

# Mogućnost primjene različitih voćnih sokova za koagulaciju mlijeka u proizvodnji kuhanog sira

---

Šajatović, Tena

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:109:849028>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

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



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

**Tena Šajatović**

**MOGUĆNOST PRIMJENE RAZLIČITIH VOĆNIH SOKOVA ZA  
KOAGULACIJU MLIJEKA U PROIZVODNJI KUHANOG SIRA**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, ožujak 2017.

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 prehrambene tehnologije****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 12. 7. 2016.**Mentor:** dr. sc. *Mirela Lučan* znan. sur.**Pomoć pri izradi:** Ana Domaćinović, dipl. ing., stručni suradnik**Mogućnost primjene različitih voćnih sokova za koagulaciju mlijeka u proizvodnji kuhanog sira***Tena Šajatović, 295-DI***Sažetak:**

Kuhani sir se tradicionalno proizvodi od kravljeg mlijeka koagulacijom pomoću octa. Cilj ovog istraživanja je ispitivanje mogućnosti koagulacije mlijeka pomoću voćnih sokova u proizvodnji novih tipova kuhanog sira. Osim tradicionalno korištenog alkoholnog octa, upotrijebljeno je pet različitih koagulanata: sok limuna, limete, naranče, grejpa i ananasa te su ispitana neka kvantitativna i kvalitativna svojstva tako dobivenih sireva. Ispitivani su procesni parametri, prinos sira, fizikalno kemijska svojstva, boja, profil teksture te senzorska svojstva. Sir dobiven koagulacijom pomoću octa imao je najveći prinos, međutim svi uzorci su imali visoke vrijednosti ovog parametra (13,29-15,54%). Rezultati kemijske analize su pokazali da sirevi dobiveni koagulacijom pomoću voćnih sokova imaju viši udio proteina, ali niži udio mliječne masti u suhoj tvari i nižu kiselost u odnosu na tradicionalno proizveden kuhani sir. Prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira (62,98-69,08%), svi se uzorci kategoriziraju kao polutvrđi, dok prema udjelu masti u suhoj tvari (40,94-48,64%) pripadaju skupini punomasnih odnosno masnih sireva. Nije pronađen statistički značajan utjecaj različitih voćnih sokova na teksturalna svojstva čvrstoće, gumenosti, otpora žvakanju i elastičnosti uzoraka sireva. Prema rezultatima testa bodovanja, svi uzorci su dobili visoke senzorske ocjene. Ukupni rezultati pokazuju da je moguća proizvodnja kuhanog sira izvrsne prihvatljivosti dobivenog koagulacijom mlijeka pomoću ispitivanih voćnih sokova.

**Ključne riječi:** kuhani sir, toplinsko-kiselinska koagulacija, koagulant, alkoholni ocat, voćni sokovi**Rad sadrži:** 74 stranica  
40 slika  
18 tablica  
3 priloga  
20 literaturnih referenci**Jezik izvornika:** Hrvatski**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

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

**Datum obrane:** 23. ožujka 2017.

**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

**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 12, 2016.  
**Mentor:** *Mirela Lučan*, PhD

**The possibility of applying different fruit juices in the coagulation of milk in production of cooked cheese**  
*Tena Šajatović, 295-DI*

### Summary:

Cooked cheese is traditionally produced from cow's milk by the use of vinegar. This study was conducted to examine the possibility of fruit juices application for coagulation of milk in new types of cooked cheese production. Except traditionally used vinegar, five kinds of acidulant, namely lemon, lime, orange, grapefruit and pineapple juices were used to assess some quantitative and qualitative properties of cooked cheese. The parameters evaluated included processing parameters, yield of cheese, physicochemical composition and textural profile and sensory analyses. Cheese made by the use of vinegar recorded the highest yield, but all samples showed high values (13.29-15.54%). The results of chemical analysis showed that the protein content of fruit juices cooked cheese samples were higher, while the fat content in total solids and acidity of the same cheeses were lower than traditionally produced cooked cheese. In terms of water content in non-fat matter (62.98-69.08%), all samples belong to the group of semi hard cheeses, and in terms of content of fat in dry matter (40.94-48.64%), it belongs to the group of full-fat and fat cheeses. No significant difference was observed on the effect of coagulant type on the hardness, fracturability, gumminess, chewiness and resilience of cheese samples. According to scoring test, all samples are received high sensory scores. Overall results showed that it is possible to produce acceptable cooked cheese using tested fruit juices for milk coagulation.

**Key words:** cooked cheese, heat-acid coagulation, coagulant, vinegar, fruit juices

**Thesis contains:** 74 pages  
40 figures  
18 tables  
3 supplements  
20 references

**Original in:** Croatian

### Defense committee:

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

**Defense date:** March 23, 2017

**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 velikoj pomoći i vodstvu prilikom izrade diplomskog rada, te prof. dr. sc. Vedranu Slačancu koji nam je na zanimljiv način približio tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda te na taj način doprinio izboru područja za izradu diplomskog rada.

Najveća hvala članovima moje obitelji koji su mi omogućili studiranje, te bili najveća podrška tijekom ovih 5 godina studiranja.

Također zahvaljujem kolegici Jeleni na pomoći pri izradi diplomskog rada, Štefici i Ivani koje su vrijeme provedeno u Osijeku učinile ljepšim.

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 MLIJEKO KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU SIRA</b> .....	<b>4</b>
2.1.1.    Kemijski sastav mlijeka .....	4
2.1.1.1    Voda .....	4
2.1.1.2    Mliječna mast .....	5
2.1.1.3    Bjelančevine .....	6
2.1.1.4    Mliječni šećer (laktoza) .....	6
2.1.1.5    Mineralne tvari .....	6
2.1.1.6    Vitamini .....	7
<b>2.2.    DEFINICIJA I VRSTE SIRA</b> .....	<b>7</b>
2.2.1.    Definicija sira .....	7
2.2.2.    Podjela i vrste sireva .....	8
<b>2.3.    VRSTE KUHANOG SIRA</b> .....	<b>11</b>
2.3.1.    Sirutkin ili albuminski kuhani sir .....	11
2.3.2.    Kuhani sir od mlijeka .....	13
2.3.3.    Kuhani sir od svježeg sira .....	15
<b>2.4.    KISELINSKO-TOPLINSKA KOAGULACIJA MLIJEKA</b> .....	<b>16</b>
2.4.1.    Načini koagulacije mlijeka .....	16
2.4.1.1    Grušanje pomoću kiseline .....	17
2.4.1.2    Grušanje pomoću proteolitičkih enzima .....	18
2.4.1.3    Grušanje djelovanjem topline .....	18
2.4.2.    Mehanizam toplinsko-kiselinskog grušanja .....	18
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1.    ZADATAK</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2.    MATERIJAL I METODE</b> .....	<b>22</b>
3.2.1.    Sirovine .....	22
3.2.2.    Priprema voćnih sokova .....	23
3.2.3.    Laboratorijska proizvodnja kuhanog sira .....	23
3.2.4.    Prinos sira .....	26
3.2.5.    Određivanje sastava i fizikalno-kemijskih svojstava sireva .....	26
3.2.6.    Senzorska svojstva sira .....	28
3.2.7.    Analiza boje sireva .....	30
3.2.8.    Određivanje svojstva teksture sireva .....	31
3.2.9.    Statistička obrada rezultata .....	33
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1.    SASTAV MLIJEKA ZA SIRENJE</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2.    PARAMETRI PROIZVODNJE</b> .....	<b>36</b>
<b>4.3.    PRINOS SIREVA</b> .....	<b>38</b>
<b>4.4.    KEMIJSKI SASTAV KUHANIH SIREVA</b> .....	<b>40</b>
<b>4.5.    SENZORSKE OCJENE SIREVA</b> .....	<b>43</b>

4.5.1.	Opisna svojstva sira .....	43
4.5.2.	Senzorska ocjena sireva metodom bodovanja .....	45
<b>4.6.</b>	<b>REZULTATI ANALIZE BOJE .....</b>	<b>51</b>
<b>4.7.</b>	<b>ANALIZA TEKSTURALNOG PROFILA .....</b>	<b>55</b>
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČCI .....</b>	<b>61</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>65</b>
<b>7.</b>	<b>PRILOZI.....</b>	<b>69</b>

## **1. UVOD**



Sir je svježi ili zreli proizvod dobiven grušnjem mlijeka (sirutke, stepke, vrhnja ili njihove kombinacije), uz izdvajanje sirutke (Tratnik, 1998). Sirevi su u prehrani čovjeka vrlo važna namirnica jer su u njih prenesene sve vrijednosti iz mlijeka (Lambaša Belek, Gaćina, Radić, 2005).

Kao i većina svjetskih sireva, tako i svaki dio Hrvatske posjeduje posebne vrste sireva koji su potekli iz lokalne – autohtone proizvodnje (Lukač – Havranek, 1995). Proizvodnja kuhanog sira karakteristična je za šire područje istočne i sjeverozapadne Hrvatske, ali je i raširena diljem Hrvatske, te se ubraja u najjednostavnije dobivene sireve. Tradicionalno se proizvodi od kravljeg mlijeka, ali u suvremenoj proizvodnji se često miješa s kozjim mlijekom. Kuhani sir se proizvodi toplinsko-kiselinskom koagulacijom, najčešće dodavanjem alkoholnog octa u zagrijano mlijeko.

U ovom radu će se pokušati proizvesti kuhani sir koagulacijom pomoću različitih voćnih sokova i ispitati osnovni kemijski sastav, boju, profil teksture i senzorska svojstva, te ih usporediti u odnosu na standardni kuhani sir dobiven octom.

## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1 MLIJEKO KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU SIRA

Mlijeko je normalni sekret mliječne žlijezde, koji dobivamo redovitom i neprekidnom mužnjom, jedne ili više zdravih krava, ispravno hranjenih i držanih, kojem ništa nije oduzeto niti dodano i nije zagrijavan na temperaturu višu od 40 °C. Vrlo je složena sastava, žućkasto-bijele boje te karakteristična okusa i mirisa (Tratnik, 1998).

Mlijeko se „stvara“ iz specifičnih sastojaka koji prelaze iz krvi u mliječnu žlijezdu, gdje se zbivaju složeni biokemijski procesi selekcije. Neki sastojci se sintetiziraju u mliječnoj žlijezdi od sastojaka koji potječu iz krvi. Tako složenim procesom biosinteze nastaje mliječna mast, mliječni šećer (laktoza) i tipični proteini mlijeka (kazein,  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin) (Tratnik, 1998).

Prema vrsti muzne stoke od koje je dobiveno, mlijeko može biti kravlje, ovčje, kozje ili bivolje. Mlijeko bez posebne oznake muzne životinje je kravlje mlijeko, a ostale vrste se imenuju prema muznoj životinji (Lambaša Belak, Gaćina, Radić, 2005).

### 2.1.1. Kemijski sastav mlijeka

Na kemijski sastav mlijeka utječu brojni čimbenici kao što su: pasmina, stadij laktacije, način hranidbe, zdravstveno stanje muzne životinje i vimena, te ga oni znatno mijenjaju (**Tablica 1**). Pred kraj laktacije (4-8 tjedana), udio bjelančevina, masti i mineralnih tvari postupno raste dok udio laktoze opada (Havranek i Rupić, 2003).

#### 2.1.1.1 Voda

U kravljem mlijeku, udio vode je oko 87%, a uglavnom se nalazi u dva oblika:

- slobodna voda u kojoj se nalaze otopljeni sastojci mlijeka,
- vezana voda koja se nalazi u vrlo malim količinama u suhoj tvari mlijeka.

Najveću sposobnost vezanja vode imaju fosfolipidi mlijeka i albumini, a potom ostali proteini sirutke, kazein, adsorpcijski sloj membrane masne globule, laktoze te ostali sastojci suhe tvari mlijeka.

**Tablica 1** Prosječni fizikalno-kemijski sastav kravljeg mlijeka (Tratnik, 1998)

SASTOJCI	UDIO U MLIJEKU
Voda (%)	87,40
Suha tvar (%)	12,89
Mliječna mast (%)	4,10
Bjelančevine (%)	3,38
Laktoza (%)	4,60
Mineralne tvari (%)	0,79
Slobodne masne kiseline (mg/L)	7,50
Energetska vrijednost (kJ/100 mL)	288,90
Kolesterol (mg/100 g)	13,00

Vezana voda nalazi se u hidratacijskom sloju adsorbirana na:

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

### **2.1.1.2 Mliječna mast**

Najpromjenjivija vrijednost od svih sastojaka mlijeka, najčešće varira između 3,5-5,0% (Bosnić, 2003).

Mliječna mast utječe na ugodan okus mlijeka, te na aromu, konzistenciju i teksturu mliječnih proizvoda, najčešće tijesto sira. U mlijeku se nalazi u obliku globula obavijenih adsorpcijskim slojem ili membranom koja stabilizira mliječnu mast u okolnoj sredini mlijeka. O količini mliječne masti, ovisi i kvaliteta mliječnog proizvoda, a posebno kod sireva. Sir proizveden bez

masti ili s malo masti je suh i ima tvrdo tijesto, a kada je mlad ima blagi okus i ne razvija tipičnu aromu sira (Tratnik, 1998).

### **2.1.1.3 Bjelančevine**

U prehranbenom smislu bjelančevine imaju veliku biološku vrijednost u organizmu, te su najvažniji sastojak mlijeka. Udio bjelančevina u mlijeku varira, najviše ovisi o genetskoj osnovi, pasmini krava i o tehnologiji proizvodnje. Bjelančevine čine oko 28% suhe tvari. Od ukupne količine dušičnih tvari u mlijeku, 95% su bjelančevinaste tvari, a preostalih 5% su nebjelančevinaste tvari.

Bjelančevine mlijeka sastavljene su od:

- kazeina (78,5%), fosfo protein koji se prirodno nalazi u mlijeku i na koji je vezana glavna mliječnih fosfata (Havranek i Rupiće, 2003). Stabilnost kazeina se smanjuje povećanjem pH i temperature mlijeka, kao i povećanjem koncentracije  $\text{Ca}^{+2}$  iona u mlijeku. Koagulacija se provodi zakiseljavanjem mlijeka (pH=4,6) ili dodatkom enzima (sirila) (Tratnik, 1998),
- bjelančevine sirutke (16,5%) (Bosnić, 2003).

### **2.1.1.4 Mliječni šećer (laktoza)**

Disaharid sastavljen od molekula  $\alpha$ -D-glukoze i  $\beta$ -D-galaktoze. Nastaje u mliječnoj žlijezdi ženskih sisavaca, reakcijom između glukoze i galaktoze, odnosno njihovim povezivanjem. Procesom fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu te se koristi u proizvodnji fermentiranih mlijeka i nekih sireva.

U mlijeku utječe na točku leđišta, vrelišta i osmotski tlak mlijeka. Njezin sadržaj u mlijeku se smanjuje na kraju laktacije i kod bolesne životinje (upala vimena, mastitis), pa nastaje mlijeko s 2% laktoze (Tratnik, 1998).

### **2.1.1.5 Mineralne tvari**

U mlijeku je identificirano oko 40 različitih mineralnih tvari, a prema njihovom udjelu ubrajaju se u makroelemente i mikroelemente. Mineralne tvari imaju veliki značaj u proizvodnji sira. Mikroelementa ima puno više, dok su makroelementi zastupljeni samo u obliku anorganskih ili organskih soli. Neke od najznačajnijih mineralnih tvari su magnezij koji sudjeluje u stvaranju micela, kalcij i fosfati koji ulaze u sastav kazeinskog kompleksa (Maretić, 2015.). Udio kalcija u mlijeku ima veliku ulogu kod stabilnosti proteina, čvrstoće gruša, veličine kazeinskih micela, svojstva sirnog tijesta, brzine koagulacije kazeina djelovanjem enzima (Tratnik, 1998).

### 2.1.1.6 Vitamini

Mlijeko je bogato vitaminima B<sub>2</sub> i B<sub>12</sub> jer litra mlijeka može zadovoljiti dnevne potrebe tih vitamina. Vitamina C ima najviše u svježe pomuzenom mlijeku. A kako je mlijeko siromašno vitaminima A i D, tada se oni naknadno dodaju.

## 2.2. DEFINICIJA I VRSTE SIRA

Prvi slučajno napravljen sir datira još od 7000-6000 godina prije Krista, na području između rijeka Eufrat i Tigris. Naši preci su vrlo brzo uočili prednosti spontanog mliječno-kiselog vrenja, te da se dodatkom sirila mlijeko gruša, da dolazi do izdvajanja mliječne masti i bjelančevina te da različitim postupcima prerade sirnog gruša dobivaju različite tipove sireva koji su pogodni za čuvanje i skladištenje na duže vrijeme, a to im je bilo od velikog značaja za trgovinu (Lambaša Belak i sur., 2005).



Slika 1 Različite vrste sireva

### 2.2.1. Definicija sira

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (MPRRR, 2013.), sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg ili njihovim miješanjem), vrhnja, sirutke, ili kombinacijom navedenih sirovina. U proizvodnji sireva dopuštena je upotreba mljekarskih kultura, sirila i /ili drugih odgovarajućih enzima zgrušavanja i /ili dopuštenih kiselina.

Za proizvodnju kvalitetnog sira najvažniji preduvjet je kvalitetno mlijeko, bjelančevina kazein, te obrada mlijeka (Slačanac, 2015).

Bit proizvodnje sira je koagulacija kazeina, odnosno grušanje mlijeka ili sirenje, oblikovanje gruša u sirno zrno, uz izdvajanje sirutke i soljenje, nakon čega se dobije svježi nezreli sir koji ovisno o tipu finalnog sir može ići u kalupe i na zrenje (Tratnik, 1998).

### 2.2.2. Podjela i vrste sireva

U svijetu postoje različite vrste sira, a uzrok tome su različiti čimbenici: klimatska zona i pasmine mliječne stoke, način proizvodnje, pojedine zemlje i područja u tim zemljama. Male razlike u postupcima tijekom proizvodnje sira, rezultiraju znatnim promjenama u karakteristikama sireva. No, najtočniji podatak je dao Scott 1981. godine da u svijetu ima oko 2000 različitih vrsta sira (Tratnik i Božanić, 2012).

**Tablica 2** Podjela s obzirom na vrstu mlijeka

VRSTA MLJEKA	VRSTA SIRA
Kravlje mlijeko	Kravlji
Ovčje mlijeko	Ovčji
Kozje mlijeko	Kozji
Bivolje mlijeko	Bivolji

**Tablica 3** Podjela s obzirom na način grušanja

VRTSA SIRA	DJELOVANJE	PREDSTAVNICI
Kiseli sir	Kiselina	Svježi meki sir
Slatki sir	Enzimski preparati	Polutvrđi, tvrdi sir
Mješoviti sir	Kiselina + enzimi	Ostale vrste sira

**Tablica 4** Podjela s obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari

VRSTA SIRA	UDIO MLIJEČEN MASTI U SUHOJ TVARI (%)
Ekstaramasni	>60
Punomasni	45-60
Masni	25-45
Polmasni	10-25
Posni	<10

**Tablica 5** Vrste sireva prema konzistenciji

VRSTA SIRA	UDIO VODE U MASI SIRA BEZ MASTI (%)
Jako tvrdi	<50
Tvrđi	49-56
Polutvrđi	54-63
Polumeki	61-69
Meki, svježi	>67



**Tablica 6** Podjela sireva prema zrenja

Sirevi bez zrenja (svježi)	Pastozni tip
	Kuhani sir
	Zrnati tip (zrnati i kremasti zrnati)
	Plastični, rastezljivi (Mozzarella)
Sirevi sa zrenjem (uz bakterije)	Pretežito na površini (Limburger, Romadur)
	Pretežno u unutrašnjosti
	Bez tvorbe plina (Parmesan, Paški)
	Uz tvorbu plina (Emmentaler, Gryere)
	Zrenje u salamuri (Fetta, bijeli sir u kriškama)
Sirevi sa zrenjem (uz plemenite plijesni)	Pretežno na površini – bijele (Camambert, Brie)
	Pretežno u unutrašnjosti-plave, zelene (Roquefort)
	Površina/unutrašnjost (Cambazola, plavi Brie)

**Tablica 7** Podjela prema sličnom procesu proizvodnje (Tratnik , Božanić, 2012)

PREMA NAČINU	VRSTA SIRA
Tipa Cheddar	Cheddar, Parmesan, Kačkavalj, Mozzarella
Tipa Emmentaler	Ementaler, Gryere
Tipa Edam	Edamac, Gouda, Tapist, Livanjski sir
Tipa Roquefort	Roquefort, Gorgonzola, Stilon
Tipa Camambert	Camambert, Brie
Tipa Limburger	Limburger, Romadur
Tipa sira u salamuri	Fetta, Domiati, Halloumi

## 2.3. VRSTE KUHANOG SIRA

Općenito se kuhani sirevi mogu podijeliti u tri skupine:

- sirutkin ili albuminski sir,
- kuhani sir od mlijeka,
- kuhani sir od svježeg sira (Kirin, 2006).

### 2.3.1. Sirutkin ili albuminski kuhani sir

Ova vrsta kuhanog sira proizvodi se od sirutke zaostale nakon proizvodnje sirišnih sireva. Radi većeg iskorištenja i poboljšanja svojstava u sirutku se može dodati mlijeko, obrano mlijeko ili vrhnje. Prema konzistenciji sirutkine sireve razlikujemo u tipu svježeg sira pa sve do tvrdih sireva za ribanje. Najpoznatiji sirutkin sir je Ricotta. Albuminski kuhani sir zbog različitih postupaka proizvodnje posjeduje mnogobrojne lokalne nazive, npr. Zieger u Švicarskoj, Prim i Gjetost u Norveškoj, Manur na području Srbije i Crne Gore, Urda u Hercegovini, te Puina u primorskom i dinarskom pojasu Hrvatske (Kirin, 2006).

#### RICOTTA

Najpoznatiji je sirutkin sir s područja Italije. Proizvodi se toplinsko-kiselom koagulacijom proteina iz sirutke ili mješavine sirutke i mlijeka. Najbolja Ricotta se dobiva od vrlo slatke sirutke (čiji se pH nalazi u intervalu od 6,4 do 6,5) bez ili s dodatkom mlijeka ili kiseline (Lučan, 2015).

Izvorno se proizvodi od sirutke dobivene proizvodnjom Mozzarelle i Provolone sira. Sirutka pH vrijednosti 6,2 se zagrijava na temperaturu od 80 °C pri čemu dolazi do grušanja proteina sirutke i izdvajanja na površinu. Ricotta se danas zbog velike potražnje proizvodi iz mlijeka sa ili bez dodatka proteina, ima veliki udio vlage (oko 70%), mekane i kremaste teksture, ugodna okusa po kuhanom mlijeku (Maretić, 2015).



**Slika 2 Ricotta**

### SKUTA ILI PUINA

Specifični je mliječni proizvod u području Dalmacije. Kvaliteta varira ovisno o domaćinstvu, izgledom slični domaćem kuhanom siru. Ona u pravilu nije sir u pravom smislu riječi, jer se razlikuje po veličini, svojim sastojcima, bjelančevinastoj komponenti koja se sastoji od laktoglobulina i laktoalbumina, dok se kod sira bjelančevinasta komponenta sastoji od kazeina (Maretić, 2015).



**Slika 3 Paška skuta**

### 2.3.2. Kuhani sir od mlijeka

Pored domaćeg svježeg sira, kuhani sir je hrvatski autohtoni sir, pripada u najjednostavnije sireve koji se najprije proizvodio u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, ali se danas proizvodi se u cijeloj Hrvatskoj. Najpoznatiji tip sira u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Proizvodi se zagrijavanjem mlijeka na 90-95 °C, te njegovim izravnim zakiseljavanjem kiselinom, kiselom sirutkom ili mlaćenicom. (Kirin, 2006).

Proizvodi se od kravljeg mlijeka, a u posljednje vrijeme i od kozjeg, odnosno miješanjem kravljeg i kozjeg mlijeka. Prema načinu grušanja svrstava se u kiselinsko-toplinsku koagulaciju koja se izaziva dodatkom organskih kiselina (najčešće octene, a može se dodati i limunska, mliječna,...) uz zagrijavanje na temperaturi nešto nižoj od temperature vrenja (Lučan, 2015).

Dobiveni gruš može se miješati s različitim dodacima, ali se najčešće soli, oblikuje u kalupe i preša. Dobiva se konzistencija sira za rezanje, te se može konzumirati odmah nakon proizvodnje ili nakon dužeg vremena. Ima veliku hranjivu vrijednost jer osim kazeina koaguliraju i proteini sirutke. Slabije su kiseli od sireva dobivenih mliječno kiselom fermentacijom (Kirin, 2006).

Najčešći oblik je kolut, odnosno krnji stožac različitih dimenzija. Postoje dvije vrste kuhanog sira: dimljeni i nedimljeni (**Slika 2**), a pripada skupini polutvrdih i masnih sireva (Mišlov, 2015).



**Slika 4** Dimljeni i nedimljeni kuhani sir

Razlozi velike rasprostranjenosti ovog sira su: jednostavna proizvodnja, najjednostavniji oblik iskorištenja i konzerviranja mliječnih bjelančevina, prihvatljiva organoleptička svojstva, dobar prinos i brzo unovčenje.

Proizvodnja ovog tipa se prakticira u mnogim zemljama svijeta, a među najpoznatijim su Queso Blanco na području Latinske Amerike, te Indijski Paneer i Channa (Kirin, 2006).

### QUESO BLANCO

Queso Blanco je polumeki bijeli sir koji je karakterističan za Južnu Ameriku. Proizvodi se izravnim zakiseljavanjem zagrijanog punomasnog, pasteriziranog mlijeka. Zakiseljavanje se provodi dodavanjem octene, mliječne ili limunske kiseline, kao i dodavanjem soka od limuna ili limete do pH vrijednosti 5,4 – 5,0, te dolazi do izdvajanja gruša. Dobiveni gruš se soli vruć, zatim se preša i pakira. Takav finalni sir ima zbijenu strukturu pogodan za rezanje, okus je blag (Mišlov, 2015).



**Slika 5** Queso Blanco

### PANEER

Paneer je popularni mliječni proizvod u Indiji, proizvodi se od bivoljeg ili kravljeg mlijeka, te zagrijavanjem i zakiseljavanjem pomoću limunske kiseline dolazi do izdvajanja gruša. Nakon prešanja, gruš se reže na kockice te uranja u pasteriziranu hladnu vodu, potom se cijede i omataju u pergament papir.

Paneer ima veliku nutritivnu vrijednost zbog visokog udjela masti, proteina, minerala, naročito kalcija i fosfora, vitamina A i D, kao i esencijalnih amino kiselina. Ovisno o vrsti mlijeka od kojeg se proizvodi, boja Paneera je bijela sa nijansama blago žute, kada se koristi kravlje mlijeko, do blago zelene u slučaju kada se koristi bivolje mlijeko. Okus je blago kiselkasti i sladak s mirisom na kuhano mlijeko, a tekstura je dovoljno čvrsta da se izdrži rezanje na kriške (Kumar i sur., 2011).



**Slika 6** Paneer

## DOMAĆI KUHANI SIR

Tradicionalni domaći sir je karakterističan za sjeverozapadni dio Hrvatske. Punomasno mlijeko se zagrijava na temperaturu 98-99 °C, uz neprekidno miješanje. Nakon toga, dodaje se 2-2,5% soli, mlijeko se ponovo zagrijava do vrenja, uz dodatak 1% alkoholnog octa. Prekida se miješanje, dolazi do stvaranja gruša i sirutke, gruša se prebacuje u kalupe te se provodi prešanje, tijekom kojeg se sirevi okreću 2-3 puta. Po završetku prešanja, takav sir se može odmah konzumirati ili dimiti. Dimljenje sira traje najčešće 3-4 sata (Kirin, 2006).

### **2.3.3. Kuhani sir od svježeg sira**

Proizvodna tehnologija ove vrste sira je posebna jer se sir kuha u sirutki. Glavni predstavnik ove skupine je Halloumi sir. Proizvodi se od ovčjeg, kozjeg ili kravljeg mlijeka, konzerviran je u slanoj sirutki, te je polutvrde konzistencije.

## HALLOUMI

Pasterizirano mlijeko se koagulira sirilom, odvoje se skuta i sirutka, te se sirutka ponovo zagrijava kako bi se koagulirali i proteini sirutke. Skuta se reže na kockice, prenosi u kalupe na prešanje, nakon izvjesnog vremena prešanja, oblikovani sir se ponovo reže na kockice koje se stavljaju na u vruću sirutku na kuhanje od jedan sat. Nakon toga, sir se ohladi i tako ohlađeni se suho soli i posipa sušenim i mljevenim listićima mente (Mišlov, 2015).



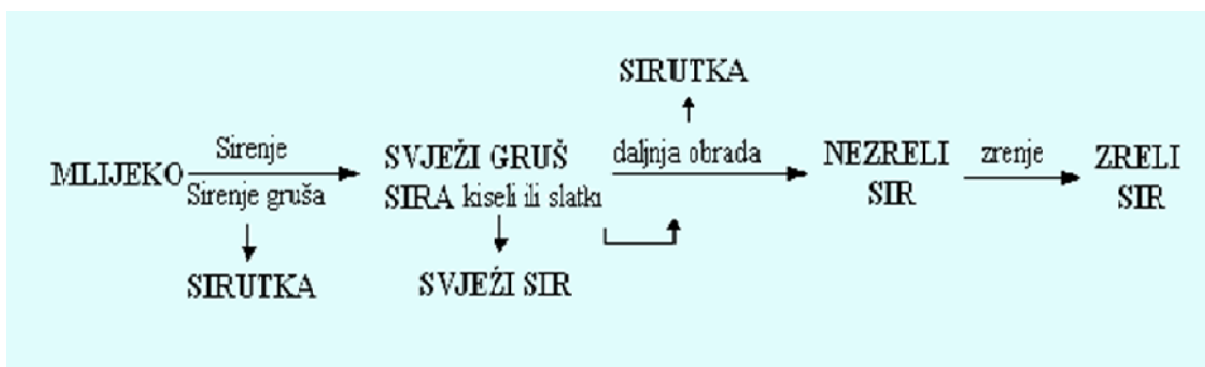
Slika 7 Halloumi sir

## 2.4. KISELINSKO-TOPLINSKA KOAGULACIJA MLIJEKA

### 2.4.1. Načini koagulacije mlijeka

Najvažniji sastojak za proizvodnju sira je bjelančevina kazein, koja u svom sastavu sadrži fosfor. Njegova svojstva poput netopljivosti u vodi, koagulacija u kiseloj sredini (pH 4,6), te elektronegativnost vrlo su važne za proizvodnju sira. Osim kazeina, u mlijeku se nalaze i proteini sirutke albumin (35%) i globulin (10-15%) koji su topljivi u vodi i ne koaguliraju pri pH 4,6 (Tratnik, 1998).

Glavni postupci u proizvodnji sira (**Slika 8**) su: grušanje (sirenje) mlijeka, usitnjavanje gruša i oblikovanje sirnog zrna, dok se specifični postupci koriste za proizvodnju određenih vrsta sira. Na taj način dobiva se nezreli sir koji se može podvrgavati zrenju (salamura ili zrionica) da nastane sir željenih karakteristika.



**Slika 8** Proces proizvodnje sira (Slačanac, 2015)

Postupnim zagrijavanjem mlijeka, mliječni šećer (laktoza) prelazi u mliječnu kiselinu te dolazi do odvajanja sirutke i kazeina. Kako bi se poboljšalo i ubrzalo grušanje mlijeka, najčešće se dodaju sredstava za sirenje (sirilo) koji sadrže renin ili kimozin (Mišlov, 2015).

Grušanje mlijeka se može provoditi na različite načine, ovisno o vrsti koagulacije proteina:

- grušanje pomoću kiseline,
- grušanje pomoću enzima,
- grušanje djelovanjem topline i kiseline.

Osnovni mehanizmi grušanja su: destabilizacija globula proteina, zbližavanje razdvojenih globula (asocijacija), povezivanje promijenjenih globula, oblikovanje trodimenzionalne mreže (gel) (Slačanac, 2015).

**2.4.1.1 Grušanje pomoću kiseline**

Grušanje pomoću kiseline može se provesti na dva načina:

- izravnim zakiseljavanjem, dodatkom neke kiseline (mliječne, limunske, octene, fosforna, klorovodična,...) do određenog stupnja kiselosti (pH 4,6) i/ili pomoću GDL (glukono-delta-laktone) gdje se glukoza iz laktoze postupno hidrolizira u glukonsku kiselinu,
- mliječno-kiselim vrenjem, postupno zakiseljavanje mlijeka do pH 4,6 djelovanjem mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline (Tratnik, 1998).

Zbog sniženja pH dolazi do premještanja  $\beta$ -kazeina i  $\kappa$ -kazeina unutar micela proteina. Dolazi do djelomične zamjene hidrofилnog s hidrofobnim slojem na miceli, te se na taj način svladavaju sile odbijanja micela što rezultira zbližavanjem micela, povezivanjem i oblikovanjem mreže proteina.

Često se dodaju i enzimi zbog oblikovanja čvršćeg gruša, pri tome se povećava prirodna viskoznost gruša, ali i sinereza.

Grušanje pomoću kiselina se najčešće primjenjuje u proizvodnji kremastih svježih sireva, mascarpone, mozzarella.



### **2.4.1.2 Grušanje pomoću proteolitičkih enzima**

Provodi se pomoću kimozijskih pripravaka (renin), odnosno ekstrakta probavnih enzima životinja te pomoću  $\text{Ca}^{+2}$  iona. Na taj način se postiže koagulacija kazeina, a proteini sirutke odlaze zajedno sa sirutkom jer nisu osjetljivi na djelovanje kiselina ili enzima.

Proces se odvija u 3 faze:

- primarna faza – frakcija  $\kappa$ -kazeina nalazi se na površini micela te je na udaru enzima; djelovanjem proteinaze dolazi do hidrolize  $\kappa$ -kazeina, odnosno do destabilizacije kazeinske micela,
- sekundarna faza – agregacija micela uz prisutnost kalcijevih iona koji tvore Ca-mostove, povezujući molekule micela u trodimenzionalnu mrežu gela,
- tercijarna faza – daljnja proteoliza kazeinskog grušca, te izdvajanje sirutke (Tratnik, 1998).

Na ovaj način sirenja mlijeka mogu se proizvesti kiseli ili slatki (kazeinski) sirevi.

### **2.4.1.3 Grušanje djelovanjem topline**

Toplinska obrada mijenja karakteristike kazeinske micela, odnosno povećava ih. Što su micela manje, to je bolje povezivanje u trodimenzionalne mreže gela. Nadalje, toplinska obrada djelomično denaturira proteine sirutke te dolazi do stvaranja kompleksa s kazeinom što smanjuje učinkovitost formiranja mreže kazeina. To se može izbjeći dodavanjem kiselina ili proteolitičkih enzima (Chinprahast i sur, 2015).

Proteini sirutke su najosjetljiviji kod toplinsko-kiselinskog grušanja, dolazi do njihovog izdvajanja. Chinprahast i sur. su dokazali da se zagrijavanjem mlijeka na  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  i zakiseljavanjem do pH 5,3 dobije najveći prinos proteina u siru jer pH nije preblizu izoelektričnoj točki kazeina, a temperatura također nije toliko visoka što ne dovodi do njihove potpune degradacije.

## **2.4.2. Mehanizam toplinsko-kiselinskog grušanja**

Zakiseljavanje mlijeka može se provesti upotrebom bakterijskih starter kultura koje laktozu prevode u mliječnu kiselinu, izravnom upotrebom kiselina (HCl) ili korištenjem glukon-delta- laktone (GDL) koji se hidrolizira u glukonsku kiselinu.

Lucey i Singh su 1997. i 2003. godine uspoređivali koagulaciju, odnosno stvaranje mliječnog gela direktnim zakiseljavanjem kiselinom (HCl) i postupnim zagrijavanjem na 85 °C te upotrebu GDL-a i bakterijskih starter kultura. Rezultati su pokazali da upotrebom bakterijskih starter kultura pH vrijednost brzo padne, ali se kroz neko određeno vrijeme ponovo povisi dok je direktnim zakiseljavanjem pomoću kiseline proces stvaranja i oblikovanja gela dugotrajan (Phadungath, 2005).

Istraživanja su pokazala da toplinska obrada mlijeka na temperaturama višim od 78 °C prije procesa geliranja dovodi do denaturacije proteina sirutke što rezultira povećanjem pH gela, smanjenim vremenom geliranja, te povećanom viskoznošću i čvrstoćom. Rezultat toga je povećanje izoelektrične točke  $\beta$ -laktoglobulina (pH 5,3), a povećana čvrstoća gela je objašnjena međusobnim disulfidnim povezivanjem „kose“ kazeina. Maksimalna čvrstoća gela postignuta je pri pH 4,6, a dokazano je da je ona proporcionalan koncentraciji kazeina (Phadungath, 2005).

Ovaj proces ima jedinstvena svojstva: toplinska obrada denaturira proteine sirutke koji se mogu koagulirati uz kazein te na taj način ulaze u sir što povećava prinos sira; proteini sirutke imaju veliku sposobnost vezanja vode što uzrokuje visoku vlažnost sira, ali sir posjeduje dovoljnu čvrstoću za proizvodnju te to također povećava prinos; koagulacija pri visokoj temperaturi zahtjeva manju količinu kiseline tako da je pH vrijednost finalnog sira u rasponu od 5,2 do 6,0. Proteini sirutke sprječavaju topljenje sira, te je ovaj postupak pogodan u proizvodnji kuhanih sireva kao što su Ricotta i Paneer (Hill, 2016).



### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je ispitati mogućnost primjene sokova limuna, limete, naranče, crvenog grejpa i ananasa, umjesto octa, za koagulaciju mlijeka u proizvodnji tradicionalnog kuhanog sira.

U tu svrhu:

- provedena je laboratorijska proizvodnja kuhanog sira koagulacijom pomoću različitih voćnih sokova,
- određeni su procesni parametri proizvodnje sireva,
- izračunat je prinos procesa proizvodnje novih tipova sireva,
- određen je osnovni kemijski sastav kuhanih sireva,
- ispitana su teksturalna svojstva uzoraka sireva,
- analizirana je boja dobivenih sireva,
- određena su senzorska svojstva proizvedenih kuhanih sireva,
- te je istražen utjecaj vrste soka na ispitivana svojstva.

### 3.2. MATERIJAL I METODE

#### 3.2.1. Sirovine

U ovom radu korišteni su sljedeći materijali:

- sirovo mlijeko (Meggle Hrvatska d.o.o., 3,8% m.m.);
- ocat (9%-tna octena kiselina, „Kisko“);
- limun (nabavljen iz lokalne trgovine);
- limeta (nabavljena iz lokalne trgovine);
- naranča (nabavljena iz lokalne trgovine);
- crveni grejp (nabavljen iz lokalne trgovine);
- ananas (nabavljen iz lokalne trgovine);
- kuhinjska sol (NaCl).

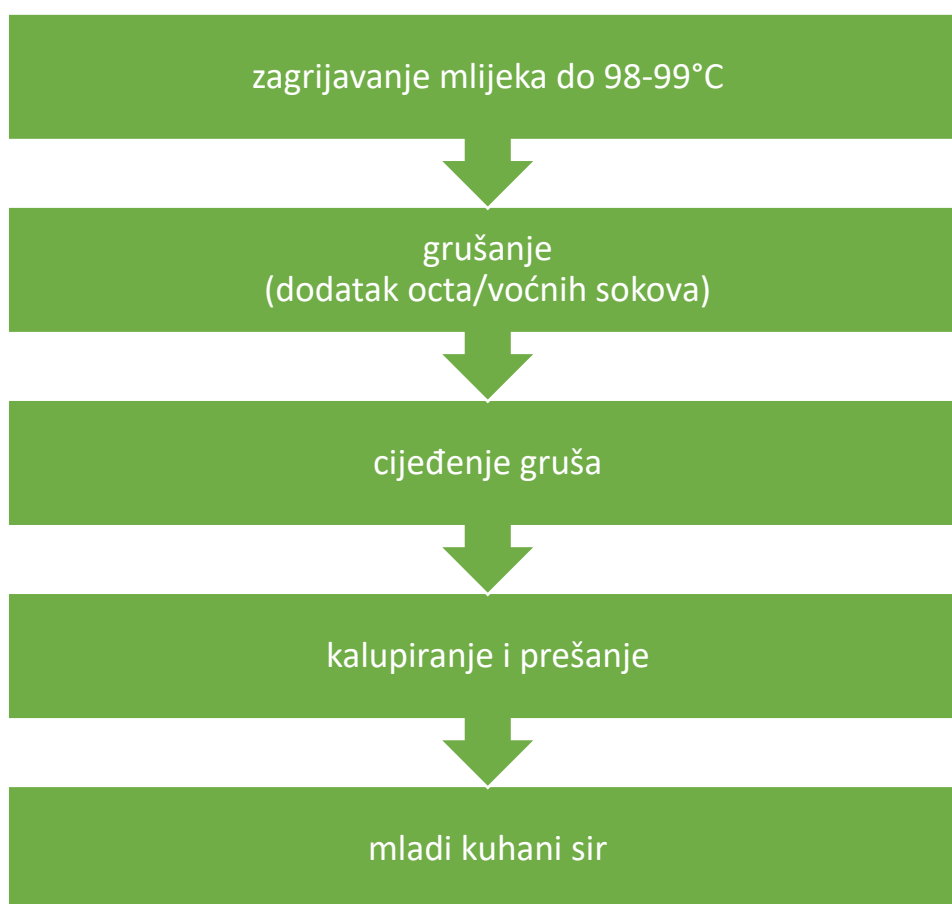
### 3.2.2. Priprema voćnih sokova

Za koagulaciju mlijeka korišteni su svježe iscijeđeni sokovi voća.

Prije proizvodnje kuhanog sira ispitana je potrebna količina voćnih sokova za koagulaciju mlijeka određivanjem volumena svakog pojedinog voćnog soka za postizanje pH vrijednosti u mlijeku od 5,5.

### 3.2.3. Laboratorijska proizvodnja kuhanog sira

Za proizvodnju kuhanog sira korišten je sljedeći pribor: kuhalo, lonac od 2 L, kuhača, termometar, menzura, kalup s poklopcem, preša sa perifernom pločom kao uteg.



**Slika 9** Shematski prikaz proizvodnje

Mlijeko (2 L) je zagrijano na temperaturu 98-99 °C uz neprestano miješanje, kako ne bi došlo do zagorijevanja (što negativno utječe na organoleptička svojstva finalnog proizvoda, te dolazi do povećanih gubitaka). Zatim je dodana određena količina alkoholnog octa/ voćnih sokova (prema **Tablici 11**) te je miješano do koagulacije.



**Slika 10** Zagrijavanje mlijeka i koagulacija

Sirni gruša je prebačen u navlažene sirne marame i cijeden 2-3 minute uz skupljanje sirutke.



**Slika 11** Cijedenje sirnog gruša

Poslije cijedenja u gruš je dodana kuhinjska sol u udjelu od 1,5%.

Nakon toga gruš je prebačen u kalupe s utezima i stavljen na prešanje, uz okretanje sireva 3 puta. Prvo prešanje je trajalo 1 h, drugo 2 h, a treće 4 h. Parametre proizvodnje prikazuje **Tablica 11**.



**Slika 12** Prešanje sireva

Tako pripremljeni sirevi su zamotani u plastične vrećice i stavljeni u hladnjak.



Legenda: 1 – ocat, 2 – limun, 3 – limeta, 4 – naranča, 5 – crveni grejp, 6 – ananas.

**Slika 13** Proizvedeni sirevi



### 3.2.4. Prinos sira

Po završetku proizvodnje izračunat je prinos sira ( $R_s$ ) prema sljedećoj formuli:

$$R = \frac{m_s}{m_M} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

Prinos sira je osim u odnosu na masu mlijeka, izračunat i u odnosu na masu suhe tvari, proteina te masti u mlijeku (Tratnik i Božanić, 2012), prema sljedećim formulama:

$$R_{s.t.} = \frac{m_s}{m_{s.t./M}} [kg/kg] \quad (2)$$

$$R_p = \frac{m_s}{m_{p/M}} [kg/kg] \quad (3)$$

$$R_{mm} = \frac{m_s}{m_{mm/M}} [kg/kg] \quad (4)$$

gdje su:

$R$  [%] – prinos (masa sira u kg proizvedena iz 100 kg mlijeka za sirenje);

$R_{s.t.}$  [kg/kg] – masa sira proizvedena iz jedinice mase suhe tvari u mlijeku za sirenje;

$R_p$  [ kg/kg] – masa sira proizvedena iz jedinice mase proteina u mlijeku za sirenje;

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

$m_s$  [kg] – masa dobivenog sira;

$m_{s.t./M}$  [kg] – masa suhe tvari u mlijeku za sirenje;

$m_{p/M}$  [kg] - masa proteina u mlijeku za sirenje;

$m_{mm/M}$  [kg] – masa mliječne masti u mlijeku za sirenje;

$m_M$  [kg] – masa mlijeka (potrebno je pomnožiti volumen mlijeka za sirenje sa stvarnim ili prosječnom specifičnom masom mlijeka: 1,030).

### 3.2.5. Određivanje sastava i fizikalno-kemijskih svojstava sireva

#### KEMIJSKI SASTAV

Sastav je određivan prema metodi predloženoj od Webb i sur. (1974.), kojom se danas utvrđuje sastav polutvrdih i tvrdih sireva. Uređaj kojim se određuje sastav je FoodScan Analyser (Foss, Danska, **Slika 14**). Uzorci sira su homogenizirani, mjerno tijelo uređaja se napuni homogeniziranim sirom do vrha, stavlja se u komoru koja se zatvara i pokreće se mjerenje. Uređajem su određeni udjeli vode, mliječne masti, proteina i NaCl.



**Slika 14** FoodScan Analyser

#### pH VRIJEDNOST

Određivana je pH metodom (3210, WTW, elektroda: ubodna: Blue Line 21 i Schott **Slika 15** ), prema službenoj metodi AOAC 962.19. Uzorak je usitnjen i homogeniziran mikserom.



**Slika 15** pH metar

AKTIVITET VODE ( $a_w$ )

Za određivanje aktiviteta vode korišten je RotronicHygrolab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland, **Slika 16**). Narezane kockice sira usitnjene su laboratorijskim mlinom za usitnjavanje, a određen je pri sobnoj temperaturi.



**Slika 16** RotronicHygrolab 3

### 3.2.6. Senzorska svojstva sira

U senzorske analize se ubrajaju vizualne, mirisne te okusne karakteristike. Za te analize ne postoji tehnički mjerni instrument, već se koriste sva ljudska osjetila. Najčešće se primjenjuje pri određivanju senzorskih svojstava novog proizvoda, utjecaj zamjene jednog sastojka drugim, izbor novih sirovina.

Senzorska svojstva sireva su:

- aroma : miris, okus;
- tekstura: kompaktnost, šupljikavost, zrnatost;
- izgled površine: kora, boja, hrapavost/glatkoća, oblik.

## OPISNI PARAMETRI

Utvrđena su senzorska svojstva kuhanog sira koja su i opisno prikazana prema Kirinu (2006). Mjerenjem su izmjerene dimenzije sira, a vaganjem su utvrđene mase sireva.

**METODA BODOVANJA** se najčešće koristi za određivanje ocjene kvalitete gotovih proizvoda tako da se prethodno izaberu parametri koji su važni za kvalitetu te se definira broj bodova za svako svojstvo, razmjerno njegovoj važnosti za ukupnu kvalitetu proizvoda.

**Tablica 8** Obrazac za senzorsko ocjenjivanje kuhanog sira

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	2,0
	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, homogeno, 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	

Da bi se analiza mogla provesti, potrebna je grupa od najmanje tri člana, od kojih svaki mora posjedovati određena znanja o svojstvima proizvoda kako bi mogli samostalno ocjenjivati. Svako određeno svojstvo ispitanog proizvoda ocjenjuje se skalom od 1 do 5, a korigira se čimbenikom značajnosti (**Tablica 8**), gdje se množenjem ocjene sa čimbenikom dobivaju

ponderirani bodovi. Prema zbroju ponderiranih bodova, proizvod se svrstava u određenu kategoriju prema **Tablici 9**.

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

KATEGORIJA KVALITETE	RASPON PONDERIRANIH BODOVA
Izvrсна	17,6 – 20
Dobra	15,2 – 17,5
Osrednja	13,2 – 15,1
Prihvatljiva	11,2 – 13,1
Neprihvatljiva	< 11,2

### 3.2.7. Analiza boje sireva

Osjet boje je psihofizički doživljaj, te boja ostavlja i stvara prvi dojam o nekom objektu koji promatramo. Boja je svojstvo koje često puta prehrambenom proizvodu daje pozitivan ili negativan predznak ukupnoj kvaliteti proizvoda.

Prostor boja ili model boja je način pomoću kojeg se definiraju, vizualiziraju i stvaraju boje. Prostor je podijeljen u dvije skupine:

- aditivni prostor boja koji je ovisan o uređaju, a boja se dobiva zbrajanjem pojedinih komponenti (npr. RGB).
- subtraktivni prostor boja koji je neovisan o uređaju, a boja se dobiva oduzimanjem pojedinih komponenti (npr.  $CIEL^*a^*b^*$ ).

$CIEL^*a^*b^*$  sustav opisuje sve boje koje može razlikovati ljudsko oko, a opisane su pomoću tri osi: dvije kromatske,  $a^*$  komponenta opisuje odnos između crvene i zelene boje (negativne vrijednosti označuju zelenu, a pozitivne crvenu), a  $b^*$  komponenta opisuje odnos između žute

i plave boje (negativan vrijednost za plavu, a pozitivna za žutu).  $L^*$  komponenta određuje svjetlinu, mjeri se od 0 do 100, gdje je 0 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu (Mišlov, 2015).

Mjerenje je provedeno pomoću uređaja Hunter-Lab Mini ScanXE (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter-Lab, Resin, VA, USA), pri sobnoj temperaturi.

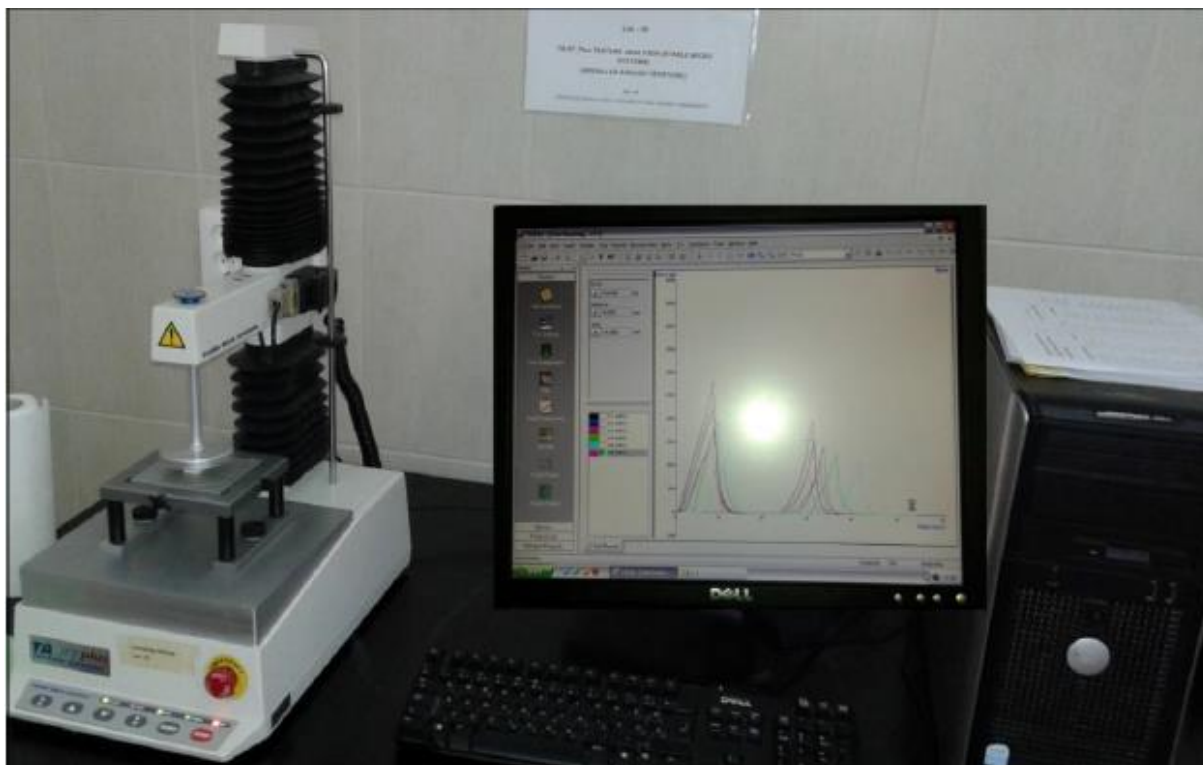


**Slika 17** Hunter-Lab Mini ScanXE

### **3.2.8. Određivanje svojstva teksture sireva**

Razvijene su metode koje simuliraju žvakanje, tzv. analiza teksturalnog profila ili metoda dvostrukog zagriža. Metoda simulira početnu fazu žvakanja, a da bi se ona mogla simulirati, uzorak se stavlja na bazu analizatora teksture i podvrgava dvostrukoj kompresiji, računalni uređaj zapisuje krivulju promjene sile potrebne za kompresiju uzorka u određenom vremenu.

Za određivanje teksturalnog profila sira koristio se uređaj TA.XT2i Plus (SMS Stable Micro Systems Texture Analyzer, Surrey, England, **Slika 18**). Uzorci su narezani u kockice (5 komada) dimenzija 2x2x2 cm.



**Slika 18** TA.XT2i Plus

Iz dobivenih rezultata mogu se očitati:

- čvrstoća (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 površine ispod drugog i prvog pika,
- elastičnost (resilience) – predstavlja 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,
- odgođena elastičnost (springiness) – omjer visina uzorka do koje se pn vraća tijekom vremena koje prođe između 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 izražava se kao umnožak čvrstoće, kohezivnosti i odgođene elastičnosti i izražava se u jedinicama sile (N) ili mase (g).

### 3.2.9. Statistička obrada rezultata

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ponavljanja  $\pm$  standardna devijacija. Svi rezultati su obrađeni u programima Excel 2016 (Microsoft) i XLStat 2014 (Addinsoft). Također su provedene analize varijance (one-way ANOVA) i Fisherov LDS test najmanje značajne razlike te multivarijantna analiza (Pearsonova korelacijska matrica s nivoima značajnosti od 5%) podataka dobivenih ispitivanjem kemijskih i teksturalnih svojstava.





## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

#### 4.1. SASTAV MLIJEKA ZA SIRENJE

**Tablicom 10** prikazani su rezultati kemijske analize mlijeka za sirenje.

**Tablica 10** Sastav mlijeka za sirenje

Sastav	Mlijeko
% mliječne masti	3,80 ± 0,01
% proteina	2,81 ± 0,03
pH	6,82 ± 0,01

Prikazani podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) tri ponavljanja.

Za sirenje se koristilo svježe sirovo punomasno mlijeko s 3,8% mliječne masti. Kiselost mlijeka kretala u granicama normalnih prirodnih vrijednosti (**Tablica 10**).

#### 4.2. PARAMETRI PROIZVODNJE

U **Tablici 11** dani su procesni parametri proizvodnje novih tipova kuhanog sira dobivenih grušanjem pomoću voćnih sokova. Vidljivo je da je za isti volumen početnog mlijeka i jednaku temperaturu grušanja (98-99 °C) bio potreban značajno različiti volumen koagulanta, odnosno bilo je potrebno značajno različito vrijeme za koagulaciju mlijeka. Tako je za koagulaciju mlijeka pomoću octa odnosno limunovog soka (koji su imali podjednaku pH vrijednost (2,36; 2,35) bio potreban nešto veći volumen limunovog soka (45 mL u odnosu na 30 mL), ali značajno duže vrijeme koagulacije pomoću limunovog soka (60 min) u odnosu na grušanje octom (5 min). Međutim, ovi podaci ne pokazuju statistički značajnu korelaciju između vremena potrebnog za grušanje i pH odnosno volumena koagulanta (**Tablica 12**). Pronađena je statistički značajna pozitivna korelacija između pH sirutke zaostale nakon proizvodnje kuhanog sira te pH koagulanta (0,815), odnosno volumena koagulanta (0,820).

Tablica 11 Parametri proizvodnje kuhanog sira

Uzorak	1	2	3	4	5	6
Volumen mlijeka (L)	2	2	2	2	2	2
pH koagulanta	2,36	2,35	3,35	3,70	3,32	3,29
Volumen koagulanta (mL)	30	45	40	451	226	231
Vrijeme koagulacije (min)	5	60	45	8	10	11
Vrijeme mirovanja (min)	10	10	10	10	10	10
Vrijeme cijedenja (min)	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Volumen sirutke (mL)	1500	1300	1200	1400	1050	1300
pH sirutke	5,46	5,25	5,73	6,54	6,19	6,77
Masa gruša (g)	535,21	351,30	382,47	367,07	415,53	382,70
masa dodane soli (g)	8,0	5,3	5,73	5,5	6,0	5,7
Vrijeme prešanja I (h)	1	1	1	1	1	1
Masa utega (g)	588,63	588,78	587,89	588,54	588,35	588,80
Vrijeme prešanja II (h)	2	2	2	2	2	2
Vrijeme prešanja III (h)	4	4	4	4	4	4
Masa sira (g)	320,2	281,52	302,18	271,00	284,74	273,85

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok grejpa;  
6 – sok ananasa

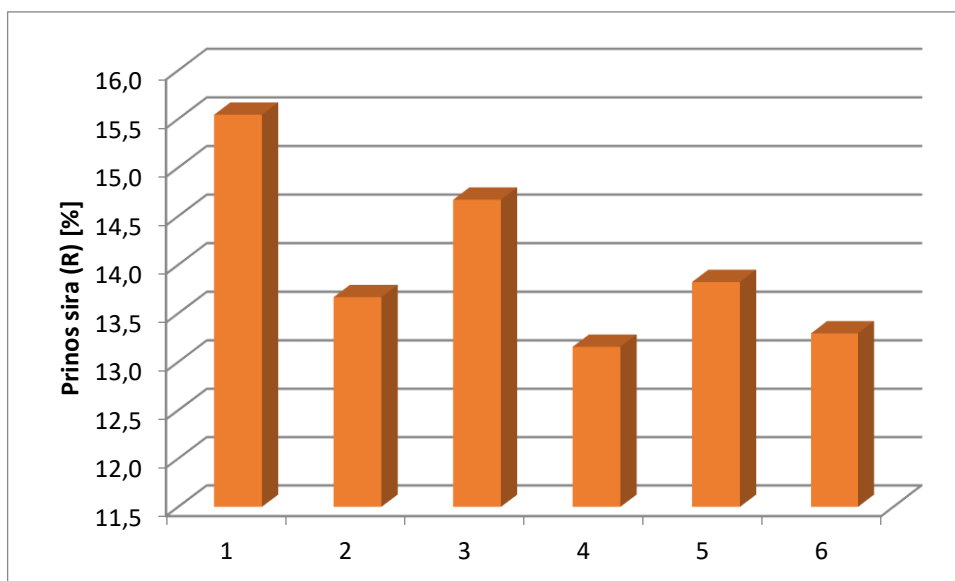
**Tablica 12** Korelacijska matrica parametara proizvodnje i prinosa kuhanog sira

varijabla	pH <sub>sok</sub>	V <sub>sok</sub>	vrijeme	V <sub>sirutke</sub>	pH <sub>sirutka</sub>	masa <sub>gruš</sub>	masa <sub>sir</sub>	prinos
pH <sub>sok</sub>	<b>1</b>	0,759	-0,349	-0,383	<b>0,815</b>	-0,454	-0,539	-0,539
V <sub>sok</sub>		<b>1</b>	-0,550	-0,007	<b>0,820</b>	-0,360	-0,726	-0,726
vrijeme			<b>1</b>	-0,222	-0,618	-0,529	-0,019	-0,019
V <sub>sirutke</sub>				<b>1</b>	-0,158	0,419	0,284	0,284
pH <sub>sirutka</sub>					<b>1</b>	-0,293	-0,646	-0,646
masa <sub>gruš</sub>						<b>1</b>	<b>0,816</b>	<b>0,816</b>
masa <sub>sir</sub>							<b>1</b>	<b>1,000</b>
prinos								<b>1</b>

Podobljeni koeficijenti linearne korelacije (r) su statistički značajni (p<0,05)

### 4.3. PRINOS SIREVA

Prinos sira u odnosu na masu mlijeka, te u odnosu na masu suhe tvari, proteina i masti u mlijeku prikazuju **Slike 19-22**.

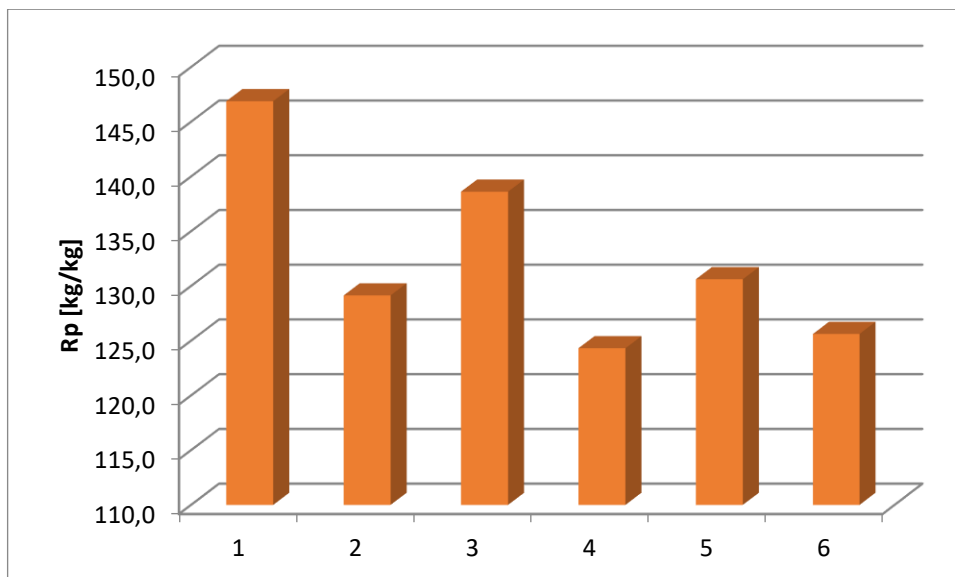


Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 19** Prinos sira s obzirom na masu mlijeka za sirenja

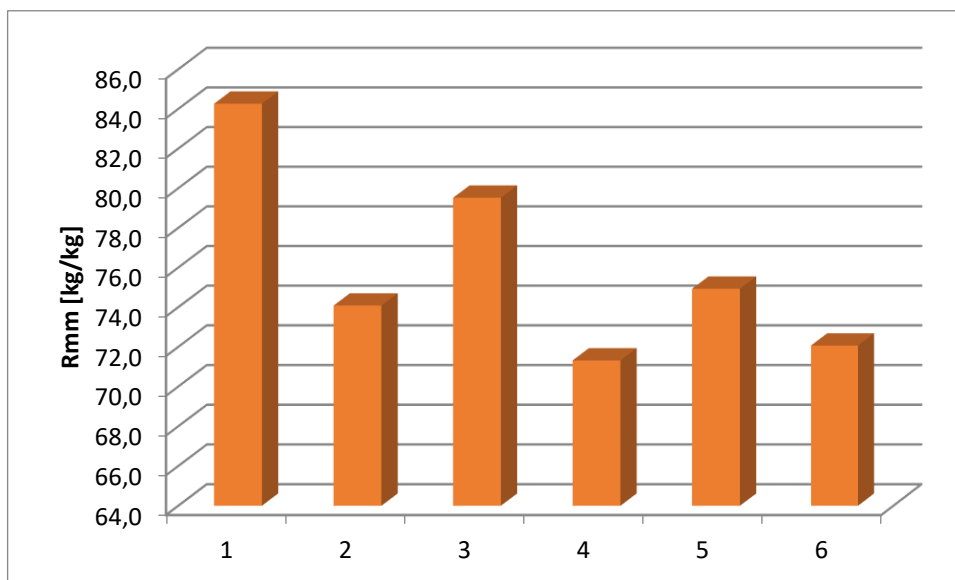
Teorijski se prinos kuhanog sira kreće u rasponu od 10-12% (Štefakov, 1990), dok je u ovom istraživanju bio nešto veći i kretao se u rasponu 13,29-15,54%. Prema podacima iz grafičkog prikaza za prinos sira može se vidjeti da je najveći prinos kod kontrolnog uzorka (1), koji je proizveden na tradicionalan način, grušanjem pomoću octa. Visok prinos imali su i sirevi dobiveni grušanjem pomoću soka limete i soka grejpa, s tim da je za njihovu proizvodnju upotrijebljen veći volumen koagulantna i produženo vrijeme grušanja (**Tablica 12**). Najmanji

prinos zabilježen je kod sira dobivenog pomoću soka naranče koji ima najmanju kiselost (pH=6,13; **Tablica 14**), unatoč značajnom dodatku koagulanta (450 ml, dok je za kontrolni uzorak dodano 30 ml octa).



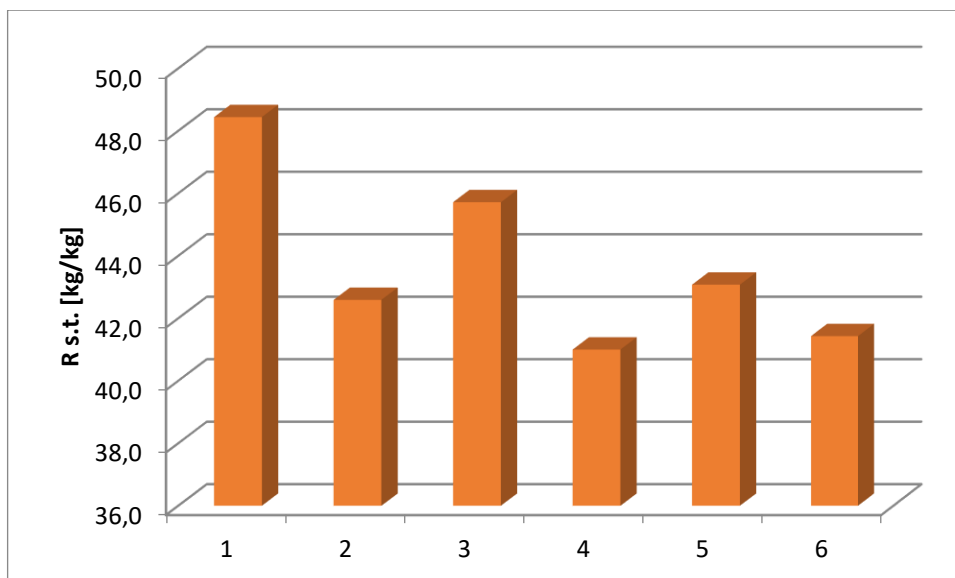
Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 20** Prinos sira s obzirom na količinu proteina u mlijeku



Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 21** Prinos sira s obzirom na količinu mliječne masti u mlijeku



Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok grejpa;  
6 – sok ananasa

**Slika 22** Prinos sira s obzirom na količinu suhe tvari u mlijeku

Iz grafičkih prikaza na **Slikama 20 i 21 i 22** vidljive su slične oscilacije u prinosima sira u odnosu na masu proteina, mliječne masti i suhe tvari u polaznoj sirovini – budući da je mlijeko za sve uzorke sadržavalo jednaku količinu ovih sastojaka.

#### 4.4. KEMIJSKI SASTAV KUHANIH SIREVA

**Tablica 13** prikazuje osnovni kemijski sastav sireva te aktivitet vode i pH vrijednosti. Iako su sirevi proizvedeni od iste polazne sirovine, između svih uzoraka postoji statistički značajna razlika u udjelima glavnih sastojaka sira (mliječna mast, proteini, ukupna suha tvar), koja je ovisila o tipu upotrijebljenog koagulanta.

Tako uzorak 4, kod kojeg se grušanje provelo pomoću soka naranče ima najveći udio mliječne masti, proteina i ukupne suhe tvari. Postoji statistički značajna pozitivna korelacija (**Tablica 14**) između udjela mliječne masti te udjela proteina (0,849) odnosno udjela ukupne suhe tvari (0,845). Kod uzorka 4 također su zabilježene i najviše vrijednosti pH i aktivnosti vode. Kontrolni uzorak (1) dobiven grušanjem pomoću octa nalazi se među uzorcima s najmanje suhe tvari ( $46,57 \pm 0,05$ ) – manje od njega ima samo uzorak proizveden dodatkom soka limete ( $45,45 \pm 0,06$ ). Ovo su i uzorci u kojima je za koagulaciju upotrijebljen najmanji volumen koagulanta (**Tablica 12**), te je uočena pozitivna statistička korelacija između volumena soka

potrebnog za koagulaciju i udjela suhe u siru (0,981). Kuhani sir dobiven na tradicionalan način imao je najviši udio mliječne masti u suhoj tvari i najvišu kiselost, ali najniži udio proteina; kuhani sirevi dobiveni koagulacijom pomoću voćnih sokova imali su za 1,05-3,53% veći udio proteina.

Prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira (62,98 - 69,08%) svi se ispitivani uzorci mogu svrstati u skupinu polutvrdih sireva (**Prilog 3**), dok se prema udjelu masti u suhoj tvari sira uzorci 2 i 3 proizvedeni pomoću soka limuna odnosno limete (40,94-44,03%) svrstavaju u skupinu masnih sireva, a preostali uzorci (45,88-48,64%) pripadaju skupini punomasnih sireva (MPRRR, 2013). Za dobivanje sireva pomoću soka limuna i limete (2 i 3) bilo je potrebno značajno duže vrijeme koagulacije u odnosu na ostale uzorke (**Tablica 12**) što je utjecalo na zadržavanje manjeg udjela masti u tijestu sira.



**Tablica 13** Kemijski sastav kuhanih sireva

Sastav	1	2	3	4	5	6
Mliječna mast	22,65±0,04 <sup>d</sup>	19,15±0,01 <sup>f</sup>	20,01±0,01 <sup>e</sup>	25,11±0,02 <sup>a</sup>	22,89±0,09 <sup>c</sup>	23,03±0,03 <sup>b</sup>
Voda	53,44±0,05 <sup>b</sup>	53,24±0,09 <sup>c</sup>	54,56±0,06 <sup>a</sup>	47,17±0,06 <sup>f</sup>	50,11±0,10 <sup>e</sup>	50,21±0,01 <sup>d</sup>
Proteini	18,29±0,09 <sup>e</sup>	21,66±0,01 <sup>b</sup>	19,34±0,05 <sup>d</sup>	21,82±0,01 <sup>a</sup>	20,94±0,12 <sup>c</sup>	20,94±0,12 <sup>c</sup>
NaCl	1,60±0,05 <sup>a</sup>	1,22±0,11 <sup>c</sup>	0,99±0,04 <sup>d</sup>	1,47±0,09 <sup>b</sup>	1,15±0,12 <sup>c</sup>	1,54±0,07 <sup>ab</sup>
Suha tvar	46,57±0,05 <sup>e</sup>	46,77±0,09 <sup>d</sup>	45,45±0,06 <sup>f</sup>	52,83±0,06 <sup>a</sup>	49,90±0,11 <sup>b</sup>	49,79±0,01 <sup>c</sup>
Mm u s.t.	48,64±0,04 <sup>a</sup>	40,94±0,10 <sup>f</sup>	44,03±0,28 <sup>e</sup>	47,52±0,09 <sup>b</sup>	45,88±0,27 <sup>d</sup>	46,25±0,04 <sup>c</sup>
BMT	77,35±0,04 <sup>c</sup>	80,86±0,01 <sup>a</sup>	79,99±0,10 <sup>b</sup>	74,90±0,02 <sup>f</sup>	77,11±0,09 <sup>d</sup>	76,97±0,03 <sup>e</sup>
Voda u BMT	69,08±0,03 <sup>a</sup>	65,84±0,12 <sup>c</sup>	68,20±0,16 <sup>b</sup>	62,98±0,09 <sup>f</sup>	64,98±0,21 <sup>e</sup>	65,23±0,01 <sup>d</sup>
<b>Svojstva</b>						
pH	5,64±0,02 <sup>b</sup>	5,74±0,00 <sup>b</sup>	5,80±0,04 <sup>ab</sup>	6,13±0,70 <sup>a</sup>	5,67±0,03 <sup>b</sup>	5,94±0,03 <sup>ab</sup>
a <sub>w</sub>	0,949±0,00 <sup>d</sup>	0,952±0,00 <sup>bc</sup>	0,948±0,00 <sup>d</sup>	0,956±0,00 <sup>a</sup>	0,950±0,00 <sup>cd</sup>	0,953±0,00 <sup>ab</sup>

Prikazani podaci su srednja vrijednost ±standardna devijacija; srednje vrijednosti označene istim slivom nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok grejpa; 6 – sok ananasa

**Tablica 14** Korelacijska matrica parametara proizvodnje i prinosa kuhanog sira

	varijabla	mm	voda	proteini	NaCl	suha tvar	mast u s.t	BMT	voda u BMT	a <sub>w</sub>	pH
parametri proizvodnje	pH <sub>sok</sub>	0,556	-0,653	0,366	-0,162	0,653	0,280	-0,556	-0,595	0,321	0,561
	V <sub>sok</sub>	<b>0,831</b>	<b>-0,981</b>	0,638	0,315	<b>0,981</b>	0,420	<b>-0,831</b>	<b>-0,887</b>	0,764	0,680
	vrijeme	<b>-0,910</b>	0,604	0,162	-0,664	-0,604	<b>-0,945</b>	<b>0,910</b>	0,210	-0,184	-0,022
	V <sub>sirutka</sub>	0,248	-0,002	-0,279	0,768	0,002	0,413	-0,248	0,201	0,323	0,209
	pH <sub>sirutka</sub>	0,749	-0,804	0,418	0,322	0,804	0,464	-0,749	-0,668	0,558	0,283
	masa <sub>gruš</sub>	0,206	0,289	<b>-0,813</b>	0,449	-0,289	0,651	-0,206	0,641	-0,510	-0,454
	masa <sub>sir</sub>	-0,290	0,732	<b>-0,954</b>	-0,013	-0,732	0,245	0,290	<b>0,932</b>	-0,810	-0,433
	prinos	-0,290	0,732	<b>-0,954</b>	-0,013	-0,732	0,245	0,290	<b>0,932</b>	-0,810	-0,433
	mm	<b>1</b>	<b>-0,849</b>	0,165	0,629	<b>0,849</b>	<b>0,845</b>	<b>-1,000</b>	-0,532	0,506	0,403
kemijski sastav sira	voda		<b>1</b>	-0,658	-0,402	<b>-1,000</b>	-0,435	<b>0,849</b>	<b>0,899</b>	-0,780	-0,563
	proteini			<b>1</b>	-0,074	0,658	-0,385	-0,165	<b>-0,918</b>	0,777	0,460
	NaCl				<b>1</b>	0,402	0,670	-0,629	-0,115	0,498	-0,010
	suha tvar					<b>1</b>	0,435	<b>-0,849</b>	<b>-0,899</b>	0,780	0,563
	mast u s.t						<b>1</b>	<b>-0,845</b>	0,003	0,070	0,098
	BMT							<b>1</b>	0,532	-0,506	-0,403
	voda u BMT								<b>1</b>	<b>-0,830</b>	-0,583
	a <sub>w</sub>									<b>1</b>	0,584
	pH										<b>1</b>

Podebljani koeficijenti linearne korelacije (r) su statistički značajni (p<0,05)

## 4.5. SENZORSKE OCJENE SIREVA

### 4.5.1. Opisna svojstva sira

U svim uzorcima kuhanog sira, utvrđena su i opisno prikazana sljedeća svojstva: vanjski izgled, prerez sira, svojstva sirnog tijesta, miris i okus sira. Mjerenjem su izmjerene dimenzije sira, a vaganjem su utvrđene mase (težine) sireva. Svi rezultati prikazani su u **Tablici 15**.

Tablica 15 Tablični prikaz karakteristika uzoraka kuhanih sireva

UZORAK	1	2	3	4	5	6
<b>oblik</b>	kolut	kolut	kolut	kolut	kolut	kolut
<b>promjer (mm)</b>	95	95	95	95	95	95
<b>visina (mm)</b>	45	40	40	35	40	37
<b>masa (g)</b>	320,20	281,52	302,18	271,00	284,74	273,85
<b>boja</b>	bijela	blijedožuta	blijedožuta	žuta	blago narančasta	blijedožuta
<b>kora</b>	neravna	neravna	neravna	neravna	neravna	tragovi gaza
<b>prerez</b>	povezano	povezano	povezano	povezano	povezano	povezano
<b>konzistencija</b>	homogeno, lako rezivo, bez lijepljenja	homogeno, lako rezivo, bez lijepljenja	mekši, homogeno lako rezivo, bez lijepljenja	homogeno, lako rezivo, bez lijepljenja	nije homogen, lako rezivo, bez lijepljenja	homogeno, lako rezivo, bez lijepljenja
<b>miris</b>	ugodan, po kuhanom mlijeku	ugodan, po kuhanom mlijeku	ugodan, po kuhanom mlijeku	ugodan, po kuhanom mlijeku i dodatku soka od naranče	ugodan, po kuhanom mlijeku	ugodan, po kuhanom mlijeku
<b>okus</b>	tipičan za kuhani sir	tipičan za kuhani sir	tipičan za kuhani sir	okus naranče	lagana nota gorčine	tipičan za kuhani sir

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

#### VANJSKI IZGLED SIRA

Vanjski izgled kuhanog sira podrazumijeva njegov oblik, odnosno dimenzije, masu sira, boju i izgled kore sira (Kirin, 2006.). Uzorci kuhanog sira su imali oblik koluta koji su poprimili tijekom kalupiranja i prešanja. Promjer svih uzoraka je iznosio 95 mm, a zapravo predstavlja unutrašnji promjer kalupa. Visine uzoraka kretale su se u rasponu 35-45 mm, što je ovisilo o prinosu odnosno masi koluta sira. Tako je kontrolni uzorak (1) imao najveću prosječnu visinu kao i masu, dok je uzorak 4 (proizveden pomoću soka naranče) imao najmanji prinos i najmanju prosječnu visinu koluta sira. Boja površine, ali i tijesta sira je znatno ovisila o boji

upotrijebljenog koagulanta, odnosno voćnog soka. Tako je boja uzoraka varirala od standardne bijele, kod sira dobivenog tradicionalnim načinom, preko blijedožute; koja je potjecala od soka limuna, limete, odnosno ananasa; i žute (sok naranče), pa sve do blago narančaste kod sira dobivenog grušanjem pomoću soka crvenog grejpa.

#### **PREREZ I KONZISTENCIJA SIRA**

Tijesto kuhanog sira na prerezu je bilo povezano, a boja tijesta je varirala, kao i boja površine sira.

Konzistencija kuhanog sira uvjetovana je kemijskim sastavom, odnosno najvećim dijelom načinom izrade, prešanja i dimljenja sira (Kirin, 2006.). Uzorci proizvedenog kuhanog sira su imali homogenu i lako rezivo tijesto koje se nije lijepilo za oštricu noža. Izuzetak je uzorak 5, čije tijesto nije bilo homogeno, što je vjerojatno posljedica neravnomjerne raspodjele soka grejpa tijekom koagulacije. Uzorak 3 (sok limete) imao je nešto mekše tijesto u usporedbi s ostalim uzorcima.

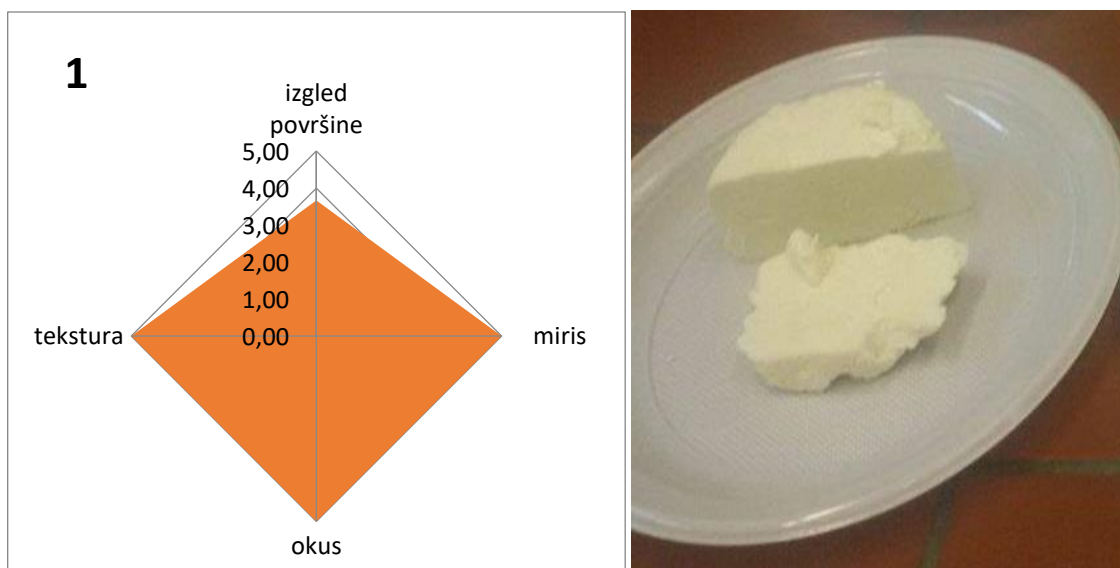
#### **MIRIS I OKUS SIRA**

Nezreli kuhani sir ima miris i okus kuhanog svježeg mlijeka, što je posljedica uklapanja i sirutkinih bjelančevina tijekom izrade sira (Kirin, 2006.).

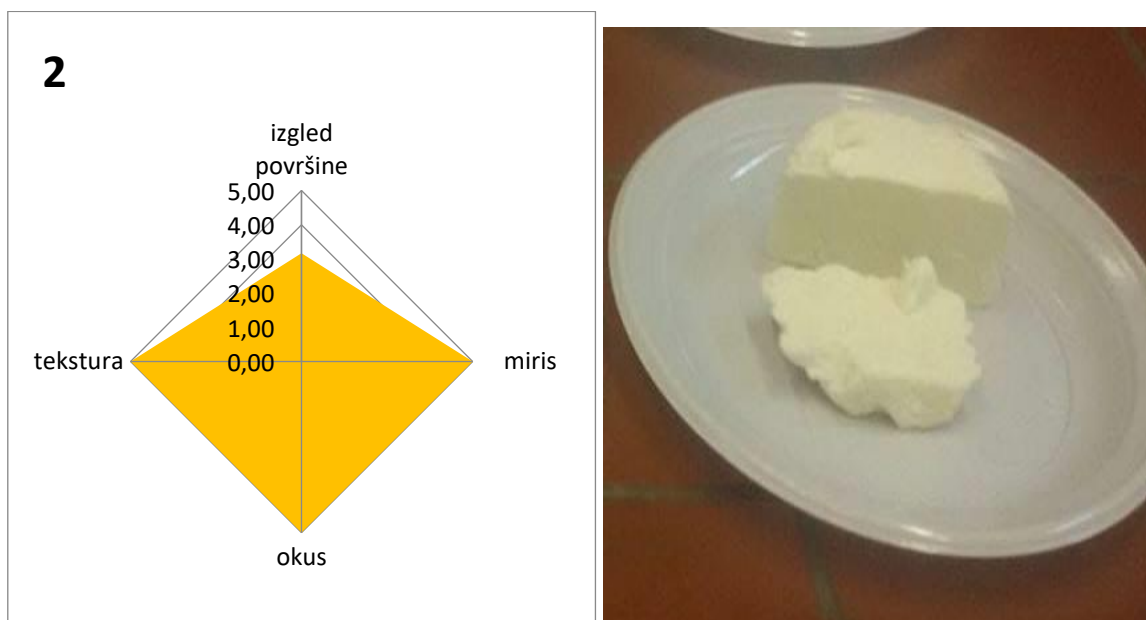
Miris proizvedenih sireva bio je ugodan, karakterističan za ovu vrstu sira, po kuhanom mlijeku. Blagi miris naranče osjetio se samo u uzorku 4, u kojem je tijekom proizvodnje upotrijebljeno čak 450 ml soka. Ova velika količina soka je značajno utjecala i na okus uzorka 4, koji je poprimio blagi okus po naranči. Kod uzorka proizvedenog pomoću soka grejpa (5) osjetila se lagana nota gorčine koja je potjecala od izvornog soka. Ostali uzorci kuhanog sira su imali karakterističan okus po kuhanom mlijeku.

#### **4.5.2. Senzorska ocjena sireva metodom bodovanja**

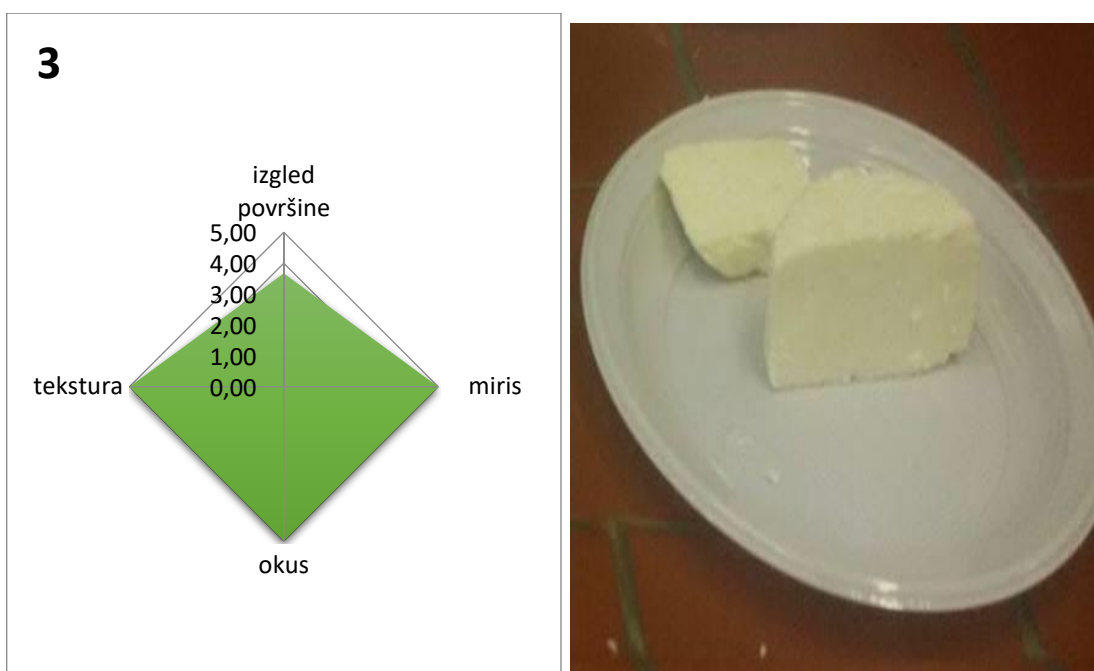
Senzorske ocjene uzoraka proizvedenih kuhanih sireva dobivenih metodom bodovanja prikazuju **Slike 23-28**, a pripadajuće ponderirane bodove **Slika 29**.



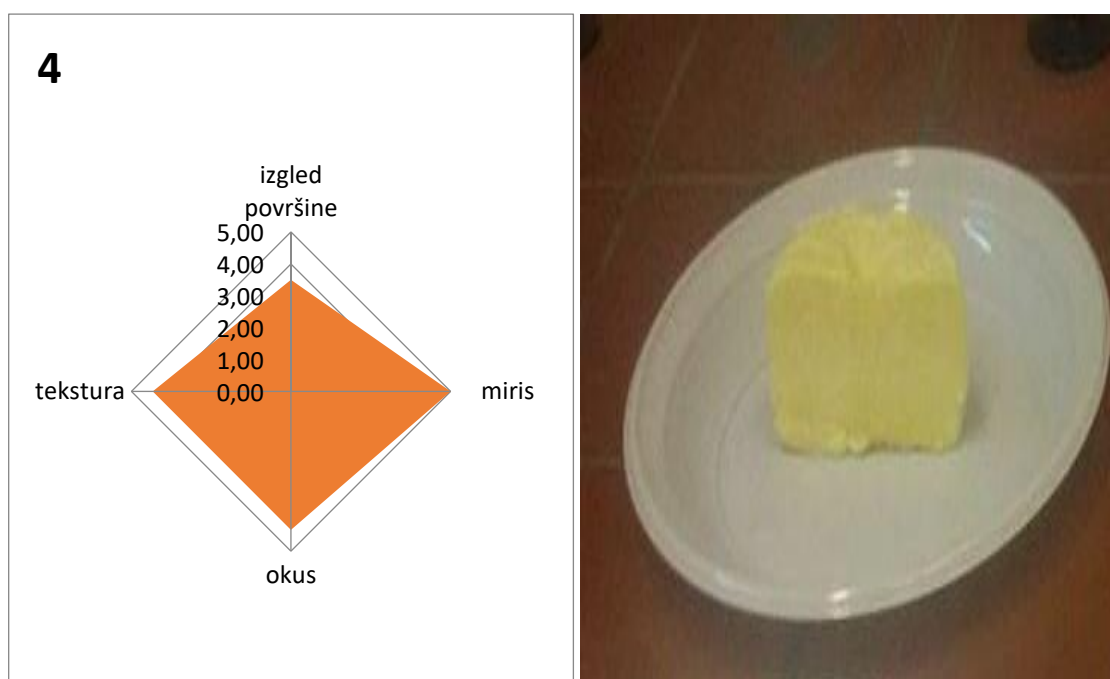
**Slika 23** Ocjene teksture i naknadnog okusa u ustima uzorka 1 (ocat)



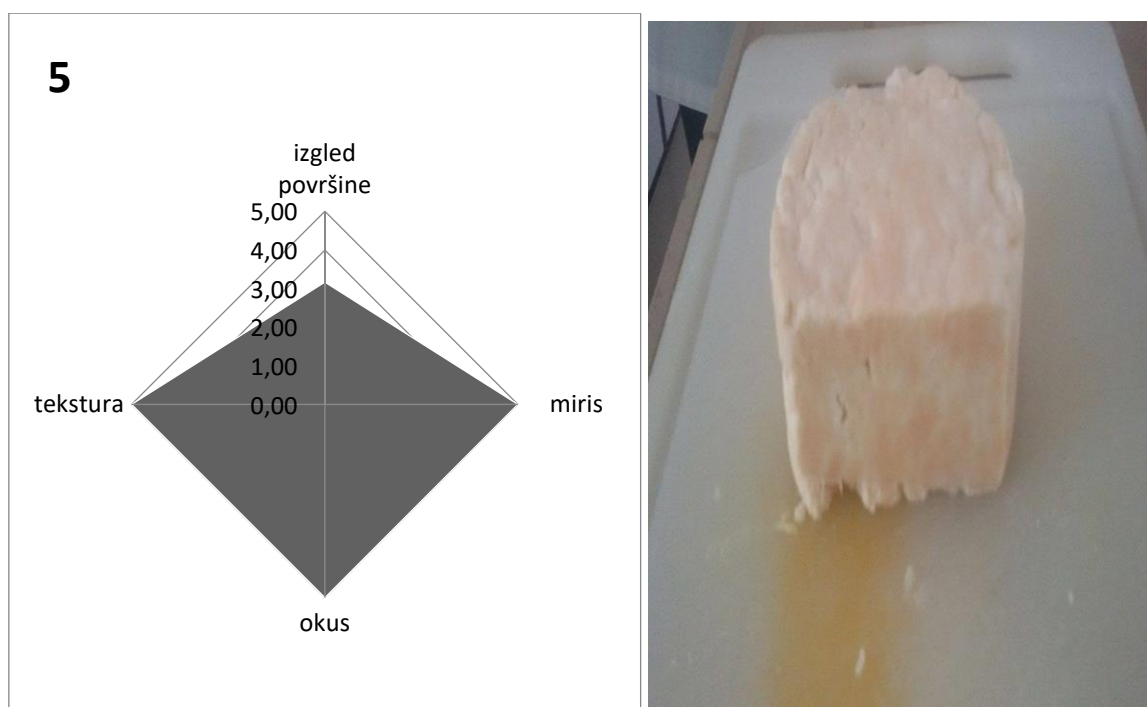
**Slika 24** Ocjene teksture i naknadnog okusa u ustima uzorka 2 (sok limuna)



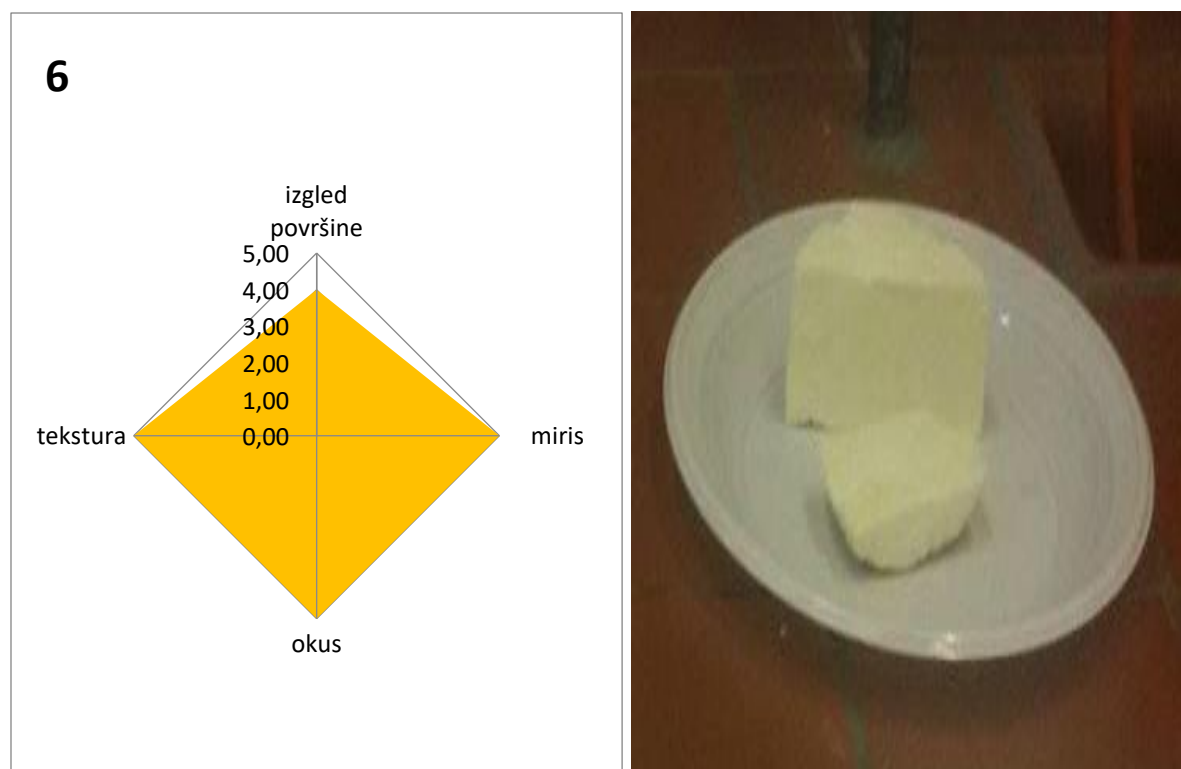
**Slika 25** Ocjena teksture i naknadnog okusa u ustima uzorka 3 (sok limete)



**Slika 26** Ocjena teksture i naknadnog okusa u ustima uzorka 4 (sok naranče)



**Slika 27** Ocjena teksture i naknadnog okusa u ustima uzorka 5 (sok crvenog grejpa)

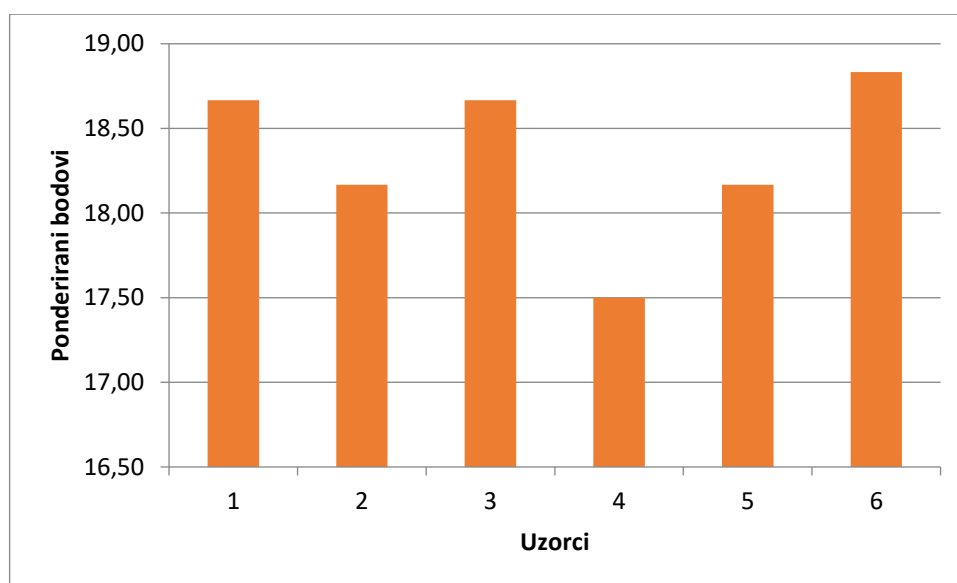


**Slika 28** Ocjena teksture i naknadnog okusa u ustima uzorka 6 (sok ananasa)

Senzorska ocjene proizvedenih sireva dobivene su ocjenom 3 ocjenjivača, te je na temelju srednjih vrijednosti ocjena, napravljen senzorski profil osnovnih svojstava za svaki uzorak

(Slika 23-28). Vidljivo je da su proizvedeni sirevi dobili maksimalne prosječne ocjene za okus, miris i teksturu, kao najvažnija organoleptička svojstva prehrambenog proizvoda. Izuzetak je sir dobiven pomoću soka naranče, koji je dobio statistički značajno niže srednje ocjene okusa te teksture i naknadnog okusa u ustima ( $4,3 \pm 0,6$ ). Ovo je posljedica nekarakterističnog okusa za ovu vrstu sira (po naranči), koji je smetao pojedinim ispitivačima. Također, pronađena je i statistički značajna negativna korelacija (Tablica 18;  $-0,846$ ) između ocjene za teksturu i udjela suhe tvari u siru – ovaj sir (4) je imao najviši udio suhe tvari (Tablica 13).

Srednje ocjene za izgled površine su značajno varirale i kretale su se u rasponu 3,2-4,0; s tim da je najviše ocjene dobio uzorak 6 proizveden koagulacijom pomoću soka ananasa, a najniže uzorci 2 i 5 (limun i grejp). Ovako niske ocjene mogu se objasniti time što je kora, odnosno površina sireva bila neravna i gruba, a na nekim uzorcima su bili vidljivi tragovi gaze.



Prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; srednje vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 29** Ponderirani bodovi proizvedenih sireva

Najveći zbroj ponderiranih bodova (Slika 29), na osnovi senzorske ocjene, dobili su uzorci 1,3 i 6 proizvedeni pomoću octa, soka limete odnosno ananasa. Nešto niže ponderirane bodove sakupili su uzorci dobiveni pomoću soka limuna i crvenog grejpa, na što je utjecala niža ocjena



za izgled ovih uzoraka sireva. Statistički značajno najmanji zbroj bodova imao je uzorak 4 (sok naranče), što je posljedica značajno nižih ocjena za okus (**Slika 26**), koji je bio nekarakterističan za ovaj tip sira.

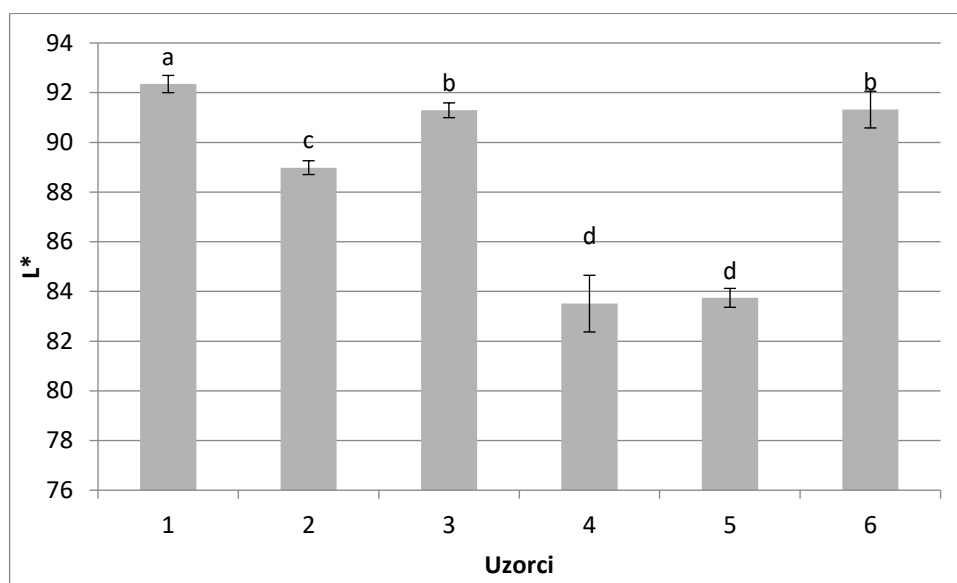
Prosječna vrijednost ponderiranih bodova svih uzoraka kretala se u rasponu 17,5-18,8; što znači da se svi proizvedeni sirevi mogu svrstati u izvrsnu kategoriju kakvoće (**Tablica 16**).

**Tablica 16** Kategorije kakvoće sireva prema ponderiranim bodovima

KATEGORIJA KAKVOĆE	RASPON BODOVA
Izvrсна	17,6 do 20
Dobra	15,2 do 17,5
Osrednja	13,2 do 15,1
Prihvatljiva	11,2 do 13,1
Neprihvatljiva	< 11,2

## 4.6. REZULTATI ANALIZE BOJE

Slike 30-31 prikazuju podatke dobivene instrumentalnim određivanjem boje tijesta sira.

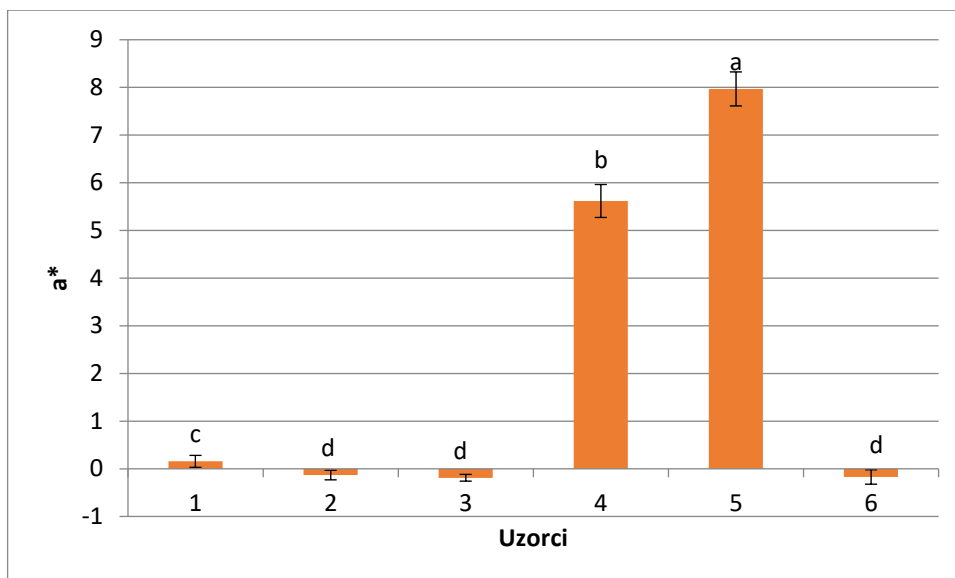


Prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; srednje vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 30** L\* vrijednosti

Prema podacima prikazanim **Slikom 30** vidljivo je da su svi uzorci sireva svjetlije boje jer su se prosječne vrijednosti L\* kretale u rasponu 83,74-92,35 ( $L^* = 100$  potpuno svijetlo). Međutim postoji statistički značajna razlika između kontrolnog uzorka, koji je bio karakteristične bijele boje i imao najvišu vrijednost L\* vrijednosti boje (92,35), i ostalih uzoraka. Razlike u ovim vrijednostima mogle su se opaziti i golim okom senzorskih analitičara (**Tablica 15**, opis boje). Uzorci opisani kao blijedožute boje (2, 3 i 6) su imali raspon vrijednosti L\* 88,98-91,32, međutim uzorak 2 dobiven koagulacijom pomoću soka limuna je imao, među ovim uzorcima, značajno statistički višu L\* vrijednost (bio je svjetliji). Između uzorka dobivenog od naranče i crvenog grejpa, ne postoji statistički značajna razlika u vrijednostima ovog parametra, ali su njihove vrijednosti značajno niže od ostalih – ispod 84, što je posljedica boje soka kojim se provodila koagulacija.



Prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; srednje vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

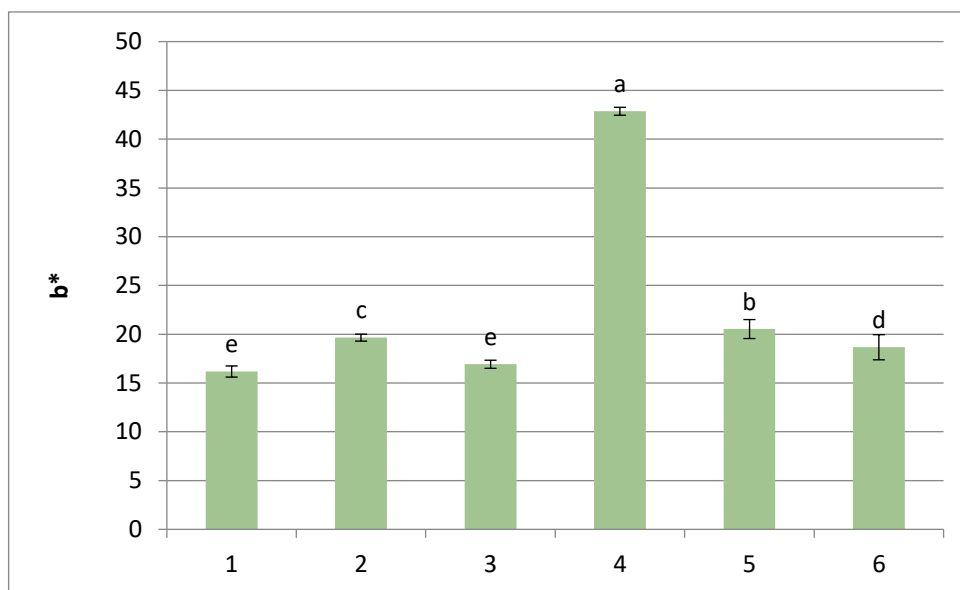
**Slika 31**  $a^*$  vrijednosti

Na **Slici 31** se nalazi grafički prikaz  $a^*$  parametra boje uzoraka. Parametar  $a^*$  označava raspon boja od zelene ( $-a^*$ ) do crvene ( $+a^*$ ). Vidljivo je da uzorci 1, 4 i 5 imaju pozitivnu vrijednost  $a^*$  te da se boje kreću prema crvenoj nijansi. Statistički najvišu vrijednost  $a^*$  parametra boje ima uzorak 5, što je vidljivo golim okom (**Slika 32**), a tijesto sira sadrži komponente soka crvenog grejpa i narančasto-crvene je boje. Od njega se statistički značajno razlikuje uzorak 4, koji također ima vrlo visoke vrijednosti ovog parametra, a boja je opisana kao tamno žuta.

Ostali uzorci (2, 3 i 6) imaju negativne vrijednosti što odgovara rasponu blago zelene nijanse.



**Slika 32** Uzorak 4 (naranča) i 5 (crveni grejp)



Prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; srednje vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 33**  $b^*$  vrijednosti

Parametar  $b^*$  odgovara rasponu boja od žute ( $+b^*$ ) do plave ( $-b^*$ ). Vrijednosti parametra  $b^*$  uzoraka prikazuje **Slika 33** iz čega se može očitati da su sve vrijednosti pozitivne, te da uzorci pripadaju rasponu žute boje. Očekivano najveću vrijednost ovog parametra ima uzorak 4 (42,86). Osim toga, pronađena je i statistički značajna pozitivna korelacija (**Tablica 17**; 0,817) između ovog parametra i udjela suhe tvari u siru – ovaj sir je imao najviši udio suhe tvari (**Tablica 13**). Svi ostali uzorci pokazuju statistički značajno niže vrijednosti parametra žute nijanse, a vrijednosti im se kreću u rasponu 16,18-20,53; što odgovara opisanoj boji bijela do blijedožuta nijansa.

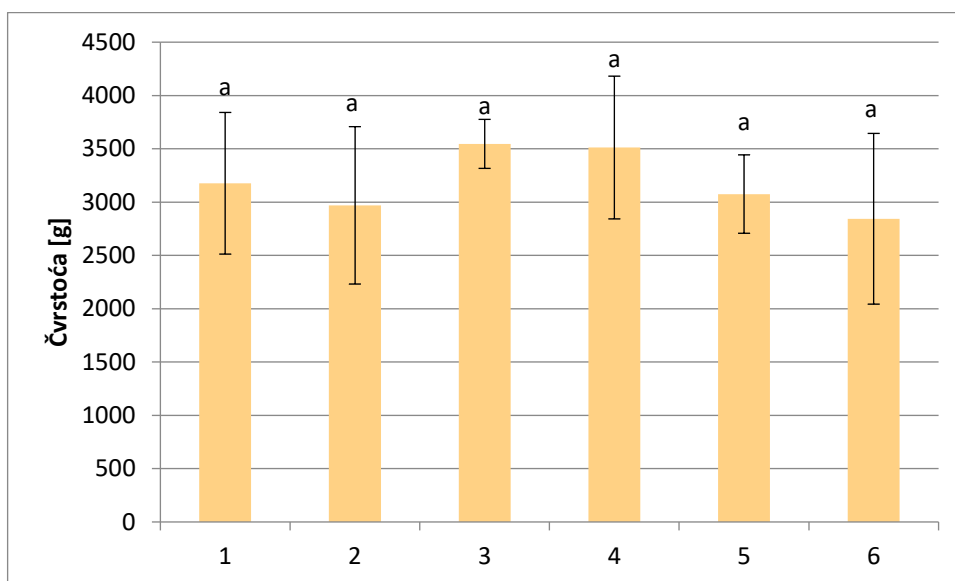
Tablica 17 Korelacijska matrica parametara senzorskih svojstava i boje kuhanog sira

varijabla		senzorska svojstva – metoda bodovanja				boja - instrumentalno određivanje			
		izgled površine	miris	okus	tekstura i naknadni okus u ustima	PONDERIRAN BODOVI	L	a	b
parametri proizvodnje	pH <sub>sok</sub>	0,074	-0,197	-0,197	-0,634	-0,456	-0,535	0,538	0,574
	V <sub>sok</sub>	0,184	-0,178	-0,178	<b>-0,895</b>	-0,381	-0,748	0,672	<b>0,874</b>
	vrijeme	-0,591	0,256	0,256	0,435	-0,212	0,245	-0,472	-0,295
	V <sub>sirutka</sub>	0,618	-0,026	-0,026	-0,345	0,098	0,382	-0,448	0,230
	pH <sub>sirutka</sub>	0,474	-0,629	-0,629	-0,736	0,042	-0,384	0,418	0,479
	masa <sub>gruš</sub>	0,365	0,168	0,168	0,358	0,396	0,369	-0,085	-0,370
	masa <sub>sir</sub>	0,075	0,392	0,392	0,644	0,181	0,592	-0,374	-0,576
kemijski sastav	prinos	0,075	0,392	0,392	0,644	0,181	0,592	-0,374	-0,576
	mm	0,501	-0,200	-0,200	-0,746	-0,092	-0,492	0,589	0,657
	voda	-0,198	0,219	0,219	<b>0,846</b>	0,250	0,755	-0,697	<b>-0,817</b>
	proteini	-0,298	-0,155	-0,155	-0,529	-0,287	-0,676	0,419	0,588
	NaCl	<b>0,816</b>	-0,430	-0,430	-0,490	0,442	0,159	-0,118	0,240
	suha tvar	0,198	-0,219	-0,219	<b>-0,846</b>	-0,250	-0,755	0,697	<b>0,817</b>
	mast u s.t	0,654	-0,127	-0,127	-0,406	0,114	-0,073	0,301	0,280
senzorska svojstva	BMT	-0,501	0,200	0,200	0,746	0,092	0,492	-0,589	-0,657
	voda u BMT	0,100	0,179	0,179	0,743	0,339	0,805	-0,629	-0,774
	a <sub>w</sub>	0,281	-0,349	-0,349	<b>-0,865</b>	-0,155	-0,428	0,188	0,758
	pH	-0,114	0,338	0,338	-0,756	<b>-0,862</b>	-0,574	0,361	<b>0,924</b>
	izgled površine	<b>1</b>	-0,697	-0,697	-0,433	0,525	0,473	-0,378	0,014
	miris		<b>1</b>	<b>1,000</b>	0,286	-0,689	-0,345	0,321	0,184
	okus			<b>1</b>	0,286	-0,689	-0,345	0,321	0,184
boja	tekstura i naknadni okus u ustima				<b>1</b>	0,342	0,442	-0,295	<b>-0,877</b>
	PONDERIRANI BODOVI					<b>1</b>	0,593	-0,435	-0,683
	L						<b>1</b>	<b>-0,930</b>	-0,720
	a							<b>1</b>	0,545
	b								<b>1</b>

Podebljani koeficijenti linearne korelacije (r) su statistički značajni (p<0,05)

#### 4.7. ANALIZA TEKSTURALNOG PROFILA

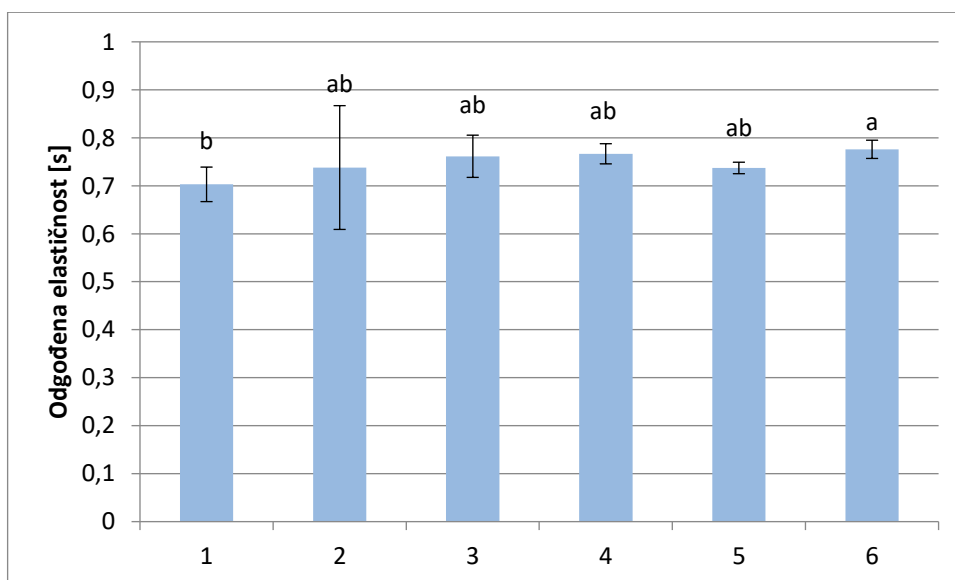
Rezultate instrumentalnog određivanja teksturalnih svojstava prikazuju Slike 34-39.



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija 6 ponavljanja.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

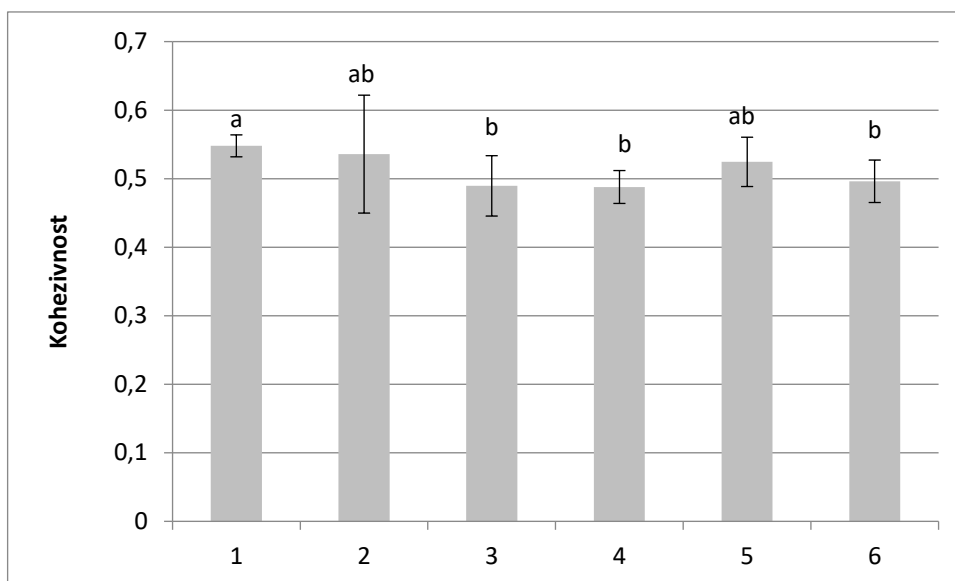
**Slika 34** Čvrstoća ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija 6 ponavljanja.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

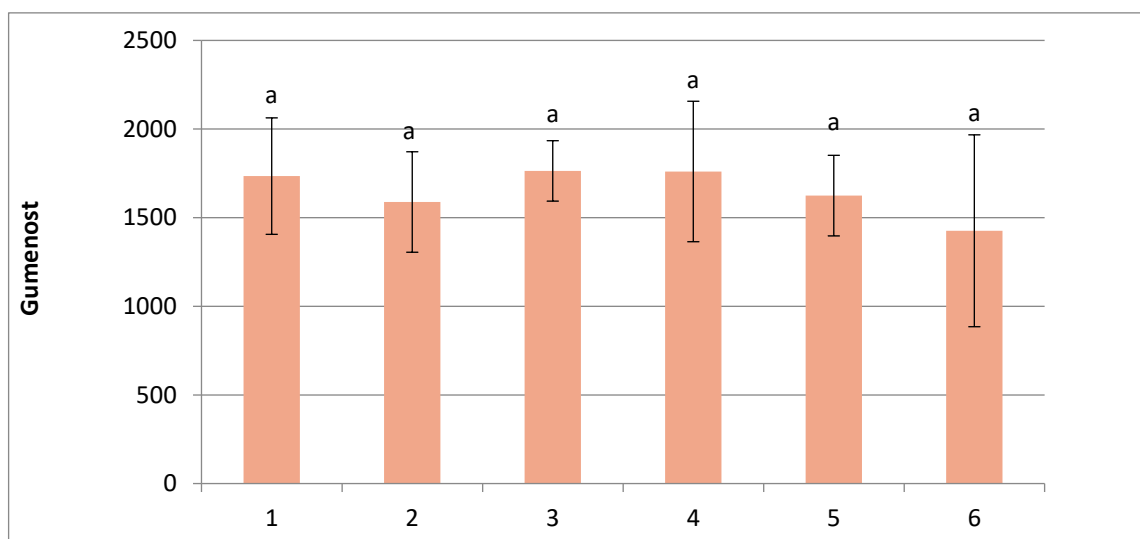
**Slika 36** Odgođena elastičnost ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija 6 ponavljanja.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

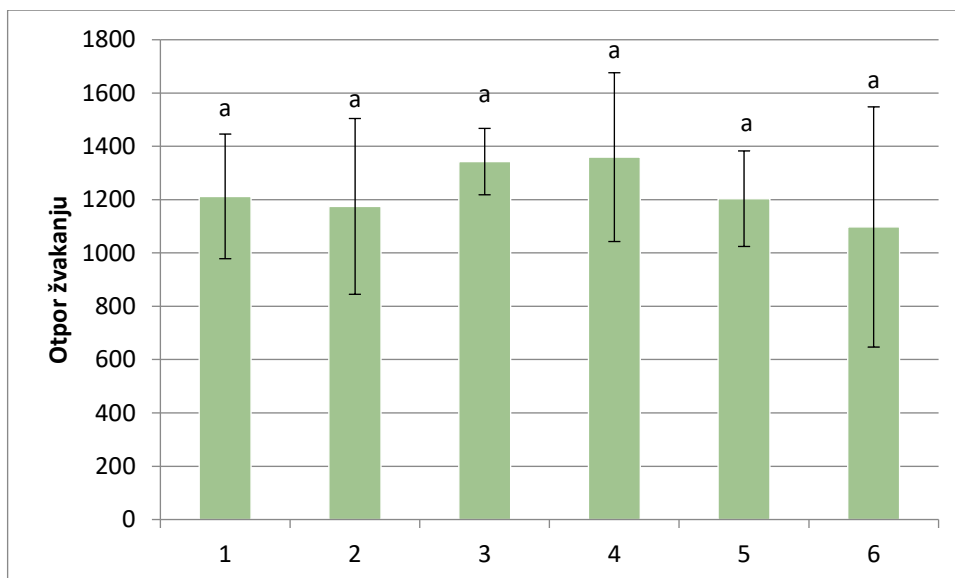
**Slika 37** Kohezivnost ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija u 6 ponavljanja.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

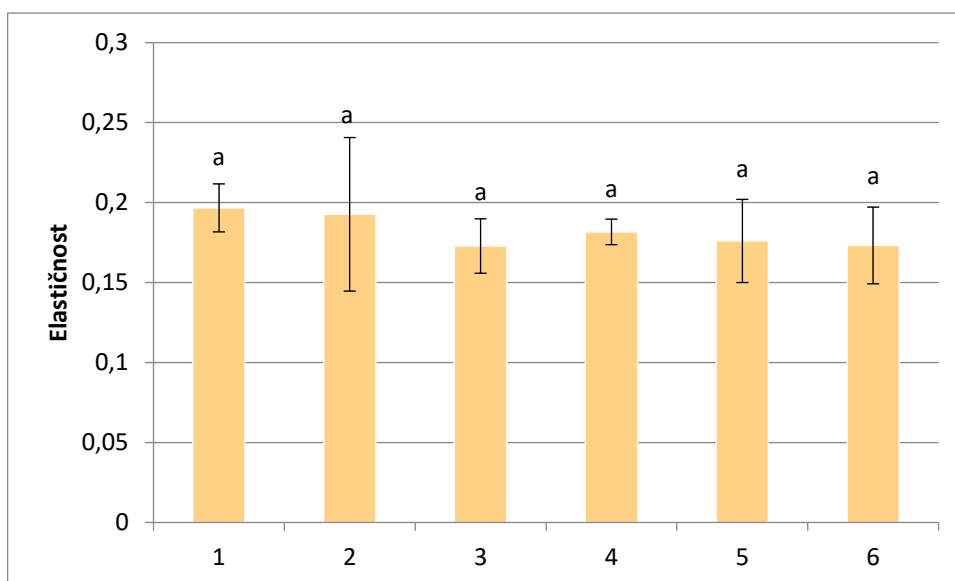
**Slika 38** Gumenost ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija 6 ponavljanja.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 39** Otpor žvakanju ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija 6 ponavljanja.

Legenda: 1 –alkoholni ocat; 2 – sok limuna; 3 – sok limete; 4 –sok naranče; 5 – sok crvenog grejpa; 6 – sok ananasa

**Slika 40** Elastičnost ispitana analizom teksturalnog profila sira

Čvrstoća je važan parametar, jer ukazuje na tehnološki postupak proizvodnje sira. Od ispitivanih uzoraka najveću čvrstoću pokazuju uzorci 3 i 4, a najmanju uzorak 6 dobiven



pomoću soka ananasa (**Slika 34**), međutim ne postoji statistički značajna razlika u vrijednosti ovog parametra teksture među uzorcima.

Iz podataka za odgođenu elastičnost prikazanih **Slikom 36**, vidljivo je da najmanju vrijednost imao kontrolni uzorak (1), a statistički najveću uzorak 6, dobiven pomoću soka ananasa. Ostale vrijednosti bile su u rangu između.

Snaga unutrašnjih veza materijala potrebnih da zadrže uzorak koherentnim pri deformaciji naziva se kohezivnost. Iz grafičkog prikaza (**Slika 37**) se može vidjeti da uzorak 1 ima najveću kohezivnost što znači da su najbolje održali koherentnost tijekom deformacije. Najmanje vrijednosti ovog parametra izmjerene su u uzorcima 3 i 4. Sirevi s većom vrijednosti za kohezivnost imali su manju odgođenu elastičnost. Postoji statistički značajna negativna korelacija između ove dvije vrijednosti parametra teksture (-0,923).

Vrijednosti za gumenost, otpor žvakanju i elastičnost također su varirale u odnosu na čvrstoću i kohezivnost, ali i međusobno. Tako, najveću vrijednost gumenosti (**Slika 38**) imaju uzorci 3 i 4, dok uzorak 6 ima najmanju. Otpor žvakanju predstavlja energiju koju je potrebno utrošiti za žvakanje. Najveći otpor žvakanju (**Slika 39**) imao je uzorak 4, dok uzorak 6 najmanju. Najveću vrijednost elastičnosti (**Slika 40**) imao je uzorak 1, dok najmanju uzorci 3 i 6. Elastičnost predstavlja mjeru oporavka uzorka do deformacije.

Od svih ispitivanih uzoraka, kontrolni uzorak (1) je imao najmanju odgođenu elastičnost, a najviše vrijednosti kohezivnosti i elastičnosti.

Uzorak 4 koaguliran pomoću soka naranče imao je najveće vrijednosti čvrstoće, gumenosti i otpora žvakanju, dok je uzorak 6 (sok ananasa) imao najniže vrijednosti navedenih teksturalnih svojstava. Općenito, uzorci s većom čvrstoćom pokazali su i veću gumenost te otpor žvakanju. Pronađena je i statistički značajna pozitivna korelacija (**Tablica 18**) između vrijednosti čvrstoće i gumenosti (0,893) odnosno otpora žvakanju (0,987). Uzorak 4 imao je statistički najveći udio suhe tvari (**Tablica 13**), međutim nije utvrđena korelacija između teksturalnih svojstava i ukupne suhe tvari sira.

Dobiveni rezultati analize teksturalnih svojstava pokazuju kompleksnost teksture sira, koja se ne može ocijeniti iz jednog ili dva parametra, nego je potrebna dublja analiza ocjene mnogih svojstava koje utječu na kakvoću sira (Drake i sur., 1999).

Tablica 18 Korelacijska matrica parametara teksturalnih svojstava i ostalih rezultata

Variables		čvrstoća	odgo.elas.	kohezivnost	gumenost	otpo.žvak	elastičnost
procesni parametri	pH soka	0,449	0,769	<b>-0,880</b>	0,081	0,453	<b>-0,835</b>
	V(soka)	0,193	0,549	-0,566	-0,027	0,257	-0,371
	vrijeme	0,022	0,085	0,043	0,004	0,063	0,098
	V(sirutke)	0,100	-0,280	0,196	0,223	0,061	0,664
	pH(sirutka)	-0,044	0,712	-0,687	-0,369	-0,053	-0,691
	masa(gruš)	-0,037	-0,793	0,612	0,278	-0,122	0,492
	masa(sir)	0,217	-0,743	0,520	0,492	0,120	0,437
	prinos	0,217	-0,743	0,520	0,492	0,120	0,437
kemijski sastav	mm	0,145	0,173	-0,289	0,065	0,147	-0,163
	voda	-0,027	-0,447	0,419	0,137	-0,099	0,282
	proteini	-0,209	0,562	-0,326	-0,385	-0,078	-0,228
	NaCl	-0,305	-0,153	0,175	-0,226	-0,338	0,398
	suha tvar	0,027	0,447	-0,419	-0,137	0,099	-0,282
	mast u s.t	0,200	-0,166	-0,055	0,234	0,132	0,009
	BMT	-0,145	-0,173	0,289	-0,065	-0,147	0,163
	voda u BMT	0,059	-0,582	0,446	0,261	-0,053	0,323
	aw	-0,128	0,521	-0,369	-0,304	-0,049	-0,009
	ph	0,711	0,437	-0,583	0,528	0,780	-0,099
	izgled površine	-0,174	0,162	-0,193	-0,282	-0,280	-0,024
	miris	0,586	-0,532	0,330	<b>0,831</b>	0,650	0,428
senzorska ocjena	okus	0,586	-0,532	0,330	<b>0,831</b>	0,650	0,428
	tekstura	-0,259	-0,609	0,638	-0,003	-0,292	0,230
	pond.bod	<b>-0,841</b>	-0,219	0,418	-0,745	<b>-0,915</b>	0,104
	L	-0,211	-0,195	0,201	-0,172	-0,337	0,204
	a	0,182	0,037	-0,103	0,192	0,273	-0,257
boja	b	0,470	0,394	-0,478	0,325	0,555	-0,064
	čvrstoća	<b>1</b>	0,134	-0,471	<b>0,893</b>	<b>0,987</b>	-0,148
	odgođena elastičnost		<b>1</b>	<b>-0,923</b>	-0,318	0,139	-0,788
tekstura	kohezivnost			<b>1</b>	-0,027	-0,450	0,798
	gumenost				<b>1</b>	<b>0,892</b>	0,240
	otpo.žvak					<b>1</b>	-0,116
	elastičnost						<b>1</b>

Podobljeni koeficijenti linearne korelacije (r) su statistički značajni ( $p < 0,05$ )



## **5. ZAKLJUČCI**

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

1. Primjena različitih voćnih sokova za koagulaciju mlijeka u proizvodnji novih tipova kuhanog sira je statistički značajno utjecala na potreban volumen upotrijebljenog koagulantata i vrijeme koagulacije. Najveći volumen soka za koagulaciju je bio potreban kod grušanja pomoću soka naranče, što je kasnije značajno utjecalo i na senzorska svojstva gotovog proizvoda (okus, miris, boja). Za dobivanje sireva pomoću soka limuna i limete bilo je potrebno značajno duže vrijeme koagulacije u odnosu na ostale uzorke što je utjecalo na zadržavanje manjeg udjela masti u tijestu sira.
2. Upotreba netradicionalnih vrsta koagulanata imala je negativan utjecaj na prinos gotovog proizvoda, ali se može reći da je prinos za ovaj tip sira i dalje visok (13,29-15,54%).
3. Najveći utjecaj tipa koagulantata bio je na kemijski sastav: vrsta koagulantata ima statistički značajan utjecaj na osnovni kemijski sastav, pH vrijednost i  $a_w$  proizvedenih sireva. Tako su kuhani sirevi dobiveni koagulacijom pomoću voćnih sokova imali veći udio proteina, ali niži udio mliječne masti u suhoj tvari i nižu kiselost od tradicionalno proizvedenog kuhanog sira.
4. Svi proizvedeni uzorci kuhanog sira se prema Pravilniku svrstavaju u skupinu polutvrđih sireva, a prema udjelu masti u suhoj tvari u skupinu punomasnih odnosno masnih sireva.
5. Prema rezultatima senzorske ocjene uzoraka metodom bodovanja, zamjena alkoholnog octa voćnim sokovima u koagulaciji mlijeka je prihvatljiva, osim kod onih uzoraka za čiju je proizvodnju upotrijebljen značajno veći volumen koagulantata što je imalo negativan utjecaj na okus i miris sira.
6. Koagulacija mlijeka različitim vrstama voćnih sokova ima značajan utjecaj na boju, koja više nije karakteristična bijela, već poprima nijansu upotrijebljenog voćnog soka, ali ovo ne utječe negativno na njegovu prihvatljivost.
7. S obzirom na dobivene rezultate senzorske analize svi uzorci su svrstani u izvrsnu kategoriju kakvoće.

8. Nije pronađen statistički značajan utjecaj primjene voćnih sokova na teksturalna svojstva čvrstoće, gumenosti, otpora žvakanju i elastičnosti. Općenito, uzorci s većom čvrstoćom pokazali su i veću gumenost te otpor žvakanju. Značajna razlika u teksturi između kontrolnog uzorka i ostalih uzoraka postoji samo u kohezivnosti i odgođenoj elastičnosti. Naime primjena voćnih sokova je utjecala na smanjenje kohezivnosti odnosno povećanje odgođene elastičnosti. Sirevi s većom vrijednosti za kohezivnost imali su manju odgođenu elastičnost.
9. Na osnovi rezultata istraživanja može se zaključiti da je primjena ispitivanih voćnih sokova za direktnu koagulaciju mlijeka s ciljem dobivanja novih tipova kuhanog sira moguća, pri čemu se dobivaju prihvatljivi proizvodi nešto izmijenjenih senzorskih svojstava, u odnosu na kuhane sireve dobivene tradicionalno primjenom octa.



## **6. LITERATURA**



- Bosnić P : Svjetska proizvodnja i kvaliteta kravljeg mlijeka *Mljekarstvo* 53(1) 37-50, 2003.
- Chinprahast N, Subhimaros S, Pattorn S : Heat-acid coagulation of market-returned UHT milk using various coagulants and calcium chloride. *International Food Research Journal* 22(3): 943-952, 2015.
- Drake MA, Gerard PD, Troung, VD, Daubert CR: Relationship between instrumental and sensory measurements of cheese texture. *J. Texture Stud.*, 30, 451-476, 1999.
- Havranek J, Rupić V : *Mlijeko od farme do mljekare* . Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2003.
- Hill, AR: Family 3 – Heat-Acid Precipitated Cheese. U *Cheese Making Technology eBook*. University of Guelph, Canada, <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/family-3-heat-acid-precipitated-cheese> [13.9.2016]
- Kirin S: Domaći kuhani sir. *Mljekarstvo* 56 (1) 45-58, 2006.
- Kumar S, Rai DC, Niranjana K, Zuhair F. Bhat : Paneer – An Indian soft cheese variant. *JFood Sci Technol* 51(5):821-831, 2014.
- Lambaša – Belek Ž, Gačina N, Radić T: *Tehnologija hrane* . Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, Šibenik, 2005.
- Lučan M: *Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda -priručnik za vježbe* (nastavni materijali za kolegij Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda). Prehrambeno –tehnološki fakultet Osijek, Osijek  
[http://studenti.ptfos.hr/Diplomski\\_studij/Tehnologija\\_mlijeka\\_i\\_mlijecnih\\_proizvoda/2015-2016/vjezbe/ijek\\_2015](http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_mlijeka_i_mlijecnih_proizvoda/2015-2016/vjezbe/ijek_2015) [7.9.2016.]
- Lukač- Havranek J: Autohtoni sirevi Hrvatske. *Mljekarstvo* 45 (1) 19-37, 1995.
- Maretić N: Optimizacija tehnološkog procesa proizvodnje tradicionalnog kuhanog sira u laboratorijskim uvjetima, diplomski rad. Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2015.
- Mišlov M: Kemijski sastav i svojstva kuhanog sira s područja Slavonije, diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2015.
- MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja : *Pravilnik o sirovinama i proizvodima od sireva*. Narodne novine 141/13, 2013.
- Phadungath C: The mechanism and properties of acid-coagulated milk gels. *Songklanakarinn J. Sci.Technol* 27(2):433-448, 2005.
- Primorac Lj: *Senzorske analize – Metode* 2.dio. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2006.
- Slačanac V: Sirarstvo (nastavni materijali za kolegij Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda). Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2015.

[http://studenti.ptfos.hr/Diplomski\\_studij/Tehnologija\\_mlijeka\\_i\\_mlijecnih\\_proizvoda/2014-2015/predavanja/](http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_mlijeka_i_mlijecnih_proizvoda/2014-2015/predavanja/) [27.8.2016]

Štefkov I: Autohtoni bilogorsko-podravski „kuhani sir“ – tradicija i proizvodnja. *Mljekarstvo* 40(9) 227-234, 1990.

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.

Webb, BH, AH Johnson, JA Alford (1974.). *Fundamental of Dairy Chemistry*. Westport, CT, The AVI Publishing Company, Inc.

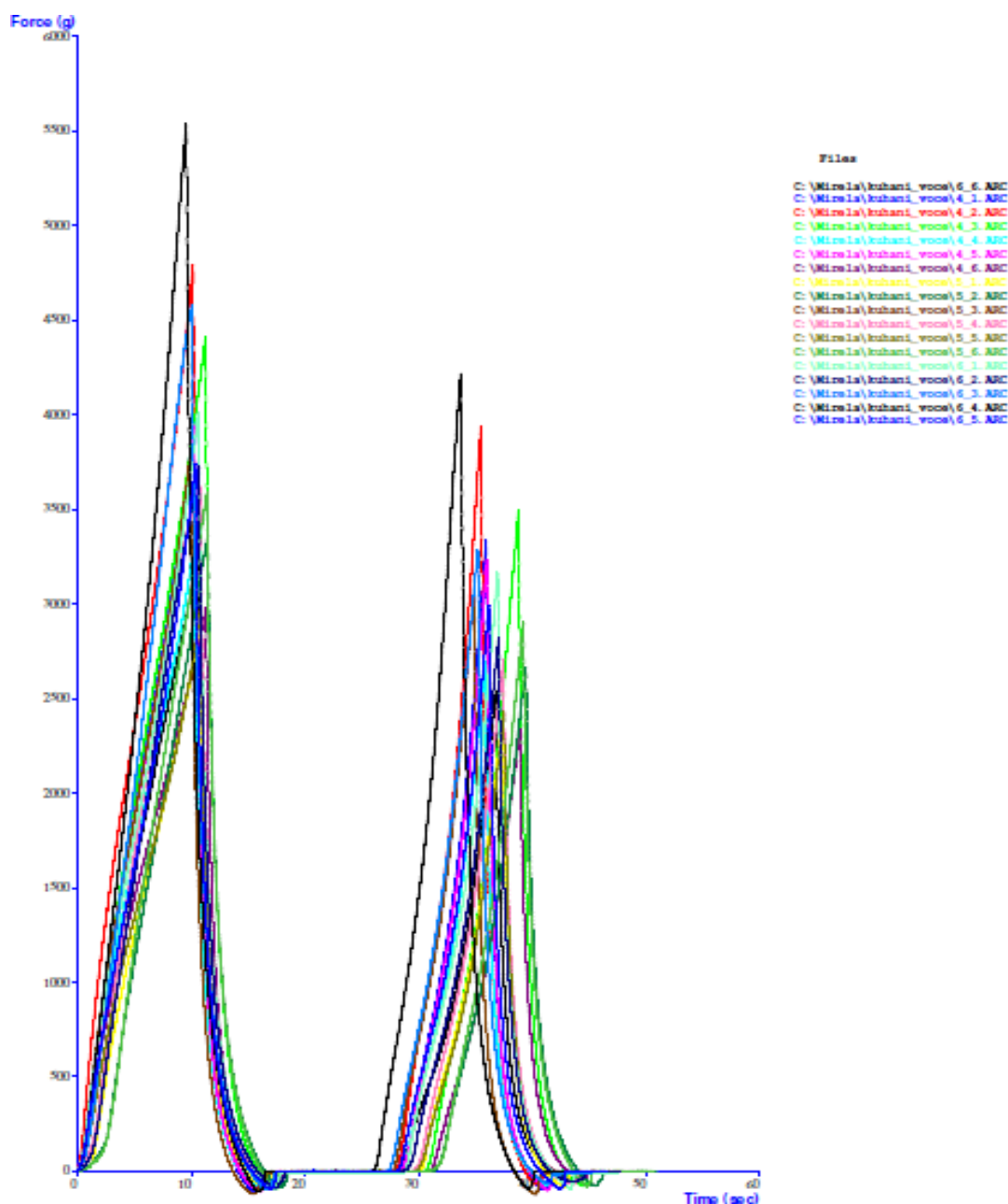


## **7. PRILOZI**

### Prilog 1 Listić za senzorsko ocjenjivanje

Ocjenjivač:		Datum:					
		UZORCI					
PARAMETAR KAKVOĆE	ČIMBENIK ZNAČAJNOSTI						
		1	2	3	4	5	6
Izgled kore (površine)	0,2						
Miris	1,5						
Okus	2,0						
Tekstura i naknadni okus u ustima	0,3						
PONDERIRANI BODOVI							

## Prilog 2 TPA test svih 6 uzoraka



**Prilog 3** Dodatak I. Pravilnika o sirevima i proizvodima od sira (MPRRR, 2009)

## DODATAK 1.

Tablica 1. NAZIV SIRA OBZIROM NA UDIO VODE U BEZMASNOJ TVARI SIRA

Naziv sira obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira	Udio vode u bezmasnoj tvari sira (%)
Ekstra tvrdi sir	<51
Tvrdi sir	49 – 56
Polutvrdi sir	54 – 69
Meki sir	>67
Svježi sir*	69 – 85

\*ne odnosi se na svježe sireve proizvedene od vrhnja

Tablica 2. VRSTE SIRA OBZIROM NA UDIO MLIJEČNE MASTI U SUHOJ TVARI SIRA

Vrsta sira obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari	Udio mliječne masti u suhoj tvari (%)
Ekstramasni	≥60
Punomasni	≥45 i <60
Masni	≥25 i <45
Polumasni	≥10 i <25
Posni	<10