

# Kemijski sastav i svojstva kuhanog sira s područja Slavonije

---

**Mišlov, Martina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*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:109:525711>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**

REPOZITORIJ

**PTF**

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**

**Martina Mišlov**

**KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA KUHANOG SIRA  
S PODRUČJA SLAVONIJE**

DIPLOMSKI RAD

**Osijek, srpanj 2015.**

## 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

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti  
**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija  
**Nastavni predmet:** Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda  
**Tema rada** je prihvaćena na VIII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 26. svibnja 2015.  
**Mentor:** dr. sc. *Mirela Lučan*, znan. sur.  
**Pomoć pri izradi:**

### KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA KUHANOG SIRA S PODRUČJA SLAVONIJE

*Martina Mišlov, 241/D*

#### Sažetak:

Cilj rada bio je ispitati kemijski sastav i svojstva domaćih kuhanih sireva prikupljenih na Osječkoj tržnici. U tu svrhu je analizirano 7 uzoraka kuhanih sireva (4 dimljena i 3 nedimljena) proizvedenih na različitim obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima s područja Slavonije. Provedeno je ispitivanje kemijskog sastava, fizikalno-kemijskih svojstava, boje i teksturalnog profila kuhanih sireva (čvrstoća, odgođena elastičnost, kohezivnost, otpor žvakanju i elastičnost). Također su se ispitivala senzorska svojstva i mikrobiološka kakvoća prikupljenih uzoraka. Rezultati su pokazali značajnu neujednačenost senzorskih, kemijskih, teksturalnih i mikrobioloških svojstva sira, a najčešći uzrok toj pojavi je nestandardna proizvodnja koja se ogleda u različitosti sirovine, načina proizvodnje te uvjeta skladištenja. Kuhani se sir odlikuje karakteristikama zajamčenog tradicionalnog specijaliteta upravo zbog svoje raširenosti diljem Hrvatske dugim nizom godina te načina izrade ili tradicionalnog sastava po kojima se razlikuje od drugih sličnih sireva.

**Ključne riječi:** kuhani sir, kemijski sastav, senzorska svojstva, tekstura i boja sira

**Rad sadrži:** 58 stranica  
34 slika  
18 tablica  
3 priloga  
27 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

#### Sastav Povjerenstva za obranu:

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. <i>Vedran Slačanac</i> | predsjednik   |
| 2. dr. sc. <i>Mirela Lučan</i> , znan. sur.  | član-mentor   |
| 3. doc. dr. sc. <i>Krešimir Mastanjević</i>  | član          |
| 4. izv. prof. dr. sc. <i>Marko Jukić</i>     | zamjena člana |

**Datum obrane:** 3. srpnja 2015.

**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 Council of the Faculty of Food Technology at its session no. VIII held on May 26, 2015.

**Mentor:** *Mirela Lučan*, PhD

**Technical assistance:**

### THE CHEMICAL COMPOSITION AND PROPERTIES OF COOKED CHEESE FROM THE AREA OF SLAVONIA

*Martina Mišlov*, 241/DI

#### Summary:

The aim of this work was to determine chemical composition and properties of domestic cooked cheese gathered at the market in Osijek. The study was conducted on 7-bought cheeses (4 smoked and 3 non-smoked) of different manufacturers from the area of Slavonia. Evaluation of chemical composition, physic-chemical properties, color and texture profile analysis (hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, resilience) of cooked cheese were performed. Sensory properties and microbiological quality of collected samples were also determined. Results showed inequality sensory, chemical, textural and microbiological properties of cheese and the most common cause of this phenomenon is the non-standard production, which is reflected in the diversity of raw material, method of production and storage conditions. Cooked cheese is characterized by the characteristics of the traditional specialties guaranteed because of its prevalence throughout the Croatian for many years and a production method or traditional composition of which distinguish it from other similar cheeses.

**Key words:** cooked cheese, chemical composition, sensory properties, cheese texture and colour

**Thesis contains:** 58 pages  
34 figures  
18 tables  
3 supplements  
27 references

**Original in:** Croatian

#### Defense committee:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. <i>Vedran Slačanac</i> , PhD, associate prof.      | chair person |
| 2. <i>Mirela Lučan</i> , PhD                          | supervisor   |
| 3. <i>Krešimir Mastanjević</i> , PhD, assistant prof. | member       |
| 4. <i>Marko Jukić</i> , PhD, associate prof.          | stand-in     |

**Defense date:** July 3, 2015

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

## Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.1. SIR .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.2. KUHANI SIR .....</b>  | <b>7</b>  |
| 2.2.1. Sirutkin ili albuminski sir.....                               | 8         |
| 2.2.2. Kuhani sir od mlijeka .....                                    | 8         |
| 2.2.3. Kuhani sir od svježeg sira.....                                | 8         |
| 2.2.4. Inačice kuhanog sira.....                                      | 9         |
| <b>2.3. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KUHANOG SIRA .....</b>               | <b>11</b> |
| <b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>                                   | <b>13</b> |
| <b>3.1. ZADATAK .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>3.2. MATERIJAL I METODE.....</b>                                   | <b>14</b> |
| 3.2.1. Uzorci .....   | 14        |
| 3.2.2. Senzorska analiza sireva.....                                  | 15        |
| 3.2.3. Analiza boje sireva .....                                      | 16        |
| 3.2.4. Određivanje svojstava teksture sireva .....                    | 19        |
| 3.2.5. Određivanje sastava i fizikalno-kemijskih svojstava sira ..... | 21        |
| 3.2.6. Mikrobiološke analize sira.....                                | 23        |
| 3.2.7. Statistička obrada rezultata.....                              | 23        |
| <b>4. REZULTATI .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>4.1. SENZORSKA OCJENA SIREVA.....</b>                              | <b>26</b> |
| 4.1.1. Mjere i opisna svojstva sireva .....                           | 26        |
| 4.1.2. Rezultati senzorske analize sireva.....                        | 28        |
| <b>4.2. KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA KUHANOG SIRA.....</b>              | <b>33</b> |
| <b>4.3. REZULTATI ANALIZE BOJE SIRA .....</b>                         | <b>35</b> |
| <b>4.4. REZULTATI ISPITIVANJA TEKSTURALNOG PROFILA SIRA .....</b>     | <b>37</b> |
| <b>4.5. MIKROBIOLOŠKA KAKVOĆA KUHANOG SIRA .....</b>                  | <b>40</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>5. RASPRAVA</b> .....                              | <b>41</b> |
| <b>5.1. SENZORSKA SVOJSTVA SIREVA</b> .....           | <b>42</b> |
| 5.1.1. Opisna svojstva i mjere sireva .....           | 42        |
| 5.1.2. Senzorska ocjena sireva.....                   | 43        |
| <b>5.2. KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA SIRA</b> .....     | <b>43</b> |
| <b>5.3. BOJA I TEKSTURA SIRA</b> .....                | <b>44</b> |
| <b>5.4. MIKROBIOLOŠKA KAKVOĆA SIRA</b> .....          | <b>45</b> |
| <b>5.5. OZNAKA TRADICIONALNOG SPECIJALITETA</b> ..... | <b>45</b> |
| <b>6. ZAKLJUČCI</b> .....                             | <b>47</b> |
| <b>7. LITERATURA</b> .....                            | <b>51</b> |
| <b>8. PRILOZI</b> .....                               | <b>55</b> |

## **1. UVOD**

Prema općoj definiciji sir je svježi ili zreli proizvod dobiven grušanjem mlijeka (sirutke, stepke, vrhnja ili njihove kombinacije), uz izdvajanje sirutke (tekućine nastale tijekom obrade gruš, sporedni proizvod) (Tratnik, 1998).

U ovom diplomskom radu istraživana je domaći kuhani sir koji spada među najjednostavnije dobivene sireve. Domaći kuhani sir je hrvatski sir koji se tradicionalno proizvodi na širem području sjeverozapadne Hrvatske (Bilogora, Zagrebačka okolica, Lika, Banovina, Gorski kotar), ali je također, uz svježi kravliji sir i škripavac, najčešći proizvod većine slavonskih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Ima oblik koluta, odnosno krnjeg stošca različitih dimenzija. Postoje dvije vrste kuhanog sira: dimljeni i nedimljeni. Kuhani sir se proizvodi od kravljeg mlijeka, a u posljednje vrijeme pojedini proizvođači ga proizvode i od kozjeg, odnosno mješavine kozjeg i kravljeg (Kirin, 2006).

Upravo zbog njegove jednostavne i brze proizvodnje, raširen je diljem Hrvatske. Stoga se zahtjeva standardizacija postupka proizvodnje kako bi kvaliteta bila ujednačena, a proizvođač mora održavati postavljene parametre tijekom proizvodnje.

U ovom radu će se provesti ispitivanje domaćih kuhanih sireva (dimljenih i nedimljenih) proizvedenih na različitim obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima s područja Slavonije prikupljenih na Osječkoj tržnici. Provest će se analiza kemijskog sastava, pH vrijednosti, aktiviteta vode i boje uzoraka sireva. Ispitivanje teksture sira pomoću uređaja za analizu profila teksture (TPA) će obuhvatiti mjerenje čvrstoće, kohezivnosti, elastičnosti, odgođene elastičnosti te otpora žvakanju. Senzorska svojstva kuhanih sireva će se utvrditi opisno i metodom bodovanja. Na kraju će se ispitati mikrobiološka kakvoća ispitivanih uzoraka.

Na osnovi dobivenih rezultata napraviti će se kategorizacija domaćeg kuhanog sira s područja Slavonije te će se pokušati definirati sastav i svojstva ovog tradicionalnog proizvoda.



## **2. TEORIJSKI DIO**

### 2.1. SIR

#### Povijest sirarstva

Vjeruje se da je prvi sir napravljen na bogatom poljoprivrednom području, između rijeka Eufrat i Tigris, u Iraku, a datiraju od 7000-6000 godina prije Krista. Promatrajući način života ljudi u tom povijesnom razdoblju, može se pretpostaviti slučajni nastanak izrade sira. Klimatski uvjeti i nomadski način života pogodovali su grušanju kazeina djelovanjem kiseline, nastale vrenjem mlijeka pod utjecajem bakterija mliječne kiseline prirodno prisutnih u mlijeku. Visoke temperature pogodovale su rastu i aktivnosti bakterija mliječne kiseline koje su kiselile mlijeko i pretvarale ga u gel. Međutim, ukoliko se proteze ili mehanički razbije, odvaja se u dvije faze: čvrstu fazu koja se sastoji od proteina i masti (gruš) i tekuću fazu koja se sastoji od vode i u vodi topljivih sastojaka mlijeka (sirutka). Upravo čuvanje mlijeka u životinjskim mješinama pogodovalo je kiseljenju mlijeka, a transport i potresanje razaranju stvorenog gela i odvajanju gruša od sirutke. Osim toga čuvanje mlijeka u životinjskim mješinama pogodovalo je spontanom nastanku i drugih kategorija sireva, djelovanjem proteolitičkih enzima (sirila). Također primjenom vatre u pripremi hrane omogućilo je i nastanak treće kategorije sireva, kod kojih se koagulacija proteina provodi djelovanjem topline. Tijekom zagrijavanja došlo je do grušanja i odvajanja tekuće i čvrste faze mlijeka. U ovoj situaciji čvrsta faza, osim na dnu posude, izdvojila se i na površini tekuće faze. Ljudi su sakupili izdvojenu čvrstu fazu s površine i konzumirali je u svježem stanju ili obradili (sol i/ili sušenje) i takvu čuvali duže vrijeme (Matijević, 2005).

#### Definicija sira

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (NN 20/09), sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja, sirutke, ili kombinacijom navedenih sirovina. U proizvodnji sireva dopuštena je uporaba mliječkih kultura, sirila i /ili drugih odgovarajućih enzima zgušnjavanja i/ili dopuštenih kiselina za zgušnjavanje.

Bit proizvodnje sira je provedba koagulacije kazeina, odnosno sirenje ili grušanje mlijeka, oblikovanje sirnog gruš u sirno zrno uz izdvajanje nastale sirutke i eventualno soljenje sira, nakon čega se dobiva svježi nezreli sir (Tratnik, 1998). Za proizvodnju sira najvažniji sastojak je bjelančevina kazein. To je složena bjelančevina, koja u svom sastavu sadrži fosfor. Svojstva kazeina poput elektronegativnosti, netopljivosti u vodi te njegove koagulacije u kiselom mediju kod pH 4,6 vrlo su važna za proizvodnju sira. Osim kazeina, u mlijeku se nalaze proteini sirutke koji potječu iz krvi i mliječnih žlijezda. Proteini sirutke su albumin

(35%) i globulin (10-15%) koji su topljivi u vodi, ali ne koaguliraju kod pH 4,6. U mlijeku se ukupno nalazi 80% kazeina, bjelančevine poznate kao netopljive u vodi te 20% proteina sirutke poznate kao topljive u vodi (Tratnik, 1998).

Sir dobivamo postepenim zagrijavanjem mlijeka, pri čemu mliječni šećer uslijed fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu te dolazi do odvajanja kazeina od sirutke. Za ubrzavanje i poboljšavanje sirenja dodaje se sirilo koje sadrži renin ili kimozin.

Sirenje se može provesti na tri načina:

- Primjenom sirila ili nekog drugog zamjenskog proteolitičkog enzima, što se koristi u proizvodnji većine sireva koji zriju i nekih svježih sireva.
- Prirodnim zakiseljavanjem (izoelektričnom precipitacijom) kod pH 4,6 najčešće proizvodnjom mliječne kiseline djelovanjem bakterija mliječne kiseline, što se koristi u proizvodnji svježih sireva.
- Dodavanjem organskih kiselina u zagrijano mlijeko na 80° do 96° C, što se koristi u proizvodnji kuhanih sireva (Kalit, 2015).

Po završnom procesu grušanja ili sirenja, cijedenjem se odvaja sirutka te dodaje sol. Dodatak soli ima višestruku ulogu jer utječe na tijek zrenja i oblikovanje kore, smanjuje količinu vode, pouspješuje bubrenje proteina, sudjeluje pri stvaranju okusa i mirisa sira, te poboljšava trajnost sira.

Nakon dodatka soli, sir se oblikuje stavljanjem u kalupe te preša zbog ispuštanja ostatka sirutke i dobivanje što kompaktnijeg gruša, a sir dobiva konačnu teksturu i oblik. Prešanje se mora predvoditi tako da se primjenjeni tlak postupno povećava, kako se kora sira ne bi naglo stvorila i sprječila daljnje otjecanje sirutke iz sira (Tratnik, 1998).

Sir se kalupi nekoliko sati, a zatim se kao takav može konzumirati, dimiti ili staviti na zrenje. Trajanje zrenja sira zavisi o vrste do vrste i može trajati od nekoliko dana do 1 godine i više. Zrenje se provodi u različitim uvjetima što ovisi o vrsti sira, gdje sirevi dobiju svoja karakteristična svojstva, tvrdoću i okus.

### **Podjela sireva**

Pravilna klasifikacija sireva je vrlo otežana jer sireve je najbolje razvrstati prema određenim skupnim osobinama. Za početak slijedi podjela prema vrsti mlijeka pa se razlikuju kravljji, ovčiji, koziji, bivoličin te sirevi od mješavine kravljeg s nekom drugom vrstom mlijeka.

**Tablica 1** Podjela s obzirom na način proizvodnje (prema načinu grušanja)

| vrsta sira    | djelovanje                  | predstavници                |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| kiseli sir    | kiselinom                   | svježi meki sirevi          |
| slatki sir    | enzimski preparati (sirila) | polutvrđi, tvrdi sirevi     |
| mješoviti sir | kiselina + enzimi sirila    | brojne vrste ostalih sireva |

**Tablica 2** Podjela s obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari sira

| vrsta sira  | udio mliječne masti u suhoj tvari (%) |
|-------------|---------------------------------------|
| ekstramasni | >60                                   |
| punomasni   | 45-60                                 |
| masni       | 25-45                                 |
| polumasni   | 10-25                                 |
| posni       | <10                                   |

**Tablica 3** Vrste sira prema konzistenciji – količina vode u masi sira bez masti

| vrsta sira   | udio vode u masi sira bez masti (%) |
|--------------|-------------------------------------|
| jako tvrdi   | <50                                 |
| tvrdi        | 49-56                               |
| polutvrđi    | 54-63                               |
| polumeki     | 61-69                               |
| meki, svježi | >67                                 |

**Tablica 4** Podjela sireva prema zrenju

|  |   |
|--|---|
| sirevi bez zrenja (svježi)                   | pastozni tip  |
|  | zrnati tip (zrnati i kremasti zrnati)<br>plastični, rastezljivi (Mozzarella)  |
| sirevi sa zrenjem (uz bakterije)             | pretežito na površini (Limburger, Romadur)<br>pretežno u unutrašnjosti:<br>bez tvorbe plina (Parmesan, Paški)<br>uz tvorbu plina (Emmentaler, Gryere)<br>zrenje u salamuri (Fetta, bijeli sir u kriškama) |
|  | Pretežno na površini – bijele (Camambert, Brie)<br>Pretežno u unutrašnjosti – plave, zelene (Roquefort)<br>Površina/unutrašnjost (Cambazola, plavi Brie)  |
| sirevi sa zrenjem<br>(uz plemenite plijesni) |   |

Tablica 5 Podjela prema sličnom procesu proizvodnje (Tratnik, 1998)

| prema načinu        | vrsta sira                               |
|---------------------|--|
| tipa Cheddar        | Cheddar, Parmesan, Kačkavalj, Mozzarella |
| tipa Emmentaler     | Emmentaler, Gryere                       |
| tipa Edam           | Edamac, Gouda, Trapist, Livanjski sir    |
| tipa Roquefort      | Roquefort, Gorgonzola, Stilton           |
| tipa Camambert      | Camamabert, Brie                         |
| tipa Limburger      | Limburger, Romadur                       |
| tip sira u salamuri | Fetta, Domiati, Halloumi                 |



Slika 1 Raznolikost sireva

## 2.2. KUHANI SIR

Domaći kuhani sir je hrvatski autohtoni proizvod koji se proizvodi na širem području sjeverozapadne Hrvatske. Prema udjelu suhe tvari domaći kuhani sir spada skupini mekih, a prema udjelu vode u nemasnoj tvari skupini polutvrđih sireva. Prema udjelu masti u suhoj tvari, sir pripada skupini masnih sireva (Kirin, 2006).

Kuhani sir proizvodi se od kravljeg mlijeka, dok se među pojedinim proizvođačima proizvodi od mješavine kozjeg i kravljeg mlijeka. Ima oblik koluta, odnosno krnjeg stošca različitih dimenzija. Postoje dvije varijacije kuhanog sira, a to su dimljeni i nedimljeni. Odlikuje se relativno dugom trajnošću, prihvatljivim organoleptičkim svojstvima te dobrim prinosom. Osim toga predstavlja najjednostavniji oblik iskorištenja i konzerviranja mliječnih bjelančevina.

Kirin (2006.) je kuhani sir podijelio na:

- sirutkin ili albuminski sir,
- kuhani sir od mlijeka,
- kuhani sir od svježeg sira.

### 2.2.1. Sirutkin ili albuminski sir

Ovaj sir se proizvodi od sirutke koja preostaje nakon proizvodnje sirišnih sireva. Zbog većeg iskorištenja sirovine, te u svrhu poboljšanja i raznolikosti svojstava, u sirutku se može dodati mlijeko, obrano mlijeko ili vrhnje. Sirutka, ili njezina mješavina, zakiseljena na pH 4,5 zagrijava se 30 minuta na 90° - 95°C. Kroz to vrijeme dolazi do flokulacije sirutkinih i mliječnih bjelančevina koje se tada odvajaju i oblikuju u različite vrste sirutkinih sireva (Kirin, 2006).

### 2.2.2. Kuhani sir od mlijeka

Proizvodnja ovog sira zasniva se na zagrijavanju sirovog mlijeka na 90° - 95°C i njegovim izravnim zakiseljavanjem kiselom sirutkom, mlaćenicom ili kiselinom. Dobiveni gruš možemo miješati s određenim dodacima, ili se najčešće soli, oblikuje u kalupima, preša, čime dobivamo konzistenciju sira za rezanje. Kuhani sir od mlijeka možemo konzumirati odmah nakon proizvodnje, no nakon i dužeg vremena čuvanja. Osim kazeina, koaguliraju i sirutkine bjelančevine, što doprinosi većoj hranjivoj vrijednosti i prinosu sira.

### 2.2.3. Kuhani sir od svježeg sira

Tehnologija kuhanog sira od svježeg sira je posebna jer se sir kuha u sirutki. Jedan od glavnih predstavnika takvog sira je Halloumi. On je polutvrđi sir, proizveden iz ovčjeg, kozjeg ili kravljeg mlijeka i konzerviran u slanoj sirutki.

Proizvodi se na način da pasterizirano mlijeko koaguliramo sirilom 40-50 minuta na 33±1°C. Skuta se ekstrahira, a sirutka i dalje zagrijava na 80° - 90°C kroz 30 minuta da se koaguliraju proteini sirutke. Skutu režemo na kockice veličine 1-2 cm<sup>3</sup> te ih prenosimo u kalup i prešamo 1 sat. Oblikovani sir režemo na kockice dimenzija 10x15x5 cm i stavljamo ih u vruću sirutku (94° - 96°C) te se kuhaju približno 1 sat. Ohlađeni sir suho solimo i obično se posipa, sušenim i smrvljenim, listićima mente (Papademas i Robinson, 1998).

### 2.2.4. Inačice kuhanog sira

U Hrvatskoj se danas proizvodi veliki broj autohtonih sireva. Budući da se bavimo temom kuhanog sira, opisat ćemo nekoliko inačica kuhanog sira u Hrvatskoj i svijetu. Tako je za Ličko područje karakteristična Lička basa, za područje Bosne i Hercegovine; kalenderovački i vareni sir. Na području Italije proizvode se Riccota i Mascarpone, a na području Južne Amerike bijeli sir zvan Queso blanco. Za Bliski istok karakterističan je Paneer, a za područje Indije Chhanna.

#### 2.2.4.1. Kalenderovački sir

Kalenderovački sir se proizvodi na području Majevice i Motajica u Bosni i Hercegovini. U proizvodnji se koristi obrano ili punomasno kravlje mlijeko koje zagrijavamo do vrelišta, te se dodaje jogurt i octena kiselina (ili vinska kiselina). Sporim mješanjem mlijeko se polagano koagulira te se pričekava dok se sav gruš se sakupi na površini. Sirni gruš se prenese u kalup te preša dok se ne izdvoji zaostala sirutka. Soljenje sira se vrši tokom oblikovanja na sobnoj temperaturi. Sir se može konzumirati mlad, pa i nakon zrenja od nekoliko dana ili se može sušiti na zraku, u hladnoj i prozračenoj, prostoriji. Kalenderovački sir odlikuje kompaktnom i zbijenom strukturom sirnog tijesta, kora mu je žutosmeđe boje, a miris prijatan i specifičan (Bijeljac i Sarić, 2005).

#### 2.2.4.2. Vareni sir

Vareni sir je još jedan sir sa područja Bosne i Hercegovine točnije sjeveroistočne Bosne. Njegova priprema je jednostavna. Mlijeko zagrijemo i ohladimo na 40°- 45°C. U ohlađeno mlijeko dodaje se kiselina (približno 1 žlica na 10 litara mlijeka) i polako mješa. Posudu s mlijekom držimo na toplom i mješamo dok se gruš ne razdvoji od sirutke. Sirni gruš se prenese u cjedilo s gazom te oblikuje rukama, nježno potiskujući gruš da se oblikuje u oblik cjedila. Nakon cijedenja sira, on se suši na suhom i hladnom mjestu gdje se dobije sirna kora. Vareni sir se može konzumirati mlad, sušen na zraku ili dimljen. Sirno tijesto mu je bijele boje te karakterističnog mliječno-kiselog okusa po kuhanom mlijeku (Bijeljac i Sarić, 2005).

### 2.2.4.3. Ricotta

Ricotta je svježi albuminski sir odnosno sirutkin sir sličan skuti koja se proizvodi u našim krajevima. Tradicionalno ricotta se proizvodi zagrijavanjem sirutke ili mješavine sirutke i mlijeka na temperaturu od 40°- 45°C, pri čemu se dodaje sol i nastavlja zagrijavanje u otvorenom kotlu sve dok se ne dosegne temperatura od 80°- 85°C. U tom trenutku dodaje se sredstvo za zakiseljavanje (mliječna, octena ili limunska kiselina) da se smanji kiselost na pH 6 i potakne koagulacija proteina. Koagulirani gruš pliva na površini te skuplja, i odlaže u perforirane obruče. Tako odloženi gruš se ostavlja hladiti preko noći i nakon toga preša (Modler, 1988). Tekstura ricotte je kremasta, nimalo zrnata ni rastresita, te lagano slatkastog okusa (Barukčić, 2015).



**Slika 2** Ricotta

### 2.2.4.4. Queso blanco

Queso blanco je polumeki bijeli sir koji se proizvodi u Južnoj Americi, a proizvodi se izravnim zakiseljavanjem zagrijanog mlijeka. Za proizvodnju ovog sira upotrebljava se polumasno pasterizirano (80°- 85°C) mlijeko. U tako vruće mlijeko dodaju se kiseline (octena, mliječna ili limunska kiselina), pri čemu opada pH na 5,0-5,4 i dolazi do koagulacije gruša. Sirutka se odstranjuje i dobiveni gruš solimo dok je vruć, zatim se preša i pakira (Lucey, 2003). Okus sira je čist i blag, zbijene strukture što pogoduje dobrim svojstvima rezanja na kriške.



**Slika 3** Queso blanco



### 2.2.4.5. Paneer

Paneer je popularni domaći mliječni proizvod u Indiji, proizvodi se iz bivoličijeg mlijeka, a sličan je nezrelim mekim sirevima. Bivoličije mlijeko koje sadrži 6% mliječne masti zagrijava se na 82°C 5 minuta i hladi do 70°C. Zatim se zakiseljava limunskom kiselinom (1% otopina) koja se dodaje polako uz miješanje dok se gruš i sirutka je razdvoje. Nakon toga gruš se skuplja i puni u kalup (35 x 28 x10 cm) na koji se stavlja uteg od 45 kg kroz 15-20 minuta. Nakon prešanja gruš se izrezuje na kockice i uranja u pastereziranu hladnu vodu (4°- 6°C) na 2-3 sata. Ohlađene kockice se zatim stavljaju na drvenu dasku da se ocijedi višak vode. Zatim se omotavaju u pergament papir i čuvaju na temperaturi 4±1°C (Kumar i sur., 2014).



Slika 4 Paneer

## 2.3. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KUHANOG SIRA

Štefekov (1990) je na temelju prikupljenih podataka o varijantama kuhanog sira na području Bilogorsko-podravske regije odabrao varijantu za poluindustrijsku proizvodnju sira zakiseljavanjem kuhanog mlijeka octom.

Postupak proizvodnje kuhanog sira započinje zagrijavanjem procijeđenog svježeg, punomasnog na temperaturu do 98°- 99°C uz neprekidno miješanje, zatim se dodaje 2,5% kuhinjske soli te 2-3% octa (9%-tnog) i miješa do koagulacije bjelančevina. Kad se masa umiri, započinje se s drugim zagrijavanjem (88° do 98°C) u trajanju od 10-20 minuta ovisno o kiselosti i intezitetu zagrijavanja. Sirna masa se ocijedi u vodom navlaženu sirnu maramu oko 10 minuta. Ocijeđena sirna masa se prenese u kalupe i preša 115 minuta te tri puta okreće. Tlak prešanja potrebno je postepeno povećavati od prvog do trećeg okretanja (1 do 3 kg/cm<sup>2</sup>). U industrijskoj proizvodnji sira, u uvjetima 6°- 8°-18°C sir se može očuvati 2-3 mjeseca, a uz odgovarajuću njegu i na temperaturi od 6°C i do 10-12 mjeseci (Štefekov, 1990).

Kirin (2006.) opisuje postupak proizvodnje kuhanog sira u bjelovarskom kraju na način da se punomasno mlijeko (večernje i jutarnje) procijedi i zagrijava u loncu, do vrenja, uz miješanje.

U mlijeko se zatim doda 2% soli, što sprječava naglo stvaranje pjene i kipljenje mlijeka. Nakon dodatka soli, mlijeko ponovno zagrijavamo do vrenja i dodajemo 1% alkoholnog octa (6%). Na površini se počinje oblikovati gruša, koji se nastavlja zagrijavati do pojave bistre zelenkaste sirutke. Stvoreni gruša se grabi kutljačom i prenosi u kalupe u koje je stavljena vlažna gaza. Kalupi se pokrivaju i prešaju. Prešanje traje 3-4 sata, s tim da je potrebno tokom prešanja 2-3 puta okreniti sir. Nakon prešanja, sir se vadi iz kalupa i ostavlja da se kora osuši i dobije žućkastu boju. Kao što je već navedeno, sir se može dimiti jače ili slabije koristeći bjelogorično drvo (bukva, grab, hrast).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je analizirati svojstva kuhanih kravljih sireva na slavonskom tržištu, te utvrditi sastav, fizikalno-kemijskih svojstva, teksturu i mikrobiološku ispravnost.

U tu svrhu određivani su:

- sastav sireva (suha tvar, udio mliječne masti, udio proteina, udio vode, udio NaCl),
- pH vrijednost analiziranih sireva,
- aktivitet vode u analiziranim sirevima,
- boja analiziranih sireva,
- svojstva teksture (čvrstoća, adhezivnost, elastičnost, kohezivnost, otpor žvakanju, žilavost).

Na osnovi dobivenih rezultata cilj je usporediti svojstva kuhanih kravljih sireva na slavonskom tržištu, te utvrditi korelacije određenih parametara.

### 3.2. MATERIJAL I METODE

#### 3.2.1. Uzorci

Uzorci kuhanog sira (4 dimljena i 3 nedimljena) domaćih proizvođača prikupljeni su na osječkoj tržnici 25. ožujka. 2015.

**Tablica 6** Prikupljeni uzorci

| oznaka uzorka | proizvođač    | mjesto                   | vrsta kuhanog sira | cijena sira [kn/kg] | masa [g] | rashladna komora | ambalaža, deklaracija | vlastito mljeko |
|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|---------------------|----------|------------------|-----------------------|-----------------|
| S-1           | OPG           | Ada                      | mladi              | 35,00               | 885,94   | +                | -                     | +               |
| S-2           | OPG           | Ada                      | dimljeni           | 40,00               | 1.061,92 | +                | -                     | +               |
| S-3           | OPG           | Šodolovci, Ernestinovo   | dimljeni           | 30,00               | 854,36   | +                | -                     | +               |
| S-4           | OPG           | Vuka, Lipovac Hrastinski | mladi              | 30,00               | 699,26   | +                | -                     | +               |
| S-5           | OPG           | Beketinci, Vuka          | dimljeni           | 40,00               | 1.142,68 | +                | -                     | +               |
| S-6           | mini mljekara | Valpovo                  | mladi              | 28,33               | 645,05   | +                | +                     | kooperanti      |
| S-7           | mini mljekara | Valpovo                  | dimljeni           | 36,36               | 545,48   | +                | +                     | kooperanti      |

### 3.2.2. Senzorska analiza sireva

#### Opis sireva

Utvrđena su senzorska svojstva kuhanog sira koja su i opisno prikazana. Mjerenjem su izmjerene dimenzije sira, a vaganjem su utvrđene mase (težine) sireva. U svim uzorcima kuhanog sira, utvrđena su opisna svojstva prema Kirinu (2006.): oblik (kolut, stožac, krnji stožac); boja (blijedožuta, svjetlosmeđa, umjereno smeđa, tamno/intenzivno smeđa); kora (glatka, ravna, tragovi gaze, neravna, gruba); prerez – tijesto (povezano, s okašcima, mrljama, šupljinama, bijele boje, blijedožute; konzistencija (homogeno, podatno tijesto, lako rezivo, bez lijepljenja za oštricu noža, mrvičasta struktura); miris (ugodan, po kuhanom mlijeku, blaga nijansa octa, miris dima, više ili manje izražen); okus (okus kuhanog svježeg mlijeka, slatkast, blago kiselkaste nijanse, osvježavajući, neutralni, okus po dimu).



Slika 5 Senzorska analiza sireva

#### Metoda bodovanja

Korištena je metoda bodovanja koja se sastoji u primjeni skale od 20 ponderiranih bodova za ukupnu senzorsku kvalitetu proizvoda (**Tablica 7**) uz upotrebu čimbenika važnosti (značajnosti). Faktori značajnosti izražavaju značajnost ili težinu pojedinog ocjenjivanog parametra u odnosu na ukupnu senzorsku kvalitetu (Filajdić, 1988). Kod svih uzoraka ocjenjivano je četiri parametara kvalitete (izgled kore/površine, miris, okus, tekstura i naknadni okus u ustima), i to ocjenama od 0 do 5 uz primjenu faktora značajnosti za svaki pojedini parametar. Dobivene ocjene množene sa faktorom značajnosti daju odgovarajući broj ponderiranih bodova (Ritz i sur., 1991). U **Prilogu 2** se nalazi Obrazac za ocjenjivanje sa čimbenicima značajnosti.

Tablica 7 Kategorije kakvoće proizvoda

| Kategorija kakvoće | Raspon ponderiranih 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     | manje od 11,2              |

### 3.2.3. Analiza boje sireva

Osjet boje predstavlja psihofizički doživljaj koji ovisi o izvoru svjetla, psihološkim i fiziološkim uvjetima promatrača i karakteristikama objekta koji se promatra. Često je boja svojstvo prehrambenih proizvoda koje se prvo uočava i direktno pretvara u pozitivan ili negativan predznak ukupne kvalitete proizvoda. Doživljaj boje ovisan je o tri faktora:

- spektralnom sastavu svjetla koje pada na promatrani predmet,
- molekularnoj strukturi materijala s kojeg se svjetlo reflektira ili koje ga propušta i
- čovjekovim osjetom boje, kroz oči i mozak (Lukinac Čačić, 2012.).

Boje se mogu definirati svojim uobičajenim imenima, no postoje tri atributa koji uže definiraju svaku boju:

- ton boje ili tonalnost boje (engl. *hue*),
- zasićenost ili saturacija (engl. *saturation*),
- svjetlina ili luminancija (engl. *lightness*).

Ton boje označava vrstu boje. Definira se kao kromatska kvaliteta boje, odnosno kvaliteta kojom se jedna boja razlikuje od druge. Ton može poprimiti vrijednosti od 0 ° do 360 ° koji određuju položaj boje na kružnoj paleti boja. Crvena boja se nalazi na 0 ° (ili 360 °), zelena na 120 °, a plava na 240 °. Da bi se objasnili pojmovi zasićenost i svjetlina, najprije je potrebno boje podijeliti u dvije osnovne skupine. U prvoj skupini nalaze se prave boje, odnosno kromatske boje kao što su crvena, narančasta, žuta, zelena, plava itd., a prikazane su na **Slici 6**.



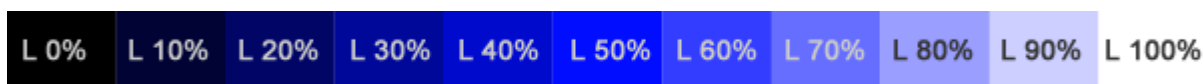
**Slika 6** Kromatske boje

U drugoj skupini nalaze se crna, siva i bijela, koje se nazivaju akromatskim bojama (nebojama) i čine skalu koja seže od crne, preko sive, do bijele (**Slika 7**).



Slika 7 Akromatske boje

Svjetlina je osobina kromatske boje koja je usporediva sa svjetlinom sive akromatske boje. Svjetlina se također izražava u postocima, pa tako vrijednost 0% će dati crnu, a 100% bijelu boju. Slika 8 prikazuje svjetlinu boje.



Slika 8 Svjetlina boje

Zasićenost boje (engl. *saturation*) je stupanj čistoće boje, određen udjelom akromatskih boja (crna, siva, bijela) u kromatskim bojama (crvena, narančasta, žuta, zelena, itd.). Zasićenost se izražava u postocima. Na **Slici 9** može se vidjeti da vrijednost 0% daje sivu boju, a 100% čistu boju (Lukinac Čačić, 2012.).

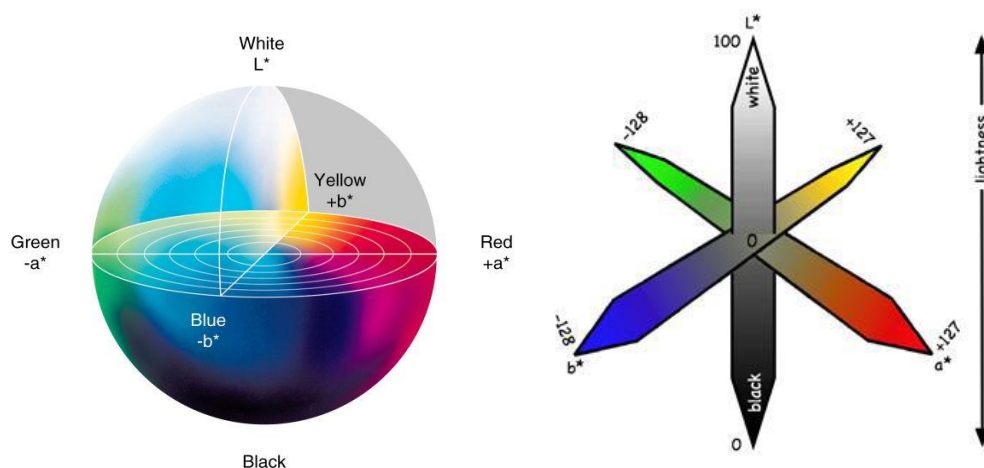


Slika 9 Zasićenost boje

Prostor boja ili model boja je način pomoću kojeg se definiraju, stvaraju i vizualiziraju boje. Osnovna podjela prostora boja je na:

- aditivni prostor boja, ovisan o uređaju, kod kojeg se boja dobiva zbrajanjem pojedinih komponenti (npr. RGB),
- subtraktivni prostor boja, neovisan o uređaju, kod kojeg se boja dobiva oduzimanjem pojedinih komponenti (npr.  $CIE L^*a^*b^*$ ).

$CIE L^*a^*b^*$  prostor boja je trodimenzionalni prostor boja baziran na percepciji boje standardnog promatrača. Prednost ovog sustava je i uvođenje svjetline kao treće dimenzije. Numeričke vrijednosti u  $CIE L^*a^*b^*$  sustavu opisuju sve boje koje može razlikovati ljudsko oko.  $CIE L^*a^*b^*$  sustavu boje su opisane pomoću tri osi: dvije kromatske,  $a^*$  komponenta odnos između crvene i zelene boje (negativne vrijednosti označavaju zelenu, a pozitivne crvenu), a  $b^*$  komponenta odnos između žute i plave boje (negativne vrijednosti za plavu, a pozitivne za žutu).  $L^*$  komponenta određuje svjetlinu, akromatska os mjeri se od 0 do 100 po vertikalnoj osi, gdje je 0 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu, što je prikazano na slici 10 (Yam i Papadakis, 2004.; Hsien-Che, 2005.).



**Slika 10** Prikaz CIE  $L^*a^*b^*$  prostora boja

Mjerenje boje provedeno je pomoću uređaja Hunter-Lab Mini ScanXE (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter-Lab, Reston, VA, USA).



**Slika 11** Kolorimetar Hunter-Lab Mini ScanXE

Određivana su tri parametra boje: L, a i b. 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 rađeno je na sobnoj temperaturi ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Sva mjerenja rađena su u 10 ponavljanja.



#### 3.2.4. Određivanje svojstava teksture sireva

Tekstura sira je svojstvo prema kojem potrošač prosuđuje i određuje o kojoj vrsti sira se radi. Pored izgleda, prisutnost ili odsutnost rupica, te osjećaj u ustima se primjećuju prije nego se utvrdi okus. Faktori koji određuju promjene u teksturi u svim sirevima su uglavnom isti. To je zbog toga jer komponente sira (gruš, prirodni mliječni enzimi, kazein, voda, mliječna kiselina, natrijev klorid, mliječna mast, kalcij) su iste u svim vrstama sira i razlikuju se prema udjelu tih komponenata. Analiza teksture deskriptivnim senzorskim metodama koristi termine koji se odnose na osjećaj dobiven nakon prvog ugriza tijekom žvakanja i gutanja.

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

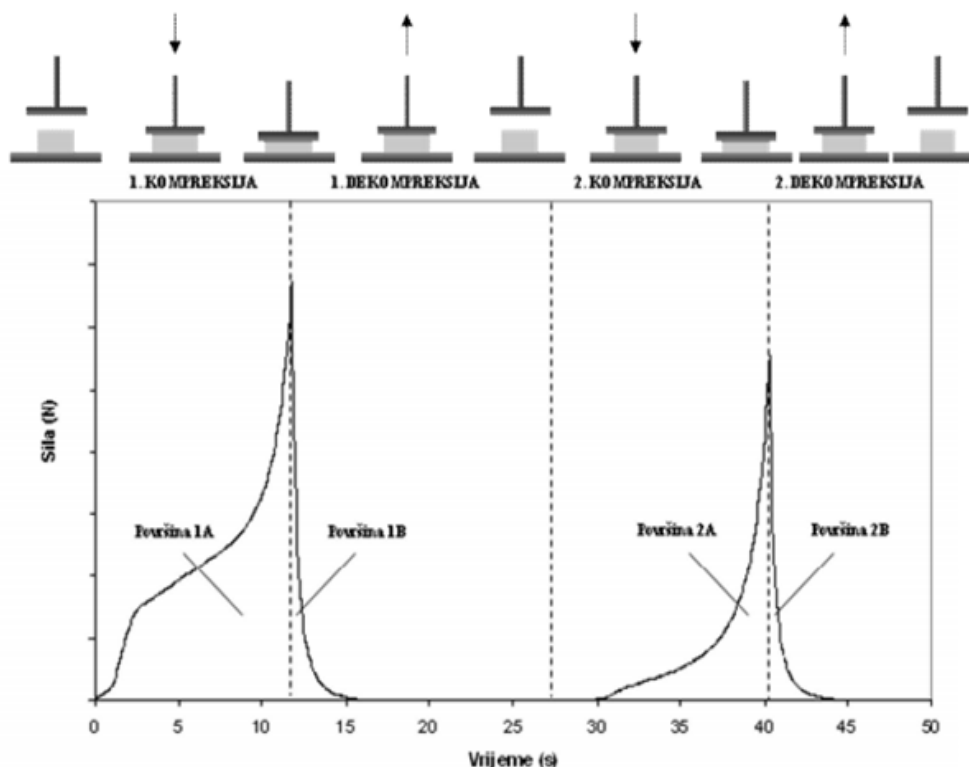
Da bi se simulirao dvostruki zagriz, odnosno žvakanje, uzorak se stavlja na bazu analizatora teksture i podvrgava dvostrukoj kompresiji (uz određeno zadržavanje kompresijske sonde između dva ciklusa), a računalni program zapisuje krivulju promjene sile potrebne za kompresiju uzorka u vremenu podešenom prije eksperimenta. Iz dobivenih rezultata očitavaju se određeni parametri koji uglavnom vrlo dobro koreliraju sa senzorskim ispitivanjima uzorka. Tipični primarni parametri u ispitivanju teksture kruha su čvrstoća, kohezivnost, elastičnost i tzv. odgođena elastičnost, a i iz njih se dalje izračunavaju 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 13**), 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 15x15 mm, te kao takvi postavljani na mjernu plohu instrumenta.

Mjerenja su obavljena pri sobnoj temperaturi ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Uzorci se podvrgavaju dvostrukoj kompresiji cilindričnim nastavkom TA-25, 50 mm diametra, prema sljedećim parametrima:

- kalibracija visine: 25 mm;
- brzina prije mjerenja: 0.4 mm/s;
- brzina mjerenja: 0.4 mm/s;
- brzina nakon mjerenja: 0.4 mm/s;
- kompresija 80%;
- vrijeme zadržavanja između dvije kompresije: 5 s.

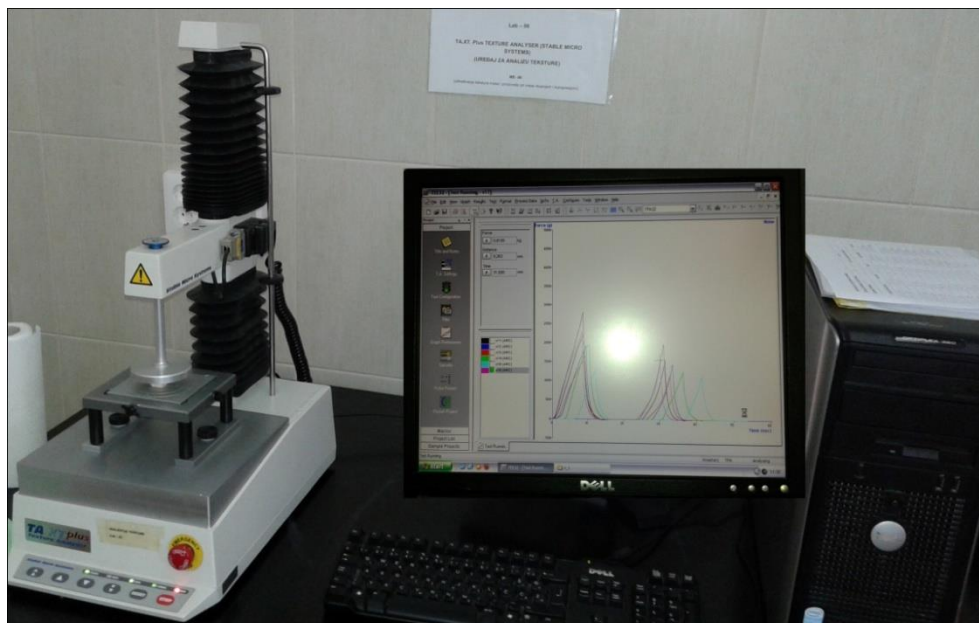
Računalni program zapisuje krivulju promjene sile potrebne za kompresiju uzorka u određenom vremenu prema parametrima podešenim prije eksperimenta (**Slika 12**).



**Slika 12** Krivulja ispitivanja teksturalnog profila metodom dvostruke kompresije

Iz dobivenih rezultata (primjer krivulje za uzorak S-5 u **Prilogu 4**) 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 površina ispod drugog i prvog pika (Površina 2AiB/Površina 1AiB);
- elastičnost (*resilience*) – predstavlja tzv. trenutnu elastičnost, odnosno mjeru oporavka uzorka od deformacije pri prvoj kompresiji, a definirana je omjerom površine ispod krivulje tijekom prve dekompresije i površine ispod krivulje tijekom prve kompresije (Površina 1B/Površina 1A);
- odgođena elastičnost (*springiness*) – omjer visina uzorka do koje se on vraća tijekom vremena koje prođe između kraja prve kompresije i početka druge kompresije i početne visine uzorka;
- otpor žvakanju (*chewiness*) – predstavlja energiju koju je potrebno utrošiti za žvakanje uzorka, odnosno otpor uzorka žvakanju, a izračunava se kao umnožak čvrstoće, kohezivnosti i odgođene elastičnosti i izražava u jedinicama sile (N) ili mase (g).



Slika 13 Plus Texture Analyser (stable micro systems)

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

Sastav sireva određivan je prema metodi predloženoj od Webb i sur. (1974), a koja je danas uobičajena za određivanje sastava polutvrđih i tvrdih sireve. Uzorci sira rezani su na male kockice (cca 1x1 cm) te homogenizirani u mikseru. Sastav sireva određivan je uređajem FoodScan Analyser (Foss, Švedska, **Slika 13**). Mjerno tijelo uređaja napuni se do vrha sa 100–150 g sira i umetne u posebnu komoru za uzorke. Komora se nakon toga zatvara i pokrene mjerenje. U sirevima je određivan udio vode, proteina, mliječne masti i NaCl.



Slika 14 Food Scan™ Lab

### 3. Eksperimentalni dio

pH vrijednost ispitivanih sireva određivana je pH metrom (MA 235, pH/Ion Analyzer, METTLER TOLEDO, **Slika 13**), prema službenoj metodi AOAC 962.19. Sirevi su usitnjeni i homogenizirani mikserom. 10 g sira razrijeđeno je u 100 ml destilirane vode, homogenizirano na magnetnoj miješalici te je potom određena pH vrijednost.



**Slika 15** pH metar

Aktivitet vode ( $a_w$ ) određen je uređajem Rotronic HygroLab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland, **Slika 15**). Sir je narezan na kockice, usitnjen mikserom, a  $a_w$  je određen pri sobnoj temperaturi.



**Slika 16** HygroLab 3 (uređaj za određivanje aktiviteta vode)

### 3.2.6. Mikrobiološke analize sira

Broj živih mikroorganizama u uzorcima sireva je određen standardnom mikrobiološkom metodom, posredno određivanjem broja živih stanica na čvrstoj podlozi pripremom serije decimalnih razrijeđenja i naciepljivanja poznatog volumena uzorku na čvrstu podlogu za rast kolonija. Od mikroorganizama određivan je broj bakterija *S. aureus*, *E. coli*, sulfitoreducirajućih klostridija, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* te kvasaca i plijesni. Nakon inkubacije, prebrojane su porasle kolonije te je izračunat broj mikroorganizama u 1 ml proizvoda (CFU/ml) prema formuli:

$$CFU = \frac{N \cdot \frac{1}{D}}{V}$$

gdje je:

CFU – broj živih stanica (*Colony Forming Unit*) [ $\text{ml}^{-1}$ ],

N – broj poraslih kolonija,

D – razrjeđenje,

V – volumen istraživog uzorka inokuluma [ml].

Svako određivanje je ponovljeno u dvije paralele, te je izračunata srednja vrijednost broja mikroorganizama za svaki eksperiment. Pravilnikom o mikrobiološkim kriterijima za hranu (2008a) propisani su vrlo strogi kriteriji za prisutnost bakterija *Salmonella* sp. (0/25 g uzorka), kao i za bakteriju *Staphylococcus aureus*, dok su Vodičem za mikrobiološke kriterije za hranu (2009) ti kriteriji prošireni, te uz navedeno, propisani su kriteriji za prisutnost kvasaca i plijesni te bakterije *E. coli*. Međutim mikrobiološki kriteriji propisani Vodičem nisu zakonska obveza, već samo preporuka u cilju podizanja kvalitete (Sabljak i sur.,2013).

### 3.2.7. Statistička obrada rezultata

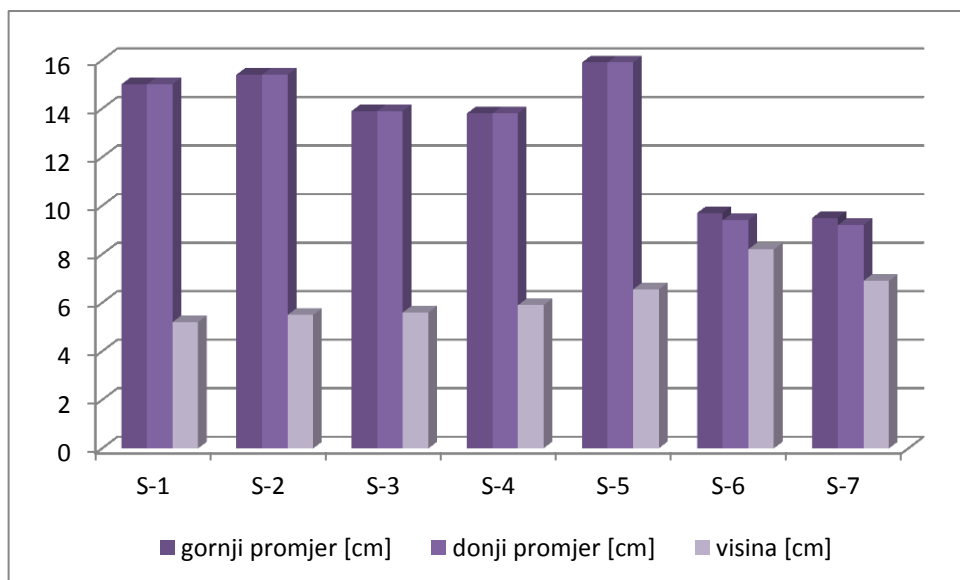
Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ponavljanja  $\pm$  standardna devijacija. Svi rezultati su obrađeni u programima Excel 2013 (Microsoft) i XLStat 2015 (Addinsoft). Provedene su analiza varijance (one-way ANOVA) i potom Fischerov LSD test najmanje značajne razlike (engl. *least significant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



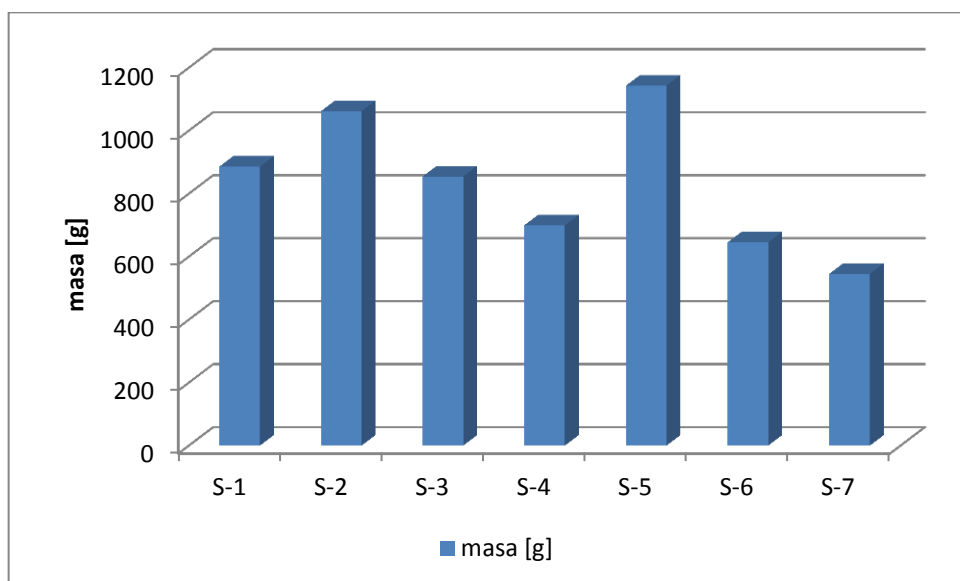
## **4. REZULTATI**

## 4.1. SENZORSKA OCJENA SIREVA

### 4.1.1. Mjere i opisna svojstva sireva



Slika 17 Mjere sireva



Slika 18 Mase sireva



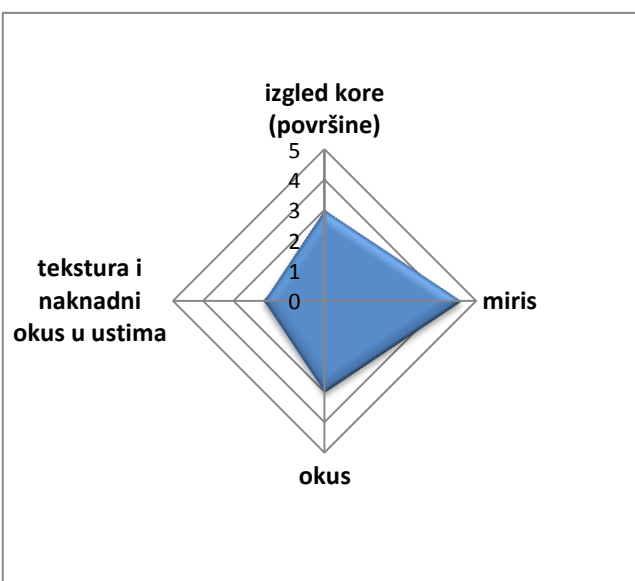
Tablica 8 Opisna svojstva sireva na svojstvotablica sireva

| UZORAK | oblik | boja              | kora                            | prerez –<br>tijesto          | konzistencija   | miris                            | okus  |
|--------|-------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|---|----------------------------------|---|
| S-1    | kolut | blijedožuta       | neravna, tragovi<br>gaze        | šupljine,<br>mrnje           | nehomogeno,<br>lako rezivo, gumast,<br>bez ljepljenja   | Ugodan-<br>blag po<br>mlijeku    | preslan, blago kiselkast                                    |
| S-2    | kolut | umjereno<br>smeđa | neravna, tragovi<br>gaze        | povezano sa<br>šupljinama    | nehomogeno, lako<br>rezivo, bez ljepljenja              | miris dima                       | okus kuhanog mlijeka,<br>okus dima, preslan,<br>kiselkast   |
| S-3    | kolut | umjereno<br>smeđa | neravna, tragovi<br>gaze        | povezano<br>malo<br>šupljina | homogen tvrdi, bez<br>ljepljenja, jako glatki<br>prerez | ugodan<br>miris dima             | mliječan, preslan, okus<br>kuhanog mlijeka, okus<br>po dimu |
| S-4    | kolut | blijedožuta       | glatka                          | šupljine                     | nehomogen, mekan,<br>bez ljepljenja                     | miris octa<br>srednje<br>izražen | preslaba<br>aroma, nedovoljno slan                          |
| S-5    | kolut | svjetlosmeđa      | neravna, tragovi<br>rešetke     | povezano                     | homogen, lako<br>reziv, bez ljepljenja                  | miris dima<br>više<br>izražen    | blago dimljen, mliječni<br>okus                             |
| S-6    | kolut | blijedožuta       | neravna, tragovi<br>gaze        | šupljine                     | nehomogen,<br>ljepljiv, mekši, ljepi se<br>za nož       | ugodan po<br>mlijeku             | okus kuhanog mlijeka,<br>karakterističan                    |
| S-7    | kolut | tamnosmeđa        | neravna, tragovi<br>perforacije | povezano                     | homogen, lako reziv,<br>jako glatki prerez              | ugodan<br>miris dima             | mliječni okus, slatkast                                     |

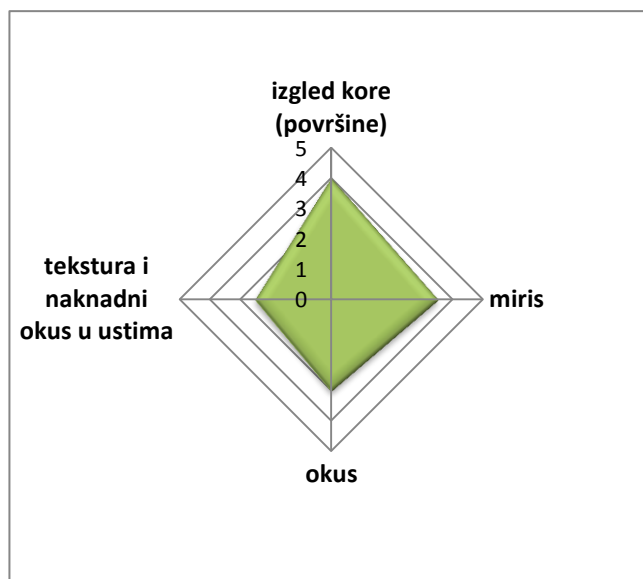
Tablica 9 Razredi kuhanih sireva prema promjeru, visini i masi sira

| promjer [mm] | uzorci   | visina [mm] | uzorci   | masa [g]  | uzorci   |
|--------------|----------|-------------|----------|-----------|----------|
| 91-100       | S-6, S-7 | 51-55       | S-1, S-2 | 501-600   | S-7      |
| 101-110      | -        | 56-60       | S-3      | 601-700   | S-6, S-4 |
| 111-120      | -        | 61-65       | S-5      | 701-800   | -        |
| 121-130      | -        | 66-70       | S-7      | 801-900   | S-1, S-3 |
| 131-140      | S-3, S-4 | 71-75       | -        | 901-1000  | -        |
| 141-150      | S-1      | 76-80       | -        | 1001-1100 | S-2      |
| 151-160      | S-2, S-5 | 81-85       | S-6      | 1101-1200 | S-5      |

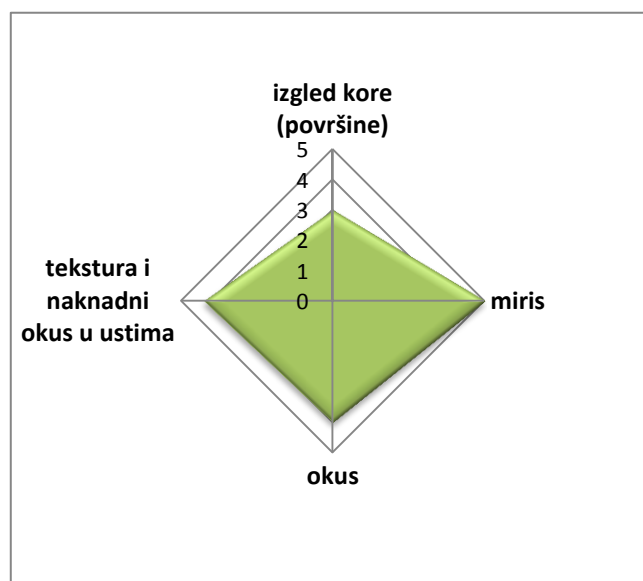
#### 4.1.2. Rezultati senzorske analize sireva



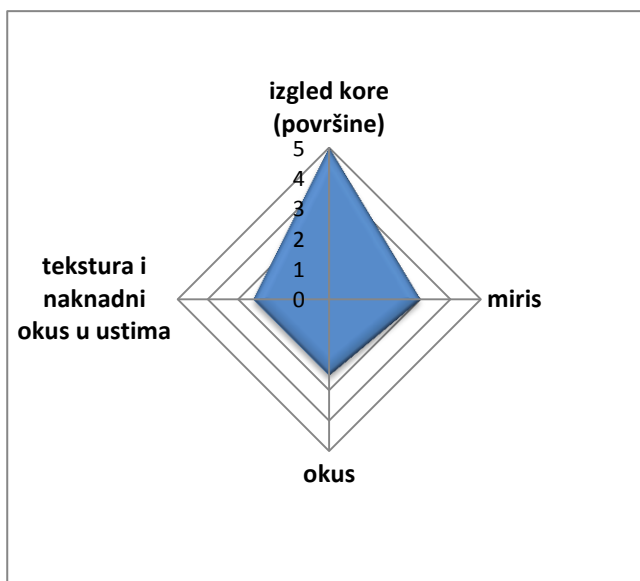
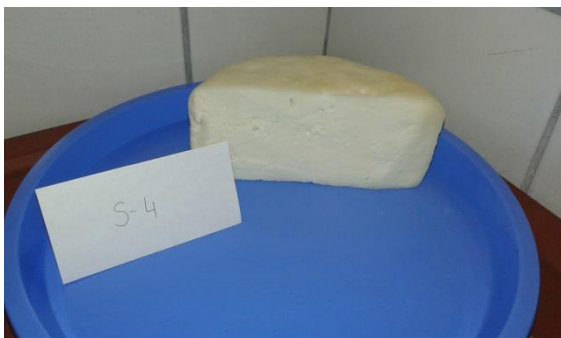
Slika 19 Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-1



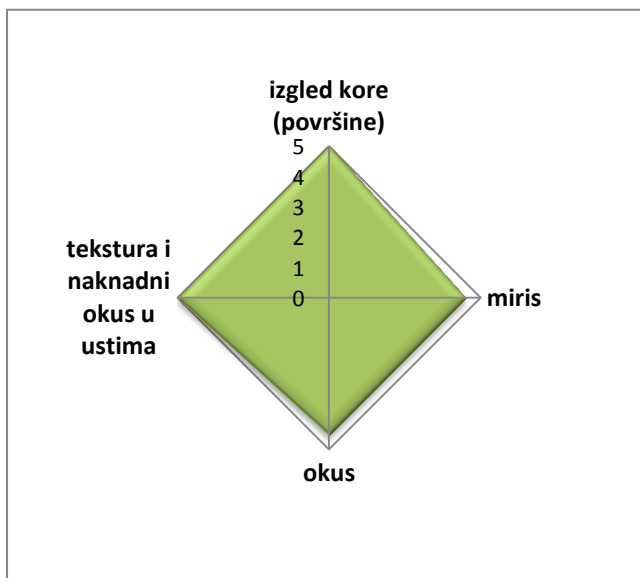
**Slika 20** Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-2



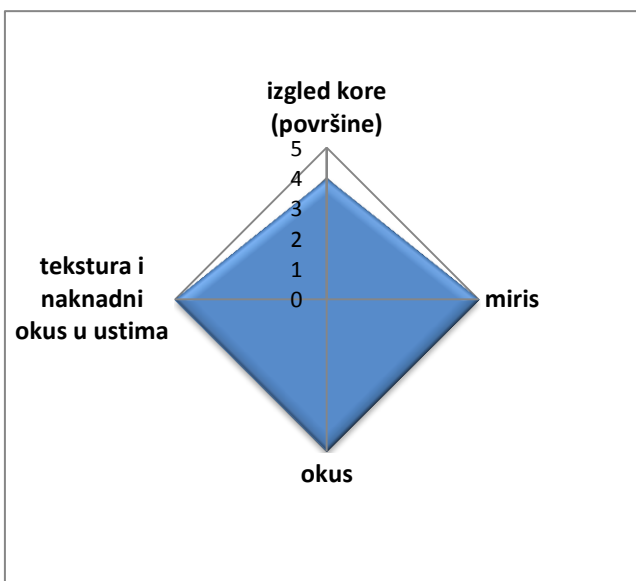
**Slika 21** Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-3



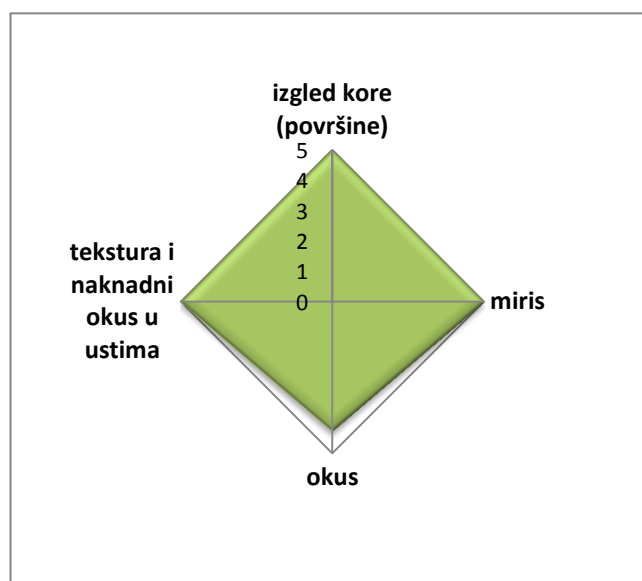
**Slika 22** Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-4



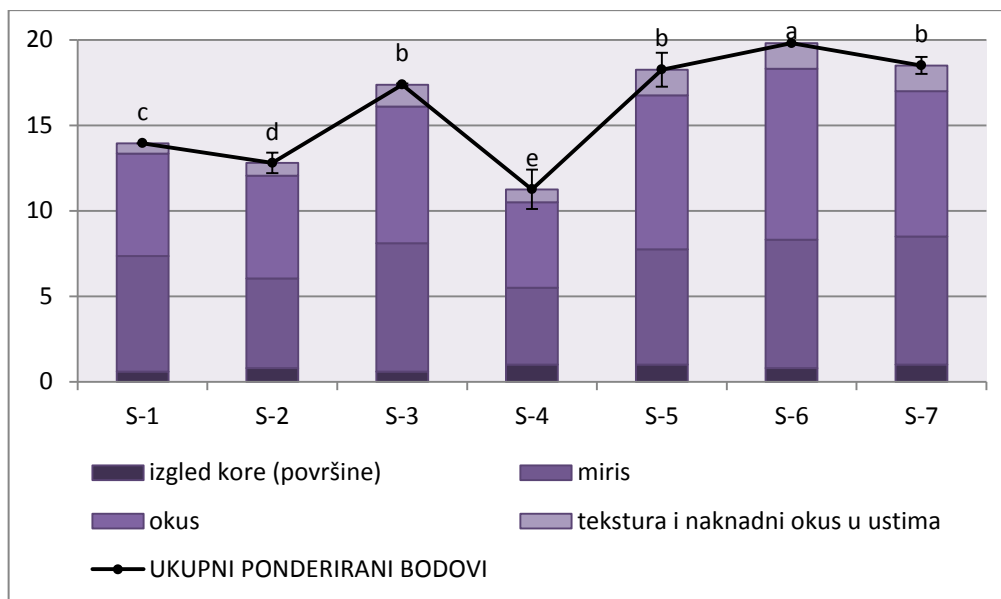
**Slika 23** Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-5



**Slika 24** Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-6



**Slika 25** Ocjene senzorskih svojstava uzorka sira S-7



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike

**Slika 26** Raspodjela ponderiranih bodova senzorskih svojstava (izgled kore, miris, okus, tekstura i naknadni okus u ustima) i ukupni ponderirani bodovi uzoraka sireva

**Tablica 10** Kategorije kakvoće sireva prema dobivenim ponderiranim bodovima

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

## 4.2. KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA KUHANOG SIRA

Tablica 11 Kemijski sastav i svojstva sireva

| sastojci i svojstva            | S-1                     | S-2                      | S-3                      | S-4                      | S-5                     | S-6                     | S-7                     |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| mast                           | 24,25±0,01 <sup>c</sup> | 21,73±0,04 <sup>e</sup>  | 24,48±0,54 <sup>bc</sup> | 22,81±0,00 <sup>d</sup>  | 24,97±0,04 <sup>a</sup> | 24,39±0,16 <sup>c</sup> | 24,70±0,03 <sup>b</sup> |
| vlaga                          | 48,13±0,02 <sup>e</sup> | 51,70±0,06 <sup>b</sup>  | 44,65±0,04 <sup>e</sup>  | 49,78±0,11 <sup>c</sup>  | 48,96±0,06 <sup>d</sup> | 51,03±0,05 <sup>b</sup> | 49,78±0,02 <sup>c</sup> |
| proteini                       | 21,12±0,03 <sup>c</sup> | 19,06±0,10 <sup>a</sup>  | 24,43±0,09 <sup>a</sup>  | 22,28±0,01 <sup>b</sup>  | 20,51±0,01 <sup>d</sup> | 19,42±0,10 <sup>f</sup> | 20,41±0,04 <sup>e</sup> |
| <b>SASTOJAK</b> <sup>sol</sup> | 2,20 ±0,02 <sup>c</sup> | 2,28 ±0,04 <sup>b</sup>  | 2,56a±0,07               | 1,44 ±0,04 <sup>e</sup>  | 1,62 ±0,04 <sup>d</sup> | 1,39 ±0,10 <sup>e</sup> | 1,20 ±0,00 <sup>f</sup> |
| <b>[g/100 g]</b>               |                         |                          |                          |                          |                         |                         |                         |
| suha tvar                      | 51,88±0,02 <sup>b</sup> | 48,30±0,06 <sup>f</sup>  | 55,36±0,04 <sup>a</sup>  | 50,23±0,11 <sup>d</sup>  | 51,05±0,06 <sup>c</sup> | 48,98±0,05 <sup>e</sup> | 50,23±0,02 <sup>d</sup> |
| mast u s.t.                    | 46,74±0,01 <sup>c</sup> | 44,98±0,02 <sup>d</sup>  | 44,21±0,96 <sup>e</sup>  | 45,42±0,10 <sup>d</sup>  | 48,92±0,14 <sup>b</sup> | 49,80±0,27 <sup>a</sup> | 49,18±0,04 <sup>b</sup> |
| bezmasna tvar                  | 75,76±0,01 <sup>c</sup> | 78,28±0,04 <sup>a</sup>  | 75,53±0,54 <sup>cd</sup> | 77,19±0,00 <sup>b</sup>  | 75,03±0,04 <sup>e</sup> | 75,61±0,16 <sup>c</sup> | 75,30±0,03 <sup>d</sup> |
| voda u BMT                     | 63,53±0,02 <sup>e</sup> | 66,05±0,04 <sup>b</sup>  | 59,11±0,38 <sup>f</sup>  | 64,48±0,14 <sup>d</sup>  | 65,25±0,12 <sup>c</sup> | 67,48±0,07 <sup>a</sup> | 66,10±0,00 <sup>b</sup> |
| pH                             | 5,52 ±0,01 <sup>c</sup> | 5,66 ±0,01 <sup>ab</sup> | 5,60 ±0,00 <sup>bc</sup> | 5,57 ±0,01 <sup>bc</sup> | 5,76 ±0,05 <sup>a</sup> | 5,65 ±0,21 <sup>b</sup> | 5,64 ±0,00 <sup>b</sup> |
| <b>SVOJSTVA</b> <sub>aw</sub>  | 0,94 ±0,00 <sup>b</sup> | 0,94 ±0,00 <sup>b</sup>  | 0,94 ±0,00 <sup>b</sup>  | 0,96 ±0,00 <sup>a</sup>  | 0,96 ±0,00 <sup>a</sup> | 0,96 ±0,00 <sup>a</sup> | 0,96 ±0,00 <sup>a</sup> |
| t [°C]                         | 23,35±0,04              | 23,76±0,02               | 23,80±0,01               | 23,84±0,04               | 23,84±0,06              | 23,86±0,06              | 23,84±0,05              |

Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) tri ponavljanja.

**Tablica 12** Kategorizacija sireva prema konzistenciji (udjelu vode u bezmasnoj tvari sira)

| udio vode u bezmasnoj tvari sira [%] | skupina sireva | uzorci                            |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| <51                                  | ekstra tvrdi   | -                                 |
| 49-56                                | tvrdi          | -                                 |
| 54-69                                | polutvrđi      | S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7 |
| >67%                                 | meki           | -                                 |
| 69-85                                | Svježi         | -                                 |

**Tablica 13** Kategorizacija sireva prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari

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

**Tablica 14** Kategorizacija sireva prema udjelu vode / suhe tvari

| udio vode [%] | udio suhe tvari [%] | skupina sireva | uzorci                       |
|---------------|---------------------|----------------|------------------------------|
| <34           | ≥66                 | jako tvrdi     | -                            |
| 34-45         | 55-66               | tvrdi          | -                            |
| 45-55         | 45-55               | polutvrđi      | S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-7 |
| 55-80         | 20-45               | polumeki/meki  | -                            |

**Tablica 15** Razredi sireva prema slanosti

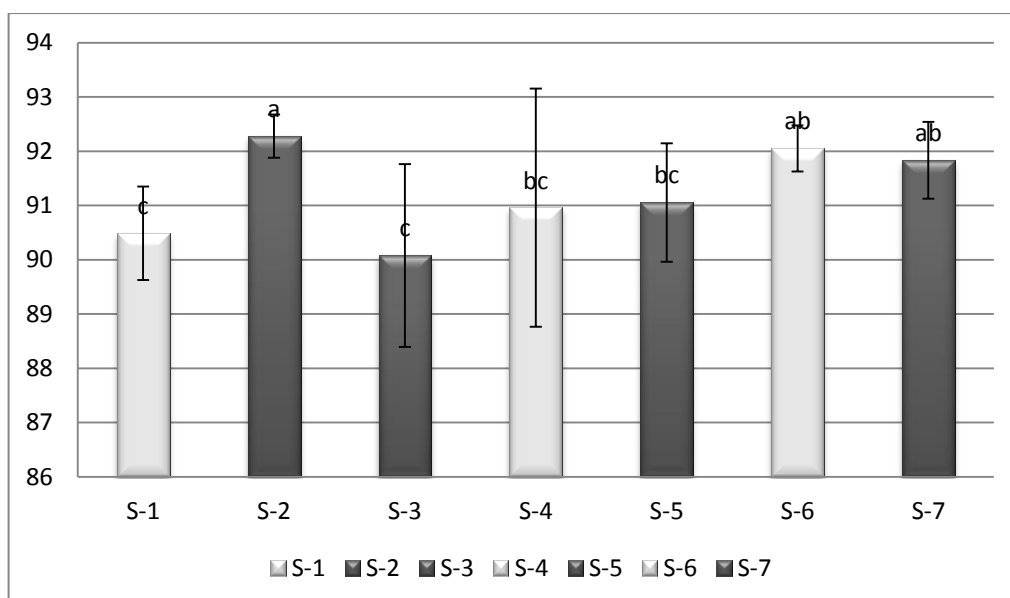
| udio soli u siru [%] | uzorci   |
|----------------------|----------|
| ≤1,00                | -        |
| 1,01-1,30            | S-7      |
| 1,31-1,60            | S-4, S-5 |
| 1,61-1,90            | S-5      |
| 1,91-2,20            | S-1      |
| ≥2,21                | S-2, S-3 |



Tablica 16 Razredi sireva prema kiselosti

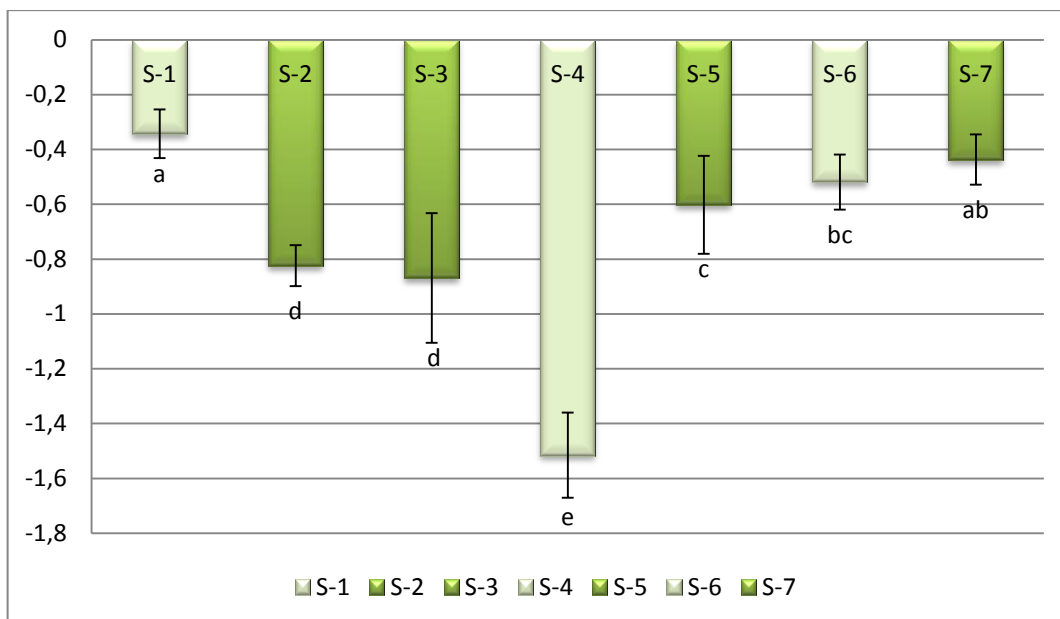
| pH vrijednost | uzorci                  |
|---------------|-------------------------|
| 4,81-5,00     | -                       |
| 5,01-5,20     | -                       |
| 5,21-5,40     | -                       |
| 5,41-5,60     | S-1, S-4                |
| 5,61-5,80     | S-2, S-3, S-5, S-6, S-7 |
| ≥5,81         | -                       |

### 4.3. REZULTATI ANALIZE BOJE SIRAJ



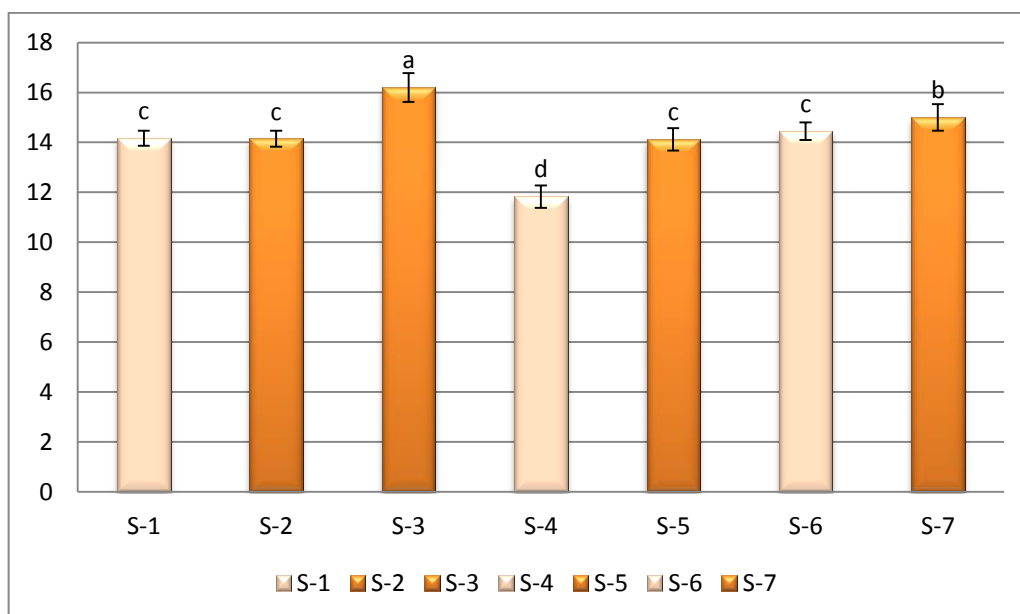
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike. Svjetlije oznake (S-1, S-4 i S-6) označavaju „mlade“ sireve, dok tamnije oznake (S-2, S-3, S-5, S-7) označavaju dimljene sireve.

**Slika 27** L\* vrijednosti boje analiziranih kuhanih sireva



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike. Svjetlije oznake (S-1, S-4 i S-6) označavaju „mlade“ sireve, dok tamnije oznake (S-2, S-3, S-5, S-7) označavaju dimljene sireve.

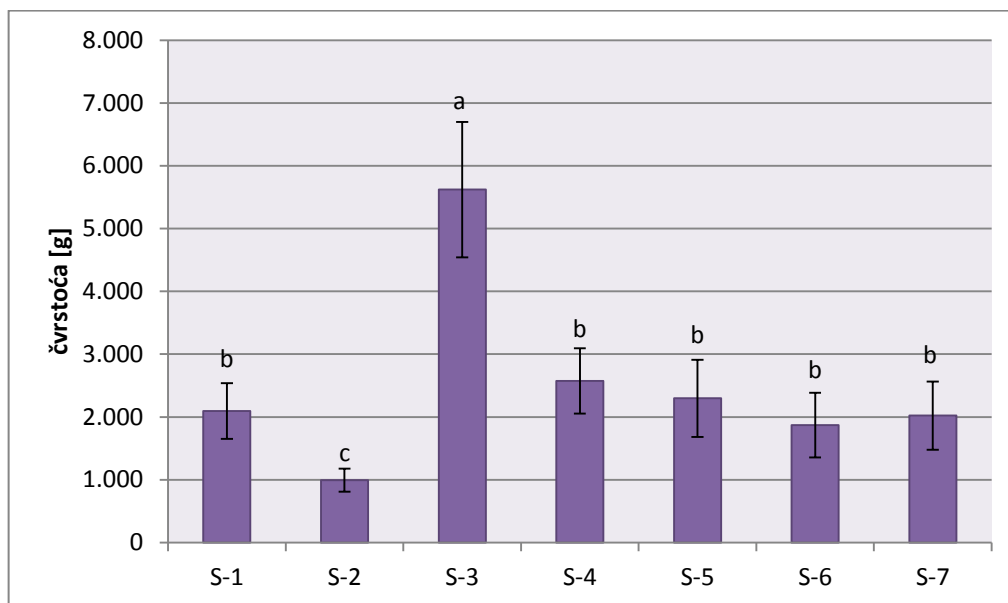
**Slika 28** a\* vrijednosti boje analiziranih kuhanih sireva



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike. Svjetlije oznake (S-1, S-4 i S-6) označavaju „mlade“ sireve, dok tamnije oznake (S-2, S-3, S-5, S-7) označavaju dimljene sireve.

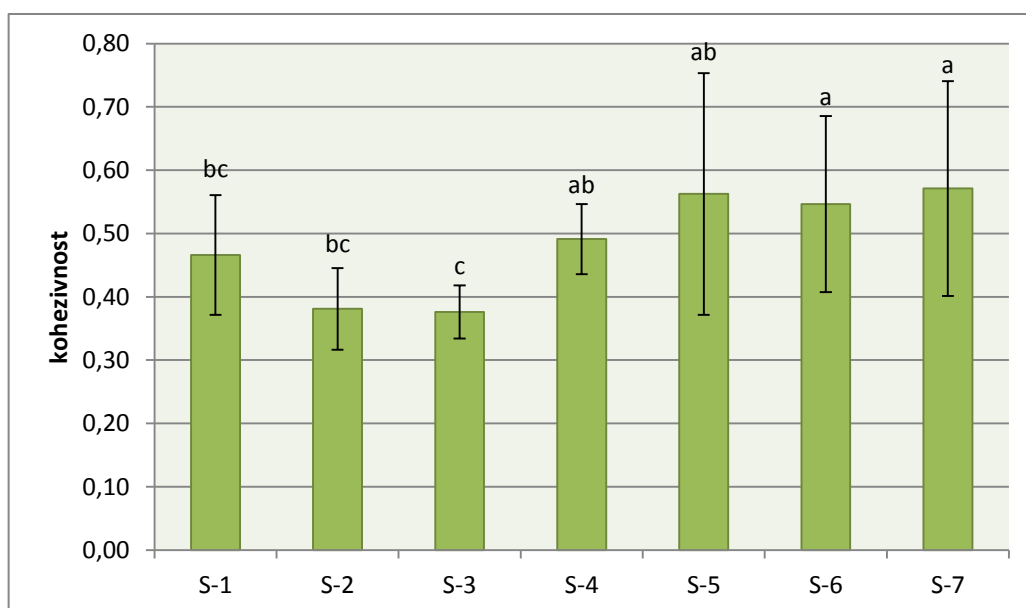
**Slika 29** b\* vrijednosti boje analiziranih kuhanih sireva

#### 4.4. REZULTATI ISPITIVANJA TEKSTURALNOG PROFILA SIRA



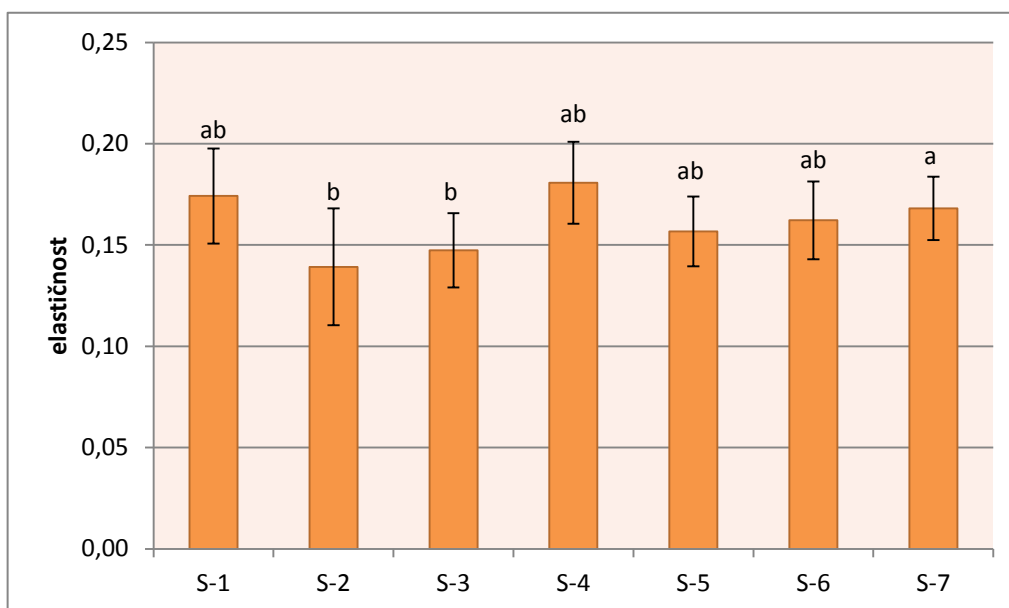
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja.

**Slika 30** Čvrstoća ispitana analizom teksturalnog profila sira



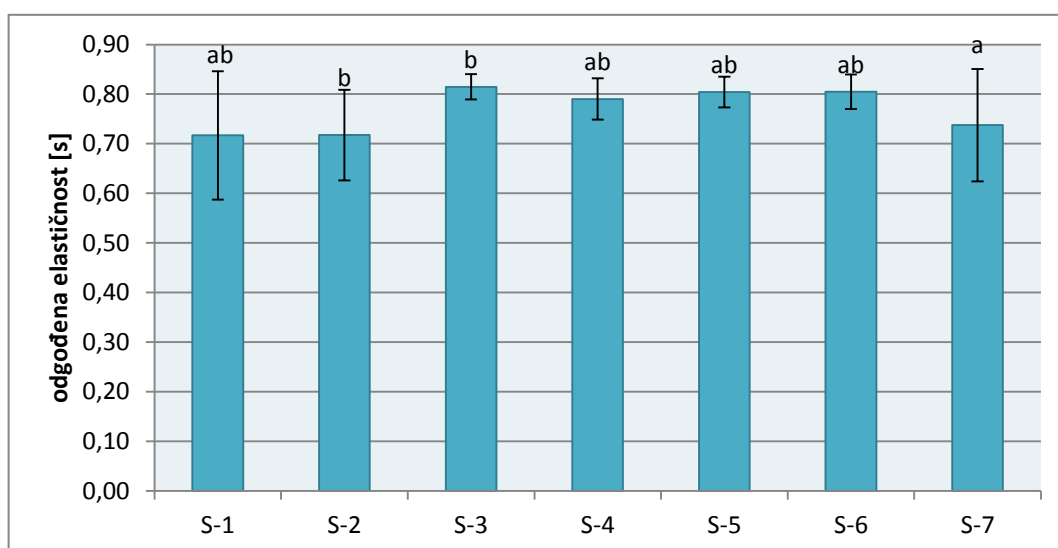
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja.

**Slika 31** Kohezivnost ispitana analizom teksturalnog profila sira



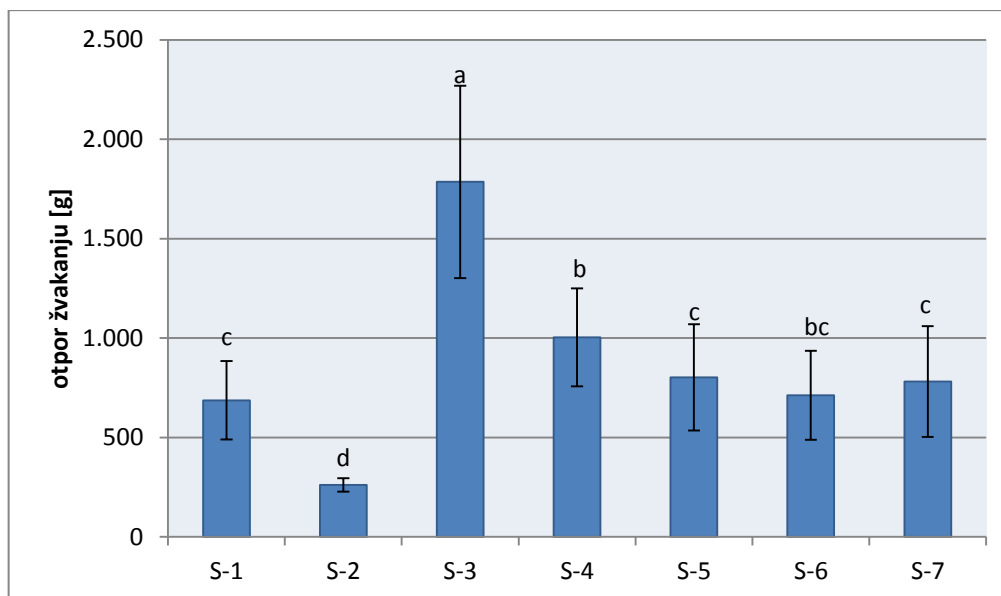
Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja.

**Slika 32** Elastičnost ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja.

**Slika 33** Odgođena elastičnost ispitana analizom teksturalnog profila sira



Podaci predstavljaju srednje vrijednosti ( $\pm$ SD) 10 ponavljanja.

**Slika 34** Otpor žvakanju ispitana analizom teksturalnog profila sira

**Tablica 17** Pearsonova korelacijska matrica podataka dobivenih ispitivanjem kemijskog sastava i teksturalnih svojstava uzoraka sireva

| varijable            | mast | vlaga  | proteini | sol    | suha tvar | mast u s.t. | bezmasna tvar | voda u BMT | pH     | $a_w$  | čvrstoća | odgođena elastičnost | kohezivnost | otpor žvakanju | elastičnost |
|----------------------|------|--------|----------|--------|-----------|-------------|---------------|------------|--------|--------|----------|----------------------|-------------|----------------|-------------|
| mast                 | 1    | -0,484 | 0,234    | -0,253 | 0,484     | 0,598       | -1,000        | -0,168     | 0,212  | 0,320  | 0,380    | 0,411                | 0,571       | 0,431          | 0,233       |
| vlaga                |      | 1      | -0,899   | -0,542 | -1,000    | 0,411       | 0,484         | 0,944      | 0,278  | 0,383  | -0,929   | -0,379               | 0,354       | -0,889         | 0,059       |
| proteini             |      |        | 1        | 0,409  | 0,899     | -0,576      | -0,234        | -0,923     | -0,418 | -0,233 | 0,933    | 0,462                | -0,391      | 0,938          | 0,115       |
| sol                  |      |        |          | 1      | 0,542     | -0,761      | 0,253         | -0,709     | -0,285 | -0,935 | 0,445    | -0,147               | -0,903      | 0,285          | -0,575      |
| suha tvar            |      |        |          |        | 1         | -0,411      | -0,484        | -0,944     | -0,278 | -0,383 | 0,929    | 0,379                | -0,354      | 0,889          | -0,059      |
| mast u s.t.          |      |        |          |        |           | 1           | -0,598        | 0,689      | 0,474  | 0,685  | -0,446   | 0,095                | 0,915       | -0,356         | 0,289       |
| bezmasna tvar        |      |        |          |        |           |             | 1             | 0,168      | -0,212 | -0,320 | -0,380   | -0,411               | -0,571      | -0,431         | -0,233      |
| voda u BMT           |      |        |          |        |           |             |               | 1          | 0,391  | 0,555  | -0,903   | -0,271               | 0,616       | -0,838         | 0,158       |
| pH                   |      |        |          |        |           |             |               |            | 1      | 0,430  | -0,204   | 0,331                | 0,382       | -0,209         | -0,500      |
| $a_w$                |      |        |          |        |           |             |               |            |        | 1      | -0,253   | 0,435                | 0,872       | -0,092         | 0,502       |
| čvrstoća             |      |        |          |        |           |             |               |            |        |        | 1        | 0,596                | -0,377      | 0,983          | -0,129      |
| odgođena elastičnost |      |        |          |        |           |             |               |            |        |        |          | 1                    | 0,174       | 0,660          | -0,024      |
| kohezivnost          |      |        |          |        |           |             |               |            |        |        |          |                      | 1           | -0,240         | 0,550       |
| otpor žvakanju       |      |        |          |        |           |             |               |            |        |        |          |                      |             | 1              | 0,013       |
| elastičnost          |      |        |          |        |           |             |               |            |        |        |          |                      |             |                | 1           |

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

## 4.5. MIKROBIOLOŠKA KAKVOĆA KUHANOG SIRA

Tablica 18 Rezultati mikrobiološke analize kuhanih sireva

| CFU/g                           | S-1         | S-2         | S-3         | S-4         | S-5         | S-6 | S-7 |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|
| <i>S. aureus</i>                | 10-100      | <10         | <10         | <10         | <10         | <10 | <10 |
| <i>E. coli</i>                  | $10^3-10^4$ | <10         | $10^2-10^3$ | <10         | <10         | <10 | <10 |
| sulfitoreducirajuće klostridije | -           | -           | -           | -           | -           | -   | -   |
| <i>Salmonella</i> spp.          | -           | -           | -           | -           | -           | -   | -   |
| <i>L. monocytogenes</i>         | -           | -           | -           | -           | -           | -   | -   |
| kvasci i plijesni               | $>10^4$     | $10^3-10^4$ | $10^3-10^4$ | $10^2-10^3$ | $10^2-10^3$ | -   | -   |

## **5. RASPRAVA**

## 5.1. SENZORSKA SVOJSTVA SIREVA

U svim uzorcima kuhanog sira utvrđena su senzorska svojstva: vanjski izgled, prerez sira, svojstva sirnog tijesta, miris i okus sira.

### 5.1.1. Opisna svojstva i mjere sireva

Vanjski izgled kuhanog sira podrazumjeva njegov oblik, odnosno dimenzije, masu sira, boju i izgled kore. Izgled ispitivanih sireva potječe od oblika kalupa u kojima su prešani. Na **Slici 13** je grafički prikaz mjera sireva koji obuhvaća gornji i donji promjer te visinu. Na prikazu je vidljivo da se uzorci S-6 i S-7 izdvajaju po razlici između gornjeg i donjeg promjera. Visina uzoraka je varirala, uzorak S-1 ima najmanju visinu, S-6 najveću. Dimenzije sireva variraju jer su ispitivani kuhani sirevi proizvedeni u različitim domaćinstvima i malim pogonima. Na **Slici 14** prikazane su mase sireva gdje je na grafičkom prikazu vidljivo da osciliraju i mase uzoraka, izdvajaju se uzorci S-7 sa najmanjom masom i uzorak sira S-5 s najvećom masom. U **Tablici 9** prikazana je kategorizacija kuhanih sireva po razredima prema promjeru, visini i masi, iz koje je vidljiva značajna varijabilnost ispitivanih sireva. Opisne senzorske ocjene sireva prikazane su u **Tablici 8**, a fotografije analiziranih sireva u **Prilogu 3**.

### Boja i kora kuhanog sira

Na temelju senzorskih opisa kore koja je glavna vizualna karakteristika, samo je uzorak sira S-4 imao glatku površinu (**Prilog 3, d**) dok su ostali uzorci imali neravnu površinu te vidljive tragove gaze što se procjenjuje pogreškom zbog nedovoljnog i nepažljivog prešanja sira. Kod uzorka dimljenog sira S-5 (**Prilog 3, e**) vidljivi su tragovi rešetaka, također kod uzorka dimljenog sira S-7 (**Prilog 3, g**) vidljive su slične perforacije na kori. Boja kore ispitivanih sireva ovisi o dimljenosti ili nedimljenosti sira. Nedimljenim sireva boja je bila blijedožuta, a dimljenima umjereno smeđa boja. Samo je uzorak S-7 imao tamnosmeđu boju kore.

### Prerez i konzistencija kuhanog sira

Prerezi uzoraka ispitivanih kuhanih sireva uglavnom su imali male šupljine, osim uzoraka S-5 i S-7; njihovi prerezi su povezani. Prisutne male šupljine su mehaničkog podrijetla dakle mogu biti posljedica nedovoljnog ili neravnomjernog prešanja. Kod kuhanog sira S-1 (**Prilog 3, a**) vidljive su blijedožute mrlje na prerezu, koje su najvjerojatnije nastale kao posljedica miješanja ohlađenog i vrelog gruša tijekom stavljanja u kalup. Konzistencija kuhanog sira uvjetovana je kemijskim sastavom, odnosno najvećim djelom načina izrade, prešanja i dimljenja sira. Ocjenjivani uzorci uglavnom su imali nehomogeno tijesto, lako rezivo bez ljepljenja za nož. Samo se uzorak sira S-6 izdvojio po svojoj mekšoj konzistenciji i ljepljivosti.



## Miris i okus kuhanog sira

Od ispitivanih uzoraka sireva 4 uzorka su bila dimljena i 3 nedimljena. Kod uzoraka dimljenih sireva samo se uzorak S-5 izvio sa svojim više izraženim mirisom dima, što je posljedica dugotrajnog dimljenja. Ostali uzorci dimljenih sireva imali su ugodan miris dima. Mirisi nedimljenih uzoraka sireva uglavnom su imali ugodan miris po mlijeku, osim uzorka S-4 koji je imao srednje izražen miris octa. Okusom, nedimljeni sirevi tj. "mladi" sirevi nose mliječan okus. Od svih uzoraka nedimljenih sireva pod karakterističan okus kuhanog sira, kojemu je karakteristika mliječno-slatkasto-kiselkasta kombinacija, pripada uzorku S-6. Ostali uzorci su imali oscilacije u okusu po slanosti. Naime uzorak S-1 je bio preslan, a uzorak S-4 nedovoljno slan te preslabe arome. Dimljeni uzorci kuhanih sireva osim okusa po dimu, imali su i okus kuhanog mlijeka odnosno mliječni okus. Od svih uzoraka dimljenih sireva, samo je uzorak S-7 imao naknadni slatkasti okus.

### 5.1.2. Senzorska ocjena sireva

Senzorske ocjene dobivene su na temelju ocjena tri ocjenjivača. Na temelju srednjih senzorskih ocjena napravljeni su grafički prikazi za svaki sir (**Slike 19-25**). Na **Slici 26** prikazana je raspodjela ponderiranih bodova senzorskih svojstava i ukupnih ponderiranih bodova uzoraka sireva. Analizirajući grafički prikaz vidljivo je da nema prevelikih oscilacija u ocjenama te se jednoglasno mogu izdvojiti sirevi sa najmanjim i najvišim brojem ponderiranih bodova. Uzevši u obzir, preslabu aromu i nedovoljnu slanost te srednje izražen miris octa, uzorak S-4 dobio je najmanju ocjenu. Uzorak sira S-4 i grafički prikaz srednje senzorske ocjene prikazani su na **Slici 22**. Na **Slici 24** prikazan je uzorak sira S-6, i njegov grafički prikaz srednje senzorske ocjene, koji je dobio najveću srednju senzorsku ocjenu. Uzorak S-6 dobio je najveću ocjenu jer je od svih uzoraka imao karakteristični okus za kuhani sir. Prema dobivenim ponderiranim bodovima sireve smo podijelili prema kategorijama kakvoću prikazano u **Tablici 10**. Izvrsnu kakvoću sireva imaju uzorci S-5, S-6 i S-7.

## 5.2. KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA SIRA

U **Tablici 11** nalaze se dobiveni rezultati kemijskog sastava kupljenih kuhanih sireva. Uspoređujući vrijednosti rezultata svakog sira uspjeli smo napraviti podjelu sireva kroz neke kategorije. Tako smo prema udjelu vode u bezmasnoj suhoj tvari sira podijelili sireve prema konzistenciji. Rezultati svih ispitivanih sireva kreću se u rasponu 59,11-67,48% i time spadaju u skupinu polutvrdih sireva (prikazano u **Tablici 12 i 14**). Prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari, prikazano u **Tablici 12**, većina sireva spada u skupinu punomasnih sireva gdje se raspon vrijednosti kreće 45,52- 49,80%. Uzorak S-6 se izdvaja sa najvećom

vrijednosti mliječne masti u suhoj tvari sira. Uzorci sireva S-2 i S-3 prema dobivenim rezultatima spadaju u skupinu masnih sireva. Njihova vrijednost se kreće u rasponu od 44,21- 44,98%, gdje najmanju vrijednost mliječne masti u suhoj tvari ima uzorak S-3. Prema udjelu soli u siru podjelili smo ih prema slanosti. Raspon udjela soli kreće se od 1,20-2,56%. U **Tablici 15** prikazana je podjela sireva prema slanosti i vidljivo je da uzorci sireva S-2 i S-3 imaju slanost iznad 2,21%. Uzorak S-3 sa vrijednošću od 2,56% je najslaniji uzorak, dok sa rezultatom od 1,20% uzorak S-7 ima najmanje soli u svom sastavu. Ovakve oscilacije u slanosti upućuju na različite mjere i preferenciju okusa u proizvodnji sira. U **Tablici 16** sirevi su raspoređeni prema kiselosti. Kiselost sireva se kreće u rasponu vrijednosti 5,52-5,76%. Najmanju kiselost ima uzorak S-1, dok uzorak S-5 najveću.

### 5.3. BOJA I TEKSTURA SIRA

Na **Slici 27** nalazi se grafički prikaz  $L^*$  vrijednosti analize boje iz kojeg vidimo da sve dobivene vrijednosti veće od 90 ( $L^*=100$ , potpuno svijetlo), i time su svi uzorci sira svijetlije boje. Parametar  $a^*$  odgovara rasponu boja zelena ( $-a^*$ ) ili crvena ( $+a^*$ ). Prema rezultatima mjerenja, vrijednosti parametra  $a^*$ , kreću se u negativnom rasponu boja (**Slika 28**). Time boja svih sireva blago naginje prema zelenoj. Iz rezultata je vidljivo da se nedimljeni uzorak S-4 od svih najviše izdvaja po prisutnosti zelenog spektra, a S-1 najmanje. Od dimljenih uzoraka izdvaja se S-3 po većoj negativnoj vrijednosti ( $-a^*$ ). Parametar  $b^*$  odgovara rasponu boja žuto ( $+b^*$ ) ili plavo ( $-b^*$ ). Vrijednosti parametra  $b^*$  ispitivanih sireva prikazane su grafičkom prikazu na **Slici 29**, vidljivo je da se vrijednosti nalaze u pozitivnom spektru boja, stoga se ispitivani sirevi u žutom spektru boja. Najveću vrijednost parametra  $b^*$  ima nedimljeni uzorak S-3 i dimljeni uzorak S-6. Najmanje vrijednosti imaju nedimljeni uzorak S-4 i dimljeni uzorak S-2.

Čvrstoća je važan parametar, jer ukazuje na tehnološki postupak proizvodnje sira. Od analiziranih sireva s najvećom čvrstoćom (**Slika 30**) izdvojio se uzorak S-3 upravo zbog toga što je imao najveći udio proteina u sastavu, a uzorak S-2 ima najmanju čvrstoću zbog većeg udjela vode u sastavu, što je također vidljivo u **Tablici 17** korelacija čvrstoće sa vlagom i vodom u BMT. Na **Slici 31** se nalazi grafički prikaz kohezivnosti ispitivanih sireva te nema drastičnih oscilacija. Iz grafa se vidljivo mogu izdvojiti uzorci S-6 i S-7 po najvećoj kohezivnosti što znači da su najbolje održali koherentost tijekom deformacije, i uzorak S-3 po najmanjoj zbog najvećeg udjela soli u sastavu, u **Tablici 17** prikazana je korelacija kohezivnosti sa udjelom soli. Vrijednosti elastičnosti i odgođene elastičnosti ispitivanih sireva (**Slika 32 i 33**) nemaju velikih oscilacija kao i kod kohezivnosti. Sirevi s manjoj čvrstoćom imali su visoke vrijednosti elastičnosti i odgođene elastičnosti, ali se to može reći za sireve koji su imali visoku kohezivnost i čvrstoću. To znači da uzorci nakon dvije uzastopne deformacije

oporaviti teksturu. Po većoj elastičnosti izdvojili smo S-1 i S-4, i S-2 kao najmanje elastičan. Na **Slici 34** grafički je prikaz otpora žvakanja ispitivanih sireva, kao i po čvrstoći najviše se izdvajaju uzorak S-3 po najvećem otporu žvakanja i S-2 s najmanjim otporom žvakanja. Prema Pearsonovoj korelaciji u **Tablici 17** vidljiva je korelacija otpora žvakanja s vlagom i vodom u BMT, te čvrstoćom sira.

### 5.4. MIKROBIOLOŠKA KAKVOĆA SIRA

U **Tablici 18** prikazani su rezultati mikrobiološke analize sireva. Kao što je u tablici prikazano odustne su sulfitoreducirajuće klostridije, *Salmonella* spp. te *L. monocytogenes*. Rezultati analize za bakteriju *S. aureus* za sve sireve iznosi  $<10$  CFU/g te se smatraju mikrobiološki ispravnima. Samo se uzorak S-1 nalazi se na gornjoj granici ispravnosti sa rezultatom od 10-100 CFU/g, a Vodičem za mikrobiološke kriterije za hranu (2011.) propisana je gornja granica prisustva *S. aureus* i ona iznosi  $10^2$  CFU/g. Prisustvo *E. coli* propisano navedinim Vodičem ne smije prelaziti gornju granicu ispravnosti koja iznosi  $10^2$  CFU/g. Međutim uzorci S-1 i S-3 ne zadovoljavaju taj kriteriji. Rezultat za S-1 iznosi  $10^3$ - $10^4$  CFU/g, a S-3 sa svojim rezultatom od  $10^2$ - $10^3$  CFU/g. Ostali uzorci sireva imali su rezultat  $<10$  CFU/g. Kvasci i plijesni nisu prisutni samo u uzorcima S-6 i S-7, uzrok tome su propisni uvjeti držanja sira nakon proizvodnje. Vodičem je propisana dozvoljena granica kvasca i plijesni koja iznosi  $10$ - $10^3$  CFU/g. Na rezultatima je vidljivo da uzorci sireva izaze iz tih granica ili su na gornjoj granici ispravnosti. S tim da uzorak S-1 ima vrijednost  $>10^4$  CFU/g te se od svih uzoraka izdvaja po najvećim vrijednostima prisutnih bakterija, kvasaca i plijesni.

### 5.5. OZNAKA TRADICIONALNOG SPECIJALITETA

Na tržištu vlada velika konkurencija za plasman prehrambenih proizvoda, pa tako i sira. Sve se više cijene autohtoni proizvodi koji odlikuju posebnom kvalitetom, osim toga odraz su kulturnog nasljeđa koje se prenosi s generacije na generaciju. Tako je primjerice Propisom EU (No. 1804/99.) proširena zaštita na proizvode garantiranog tradicionalnog specijaliteta (TSG) koji specifične karakteristike imaju zbog načina izrade ili tradicionalnog sastava, a neovisne su o određenom području. Kuhani sir ima karakteristike zajamčenog tradicionalnog specijaliteta upravo zbog svoje raširenosti diljem Hrvatske dugim nizom godina te načina izrade ili tradicionalnog sastava po kojima se razlikuje od drugih sličnih sireva. Ta posebna svojstva nisu utjecaj zemljopisnog područja. Ona su posljedica uporabe tradicionalnih sirovina, tradicionalne proizvodnje ili imaju tradicionalni sastav. Sir se mora tradicionalno proizvoditi i nalaziti na tržištu najmanje 25 godina da bi mogao dobiti oznaku tradicionalnog specijaliteta. (Božanić, 2015).



## **6. ZAKLJUČCI**

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

1. Uočena je neujednačenost senzorskih, kemijskih, teksturalnih i mikrobioloških svojstva sira, a najčešći uzrok toj pojavi je nestandardna proizvodnja koja se ogleda u različitosti kemijskog sastava, načina proizvodnje te uvjeta skladištenja.
2. Svi sirevi imali su oblik koluta, ali s obzirom da su proizvedeni u različitim domaćinstvima imaju različite dimenzije i mase. Uzorak S-5 se izdvojio po najvećim dimenzijama i masi.
3. Kora sira bila je glatka samo kod uzorka S-4, ostali uzorci imali su nepravilnosti zbog nedovoljnog i nepažljivog prešanja te vidljive tragove rešetaka kod dimljenih sireva. Boja kore nedimljenog sira bila je blijedožuta, a dimljenih umjereno smeđe boje. Uzorak S-7 se jedini izdvajao po tamnosmeđoj boji kore zbog predugog dimljenja.
4. Uzorci sireva imali su uglavnom nehomogeno tijesto, lako rezivo, bez ljepljenja za nož. Uzorak S-6 izdvajao se po svojoj mekšoj konzistenciji i ljepljenju za nož zbog najveće količine vode u bezmasnoj suhoj tvari.
5. Na prerezima sireva zbog posljedice nedovoljnog ili neravnomjernog prešanja nastale male šupljine, uz to su kod uzorka S-1 prisutne blijedožute mrlje nastale kao posljedica mješanja hladnog i vrelog gruša tijekom stavljanja u kalup.
6. Miris i okus nedimljenih uzoraka sira bio je ugodan po mlijeku, samo se izdvojio uzorak S-4 koji je potpuno odudarao s izraženim mirisom octa i preslabom aromom. Dimljeni sirevi također su imali ugodan miris i okus po mlijeku i dimu.
7. Mjerenjem spektra boje svi uzorci sireva su svjetlije boje. Po parametru  $a^*$  svi naginju prema zelenom spektru (najviše uzorak S-4), dok prema parametru  $b^*$  svi se sirevi nalaze u žutom spektru (najviše uzorak S-3)
8. Najmanju srednju senzorsku ocjenu dobio je uzorak S-4 zbog preslabe arome i nedovoljne slanosti, a najveću uzorak S-6 zbog karakteristične arome kuhanog sira.
9. Prema konzistenciji svi ispitani sirevi spadaju u kategoriju polutvrdih sireva. Prema udjelu mliječne masti spadaju u punomasne sireve (S-6 najveći udio mliječne masti, S-3 najmanji udio). Prema dobivenim rezultatima uzorak S-3 imao je najveći udio soli, a S-7 najmanje soli u sastavu. Stoga oscilacije dobivenih rezultata kemijskog sastava upućuju na različite mjere i preferenciju okusa u proizvodnji sira.
10. Po čvrstoći izdvojio se uzorak S-3 zbog većeg udjela proteina u sastavu i najmanje količine vlage, te je najmanju čvrstoću imao uzorak S-2 zbog većeg udjela vlage.

11. Budući da je kohezivnost u korelaciji s udjelom soli, uzorci S-6 i S-7 imaju najveću kohezivnost, a uzorak S-3 najmanju zbog najvećeg udjela soli.
12. Nema statistički značajnih korelacija između elastičnosti i odgođene elastičnosti.
13. Najveću vrijednost kod otpora žvakanja kao i kod čvrstoće ima uzorak S-3 zbog najmanje količine vlage u sastavu i uzorak S-2 zbog najvećeg udjela vlage.
14. Prema rezultatima mikrobiološke analize većina uzorka je higijenski ispravna. Međutim najčešći uzročnik higijenske neispravnosti uzoraka je bakterija *Escherichia coli* te kvasci i plijesni. Stoga se uzorci S-1 i S-3 izdvajaju po vrijednostima iznad dozvoljene gornje granice za *Escherichiu coli*.
15. Kuhani sir ima karakteristike zajamčenog tradicionalnog specijaliteta upravo zbog svoje raširenosti diljem Hrvatske dugim nizom godina te načina izrade ili tradicionalnog sastava po kojima se razlikuje od drugih sličnih sireva.





## **7. LITERATURA**

- Barukčić I. (2015): Sirarstvo u teoriji i praksi (Proizvodnja sira u zemljama EU), Veleučilište u Karlovcu.
- Bijeljac S., Sarić Z. (2005): Autohtoni mliječni proizvodi sa osnovama sirarstva, Poljoprivredni fakultet, Sarajevo; 128-134.
- Božanić R. (2015): Sirarstvo u teoriji i praksi. U *Povećanje tržišne vrijednosti sira* (Matijević B., ur.), Veleučilište u Karlovcu.
- Drake M. A. i sur. (1999): Relationship between instrumental and sensory measurements of cheese texture. *J. Texture Stud.*, 30, 451- 476.
- Filajdić i sur. (1988): Senzorska analiza mliječnih proizvoda, *Mljekarstvo* (38): 295-301.
- Foegeding E. A. i sur. (2003): Sensory and mechanical aspects of cheese texture *Int. Dairy J.*, 13, 585-591.
- Hsien-Che, L. (2005): *Introduction to Colour Imaging Science*, Cambridge University Press, New York.
- Kalit S. (2015): Sirarstvo u teoriji i praksi (Opće sirarstvo), Veleučilište u Karlovcu.
- Karlović S., Šimunek M., Ježek D., Tripalo B., Bosiljkov T., Brnčić M., Blažić M. (2009): Određivanje teksturnih svojstava Gouda sira, *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 4 (3-4): 98-103.
- Kirin S. (2006): Domaći kuhani sir, *Mljekarstvo* 56 (1): 45-58.
- Kirin S. (1980): Domaće vrste sireva bilogorsko-podravske regije i mogućnost njihove izrade, *Mljekarstvo* 30 (4): 111-116.
- Kumar S., Rai D.C., Niranjana K., Zuhair F. Bhat (2014): Paneer – An Indian soft cheese variant: a review, *J. Food Science Technology* 51 (5): 821-831.
- Lucey J. A. (2003): Acid and acid/heat coagulated cheese, V. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Roginski H. (ed), Amsterdam; Academic press: 350-356.
- Lukinac-Čačić, J. (2012): Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja, Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Ljubojević D., Tratnik L.J. (1975): Tehnologija, kemijski sastav i svojstva ličke base, *Mljekarstvo* 25 (10): 232-237.

- Matijević B. (2015): Sirarstvo u teoriji i praksi. U *Sir kroz povijest* (Matijević B., ur.), Veleučilište u Karlovcu.
- Modler H.W. (1988): Development of a continuous process for the production of Riccota cheese, *Journal of Dairy Science* vol. 71, No. 8: 11-27.
- Muir D. D., D. Donald Muir, Simon A.R. Williams, Adnan Y. Tamime and M. E. Shenana (1997): Comparison of sensory profiles of regular and reduced fat commercial processed cheese spreads. *J. Food Sci. Technol.*, 32, 279-287.
- Papademas P., Robinson R.K. (1998): Halloumi cheese: the product and its characteristics, *Internacional Journal of Dairy Technology* 51 (3): 98-103.
- Pravilnik o izmjenama pravilnika o sirevima i proizvoda od sira, NN br. 141/13.
- Ritz M., Vojnović V., Vahčić N. (1991): Sistem bodovanja u senzorskoj procjeni kvalitete sira, *Mljekarstvo* 41 (5): 127—135.
- Sabljak V., Lisak- Jakopović K., Barukčić I., Pejaković A., Božanić R. (2013): Određivanje trajnosti tradicionalnog svježeg sira, *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* 8 (3-4), 115-122.
- Štefekov I. (1990): Autohtoni bilogorsko-podravski »kuhani sir« - tradicija i proizvodnja, *Mljekarstvo* 40 (9): 227-234.
- Tratnik Lj. (1998): Mlijeko – Tehnologija, biokemija i mikrobiologija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu (2011), Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja.
- Webb, B. H., A. H. Johnson, J.A Alford (1974). *Fundamentals of Dairy Chemistry*. Westport, CT, The AVI Publishing Company, Inc.
- Yam, K.L., Papadakis, S.E. (2004): A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*. 61:137–142, 2004.

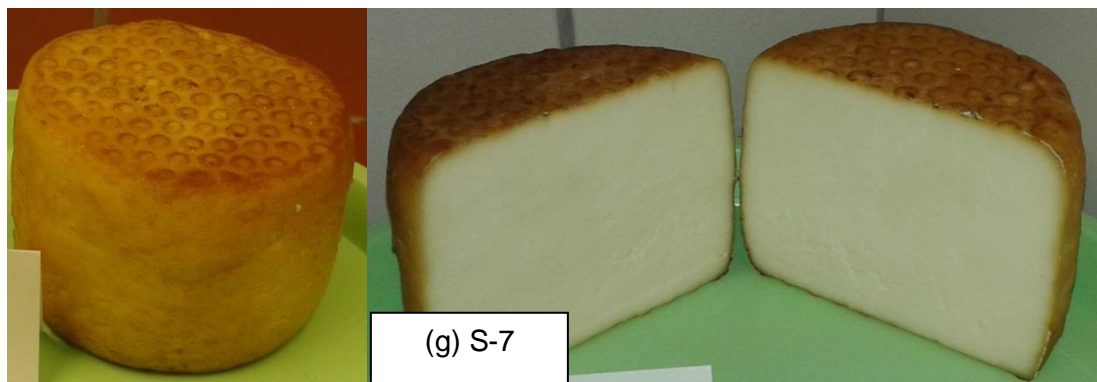
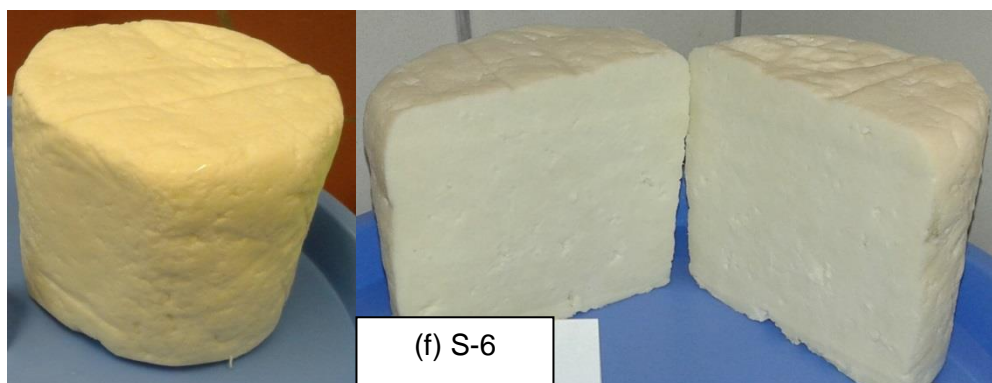
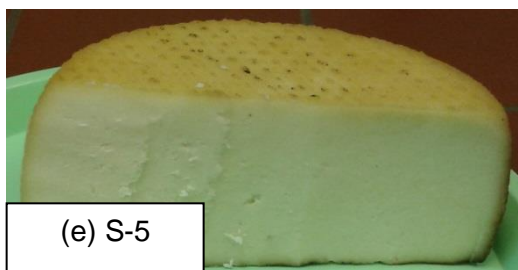
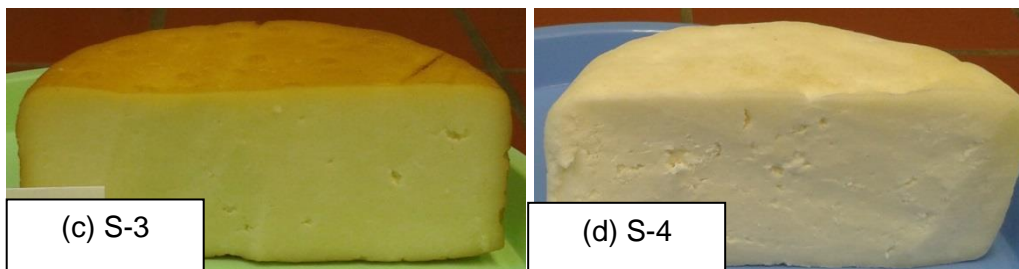
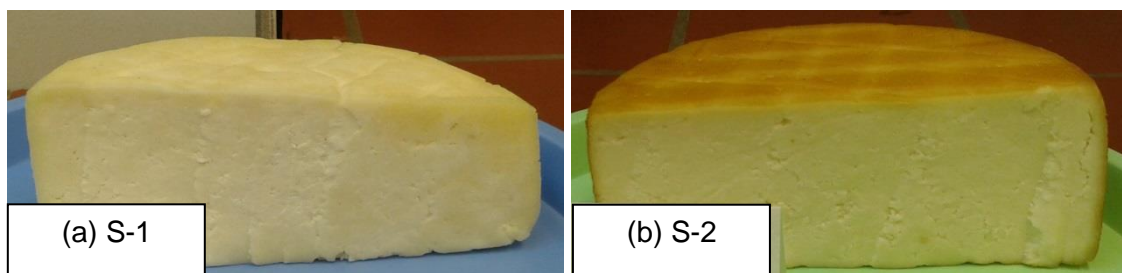


## **8. PRILOZI**

## Prilog 1 Obrazac za senzorsku analizu 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 ispucala, 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                  |
|                                   | preaglašeni 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 kompaktna, 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 Fotografije ispitivanih sireva



## Prilog 3 TPA krivulja za kuhani sir (uzorak S-5)

