoženi su sa 0,8 kako bi se dobila kiselost izražena °SH.

➤ Boja

Mjerenje boje provedeno je pomoću uređaja HunterLab MiniScan Xe (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter-Lab, Reston, VA, USA) (**Slika 6**). CIEL*a*b* prostor boja predstavlja trodimenzionalni prostor boja baziran na percepciji boje standardnog promatrača. U ovom sustavu uvodi se svjetlost kao treća dimenzija. U CIEL*a*b* sustavu boje su opisane pomoću tri osi: dvije kromatske (a* komponenta kao odnos između crvene i zelene boje te b* komponenta kao odnos između žute i plave boje) i L* akromatska komponenta koja određuje svjetlinu. Akromatska os mjeri se od 0 do 100 po vertikalnoj osi, gdje je 0 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu boju (Lukinac–Čačić, 2012). Određivana su tri parametra boje: L*, a* i b*. Prije svakog mjerenja instrument je standardiziran s bijelom i crnom keramičkom pločicom (L* 0 = 93.01, a* 0 = -1.11 i b* 0 = 1.30). Hunter-ove L*, a* i b* vrijednosti podudaraju se sa sljedećim rasponima boja:

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

Određivanja svojstava boje provedena su na sobnoj temperaturi ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). Sva mjerenja provedena su u 5 ponavljanja.



Slika 6 Kolorimetar HunterLab MiniScan XE

Senzorska svojstva

Proizvodi su kategorizirani prema kvaliteti na bazi izabranih svojstava metodom bodovanja. To je senzorska metoda za ocjenu kvalitete gotovih proizvoda kojom se određuje u kojoj mjeri svojstva proizvoda zadovoljavaju postavljene zahtjeve. Ako su zahtjevi potpuno zadovoljeni proizvod za ocjenjivano svojstvo dobiva maksimalan broj bodova.

Ispitivači su ocjenjivali proizvode na temelju izgleda kore, mirisa, okusa te teksture i naknadnog okusa. Ocjene su zapisali u tablicu te je na temelju tih ocjena donešena konačna ocjena za svaki pojedini proizvod. Za bodovanje je korištena skala 1 – 5 za svako svojstvo (tzv. ocjene), a bodovi su dobiveni množenjem ocjena s faktorima značajnosti. Te bodove zovemo ponderirani bodovi, koji u ukupnoj kvaliteti proizvoda sudjeluju u onom postotku kojem to svojstvo sudjeluje u ukupnoj kvaliteti proizvoda.

Opis zahtjeva za proizvod koji dobiva ocjenu 5 mora biti na temelju svojstava koja su na internacionalnoj razini prihvaćena kao odlična (Primorac, 2011).

Osim senzorske metode bodovanja, ispitivači su koristili i deskriptivnu metodu, kako bi što detaljnije opisali svojstva ispitivanih uzoraka. Mjerenjem su izmjerene dimenzije sira, a vaganjem utvrđene mase sireva. Opisani su: oblik sira, izgled površine, prereza tijesta, konzistencija, miris te okus.

Određivanje svojstava teksture

Za određivanje teksturalnih svojstava sireva korištena je analiza teksturalnog profila (engl. Texture Profile Analysis, TPA). To je tzv. metoda dvostrukog zagriz, kojom se simulira žvakanje. Ova metoda nudi dobru korelaciju sa senzorskim podacima, a obuhvaća primjenu dva kompresijska ciklusa na hranu, čime se simulira početna faza žvakanja.

Kako bi se simulirao zagriz, tj. žvakanje, uzorak se stavlja na bazu analizatora teksture i podvrgava dvostrukoj kompresiji (uz određeno zadržavanje kompresijske sonde između dva ciklusa), a računalni program zapisuje krivulju promjene sile potrebne za kompresiju uzorka u vremenu podešenom prije eksperimenta. Iz dobivenih rezultata očitavaju se određeni parametri koji uglavnom vrlo dobro koreliraju sa senzorskim ispitivanjima uzorka. Tipičan primjer u ispitivanju teksture prehrambenih proizvoda su čvrstoća, kohezivnost, elastičnost i tzv. odgođena elastičnost, a iz njih se dalje računaju sekundarni parametri, kao što je npr. otpor žvakanju (Foegeding i sur., 2003).

Za određivanje teksturalnog profila sira uzoraka koristio se uređaj TA.XT2i Plus (SMS Stable Micro Systems Texture Analyzer, Surrey, England, **Slika 7**), opremljen cilindričnim probnim tijelom P/20. Dobiveni podaci su analizirani s Texture Exponent 32 softverom (verzija 3.0.5.0.). Sirevi su rezani na kockice (20x20x20 mm) te kao takvi postavljeni na mjernu plohu instrumenta. Mjerenja su obavljena pri sobnoj temperaturi ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). Uzorci su podvrgnuti dvostrukoj kompresiji cilindričnim nastavkom promjera 36 mm, penetracijskom brzinom od 60 mm/min.



Slika 7 Plus Texture Analyser

Iz krivulje ispitivanja teksturalnog profila metodom dvostruke kompresije mogu se očitati:

- čvrstoća – visina prvog pika izražena u jedinicama sile (N) ili mase (g),
- kohezivnost – predstavlja snagu unutrašnjih veza materijala potrebnih da zadrže uzorak koherentnim pri deformaciji, a definirana je omjerom površina ispod drugog i prvog pika ($\text{Površina 2AiB}/\text{Površina 1AiB}$),
- elastičnost – 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 ($\text{Površina 1B}/\text{Površina 1A}$),
- odgođena elastičnost – 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 – 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).

4. REZULTATI

4.1. KEMIJSKI SASTAV I FIZIKALNA SVOJSTVA SIRA

Tablica 8 Fizikalno – kemijska svojstva uzoraka Feta sireva

uzorak	1	2	3	4
mliječna mast (%)	27,74 ± 0,03 ^b	24,17 ± 0,09 ^d	16,82 ± 0,04 ^a	27,96 ± 0,02 ^c
voda (%)	53,16 ± 0,00 ^d	51,54 ± 0,08 ^e	63,11 ± 0,06 ^f	50,27 ± 0,04 ^g
proteini (%)	8,96 ± 0,07 ^g	15,78 ± 0,08 ^b	11,93 ± 0,08 ^c	15,03 ± 0,08 ^a
NaCl (%)	6,02 ± 0,01 ^a	3,45 ± 0,02 ^c	2,27 ± 0,00 ^d	2,69 ± 0,00 ^b
suha tvar (%)	46,85 ± 0,00 ^c	48,47 ± 0,08 ^d	36,89 ± 0,06 ^b	49,87 ± 0,10 ^a
mast u suhoj tvari (%)	59,21 ± 0,06 ^a	49,87 ± 0,27 ^c	45,58 ± 0,17 ^b	56,07 ± 0,15 ^d
bezmasna tvar (BST) (%)	72,27 ± 0,02 ^f	75,83 ± 0,09 ^d	83,19 ± 0,03 ^g	72,04 ± 0,02 ^e
voda u BST (%)	73,56 ± 0,03 ^d	67,96 ± 0,19 ^f	75,87 ± 0,10 ^e	69,77 ± 0,03 ^g
NaCl/voda (%)	11,33±0,02 ^a	6,69±0,03 ^b	3,60±0,00 ^d	5,34±0,01 ^c
voda + masti (%)	80,89±0,03 ^b	75,71±0,17 ^f	79,93±0,10 ^c	78,23±0,02 ^d
proteini:masti	0,323±0,002	0,653±0,001	0,709±0,006	0,537±0,002
a _w	0,915 ± 0,00 ^f	0,934 ± 0,00 ^e	0,947 ± 0,00 ^c	0,945 ± 0,00 ^d
t	24,77 ± 0,00 ^g	24,27 ± 0,00 ^e	24,57 ± 0,00 ^d	24,64 ± 0,00 ^f
pH (20°C)	4,45 ± 0,00 ^e	4,35 ± 0,01 ^f	4,68 ± 0,00 ^b	4,51 ± 0,00 ^d
°SH	60,40 ± 0,40 ^f	91,60 ± 0,40 ^a	73,60 ± 0,00 ^d	70,40 ± 0,80 ^e
uzorak	5	6	7	
mliječna mast (%)	12,32 ± 0,03 ^e	26,83 ± 0,04 ^g	13,77 ± 0,04 ^f	
voda (%)	64,72 ± 0,03 ^c	42,93 ± 0,07 ^b	68,40 ± 0,05 ^a	
proteini (%)	14,63 ± 0,10 ^e	21,58 ± 0,06 ^d	10,98 ± 0,02 ^f	
NaCl (%)	1,78 ± 0,06 ^e	4,89 ± 0,15 ^f	1,35 ± 0,03 ^g	
suha tvar (%)	35,29 ± 0,04 ^e	57,08 ± 0,07 ^f	31,61 ± 0,04 ^g	
mast u suhoj tvari (%)	34,92 ± 0,05 ^e	47,00 ± 0,00 ^g	43,55 ± 0,17 ^f	
bezmasna tvar (BST) (%)	87,68 ± 0,03 ^c	73,18 ± 0,04 ^a	86,24 ± 0,03 ^b	
voda u BST (%)	73,81 ± 0,01 ^b	58,66 ± 0,07 ^c	79,31 ± 0,08 ^a	
NaCl/voda (%)	2,74±0,09 ^e	11,38±0,36 ^a	1,97±0,04 ^f	
voda + masti (%)	77,04±0,00 ^e	69,75±0,04 ^g	82,16±0,08 ^a	
proteini:masti	1,188±0,005 ^a	0,804±0,001 ^b	0,798±0,001 ^c	
a _w	0,959 ± 0,00 ^a	0,907 ± 0,00 ^g	0,951 ± 0,00 ^b	
t	24,85 ± 0,00	24,81 ± 0,00	24,45 ± 0,00	
pH (20°C)	4,63 ± 0,00 ^c	4,89 ± 0,00 ^a	4,25± 0,00 ^g	
°SH	91,20 ± 0,80 ^a	84,00 ± 0,00 ^c	89,20 ± 0,40 ^b	

Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) dva ponavljanja. ^{abc}Fisherovim testom je potvrđena statistička značajnost razlike između srednjih vrijednosti (± SD) svih uzoraka (1-7) prikazanih **Tablicom 8**.

Tablica 9 Kategorizacija uzoraka sireva prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari

udio mliječne masti u suhoj tvari (%)	skupina sireva	uzorci
≥60	ekstra masni	
45 – 59,99	punomasni	1,2,3,4,6
25 – 44,99	masni	5,7
10 – 24,99	polumasni	
<10	posni	

Tablica 10 Kategorizacija sireva prema udjelu vode u bezmasnoj tvari

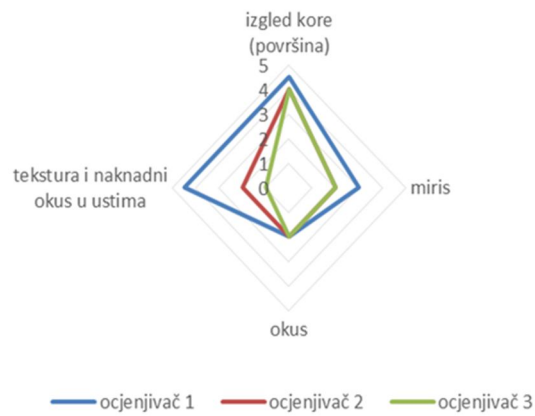
udio vode u bezmasnoj tvari sira (%)	skupina sireva	uzorci
<51	ekstra tvrdi	
49 – 56	tvrdi	
54 – 69	polutvrđi	6
>67	meki	1,2,3,4,5
69 - 85	svježi	

Tablica 11 Kategorizacija sireva prema slanosti

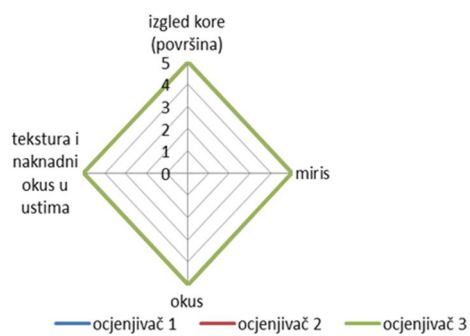
udio soli u vodi (%)	uzorci
≤3,0	5, 7
3,1-6,5	3, 4
≥6,6	1, 2, 6

4.2. REZULTATI SENZORSKE ANALIZE

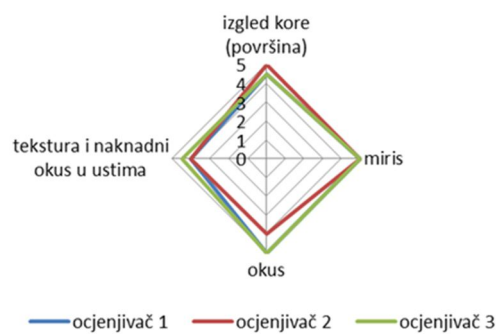
Metoda bodovanja



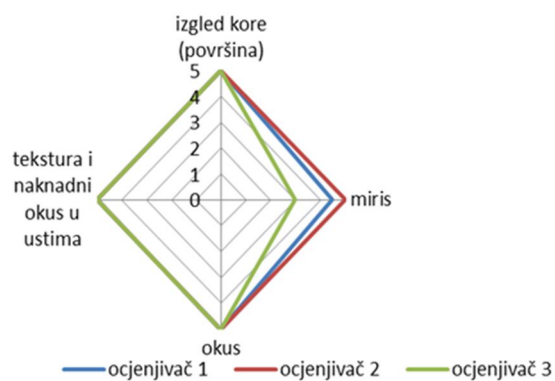
Slika 8 Senzorska ocjena sira 1



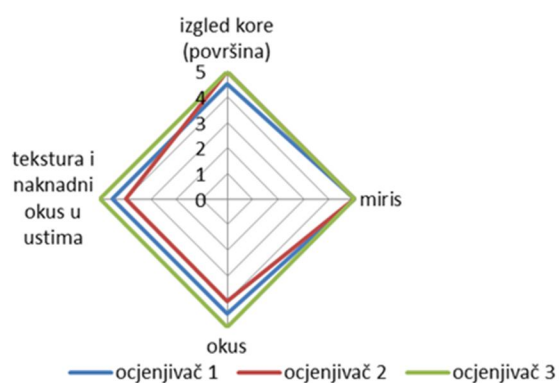
Slika 9 Senzorska ocjena sira 2



Slika 10 Senzorska ocjena sira 3



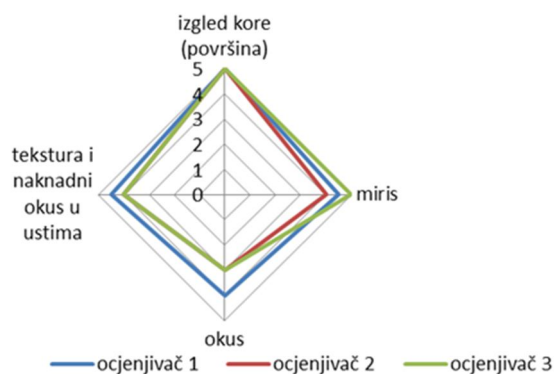
Slika 11 Senzorska ocjena sira 4



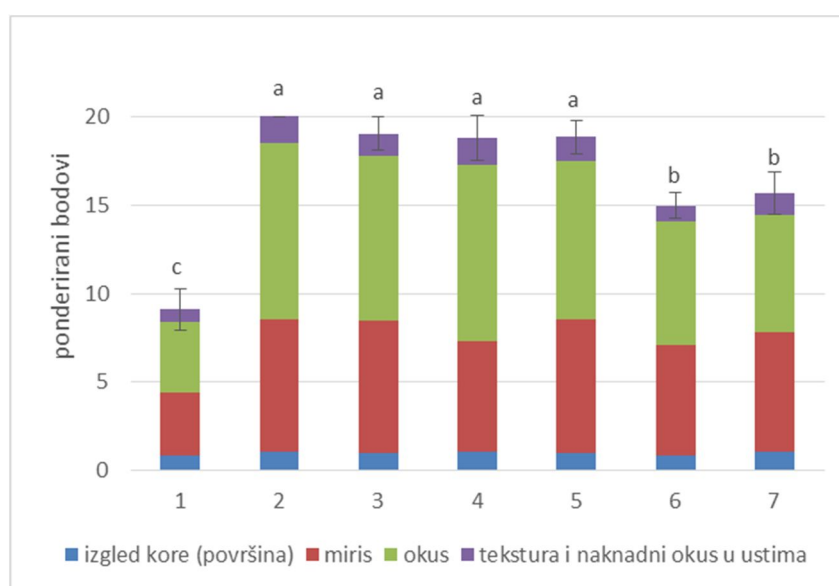
Slika 12 Senzorska ocjena sira 5



Slika 13 Senzorska ocjena sira 6



Slika 14 Senzorska ocjena sira 7



Vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 15 Podaci ponderiranih bodova uzoraka sireva (1-7)

Tablica 12 Kategorije kakvoće sireva

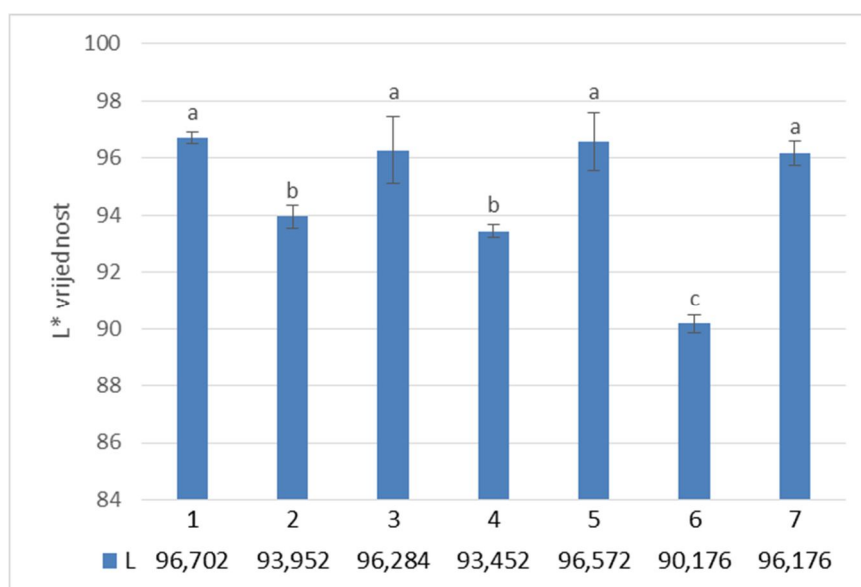
kategorija kakvoće	ponderirani bodovi	uzorci sira
izvrsna	17,6 – 20,0	2, 3, 4, 5
dobra	15,2 – 17,5	7
osrednja	13,2 – 15,1	6
prihvatljiva	11,2 – 13,1	
neprihvatljiva	<11,2	1

Opis sireva

Tablica 9 Opisni prikaz sireva

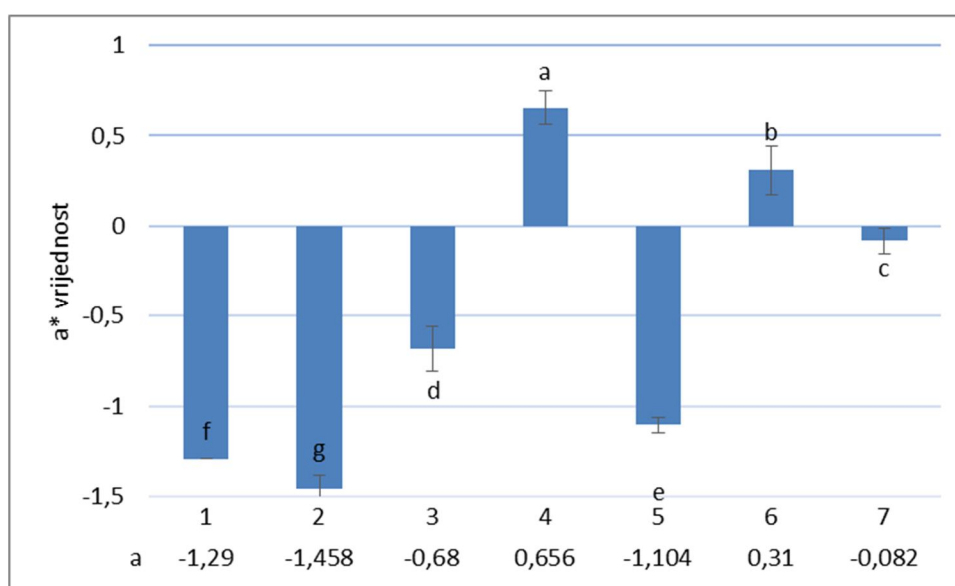
UZORAK	1	2	3	
oblik	kvadar	trokut	kvadar	
dimenzije (cm)	7x5,5x5,5	(1): 11x6,5x5,5 (2):7,5x4x5,5	11x7x3,5	
masa (kg)	231,57	412,66	264,56	
boja	bijela	bijela	bijela	
površina	glatka	tragovi kalupa	glatka	
prerez - tijesto	povezano, bijele boje, bez rupica	s rupicama, povezano, bijele boje	tijesto bez rupica, bijele boje	
konzistencija	ne lijepi se za nož, homogeno tijesto, maziviji	bez lijepljenja za oštricu noža, homogeno, lako rezivo, ne mrvi se	lijepi se za nož malo, maziv, nije kompaktan, malo se raspada	
miris	strani miris	izražen po izvornoj sirovini	kiselkast, ugodan	
okus	preslan, nekarakterističan za proizvod	blago kiselkasta nijansa, izražen po izvornoj sirovini	slan, blago kiselkast	
UZORAK	4	5	6	7
oblik	kolut	kvadar	kvadar	kvadar
dimenzije (cm)	promjer: 8, visina: 5	9,5x9,5x2,2	8,5x8,5x4	12x7,5x3,2
masa (kg)	282,14	250,3	312,59	286,68
boja	blijedožuta	bijela	blijedožuta	bijela
površina	tragovi kalupa	glatka	neravna	glatka
prerez - tijesto	tijesto s rupicama, povezano, blijedožute boje	povezano, bijele boje, nema šupljina	blijedožut, ima šupljine, povezan	bijele boje, bez rupica i šupljina
konzistencija	nimalo se ne lijepi, lako reziv, zreliji, tvrdoća optimalna	malo se lijepi za nož, homogeno	ne lijepi se za nož, homogeno tijesto, malo pretvrd, ne raspada se	premekan
miris	slabo izražen	kiselkast, osvježavajući	slabo kiselkast	kiselkast
okus	slaniji od ostalih, slabo kiseo	dosta kiselkast, slan	strani okus, preslan, nema karakteristične kiselosti	preblago slan, blažeg okusa, kiseliji

4.3. BOJA SIRA



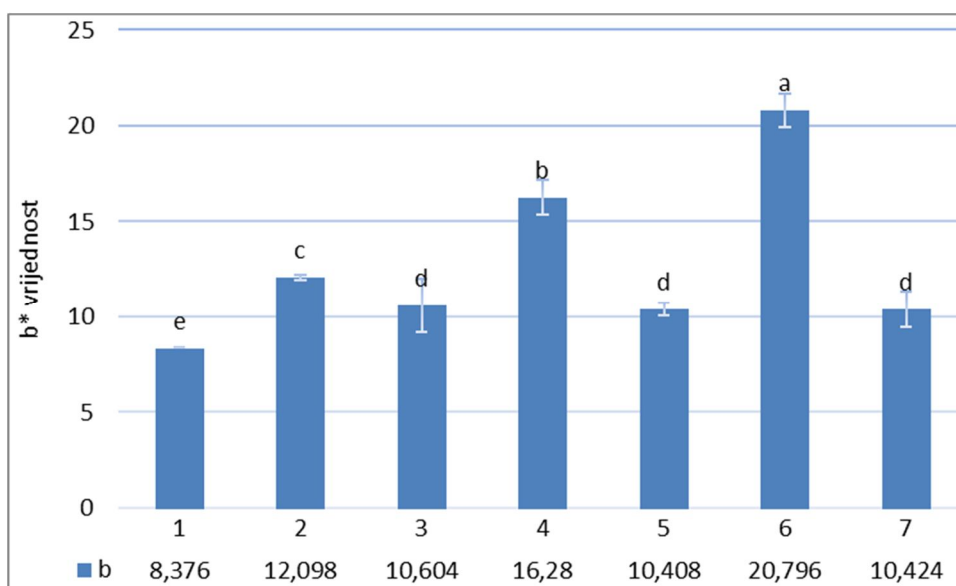
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (\pm SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 16 L* komponenta svjetline sireva



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.

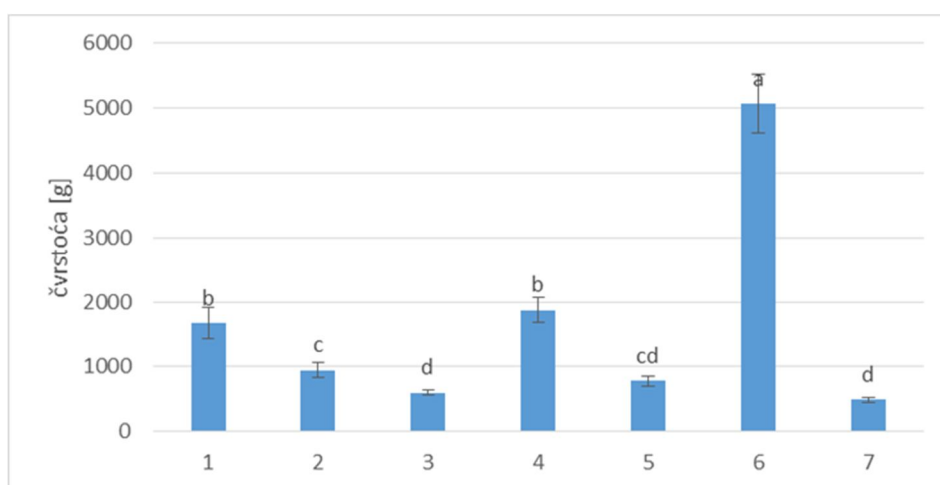
Slika 17 a* komponenta odnosa crvene i zelene boje uzoraka sireva



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.

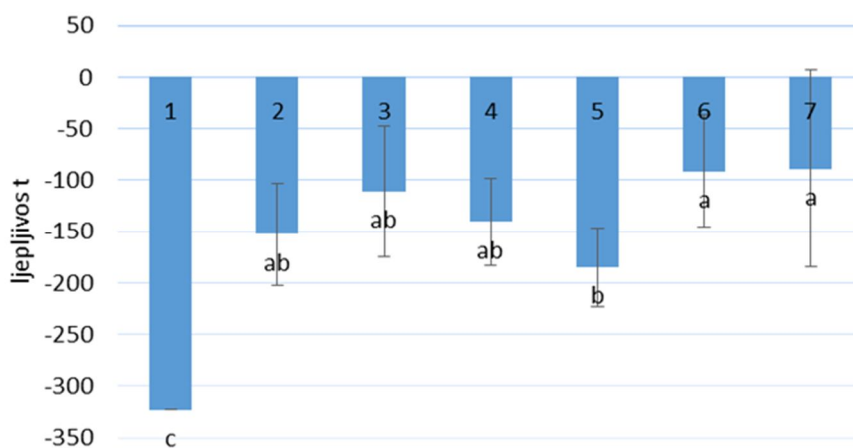
Slika 18 b* komponenta odnosa žute i plave boje sireva

4.4. TEKSTURA SIRA



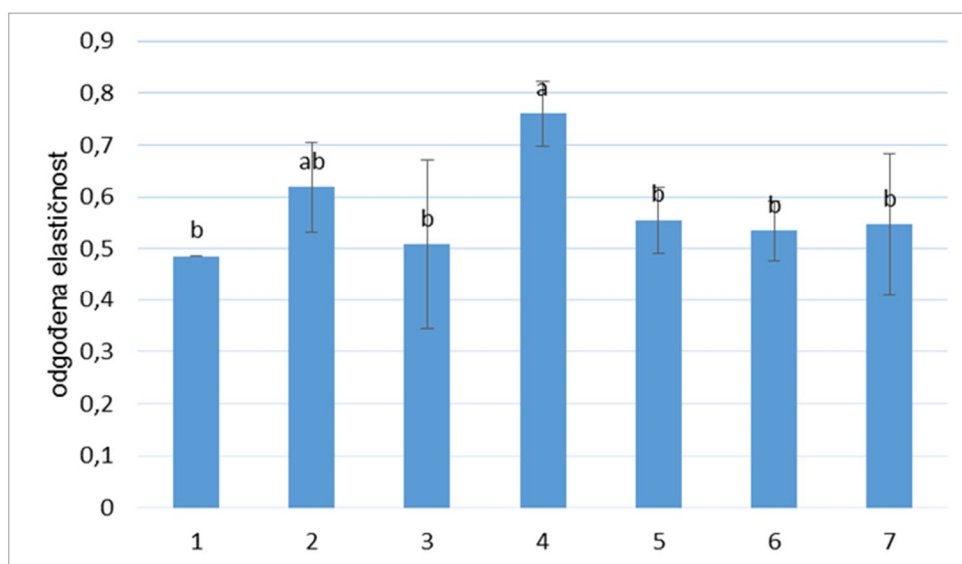
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (\pm SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 19 Grafički prikaz teksture uzoraka sireva



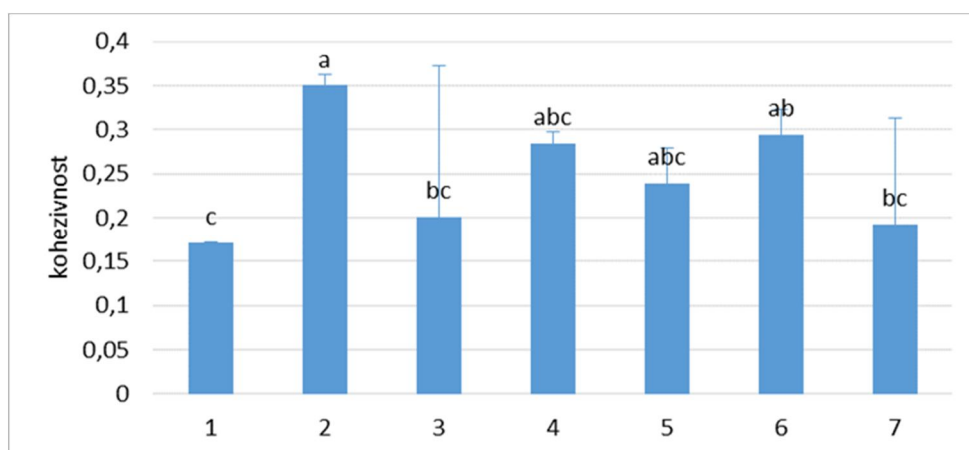
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (\pm SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 20 Grafički prikaz ljepljivosti uzoraka sireva



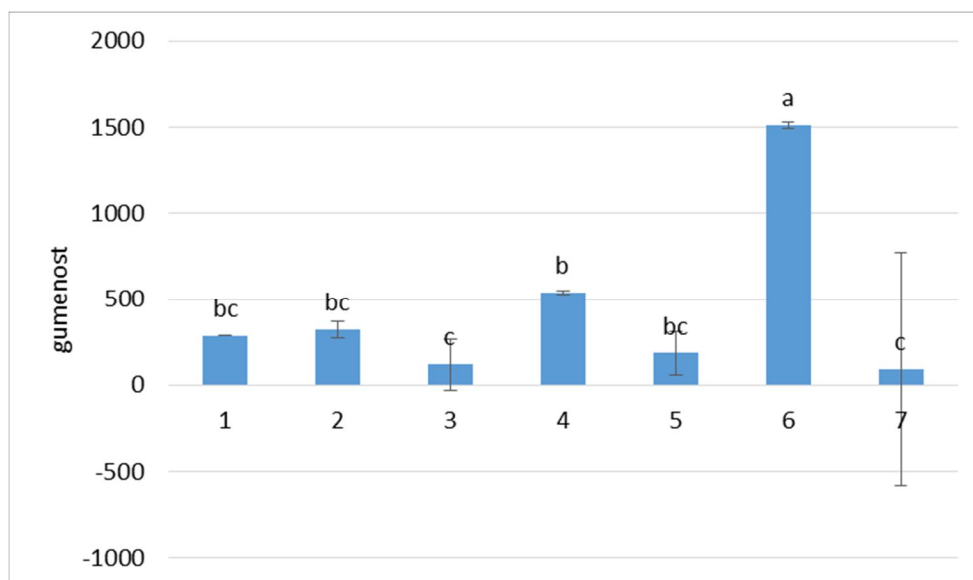
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (\pm SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 21 Grafički prikaz odgođene elastičnosti uzoraka sireva



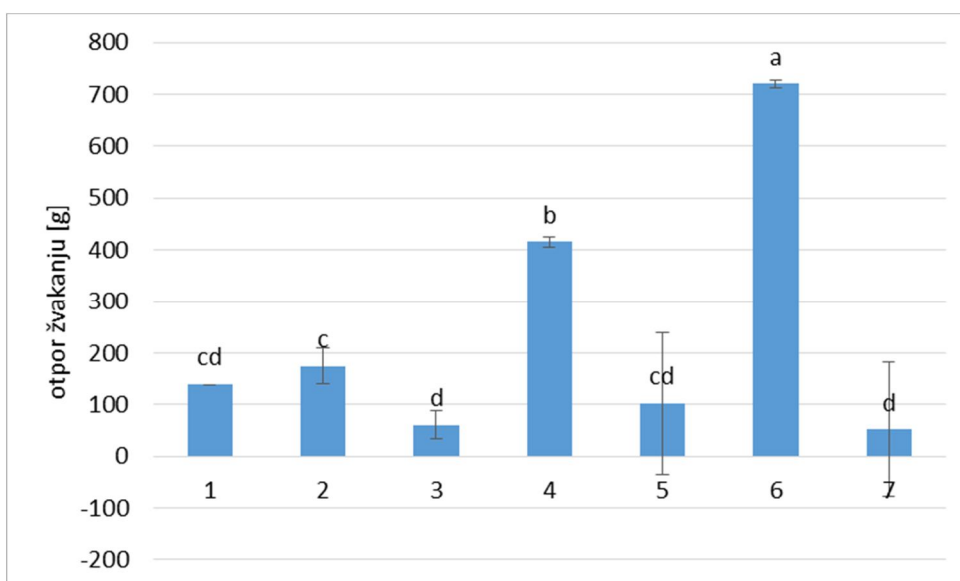
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (\pm SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 22 Grafički prikaz kohezivnosti uzoraka sireva



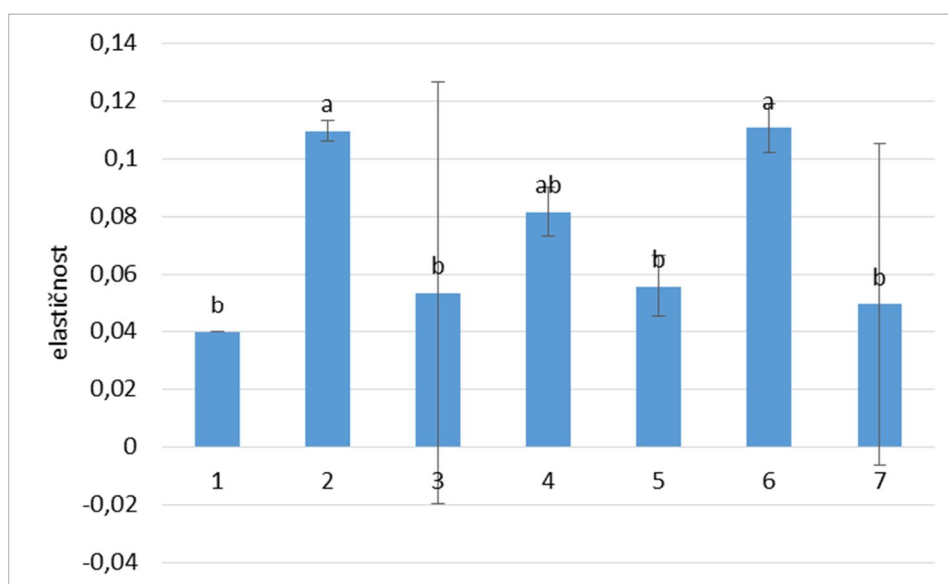
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (\pm SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 23 Grafički prikaz gumenosti uzoraka sireva



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 Grafički prikaz otpora žvakanju svih uzoraka sireva



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 Grafički prikaz elastičnosti uzoraka sireva

Tablica 14 Pearsonova korelacijska matrica

Variables	mliječna mast	voda	proteini	NaCl	suha tvar	NaCl/voda	mast+voda	aw	pH	°SH	L	a	b	površina	miris	okus	naknadni okus	ponderirani bodovi	čvrstoća	ljepljivost	odgođena elastičnost	kohezivnost	gumenost	otpor	žvakanju	elastičnost
mliječna mast	1	0,283	0,794	0,910	0,825	-0,371	-0,774	0,149	-0,554	-0,582	0,219	0,484	-0,448	-0,594	-0,187	-0,308	-0,280	0,602	-0,314	0,331	0,377	0,566	0,638	0,479		
voda	-0,909	1	-0,641	-0,744	-1,000	-0,839	0,724	0,805	-0,427	0,258	0,823	-0,262	-0,728	0,530	0,352	0,047	0,275	0,131	-0,813	0,094	-0,287	-0,599	-0,813	-0,846	-0,732	
proteini	0,283	-0,641	1	0,122	0,641	0,308	-0,961	-0,337	0,644	0,445	-0,906	0,411	0,898	-0,243	0,359	0,368	0,093	0,352	0,759	0,519	0,274	0,764	0,846	0,839	0,873	
NaCl	0,794	-0,744	0,122	1	0,742	0,979	-0,344	-0,934	0,261	-0,547	-0,341	-0,171	0,201	-0,810	-0,776	-0,603	-0,748	-0,677	0,603	-0,593	-0,275	0,041	0,510	0,449	0,204	
suha tvar	0,910	-1,000	0,641	0,742	1	0,837	-0,723	-0,803	0,426	-0,259	-0,823	0,265	0,729	-0,528	-0,352	-0,044	-0,272	-0,129	0,812	-0,094	0,292	0,599	0,812	0,846	0,732	
NaCl/voda	0,825	-0,839	0,308	0,979	0,837	1	-0,504	-0,974	0,363	-0,449	-0,522	-0,028	0,391	-0,830	-0,695	-0,535	-0,717	-0,600	0,746	-0,439	-0,204	0,167	0,672	0,615	0,359	
mast+voda	-0,371	0,724	-0,961	-0,344	-0,723	-0,504	1	0,512	-0,705	-0,343	0,871	-0,223	-0,822	0,440	-0,199	-0,207	0,104	-0,171	-0,816	-0,310	-0,093	-0,711	-0,875	-0,829	-0,839	
aw	-0,774	0,805	-0,337	-0,934	-0,803	-0,974	0,512	1	-0,351	0,374	0,577	-0,044	0,438	0,843	0,638	0,565	0,746	0,578	-0,779	0,283	0,275	-0,151	-0,714	-0,633	-0,392	
pH	0,149	-0,427	0,644	0,261	0,426	0,363	-0,705	-0,351	1	-0,072	-0,524	0,280	0,608	-0,631	0,091	0,082	-0,331	0,013	0,692	0,203	-0,195	0,140	0,688	0,634	0,307	
°SH	-0,554	0,258	0,445	-0,547	-0,259	-0,449	-0,343	0,374	-0,072	1	-0,170	-0,087	0,136	0,418	0,763	0,427	0,480	0,530	-0,092	0,580	0,038	0,472	0,028	-0,038	0,404	
L	-0,582	0,823	-0,906	-0,341	-0,823	-0,522	0,871	0,577	-0,524	-0,170	1	-0,566	-0,965	0,356	-0,072	-0,170	0,069	-0,171	-0,870	-0,453	-0,332	-0,703	-0,931	-0,948	-0,880	
a	0,219	-0,262	0,411	-0,171	0,265	-0,028	-0,223	-0,044	0,280	-0,087	-0,566	1	0,722	-0,019	0,033	0,122	0,067	0,142	0,491	0,586	0,484	0,103	0,520	0,632	0,243	
b	0,484	-0,728	0,898	0,201	0,729	0,391	-0,822	-0,438	0,608	0,136	-0,965	0,722	1	-0,311	0,122	0,228	-0,020	0,213	0,856	0,530	0,394	0,608	0,915	0,958	0,777	
površina	-0,448	0,530	-0,243	-0,810	-0,528	-0,830	0,440	0,843	-0,631	0,418	0,356	-0,019	-0,311	1	0,604	0,666	0,919	0,698	-0,739	0,313	0,580	0,207	-0,642	-0,515	-0,056	
miris	-0,594	0,352	0,359	-0,776	-0,352	-0,695	-0,199	0,638	0,091	0,763	-0,072	0,033	0,122	0,604	1	0,830	0,757	0,903	-0,284	0,744	0,227	0,437	-0,144	-0,139	0,326	
okus	-0,187	0,047	0,368	-0,603	-0,044	-0,535	-0,207	0,565	0,082	0,427	-0,170	0,122	0,228	0,666	0,830	1	0,899	0,972	-0,243	0,538	0,635	0,626	-0,109	0,006	0,445	
naknadni okus	-0,308	0,275	0,093	-0,748	-0,272	-0,717	0,104	0,746	-0,331	0,480	0,069	0,067	-0,020	0,919	0,757	0,899	1	0,895	-0,512	0,445	0,708	0,499	-0,384	-0,246	0,249	
ponderirani bodovi	-0,280	0,131	0,352	-0,677	-0,129	-0,600	-0,171	0,578	0,013	0,530	-0,171	0,142	0,213	0,698	0,903	0,972	0,895	1	-0,274	0,676	0,551	0,597	-0,129	-0,041	0,449	
čvrstoća	0,602	-0,813	0,759	0,603	0,812	0,746	-0,816	-0,779	0,692	-0,092	-0,870	0,491	0,856	-0,739	-0,284	-0,243	-0,512	-0,274	1	0,151	-0,011	0,343	0,988	0,951	0,591	
ljepljivost	-0,314	0,094	0,519	-0,593	-0,094	-0,439	-0,310	0,283	0,203	0,580	-0,453	0,586	0,530	0,313	0,744	0,538	0,445	0,676	0,151	1	0,243	0,352	0,271	0,281	0,438	
odgođena elastičnost	0,331	-0,287	0,274	-0,275	0,292	-0,204	-0,093	0,275	-0,195	0,038	-0,332	0,484	0,394	0,580	0,227	0,635	0,708	0,551	-0,011	0,243	1	0,586	0,071	0,288	0,426	
kohezivnost	0,377	-0,599	0,764	0,041	0,599	0,167	-0,711	-0,151	0,140	0,472	-0,703	0,103	0,608	0,207	0,437	0,626	0,499	0,597	0,343	0,352	0,586	1	0,462	0,522	0,941	
gumenost	0,566	-0,813	0,846	0,510	0,812	0,672	-0,875	-0,714	0,688	0,028	-0,931	0,520	0,915	-0,642	-0,144	-0,109	-0,384	-0,129	0,988	0,271	0,071	0,462	1	0,972	0,694	
otpor žvakanju	0,638	0,846	0,839	0,449	0,846	0,615	-0,829	-0,633	0,634	-0,038	-0,948	0,632	0,958	-0,515	-0,139	0,006	-0,246	-0,041	0,951	0,281	0,288	0,522	0,972	1	0,714	
elastičnost	0,479	-0,732	0,873	0,204	0,732	0,359	-0,839	-0,392	0,307	0,404	-0,880	0,243	0,777	-0,056	0,326	0,445	0,249	0,449	0,591	0,438	0,426	0,941	0,694	0,714	1	

Podebljane vrijednosti su statistički značajne na nivou značajnosti $p < 0,05$

5. RASPRAVA

5.1. REZULTATI ODREĐIVANJA FIZIKALNO – KEMIJSKIH SVOJSTAVA

Tablica 8 prikazuje rezultate ispitivanja kemijskog sastava te fizikalnih svojstava ispitivanih sireva. Iako se svi ispitivani sirevi na tržištu deklariraju kao sirevi tipa Feta, postoji statistički značajna razlika među uzorcima u osnovnom kemijskom sastavu. Tako se uzorak 4 ističe kao sir sa najvišim udjelom mliječne masti (27,96%), dok uzorak 5 ima najmanje mliječne masti (12,32%). Postoji statistički značajna pozitivna korelacija (**Tablica 14**) između udjela mliječne masti i udjela ukupne suhe tvari (0,910). Važna karakteristika sira jest dobar izvor proteina, čime se posebno ističe uzorak broj 6 (Bjelovarski slani sir), s prosječnih 21,58% proteina, ali i s najvećim udjelom suhe tvari.

Prema **Tablici 14** vidimo da je udio proteina u uzorcima u pozitivnom korelacijskom odnosu sa čvrstoćom sira, kohezivnosti, gumenosti, elastičnosti i otporom žvakanja.

Prema rezultatima ispitivanja sirevi se mogu podijeliti u skupine prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira (MPRR, 2013.). Uzorci 1, 2, 3, 4 i 6, kod kojih se vrijednosti udjela mliječne masti u suhoj tvari kreću u rasponu 45,58 - 59,21% se mogu ubrojiti u punomasne sireve, dok uzorci 5 i 7 sadrže 34,92%, odnosno 43,55% te se stoga svrstavaju u masne sireve (**Tablica 9**).

Budući da većina sireva sadrži više od 67% vode u bezmasnoj tvari, oni se kategoriziraju kao meki sirevi, što je tipično za sireve tipa Feta. Izuzetak je uzorak 6, koji ima svega 58,66% vode u bezmasnoj tvari i stoga se mora deklarirati kao polutvrđi. Ovaj sir (Bjelovarski slani sir), je i po konzistenciji više sličio polutvrđim sirevima.

Iz **Tablice 11** je vidljivo da s obzirom na slanost, većina sireva tipa Feta s tržišta ima visok udio soli, što je očekivano za ovu vrstu sira. Kao manje tipičan uzorak se ističe uzorak broj 7, sa nešto slabijim udjelom soli. Tradicionalan Feta sir star 60 – 75 dana prosječno sadrži 5,15 - 5,19% NaCl-a u vodi, ovisno o starosti sira (Tamime, 2006). Iz **Tablice 8** vidimo da se uzorak 4 najbolje uklapa u ovaj standard.

Aktivitet vode (a_w) je količina vode raspoloživa za rast mikroorganizama. Okus sira uglavnom je određen biokemijskim reakcijama koje pokreću mikroorganizmi (Robinson i Tamime, 1991), što a_w čini važnim fizikalnim parametrom. Najviši a_w ima uzorak 5, a najniži uzorak broj 6. Postoji statistički značajna negativna korelacija (-0,934) između masenog udjela soli u sirevima i aktiviteta vode (**Tablica 14**).

Nakon završetka procesa soljenja sira u proizvodnji, pH vrijednost doseže zadovoljavajući raspon, što za dobar Feta sir znači 4,4 - 4,6. Razvoj kiselosti tijekom proizvodnje sira je u obrnutom odnosu sa udjelom vode (Robinson i Tamime, 1991). Upravo tu činjenicu potvrđuju i rezultati ovoga istraživanja; uzorak 6 kao najkiseliji ima najniži udio vode, a uzorak 7 s najnižom pH vrijednosti ima najviši udio vode.

Kiselost sireva ispitana je i titracijom s lužinom. Osnovna razlika između ove metode i mjerenja pH vrijednosti je u tome što smo mjerenjem pH izmjerili aktivnu kiselost sireva, odnosno koncentraciju disociranih vodikovih iona, dok određivanjem titracijske kiselosti mjerimo i latentnu kiselost, koja potječe od nedisociranih kiselih sastojaka. Proizvodi sa većim udjelom bezmasne suhe tvari mogu imati povećanu titracijsku kiselost, a da pritom aktivna kiselost ne mora biti značajno izražena (Stelkić, 1968). Najveću kiselost od 91,60° SH imao je uzorak 2, a najmanju uzorak 1 (60,40° SH).

5.2. SENZORSKA OCJENA SIREVA

Sirevi se mogu kategorizirati i prema ponderiranim bodovima, osvojenim metodom bodovanja (**Tablica 12**).

Svojstva sireva su i opisno prikazana **Tablicom 13**.

Najbolje ocijenjen je sir broj 2, koji je zahvaljujući vrhunskim parametrima kakvoće dobio maksimalne ocjene sva tri ocjenjivača. Najslabije je ocijenjen uzorak broj 1, koji senzorski nije zadovoljio zahtjeve kakvoće Feta sira, što se može pripisati previsokom udjelu soli. **Slike 8 - 14** prikazuju detaljne grafovi bodovanja svih 7 uzoraka sireva. Primjer obrasca senzorskog ocjenjivanja sira nalazi se u **Prilogu 1**.

5.3. BOJA SIRA

Boja je važno senzorsko svojstvo sira. Posebno se cijene sirevi kojima nije dodana nikakva boja tijekom proizvodnje, nego je ona posljedica biokemijskih reakcija tijekom zrenja (Petrović, 2015).

Na **slici 16** nalazi se grafički prikaz svjetline (L^* komponenta boje). Svi uzorci sireva pokazali su vrijednost L^* veću od 90, što znači da su sirevi svijetle boje ($L^*=100$ znači potpuno bijelo), što odgovara i opisnom prikazu boje u **Tablici 13**, a što je karakteristično za Feta sir.

Na **Slici 17** nalazi se grafički prikaz a^* parametra boje uzoraka sireva. Parametar a^* označava raspon boja zelena ($-a^*$) ili crvena ($+a^*$). Kod uzoraka s negativnim vrijednostima ovog parametra (uzorci 1, 2, 3, 5 i 7) blago prevladava zelena boja. Uzorci 4 i 6 su u pozitivnom spektru, što znači da kod njih boja više naginje prema crvenoj.

Na **Slici 18** nalazi se grafički prikaz b^* parametra boje uzoraka sireva. Parametar b^* odgovara rasponu boja žuto ($+b^*$) ili plavo ($-b^*$). Svi sirevi nalaze se u pozitivnom spektru ovog parametra, što znači da žuta boja prevladava više od plave.

5.4. ANALIZA TEKSTURE SIREVA

Tekstura određuje ne samo identitet i kvalitetu sira, već i njegova mehanička svojstva. Specifična svojstva teksture Feta sira rezultat su kombinacije velikog broja faktora i ovise o emulgirajućim solima, vodi, temperaturi, trajanju obrade i slično.

Iz **Tablice 14** zaključujemo kako je čvrstoća uzoraka sireva u značajno pozitivnom korelacijskom odnosu sa vrijednostima gumenosti i otpora žvakanju.

Tekstura sireva s manjim udjelom masnoće i ujedno manjim globulama masti, čvršća je i elastičnija od one kod punomasnih sireva, gdje su globule masti različitih veličina i oblika raspršene u proteinskom matriksu. Takvi sirevi imaju čvrstu i gumastu strukturu (Petrović, 2015). Ove činjenice potvrđuju rezultati ovog istraživanja prikazanih grafovima (**Slike 19 – 25**). Uzorak 4 sa najvećim sadržajem masti pokazao se ujedno i kao najgumeniji uzorak.

Količina vode i soli u siru mijenja utjecaj pH na teksturu sira. Sirevi sa velikim udjelom vode, pri određenom pH i udjelu soli, manje su čvrsti nego sirevi sa manjim udjelom vode (Petrović, 2015). Tako uzorak 6 s visokim udjelom NaCl-a pokazuje najmanju čvrstoću od svih uzoraka sireva. To objašnjava činjenica da sol inhibira sinerezu tijekom proizvodnje sireva (Dragalić i sur., 2002) prilikom čega nastaju mekši gruševi, pa i u konačnici dobiveni proizvodi uglavnom pripadaju skupini mekih sireva.

Visoki udio masti i vode narušava proteinsku strukturu te je sir u konačnici mekši. Uzorak 7 ima najviši udio vode te najmanju čvrstoću.

Povećanjem udjela kazeina (proteina) povećava se čvrstoća sira. To vidimo iz rezultata uzorka 6, koji kao uzorak s daleko najvećim postotkom proteina ima i uvjerljivo najveću čvrstoću, a također pokazuje i najveći otpor žvakanju. Očigledno je da otpor žvakanju,

odnosno energija potrebna za žvakanje uzorka ovisi o građi proteinsko-masnog kompleksa sira. Isto vrijedi i za svojstvo gumenosti i elastičnosti, za koje uzorak 6 također pokazuje visoke vrijednosti.

Uzorak 1 ima najmanju elastičnost, odgođenu elastičnost te najmanju kohezivnost. Kad je o kemijskom sastavu riječ, isti uzorak ima najmanje proteina, najslaniji je te sadrži visok udio masti.

Kada je o svojstvu ljepljivosti riječ, kod uzoraka možemo primijetiti gotovo potpunu korelaciju s udjelom NaCl-a:

- ljepljivost: 1>6>2>4>3>5>7
- udio NaCl: 1>5>2>4>3>6>7.

Iznimno, uzorci 5 i 6 odstupaju od ove pretpostavke. To dokazuje kompleksnost teksture sira, koja se ne može promatrati putem jednog ili dva parametra, nego je potrebna dublja analiza ocjene mnogih svojstava koja utječu na kakvoću sira (Petrović, 2015).

6. ZAKLJUČCI

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

1. U ovom diplomskom radu provedena je analiza 7 vrsta sireva tipa Feta s tržišta. U sklopu toga ispitana su fizikalno – kemijska svojstva uzoraka, tekstura te senzorske karakteristike.
2. Na temelju rezultata sirevi su kategorizirani prema različitim kriterijima te opisani.
3. U pogledu slanosti, svi analizirani Feta sirevi pripadaju kategoriji visokog udjela soli. Posljedično, uzimajući u obzir zadržavanje veće količine sirutke tijekom proizvodnje te visok udio vode konačnog proizvoda, svrstavaju se u meke sireve, a izuzetak je uzorak 6, koji se kategorizira kao polutvrđi.
4. Iako sol određuje specifična svojstva Feta sireva, ipak u previsokoj koncentraciji negativno utječe na karakteristike proizvoda.
5. Postoji statistički značajna negativna korelacija između udjela soli u vodi uzoraka sa izgledom kore te aktivitetom vode. Pozitivan korelacijski odnos utvrđen je između udjela soli u vodi s udjelima mliječne masti i suhe tvari sireva.
6. Svi uzorci sireva zadovoljili su senzorske zahtjeve kakvoće Feta sira.
7. Rezultati analize boje pokazali su da su svi uzorci svijetle boje, što je karakteristično za Feta sir.
8. Promatrajući rezultate analize parametra a^* vidljivo je da većina sireva ima negativne vrijednosti te prevladava zelena boja. Samo uzorci 4 i 6 su u pozitivnom spektru, odnosno više naginju prema crvenoj boji.
9. S obzirom na parametar b^* svi sirevi su u pozitivnom spektru, iz čega se može zaključiti da žuta boja prevladava više od plave.
10. Uzorak 1 istaknuo se kao sir sa znatno višim udjelom soli od prosjeka, što utječe ne samo na negativne senzorske ocjene, nego i na slabija teksturalna svojstva, koja određuju identitet i kvalitetu sira te njegova mehanička svojstva.

11. Sirevi sa višim udjelom soli imali su manju čvrstoću, elastičnost i odgođenu elastičnost, a veću ljepljivost.
12. Nisu svi rezultati u potpuno u skladu s očekivanim korelacijskim odnosima, što dokazuje da je potrebna detaljnija analiza mnogih svojstava koji određuju kvalitetu sira.

7. LITERATURA

- Dragalić I, Tratnik Lj, Božanić R, Kozlek D: Proizvodnja, prinos i svojstva sireva tipa Feta i Domiati od kozjeg mlijeka. *Mljekarstvo* 52(2):137-153, 2002.
- Foegeding E A, Brown J, Drake M A, Daubert C R: Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Dairy Journal*, 13:585-591, 2003.
- Lukač-Havranek J: Sirarstvo kroz vjekove i proizvodnja danas. U *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 51:4-5, 1989.
- Lukinac-Čačić J: Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja, *Doktorski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2012.
- Matijević B, Blažić M: Primjena spektroskopskih tehnika i kemometrijskih metoda u tehnologiji mlijeka. U *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 58:2, 2008.
- MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: *Pravilnik o mesnim proizvodima*. Narodne novine 131/12.
- MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: *Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva*. Narodne novine 20/09, 2009.
- Petrović D: Fizikalno – kemijske, mikrobiološke i promjene strukture tijekom zrenja kravljeg, ovčjeg i miješanog sira, *Završni rad*. Veleučilište u Karlovcu, Odjel prehrambene tehnologije, Karlovac, 2015.
- Pitso S: Quality Aspects of Feta Cheese Manufactured of Cow's Milk and Goat's Milk. University of Pretoria, Pretoria, South Africa, 1999.
- Primorac Lj: Senzorske analize (nastavni materijali za kolegij Kontrola kakvoće hrane). Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2011.
http://studenti.ptfos.hr/Preddiplomski_studij/Kontrola_kakvoce_hrane/predavanja/
[24.09.2016.]
- Robinson R K, Tamime A Y: *Feta and Related Cheeses*. Ellis Horwood Limited, Chichester, England, 1991.
- Slačanac 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/2015-2016/predavanja/ [23.09.2016.]
- Stelkić R: Metode određivanja kiselosti mlijeka. U *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 18:6, 1968.
- Šćurić M: Proizvodnja sira feta. U *Mljekarstvo*, 41:12, 1991.
- Tamime A: *Brined cheeses*. Dairy Science and Technology Consultant, Ayr, UK, 2006.

8. PRILOZI

Prilog 1 Obrazac za opisno ocjenjivanje sireva

PARAMETAR KAKVOĆE	zahtjev za senzorsku kakvoću	ocjena	čimbenik značajnosti
izgled kore (površine)	homogena, glatka, sjajna, jednolična boja po čitavoj površini	5	0,2
	neravna površina, malo hrapava, zamjetna nejednolikost boje na površini kore	3 - 4	
	kora ispućala, potpuno neravna, hrapava, zamjetne zone različitih boja kore (površine sira), strana i nekarakteristična boja kore ili površine sira	1 - 2	
miris	ugodan, niti presnažan niti preslab, karakteristično po mlijeku, diskretni miris, bez ikakvih stranih mirisa	4 - 5	1,5
	prenaglašeni miris, nedovoljno izražen okus, slabije se osjeti miris mlijeka, tragovi užeglosti	3	
	potpuno nekarakterističan za proizvod, prejaka aroma koja sakriva miris mlijeka, užegao, miris po plijesni	1-2	
okus	jasno izražen, karakterističan za proizvod, po mlijeku, bez stranih okusa, umjerena aroma, umjereno slan	4 - 5	2,
	preizražen okus po mlijeku, preslaba aroma, nedovoljno slan, tragovi kiselosti, gorčine i užeglosti, okus po kori sira, tragovi stranih okusa	3	
	proizvod stranog okusa, nekarakterističan okus, užegao, kiseo, gorak, preslan, potpuno neslan (bljutav), preintenzivna aroma, okus po plijesni	1 - 2	
tekstura i naknadni okus u ustima	sir kompaktno, homogen, tvrdoća karakteristična za proizvod (nije pretvrd niti premekan), presjek gladak i pravilan, bez neravnina, jednolika boja po čitavom presjeku, cijela masa jednolična i bez grudica, ne lijepi se za usta	5	0,3
	zamjetne male neravnine i udubljenja, malo pretvrd ili premekan, na presjeku zamjetne male nehomogenosti	3 - 4	
	sir pretvrd ili premekan, presjek nepravilan, nejednolike granulacije i boje, pjeskovit ili gnjecav, osjetno se lijepi za usta	1 - 2	

Prilog 2 Listić za senzorsko ocjenjivanje sireva

OCJENJIVAČ:

datum:

PARAMETAR KAKVOĆE	čimbenik značajnosti	UZORCI						
		1	2	3	4	5	6	7
IZGLED KORE (POVRŠINE)	0,2							
MIRIS	1,5							
OKUS	2,0							
TEKSTURA I NAKNADNI OKUS U USTIMA	0,3							
PONDERIRANI BODOVI								