

# Fizikalno-kemijska i senzorska svojstva industrijskih sireva dozrijevanih u kolutu

---

**Strmota, Magdalena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:109:607315>

*Rights / Prava:* [Attribution-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

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**

**Magdalena Strmota**

**FIZIKALNO-KEMIJSKA I SENZORSKA SVOJSTVA INDUSTRIJSKIH  
SIREVA DOZRIJEVANIH U KOLUTU**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad, 2023. godina.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

### Diplomski sveučilišni studij prehrambenog inženjerstva

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti  
**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija  
**Nastavni predmet:** Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda  
**Tema rada** je prihvaćena na X. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2022./2023. održanoj 17. srpnja 2023.  
**Mentor:** izv. prof. dr. sc. *Mirela Lučan Čolić*  
**Komentor:** prof. dr. sc. *Ines Banjari*  
**Pomoć pri izradi:** *Martina Antunović*, mag. ing. techn. aliment. *Snježana Keleković*, dipl.ing.

**Fizikalno-kemijska i senzorska svojstva industrijskih sireva dozrijevanih u kolutu**  
*Magdalena Strmota, 0113147206*

**Sažetak:** Zreli sirevi pripadaju kategoriji sireva koja zauzima najveći udio proizvodnje u odnosu na ostale vrste. Tijekom 2022. godine Europska unija bila je vodeća po njihovoj proizvodnji. Cilj ovog rada bio je ispitati kvalitetu zrelih sireva s hrvatskog tržišta na temelju ispitivanja njihovih fizikalno-kemijskih i senzorskih svojstava. U tu svrhu provedena je analiza kemijskog sastava, kiselosti po Soxhlet-Henkelu, pH vrijednosti, aktiviteta vode, profila teksture i boje. Za provedbu senzorske analize korišteni su ocjenjivački listići koji su sadržavali hedonističku i JAR skalu, te CATA pojmove. Rezultati profila teksture pokazali su značajne varijacije, dok su rezultati analize boje bili u granicama očekivanih vrijednosti. Senzorski najbolje ocjenjeni uzorci bili su oni čija pojedina svojstva nisu bila previše izražena i koji su bili odgovarajuće teksture.

**Ključne riječi:** zreli sirevi, fizikalno-kemijska svojstva, senzorska svojstva

**Rad sadrži:** 50 stranica  
41 slika  
2 tablice  
2 priloga  
14 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

1. prof. dr. sc. <i>Marko Jukić</i>	predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. <i>Mirela Lučan Čolić</i>	član-mentor
3. prof. dr. sc. <i>Ines Banjari</i>	Član-komentor
4. izv. prof. dr. sc. <i>Jasmina Lukinac Čačić</i>	zamjena člana

**Datum obrane:** 3. listopada 2023.

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

## BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

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

### Graduate program of Food Engineering Study

**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 17, 2023.

**Mentor:** *Mirela Lučan Čolić*, associate prof.

**Comentor:** *Ines Banjari*, PhD, prof.

**Technical assistance:** *Martina Antunović*, mag. ing. techn. aliment., *Snježana Keloković*, dipl.ing.

### Physico-Chemical and Sensory Properties of Industrially Produced Wheel Shaped Cheeses

*Magdalena Strmota*, 0113147206

**Summary:** Ripened cheeses belong to the category of cheeses which takes the largest production compared to other types. In 2022, the European Union was the leader in their production. The aim of this study was to investigate the quality of ripened cheeses from the local market based on an examination of their physico-chemical and sensory properties. For this purpose, an analysis of the chemical composition, titrable acidity, pH value, water activity, texture profile, and colour was carried out. For sensory analysis, a questionnaire sheets that contained hedonistic, JAR and CATA scales was used. The results of the texture profile showed significant variations, while the results of the colour analysis were within expected values. The best sensory samples were the ones whose properties were not too pronounced and which had the appropriate texture.

**Key words:** ripened cheeses, physico-chemical properties, sensory, properties

**Thesis contains:** 50 pages  
41 figures  
2 tables  
2 supplements  
14 references

**Original in:** Croatian

### Defense committee:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1. <i>Marko Jukić</i> , PhD, prof.                | chair person |
| 2. <i>Mirela Lučan Čolić</i> , associate prof.    | supervisor   |
| 3. <i>Ines Banjari</i> , PhD, prof.               | member       |
| 4. <i>Jasmina Lukinac Čačić</i> , associate prof. | stand-in     |

**Defense date:** October 3<sup>rd</sup>, 2023.

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

*Zahvaljujem svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Mireli Lučan Čolić, na pomoći, izdvojenom vremenu i strpljivosti tijekom izrade ovog diplomskog rada. Također zahvaljujem i asistentici mag. ing. techn. aliment. Martini Antunović na savjetima prilikom izrade eksperimentalnog dijela rada.*

*Veliko hvala mojim roditeljima i obitelji koji su mi omogućili ovo studiranje i koji su mi bili najveća podrška i bodrili me kad je bilo najteže. Bez njih bi sve ovo bilo puno teže.*

*Hvala svim prijateljicama koje sam upoznala tijekom ovog studija i koje su mi uveliko olakšale i uljepšale ovo razdoblje.*

*Za kraj, hvala i svim onima koje sam tek upoznala tijekom pisanja ovog diplomskog rada, a koji su mi bili velika podrška i motivacija za završetak ovog poglavlja života.*

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b>	<b>3</b>
<b>2.1. SIR-DEFINICIJA I PROIZVODNJA</b>	<b>4</b>
2.1.1. Sirovina za proizvodnju	4
2.1.2. Proizvodnja sira	5
<b>2.2. PODJELA I VRSTA SIREVA</b>	<b>6</b>
<b>2.3. ZRELI SIREVI</b>	<b>8</b>
2.3.1. Tvrdi sirevi	9
2.3.2. Ekstra tvrdi sirevi	9
2.3.3. Proizvodnja zrelih sireva	10
<b>2.4. KARAKTERISTIKE TVRDIH I EKSTRA TVRDIH SIREVA</b>	<b>13</b>
<b>2.5. SENZORSKA ANALIZA: CATA I JAR TEST ZA ISPITIVANJE SIREVA</b>	<b>13</b>
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b>	<b>15</b>
<b>3.1. ZADATAK</b>	<b>16</b>
<b>3.2. MATERIJAL I METODE</b>	<b>16</b>
3.2.1. Materijali	16
3.2.2. Određivanje kemijskog sastava sira	17
3.2.3. Određivanje kiselosti po Soxhlet-Henkeli	17
3.2.4. Određivanje pH vrijednosti	18
3.2.5. Određivanje aktiviteta vode sireva	19
3.2.6. Određivanje profila teksture sireva	20
3.2.7. Analiza boje sireva	20
3.2.8. Senzorska analiza	22
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b>	<b>25</b>
<b>4.1. KEMIJSKI SASTAV SIREVA</b>	<b>26</b>
<b>4.2. KISELOST SIREVA</b>	<b>27</b>
<b>4.3. PH VRIJEDNOST SIREVA</b>	<b>28</b>
<b>28</b>	
<b>4.4. AKTIVITET VODE SIREVA</b>	<b>28</b>
<b>4.5. REZULTATI ANALIZE TEKSTURE SIREVA</b>	<b>29</b>
<b>4.6. BOJA SIREVA</b>	<b>32</b>
<b>4.7. ANKETA</b>	<b>34</b>
<b>4.8. REZULTATI SENZORSKE OCJENE SIREVA</b>	<b>39</b>
4.8.1. Senzorska prihvatljivost sireva uz pomoć hedonističke skale	39
4.8.2. Intenzitet senzorskih svojstava sireva ocijenjen uz pomoć JAR skale	41
4.8.3. Karakterizacija sireva pomoću CATA testa	44

5. ZAKLJUČCI .....	47
6. LITERATURA .....	49
7. PRILOZI.....	51

## **1. UVOD**



Sir je namirnica koja je dio prehrane ljudi diljem svijeta već godinama kroz povijest. To je proizvod koji je nastao spontano u želji za dužom pohranom svježeg mlijeka, ali zbog uvjeta čuvanja i raznih procesa došlo je do nastanka gruša, (djelovanjem prisutnih bakterija mliječne kiseline ili enzima) i odvajanja tekuće faze, odnosno sirutke. Gruš koji je nastao kiselim koagulacijom mogao se je čuvati kraće od onog nastalog enzimskom koagulacijom, kod kojeg je produljenim čuvanjem zbog djelovanja preostalih bakterija i enzima došlo do dozrijevanja. Sirevi koje danas poznajemo i konzumiramo nastali su tijekom starog i srednjeg vijeka, a razvoj znanosti i tehnologija olakšali su njihovu izradu i omogućili proizvodnju puno većih količina ujednačene kvalitete (Matijević, 2015).

Dozrijevani sirevi su sirevi koji nisu odmah spremni za konzumaciju nakon njihove proizvodnje jer moraju određeno vrijeme i pri točno određenim uvjetima odležati kako bi se odvili potrebni biokemijski i fizikalni uvjeti koji će rezultirati posebnim karakteristikama sireva (FAO). Proizvodnja sireva dugo se je provodila na manufakturni način, a industrijska proizvodnja razvila se je tek završetkom prve industrijske revolucije. Tijekom prošle godine, u svijetu je proizvedeno 22,17 milijuna tona sira, pri čemu je Europska unija bila vodeća po proizvodnji sa 10,55 milijuna tona. Tijekom 2019. godine najveći europski izvoznik sira bila je Njemačka, a uz nju Nizozemska, Francuska i Italija. (Shahbandeh, 2023). U Hrvatskoj je tijekom 2022. godine zabilježen porast u proizvodnji kravljih sireva za 2,7% (883 tona) u odnosu na prethodnu godinu. Proizvodnja tvrdih sireva smanjila se za 17,5%, dok je proizvodnja sireva iz kategorije ekstra tvrdih porasla za 441,7% (DZS, 2023).

Cilj ovog rada jest ispitivanje fizikalno-kemijskih i senzorskih svojstava industrijskih sireva dozrijevanih u kolutu koji se mogu pronaći na hrvatskom tržištu, a proizvedeni su u Europi. Osnovna svrha je ispitati svojstva odabranih sireva standardnim metodama i na temelju dobivenih rezultata usporediti njihovu kvalitetu.

## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1. SIR-DEFINICIJA I PROIZVODNJA

Prema službenoj definiciji iz Pravilnika o sirevima i proizvodima od sira (2009), 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 dozvoljena je upotreba mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih koagulacijskih enzima i/ili dozvoljenih kiselina za koagulaciju. Kod proizvodnje sira dva glavna cilja su: proizvesti sir koji će imati određene senzorske osobine (izgled, boja, presjek, miris, okus i konzistencija) te uspostaviti tehnološki protokol koji će svakodnevnom proizvodnjom dati sir istih osobina (Matijević 2015). Sir je krajnji proizvod procesa koji može potrajati i do nekoliko godina, a njegova kvaliteta ovisi o faktorima među kojima su najbitniji:

1. mlijeko, odnosno njegov sastav, mikrobiološka kvaliteta i prethodna priprema
2. kulture koje se dodaju u svrhu zakiseljavanja i koje sudjeluju u procesu zrenja
3. enzim koji se koristi za koagulaciju te koji je glavni proteolitički čimbenik zrenja
4. bakterije koje čine mikrofloru mlijeka ili u njega dospiju tijekom procesa proizvodnje
5. sastav sira
6. tijek, kontrola temperature i određivanje trajanja procesa zrenja (Fox, 2017).

### 2.1.1. Sirovina za proizvodnju

Mlijeko je prirodni sekret mliječne žlijezde životinja iz uzgoja, dobiven jednom ili više mužnji, kojemu nije ništa dodano niti oduzeto (MPRIRR, 2009). To je namirnica čiji je sastav vrlo složen i promjenjiv, a mnogi faktori utječu na to. Primarna funkcija mlijeka je zadovoljavanje energetskih i prehrambenih potreba novorođenčadi pojedinih vrsta (Fox, 2017). Najveći udio kravljeg mlijeka čini voda (oko 87,4%) koja se nalazi u obliku slobodne ili vezane vode (Havranek i sur., 2004). U njoj su svi ostali sastojci mlijeka otopljeni ili suspendirani, a male količine su i kemijski vezane za laktozu, proteine i sol. Sastojak mlijeka koji ima najpromjenjiviji udio je mliječna mast, a u kravljem mlijeku se prosječno nalazi oko 3,9%. Čimbenici koji utječu na količinu i sastav masti u mlijeku su pasmina, hranidba, faza laktacije, pojava mastitisa i razdoblje mužnje. Većina masti u mlijeku nalazi se u obliku masnih globula koje su zaštićene membranom, a izgrađene su od oko 98% triglicerida, 0,2 do 1% fosfolipida i 0,2 do 0,4% sterola. Sadrže još i vitamine A, D, E i K, enzime i ostatke masnih kiselina. Najčešće masne

kiseline koje sadrže su miristinska, palmitinska, stearinska te oleinska masna kiselina. Membrana masne globule sastoji se od fosfolipida, proteina, lipida, lipoproteina, nukleinskih kiselina, cerebrozida, enzima i minerala, a glavna uloga joj je zaštititi masnu globulu od lipaza. Lipaze uzrokuju lipolizu što bi dovelo do nastanka diglicerida, monoglicerida i slobodnih masnih kiselina. Punomasno mlijeko sadrži i oko 10 do 20 mg/100 g kolesterola koji se također nalazi u membrani masne globule. Prosječni udio bjelančevina u mlijeku je oko 3,3%, a dijelimo ih u dvije skupine. Prvu skupinu čini kazein čiji je udio 78,5%, a drugoj skupini pripadaju bjelančevine sirutke koje čine udio od 16,5%. Sintetiziraju se u mliječnim žlijezdama, a na njihov udio najviše utječe faza laktacije. U kravljem mlijeku identificirano je oko 21 vrsta kazeina, no najveći udio čine  $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ - i  $\kappa$ -kazein. Imaju različite molekularne strukture bez disulfidnih mostova i zbog toga su stabilni na vrlo visokim temperaturama. Micele kazeina sastoje se od oko 95% proteina kazeina koji mogu stupiti u interakciju međusobno, ali i s kalcijem. S druge strane, proteini sirutke sposobni su stvarati sekundarne, tercijarne i kvartarne strukture, posjeduju disulfidne veze i zbog toga se denaturiraju već pri temperaturama višim od 75°C. 20 do 40% proteina sirutke čine  $\alpha$ -laktalbumin i  $\beta$ -laktoglobulin, a ostatak peptoni, imunoglobulini i albumini krvnog seruma. Od ugljikohidrata, u mlijeku je najviše zastupljena laktoza (4-5%), a prisutni su i glukoza, galaktoza, glikoproteini i oligosaharidi. Količina laktoze smanjuje se na kraju razdoblja laktacije. Najvažnija je tijekom procesa fermentacije jer služi kao izvor hrane bakterijama koje je zatim hidroliziraju i prevode u mliječnu kiselinu. Osim ranije spomenutih vitamina A, D, E i K koji su topljivi u mastima, u mlijeku su prisutni i vitamini B i C. Mlijeko sadrži i sve esencijalne minerale za ljudsko zdravlje, a njihov udio varira između 0,7 do 0,8% (Chandan i Kilara, 2011). Uloga ovih sastojaka vrlo je važna i u proizvodnji mliječnih proizvoda jer osim na nutritivna, utječu i na tehnološka i senzorska svojstva proizvoda (Fox, 2017).

### 2.1.2. Proizvodnja sira

Proces proizvodnje svih vrsta sireva obuhvaća sličan protokol, no pojedini koraci u proizvodnji se prilagođavaju ovisno o kojoj je vrsti sira riječ. Ti koraci su:

1. odabir, standardizacija i najčešće toplinska obrada mlijeka,
2. zakiseljavanje uz pomoć određenih bakterija koje proizvode mliječnu kiselinu,
3. koagulacija mlijeka,

4. dehidracija koaguluma kako bi nastao sirni gruš,  
 5. oblikovanje sirnog gruša i  
 6. zrenje koje doprinosi razvoju okusa i teksture, a kroz koje prolazi većina vrsta sireva (Fox, 2017).

Jedan od ključnih koraka u proizvodnji sira po kojem se razlikuju pojedine vrste je koagulacija. Ona se može provesti na tri različita načina. Prvi način je koagulacija uz pomoć dodatka enzima čija je uloga destabilizacija micela kazeina koje zatim agregiraju i stvaraju gel, odnosno kazeinski gruš. Većina sireva proizvodi se ovom vrstom koagulacije. Drugi način grušanja je djelovanjem kiseline i sniženjem pH vrijednosti koja uzrokuje smanjenje razlike u naboju micela kazeina zbog čega nastaje gruš. Ovakav način grušanja, odnosno destabilizacije kazeina je isključivo fizički, a ne enzimski. Treća vrsta koagulacije je korištenje visoke temperature uz mogućnost dodatka kiseline pri čemu nastaje gruš koji sadrži i kazein i proteine sirutke (Law i Tamime, 2010).

## 2.2. PODJELA I VRSTA SIREVA

Uvođenje promjena u proces proizvodnje sira, različite pasmine stoka i klimatske zone doveli su do nastanka različitih vrsta sireva. Mnoge su vrste nazvane po svom mjestu podrijetla zbog korištene opreme i oblika samog sira, iako se sam način proizvodnje i svojstva ne razlikuju previše u odnosu na ostale. Prema raznim podacima, u svijetu postoji između čak 400 i 1000 vrsta sireva, no prema Robinsonu (1993.) postoji samo 18 vrsta. Zbog toga postoji više načina kategorizacije sireva:

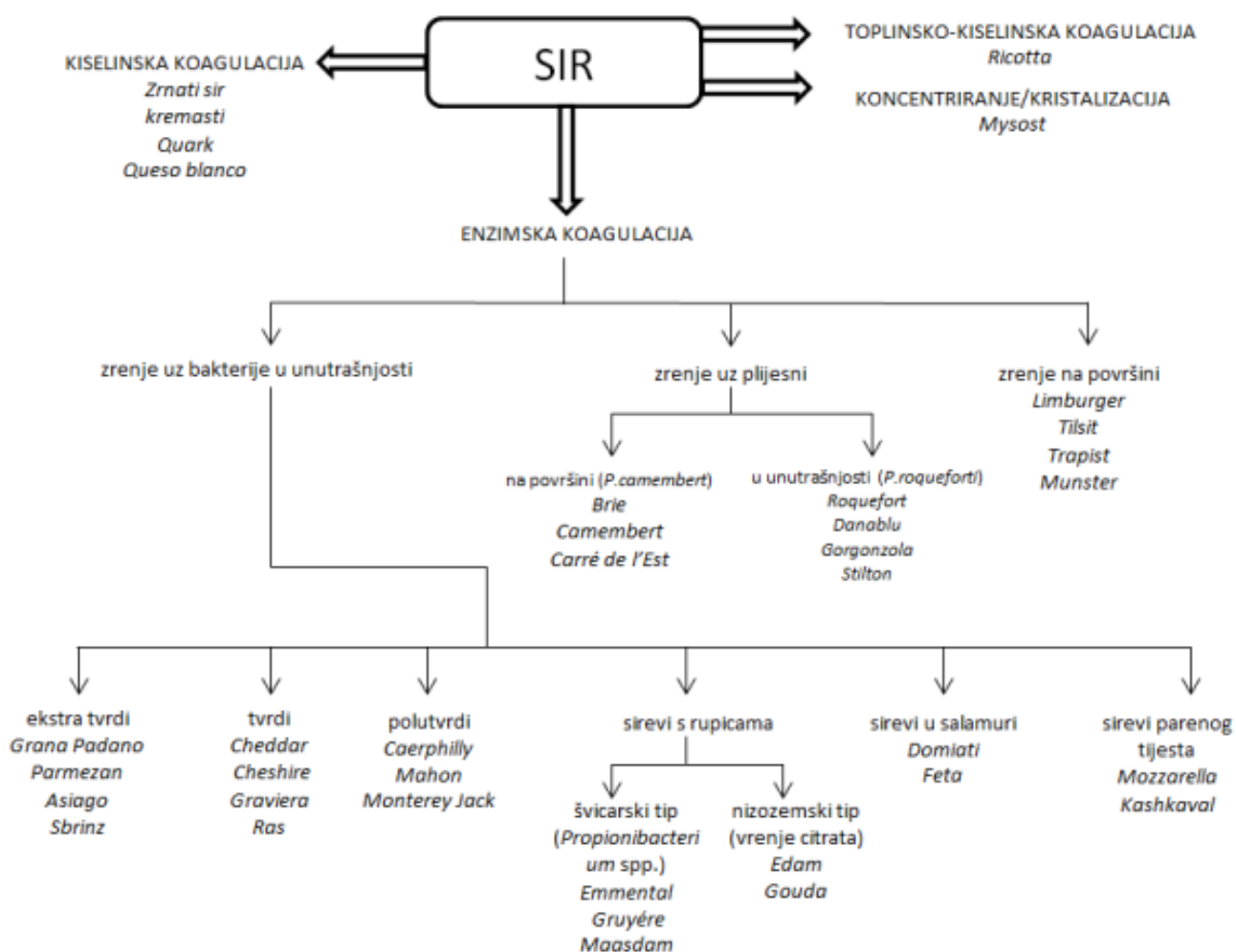
- prema vrsti mlijeka iz kojeg se proizvodi:
  - kravlji
  - ovčji
  - kozji
  - bivolji
  - mješavina mlijeka
- prema načinu koagulacije:
  - kiseli

-slatki  
-mješoviti

- prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira:
  - ekstra tvrdi (<50%)
  - tvrdi (49-56%)
  - polutvrđi (54-63%)
  - meki (61-69%)
  - svježi (>67%)
- prema količini masti u suhoj tvari sira:
  - ekstramasni (>60%)
  - punomasni (45-60%)
  - masni (25-45%)
  - polumasni (10-25%)
  - posni (<10%)
- prema vrsti zrenja:
  - bez zrenja
  - zrenje uz pomoć bakterija
  - zrenje uz pomoć plijesni
- prema sličnom načinu proizvodnje:
  - ekstra tvrdi sirevi
  - tvrdi sirevi
  - polutvrđi sirevi
  - sirevi sa zrenjem uz pojavu maza ili sluzi
  - sirevi s plemenitim plijesnima
  - sirevi parenog tijesta
  - sirevi u salamuri
  - svježi sirevi
  - sirevi od sirutke
- prema mjestu proizvodnje (Matijević, 2015).

### 2.3. ZRELI SIREVI

Zreli sirevi proizvode se postupkom enzimske koagulacije i njihov udio čini čak 75% svjetske proizvodnje sira. Zbog razlika između sireva koji se mogu proizvesti tim načinom koagulacije, potrebna je daljnja podjela koja se dijeli prema načinu zrenje ili prema tehnološkom procesu proizvodnje. **Slika 1** prikazuje klasifikaciju sireva prema određenim skupnim osobinama. Tvrdi i ekstra tvrdi sirevi pripadaju skupini sireva kod kojih se zrenje provodi uz pomoć bakterija u unutrašnjosti, a međusobno se razlikuju po udjelu vode i zbog toga kategoriziraju u odvojene skupine (Fox, 2017).



**Slika 1** Klasifikacija sireva (Fox, 2017).

### 2.3.1. Tvrđi sirevi

Unutar kategorije tvrdih sireva postoje neke razlike u proizvodnji između pojedinih vrsta, stoga je teško dati jednu definiciju za ovu skupinu. Najčešće sadrže između 30 do 45% vlage te imaju čvrstu i ujednačenu strukturu koja je rezultat procesa prešanja. Neki od zajedničkih koraka proizvodnje su dodatak enzima pri 30°C, rezanje nastalog gruša i kuhanje na 39-40°C uz odvajanje sirutke (Fox, 2017). Zrenje ovih sireva traje minimalno 5 tjedana. Jedan od predstavnika ove skupine je Cheddar, sir koji se proizvodi specifičnim postupkom čedarizacije. On se proizvodi tako da se mladi sir nakon prešanja i cijedenja samelje u rezance, soli i napuni u kalupe te zatim odlazi na zrenje 3 do 12 mjeseci. Drugi poznatiji predstavnik je Emmentaler koji ima velike sirne rupe i slatki orašasti okus koji su posljedica djelovanja bakterija propionske kiseline. Još jedan tipični predstavnik je Gruyere koji ima male sirne rupe, tvrdu koru i čvrsto sirno tijesto (Matijević, 2015). Međutim, postoji velik broj tvrdih sireva, koji se proizvode tradicionalnim ili industrijskim postupkom.

### 2.3.2. Ekstra tvrdi sirevi

Sireve ove skupine karakterizira činjenica da imaju najmanji udio vode, odnosno najviši udio suhe tvari. Imaju zatvorenu grubu teksturu, tvrdu koru i intenzivan okus. U unutrašnjosti presjeka imaju sitne bijele točkice koje su nakupine kristaliziranog kalcija. Proces zrenja traje minimalno 6 mjeseci pa do preko godinu dana (Matijević, 2015). Glavni predstavnici ove skupine sireva su Parmigiano Reggiano i Grana Padano. Potječu iz doline Po na sjeveru Italije i imaju zaštićenu oznaku izvornosti. Parmigiano Reggiano proizvodi se od poluobranog sirovog mlijeka uz dodatak enzima za sirenje. Nastali gruš usitnjuje se žičanim košarama i kuha 10 do 12 minuta na 53 do 55°C. Nakon toga se prebacuje u kalupe koji mogu dati sireve težine između 25 do 40 kilograma. Blago se prešaju i povremeno okreću kako bi izašlo što više sirutke. Zatim se prebacuju u salamure 20 do 30 dana, nakon čega idu na zrenje 18 do 24 mjeseci. Grana Padano proizvodi se slično, samo što se on ostavlja u salamuri 25 dana, a na zrenju 14 do 16 mjeseci. Ostali sirevi tipa Parmezan koji se proizvode u ostatku svijeta najčešće su napravljeni od pasteriziranog mlijeka, kuhaju se na nešto nižoj temperaturi, puno su manji, slaniji i zrenje je puno kraće (Fox, 2017).



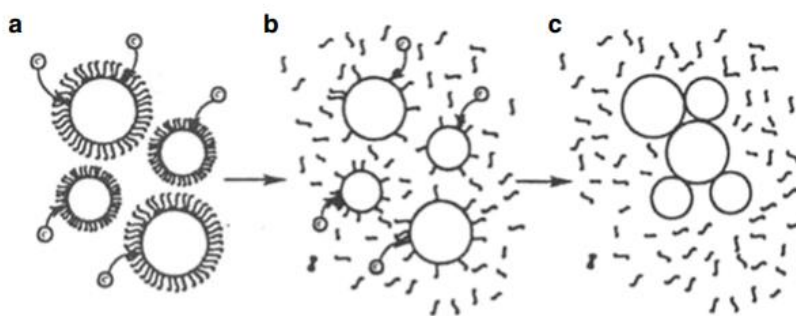
### 2.3.3. Proizvodnja zrelih sireva

Prvi korak u proizvodnji sireva je standardizacija mlijeka. Sastav mlijeka svakodnevno varira zbog faktora kao što su hranidba, vrijeme, pasmina životinje i zbog toga proizvođač mora ujednačiti sastav mlijeka kako bi se svaki put mogao proizvesti sir jednake kvalitete. Standardizacija se može provesti dodatkom kondenziranog ili mlijeka u prahu ili uklanjanjem vrhnja. Omjer masti i kazeina vrlo je važan kod proizvodnje sira jer utječe na krajnji sastav sira, odnosno na sam udio masti u ukupnoj količini suhe tvari. Sljedeći korak je toplinska obrada mlijeka, najčešće pasterizacija, kojom se uništavaju patogeni mikroorganizmi i koja omogućava sigurnost samog sira. Uobičajeno je da se provod pri 72°C u trajanju od 15 sekundi, no može se provesti i na drugim temperaturama pri čemu se prilagođava vrijeme trajanja postupka. Iako ovaj korak nije obavezan u zemljama Europske unije, sirevi koji sadrže sirovo, odnosno toplinski neobrađeno mlijeko, moraju se tako i deklarirati. Nakon toga u mlijeko se mogu dodati mljekarske kulture, odnosno bakterije koje proizvode kiseline, aromatske spojeve i plinove koji potom utječu na aromu, teksturu i okus sira. Na odabir kulture koja će se dodati mogu utjecati tradicija u proizvodnji, brzina i stupanj kiselosti koji se razvijaju u siru i željeni okus koji nastaje njihovim djelovanjem. Prilikom odabira važno je obratiti pozornost i na uvjete proizvodnje jer različiti sojevi bakterija imaju različitu osjetljivost na temperaturu, pH, kiselost i slanost. Količina startera koja će se dodati ovisi o tome kojom brzinom i količinom određeni sojevi proizvode kiseline i o tome radi li se o sirovom ili toplinski obrađenom mlijeku (Law i Tamime, 2010). Kod sirovog mlijeka, dodana mikrobn kultura mora prerasti prirodno prisutnu mikrofloru, dok je kod toplinski obrađenog mlijeka njihov dodatak obavezan jer zamjenjuje mikroorganizme uništene tijekom pasterizacije. Kod proizvodnje tvrdih sireva najčešće se koriste termofilne bakterije, a za polutvrde i meke koriste se mezofilne kulture. Kisela sirutka drugi je mogući izvor mikroorganizama za zakiseljavanje jer sadrži mliječno kiselu bakterije i kvasce važne za proizvodnju tvrdih sireva (Matijević, 2015). Zakiseljavanje je važan korak u proizvodnji jer utječe na faktore kao što su:

- aktivnost koagulanta tijekom koagulacije,
- čvrstoća gruša,
- denaturacija i zadržavanje koagulanta u grušu što kasnije utječe na stupanj proteolize tijekom zrenja

- sinereza, koja utječe na udio vode u siru koja omogućava rast bakterijama i aktivnost ostalim enzimima,
- kontrola rasta drugih mikroorganizama, uključujući i patogene (Fox, 2017).

Nakon što se provede postupak zrenja mlijeka, slijedi koagulacija, odnosno dodatak sirila. Danas se najčešće koristi kimoziin dobiven industrijskim postupkom iz telećeg želuca, a sve češće koriste se i proteolitički enzimi dobiveni iz mikroorganizama. Koagulacija dodatkom sirila je slatko grušanje mlijeka. Kazein je glavni protein ključan kod ove vrste koagulacije, a u mlijeku se nalazi u obliku micela koje su građene od 400 do 500 submicela, a svaka submicela kompleks je frakcija  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\kappa$ -kazeina.  $\alpha$ - i  $\beta$ -kazein nalaze se u unutrašnjosti micela i hidrofobni su, dok se  $\kappa$ -kazein nalazi na površini micela i njegov hidrofilni dio izgrađuje hidratacijski sloj sa slobodnom vodom. Taj sloj nosi negativan naboj zbog ioniziranih karboksilnih skupina u hidrofobnom dijelu  $\kappa$ -kazeina. Temperatura mlijeka prije sirenja podešava se na između 28 do 35°C i prema potrebi dodaje se kalcijev klorid. Dodatkom sirila, proces koagulacije odvija se u tri faze u vremenskom trajanju od 30 do 40 minuta. U prvoj ili enzimskoj fazi, dolazi do gubitka negativnog naboja jer sirilo cijepa hidrofilni dio  $\kappa$ -kazeina u hidratacijskom sloju. U drugoj, neenzimskoj fazi, dolazi do agregacija micela kazeina uz pomoć kalcijev iona u trodimenzionalnu mrežu i time nastaje koagulum. U trećoj fazi dolazi do izdvajanja sirutke zbog djelovanja mliječne kiseline. **Slika 2** pokazuje proces nastanka koaguluma.



**Slika 2** (a) djelovanje kimoziina na  $\kappa$ -kazein (b) odvajanje  $\kappa$ -kazeina od micela (c) agregacija micela (Fox, 2017)

Zbog djelovanja enzima, mliječne kiseline i temperature doći će do očvršćivanja gruša, a posljedično i do dehidracije kazeina uz izdvajanje sirutke. Da bi lakše uklonili višak vode, odnosno sirutke, sirni gruši reže se na komadiće, a potom se još dogrijava i suši. Kod

proizvodnje tvrdih i ekstra tvrdih sireva potrebna su sitnija sirna zrna i nešto više temperature kod dogrijavanja. One mogu varirati u rasponu od 34° pa sve do 44°C, u iznimnim situacijama i do 55°C. Temperatura će ovisi o dodanoj mikrobnjoj kulturi, ali i o kvaliteti samog gruša i mlijeka. Nakon dogrijavanja, sirno zrno se suši sve dok se ne postigne odgovarajuća kvaliteta zrna, odnosno kada je od njih moguće formirati grudu koja se drži, ali koju je moguće ponovno razdvojiti na pojedinačna zrna. Zrna se potom odvajaju od sirutke i prenose u odgovarajuće kalupe. Tradicionalno se to obavlja uz pomoć sirne krpe i čeličnih traka pri čemu se ujedno i cijede, a u modernijim pogonima zrna se prenose pomoću pumpe do predpreša ili perforiranih kalupa. Potom se postupnim povećanjem pritiska sirevi prešaju kako bi se uklonio višak sirutke i kako bi dobili željeni oblik sira. Tijekom ovog koraka, sirevi se moraju okretati da bi došlo do ravnomjerne raspodjele vode. Što je sir tvrdi, to je vrijeme prešanja duže, a pritisak veći. Posljednji korak prije zrenja sira je soljenje. Ono se provodi zbog:

- bržeg i lakšeg bubrenja proteina,
- boljeg okusa,
- nastanka kore sira,
- smanjenja vlage,
- djelovanja na mikroorganizme i
- produljenja trajnosti.

Postoji više načina na koje se soljenje može provesti: suho soljenje, dodavanje soli u gruše ili korištenjem salamura. Posljednji način je i najčešći, a provodi se u kadama. Trajanje salamurenje ovisi o vrsti i veličini sira, ali i o željenim senzorskim svojstvima. Uvjeti koji se moraju zadovoljiti su : da je koncentracija soli između 16 i 22%, kiselost salamure mora se kretati između 10 do 25°SH, a temperatura između 14 i 18°C. Završni korak proizvodnje sira je zrenje. Ono se, ponovno ovisno o vrsti sira i vrsti mikroorganizama, provodi pri različitim uvjetima. Temperature u zrionicama mogu se kretati između 14 i 18°C, a relativna vlažnost zraka između 85 i 95%. Tijekom zrenja sirevi se moraju njegovati, odnosno brisati i okretati kako bi došlo do formiranja kore i kako bi se spriječio rast plijesni. Korištenjem folija i premaza koje štite sir, olakšava se njegovo održavanje tijekom zrenja (Matijević, 2015).

## 2.4. KARAKTERISTIKE TVRDIH I EKSTRA TVRDIH SIREVA

Glavna zajednička karakteristika obje skupine sireva je da je njihov udio vode u odnosu na ukupnu suhu tvar niži nego kod svježih i polutvrđih sireva. Tvrđi sirevi imaju glatku, čvrstu i jednoliku teksturu, a ona je rezultat procesa prešanja i zrenja. Ovisno o vrsti, mogu biti na zrenju od nekoliko tjedana pa sve do nekoliko mjeseci. Tijekom zrenja, osim teksture, razvija se i aromatski profil što se očituje u kompleksnijim i intenzivnijim okusima. To je rezultat brojnih enzimatskih i biokemijskih procesa koji se odvijaju i tako mijenjaju sir. Aromatski profil može varirati od slatkih i slanah nota pa sve do orašastih i oštrih aroma. Po kemijskom sastavu imaju veći udio proteina i masti u odnosu na svježere sireve. Boja sira najčešće može varirati zbog mlijeka, odnosno zbog doba godine i različite vrste hranidbe životinja. Tako tijekom zime zbog hranidbe sa sijenom, boja sira će biti nešto svjetlija i bljeđa u odnosu na ljetnu hranidbu, kada krave idu na ispašu i time unose više beta karotena. Drugi faktori koji imaju utjecaj na boju su dodatak bojila, vrsta prisutnih enzima i reakcije do kojih dolazi tijekom zrenja. Boja je faktor koji ne odaje kvalitetu i okus sira, no svakako je jedna od karakteristika koja pridonosi senzorskom iskustvu tijekom kušanja. Kora tvrdih sireva koji dozrijevaju u kolutu može se prirodno formirati ili se stavljaju voštani premazi ili folije koje će spriječiti daljnji gubitak vlage i omogućiti lakše čuvanje sira. Zbog nižeg udjela vlage i duljeg zrenja imaju duži rok trajanja i ako se pravilno skladište, mogu se čuvati još mjesecima bez gubitka kvalitete.

Ekstra tvrđi sirevi, zbog nešto duljeg procesa zrenja, gube još veći udio vode što rezultira još tvrđom i više mrvljivom teksturom. Do nastanka takve teksture dolazi zbog formiranja kristala načinjenih od proteina i kalcijeva laktata. Zbog produljenog zrenja koje može potrajati i do nekoliko godina, dolazi do razgradnje proteina i masti te do razvoja kompleksnijih aroma stoga su puno bogatijeg okusa. Mnoge vrste ove skupine sireva proizvode se koristeći tradicionalne metode i često su vezani uz regije koje imaju dugu tradiciju proizvodnje sireva. Za obje skupine sireva, način proizvodnje, drugačiji uvjeti zrenja i vještine sirara mogu uveliko promijeniti karakteristike pojedinih sireva (Harbutt, 2015).

## 2.5. SENZORSKA ANALIZA: CATA I JAR TEST ZA ISPITIVANJE SIREVA

Za dobivanje ukupne kvalitete nekog proizvoda, u ovom slučaju sireva dozrijevanih u kolutu, važno je i senzorsko ocjenjivanje jer nam ono daje odgovore potrošača o prihvatljivosti nekog proizvod te nam pomaže karakterizirati, razviti ili poboljšati proizvod. Najčešće korištena je

hedonistička skala, međutim postoje i drugi testovi, koji služe za daljnju karakterizaciju sireva CATA ili "Check-all-that-apply" test sastoji se od niza pojmova koji opisuju neki proizvod, a potrošač označava sve one koji najbolje odgovaraju opisu tog proizvoda. Pojmovi opisuju senzorska svojstva i mogu se podijeliti u zajedničke skupine-na primjer: pojmovi vezani uz okus, miris i uz teksturu. Ova vrsta testa ima veliku popularnost jer je jednostavna i brza, a kao rezultat dobivamo percepciju većine potrošača od onoga što testiramo. JAR ili "Just-about-Right" skale služe kao pomoć pri svrstavanju neke karakteristike proizvoda na skali od toga da je ta karakteristika preslabo, baš kako treba ili prejako izražena. Zadatak ispitivača je procijeniti koliko neko svojstvo proizvoda odstupa od onoga što je idealno prema njihovim očekivanjima. Rezultati dobiveni ovim testom uveliko pomažu proizvođaču da identificira koje to senzorske karakteristike odstupaju od onih idealnih i time mu omogućuju lakšu reformulaciju samog proizvoda. Oba testa daju uvid u preferencije potrošača i njihova očekivanja od nekog proizvoda (Ares, 2014).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada je ispitati fizikalno-kemijska svojstva, senzorske karakteristike i prihvatljivost sireva dozrijevanih u kolutu koji se mogu pronaći na domaćem tržištu. Na prikupljenim uzorcima ispitan je osnovni kemijski sastav, kiselost po Soxhlet-Henkelu, pH vrijednost, aktivitet vode, profil teksture i boja. Senzorska svojstva ispitana su uz pomoć JAR skale i CATA testa koje su ocjenjivači ispunili uz još jedan dodatan potrošački upitnik o afinitetima ispitivača.

### 3.2. MATERIJAL I METODE

#### 3.2.1. Materijali

Na tržištu je prikupljeno 11 uzoraka sireva dozrijevanih u kolutu proizvođača A-F:

- sir A, deklariran kao tvrdi sir dozrijevan 6 mjeseci sljedećeg sastava: masti 25 g; proteini 33 g; ugljikohidrati 0 g; i sol 2 g
- sir B1, tvrdi sir dozrijevan 120 dana, sastava: masti 31 g, od kojih zasićene masne kiseline 21 g; proteini 29 g; ugljikohidrati <0,5 g, od kojih šećeri <0,1 g; sol 1,8 g
- sir B2, tvrdi sir koji dozrijeva 120 dana, sastava: masti 30 g, od kojih zasićene masne kiseline 21 g; proteini 29 g; ugljikohidrati <0,5 g, od kojih šećeri <0,1 g; sol 1,8 g
- sir C, tvrdi sir dozrijevan minimalno 80 dana, sastava: masti 37 g, od kojih zasićene masne kiseline 26 g; ugljikohidrati <0,2 g, od kojih šećeri <0,2 g; proteini 30 g; sol 2,0 g
- sir B3, tvrdi sir dozrijevan 60 dana, sastava: masti 34 g, od kojih zasićenih masnih kiselina 23 g; ugljikohidrati <0,5 g, od kojih šećeri <0,1 g; proteini 25 g; sol 1,9 g
- sir D, tvrdi sir, 60 dana dozrijevan, sastava: masti 34 g, od kojih zasićenih masnih kiselina 20 g; ugljikohidrati 0 g, od kojih šećeri 0 g; proteini 24 g; sol 2,3 g
- sir B4, ekstra tvrdi sir dozrijevan 120 dana, sastava: masti 31 g, od kojih zasićene masne kiseline 20,2 g; ugljikohidrati <0,5 g, od kojih šećeri <0,1 g; proteini 32 g; sol 2,1 g
- sir E1, ekstra tvrdi sir dozrijevan 16 do 18 mjeseci, sastava: masti 29 g, od kojih zasićene masne kiseline 18 g; ugljikohidrati 0 g, od kojih šećeri 0 g; proteini 33 g; sol 1,5 g
- sir E2, tvrdi sir sa zrenjem preko 16 mjeseci, sastava: masti 29 g, od koji zasićene masne kiseline 18 g; ugljikohidrati 0 g, od kojih šećeri 0 g, proteini 33 g; sol 1,5 g

- sir B5, ekstra tvrdi sir sa zrenjem od 1 do 2 godine, sastava: masti 24 g, od kojih zasićenih masnih kiselina 15,3 g; ugljikohidrati 4 g, od kojih šećeri 4 g; proteini 33 g; sol 1,7 g
- sir F, tvrdi sir zrelosti više od 12 mjeseci, sastava: masti 30 g, od kojih zasićene masne kiseline 20 g; ugljikohidrati 0 g, od kojih šećeri 0 g; proteini 32 g; sol 1,6 g.

### 3.2.2. Određivanje kemijskog sastava sira

Analiza kemijskog sastava sireva određena je uz pomoć uređaja FoodScan Analyser (Foss, Danska). Uzorci su usitnjeni i homogenizirani u laboratorijskom mlinu s noževima Grindomix prikazanom na **Slici 3**, a potom stavljeni u posudice FoodScan uređaja i postavljene u komoru uređaja na mjerenje (**Slika 4**). Nakon zatvaranja komore i završetka analize, rezultati su prikazani na računalu. Mjerenje je provedeno u dvije paralele.



Slika 3 Laboratorijski mlin s noževima Grindomix



Slika 4 FoodScan

### 3.2.3. Određivanje kiselosti po Soxhlet-Henkelu

Kiselost sira određena je titracijskom metodom po Soxhlet-Henkelu. U Erlenmayerovu tikvicu izvagano je 5 g prethodno usitnjenog i homogeniziranog sira i na to dodano 95 ml destilirane



vode. Svaki uzorak homogeniziran je u laboratorijskom homogenizatoru Ultra-Turrax T 18 (IKA) (Slika 5) u trajanju od oko 30 sekundi. Nakon toga dobivena suspenzija titrirana je uz pomoć 0,1 M NaOH i prethodni dodatak fenolftaleina kao indikatora. Od svakog uzorka napravljene su dvije analize od čije srednje vrijednosti dobijemo konačnu vrijednost. Kiselost se izračunava prema formuli:

$$^{\circ}\text{SH} = a \times f \times 8$$

gdje je  $a$ =mL 0,1 M NaOH utrošenih za neutralizaciju,  $f$  = faktor otopine natrijeve lužine (0,1 mol/L NaOH=1), 8=razrjeđenje. Rezultati su izraženi kao udio mliječne kiseline (% W/W).



Slika 5 Laboratorijski homogenizator Ultra-Turrax T 18 (IKA)

### 3.2.4. Određivanje pH vrijednosti

Za određivanje pH vrijednosti sira korišten je pHmetar WTW pH 3210 (WTW) (Slika 6) s ubodnom elektrodom BlueLine 21 (SCHOOT). Prije same analize, pH metar je kalibriran puferima pH 4,01 i pH 7,00. Mjerenje je provedeno tako da je pH elektroda ubodena u cijeli komad svakog sira, osim kod sireva E2 i B5 kod kojih je pH izmjeren nakon usitnjavanja

pojednog sira zbog tvrdoće. Za svaki uzorak provedena su dva mjerenja, od kojih je iz srednje vrijednosti dobiven konačni rezultat.



**Slika 6** pHmetar WTW pH 3210 (WTW) s ubodnom elektrodom BlueLine 21 (SCHOOT)

### 3.2.5. Određivanje aktiviteta vode sireva

Aktivitet vode određen je uz pomoć uređaja Rotronic HygroLab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland) (**Slika 7**) pri sobnoj temperaturi. Usitnjeni uzorci sireva pojedinačno su stavljeni u posudice za mjerenje te postavljeni u uređaj sve do kraja mjerenja i prikaza rezultata. Svakom uzorku aktivitet vode je izmjereno u dvije paralele i iz srednje vrijednosti dobiven je rezultat.



**Slika 7** Rotronic HygroLab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland)

### 3.2.6. Određivanje profila teksture sireva

Metoda koja je korištena za određivanje teksture naziva se profil teksture i određena je uređajem Universal TA-XT2i texture analyzer (**Slika 8**). Uređaj mjeri čvrstoću uzorka, silu smicanja, ljepljivost i prijanjanje. Iz svakog komada sira izbušen je kolutić sira promjera 2 cm i visine 2 cm. Prije analize sonda je postavljena na 2,5 cm visine, brzina na 1mm/s i postavljeno je 70% kompresije. Korištena je cilindrična sonda oznake P/25. Računalni program bilježi krivulje promjene sile tijekom kompresije uzorka, a svakom uzorku mjerenje je provedeno u 3 paralele. Tijekom svakog mjerenja uzorak se kompresira dva puta jer se time oponaša dvostruki zagriz prilikom jela.



**Slika 8** Universal TA-XT2i texture analyzer

### 3.2.7. Analiza boje sireva

Analiza boje provedena je uz pomoć uređaja Hunter-Lab Mini ScanXE (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter-Lab, Reston, Va, USA) prikazanom na **Slici 9**. Ovaj uređaj određuje boju uz pomoć tri parametra:  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ . Prije početka mjerenja uređaj je standardiziran s bijelom i crnom keramičkom pločicom ( $L^*_0=93.01$ ,  $a^*_0=-11.11$  i  $b^*_0=1.30$ ). Boja svakog uzorka izmjerena je u sredini sira i određena u 5 ponavljanja pri sobnoj temperaturi.

Vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  odgovaraju sljedećim rasponima boje:

$L^*$  - svjetlo ( $L^*=100$ ) ili tamno ( $L^*=0$ )

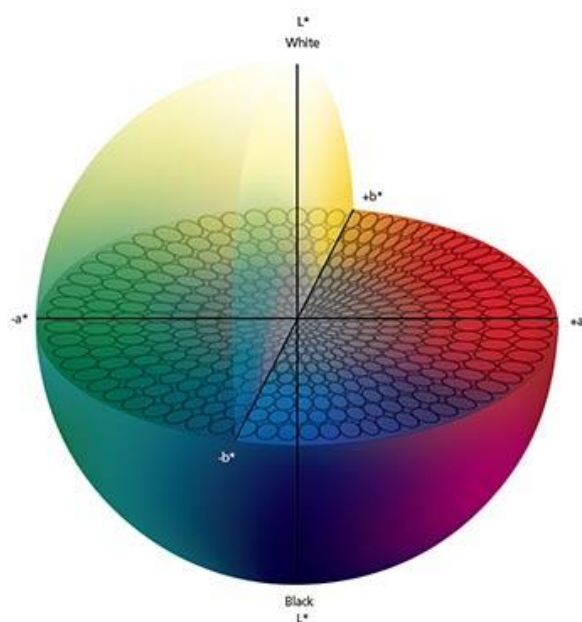
$a^*$  - zeleno ( $-a^*$ ) ili crveno ( $+a^*$ )

$b^*$  - plavo ( $-b^*$ ) ili žuto ( $+b^*$ )

Spektrofotometar radi na principu pretvorbe energije koja se reflektira od uzorka i koju pretvara u vrijednosti kojima možemo definirati boju. Za to nam pomaže CIE  $L^*a^*b^*$  sustav koji je prikazan na **Slici 10**.  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  u tom sustavu predstavljaju 3 koordinate.  $L^*$  je postavljena kao okomita akromatska koordinata čiji je raspon vrijednosti od 0 do 100, gdje 0 označava da je nešto crno, odnosno 100 da je bijelo. Druge dvije koordinate  $a^*$  i  $b^*$  su kromatske i predstavljaju odnos između crvene i zelene ( $a^*$ ), odnosno između plave i žute boje ( $b^*$ ). Numeričke vrijednosti koje dobijemo pomoću CIE  $L^*a^*b^*$  sustava su one boje koje ljudsko oko može prepoznati (Chudy i sur., 2020).



**Slika 9** Hunter-Lab Mini ScanXE (A60-1010-615 Model Colorimeter, Hunter-Lab, Reston, Va, USA)



**Slika 10** CIE  $L^*a^*b^*$  sustav (preuzeto sa: <https://www.xrite.com/blog/tolerancing-part-3>)

### 3.2.8. Senzorska analiza

Za provedbu senzorske analize ovog diplomskog rada napravljena su 2 obrasca. Obrazac A predstavljao je ocjenjivački listić koji je pojedini ispitivač trebao ispuniti za svaki dobiveni uzorak sira. Za ocjenjivanje izgleda, teksture dodirrom, osjeta u ustima, okuse i arome korištena je JAR skala pomoću koje su ispitivači mogli ocijeniti pojedino svojstvo. Tako su na primjer intenzitet boje mogli označiti pojmovima od "presvijetla", "baš kako treba" do "pretamna". Pojedino svojstvo trebali su označiti i na hedonističkoj skali s vrijednostima od 1 do 5 (1=potpuno neprihvatljivo, 3=ništa prihvatljivo, ništa ne, 5=potpuno prihvatljivo). Listić je sadržavao i skalu za označavanje ukupnog dojma proizvoda s vrijednostima od 1 do 9 gdje je 1=naročito visoko nepoželjan, a 9=naročito visoko poželjan. CATA test korišten je za opisivanje teksture, arome i osjećaja u ustima u kojem su ocjenjivači imali mogućnost odabira više pojmova za svako svojstvo, ali i dodatka novih pojmova. Na kraju obrasca, postavljena su i 2 pitanja o namjeri ponovne kupnje i konzumacije svakog isprobanog uzorka sira. Primjer ocjenjivačkog listića dan je u **Prilogu 1**. Za ispitivanje, uzorci tvrdih sira izrezani su u obliku kockica dimenzija 1,5\*1,5 cm, a za ekstra tvrde sireve dimenzije uzorka bile su 1\*1 cm. U senzorskoj analizi sudjelovalo je ukupno 17 ispitanika, od koji je 14 bilo ženskih, a troje muških i gdje je 98% ispitanika bilo mlađe od 25 godina.

Obrazac B predstavlja Potrošački upitnik, a dan je u **Prilogu 2**. Prvi dio upitnika sastoji se od osnovnih demografskih podataka, a drugi dio vezan je uz pitanja o učestalosti konzumacije mliječnih proizvoda i sireva.



## **4. REZULTATI I RASPRAVA**



#### 4.1. KEMIJSKI SASTAV SIREVA

U **Tablici 1** i **2** prikazani su rezultati analize kemijskog sastava sireva deklariranih kao tvrdih (A-D), odnosno ekstra tvrdih (B4-F). Pomoću FoodScana dobiveni su podaci o udjelu vode, mliječne masti, proteina i NaCl-a, dok su ostali podaci izračunati na temelju dobivenih rezultata. U tablicama su prikazane srednje vrijednosti 2 uzastopna mjerenja.

**Tablica 1** Kemijski sastav uzoraka A-D

UZORAK	Voda	Mast	Proteini	NaCl	Suha tvar	m.m./s.t.	BMT	voda/BMT
A	34,97	27,30	32,45	1,95	65,03	41,98	72,70	48,10
B1	30,54	34,49	31,22	1,78	69,47	49,64	65,52	46,61
B2	32,33	33,45	29,07	2,35	67,68	49,42	66,56	48,57
C	29,45	37,95	28,38	1,95	70,55	53,78	62,06	47,46
B3	28,66	37,43	30,03	2,20	71,34	52,47	62,57	45,80
D	31,73	37,57	25,95	2,03	68,28	55,02	62,44	50,81

BMT-bezmasna tvar

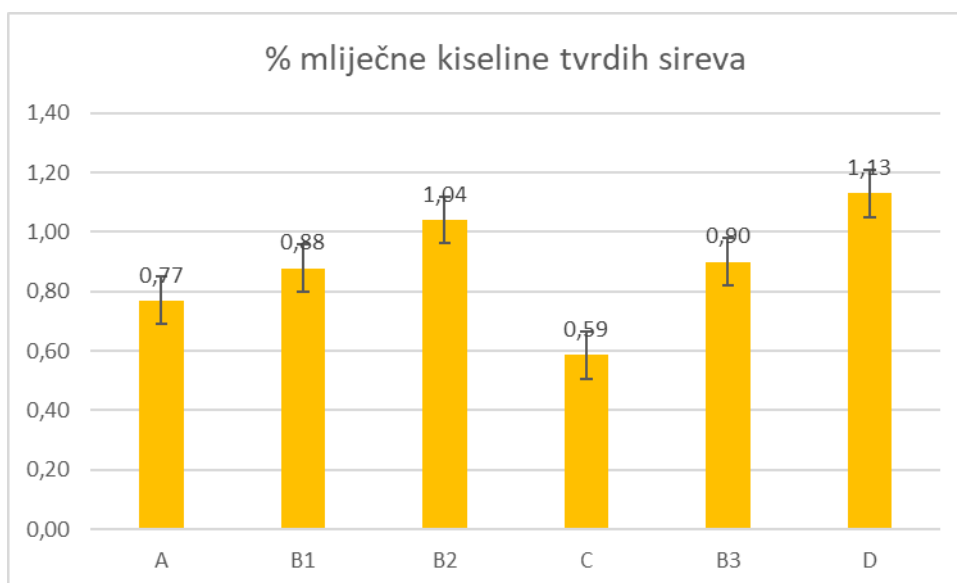
**Tablica 2** Kemijski sastav uzoraka B4-F

UZORAK	Voda	Mast	Proteini	NaCl	Suha tvar	m.m./s.t.	BMT	voda/BMT
B4	30,45	32,87	31,09	2,30	69,55	47,26	67,13	45,36
E1	29,09	30,52	34,98	1,02	70,92	43,03	69,49	41,86
E2	27,34	32,62	34,98	1,23	72,66	44,89	67,38	40,58
B5	31,35	23,62	37,71	2,60	68,65	34,41	76,38	41,04
F	31,84	33,10	31,29	1,47	68,17	48,56	66,90	47,59

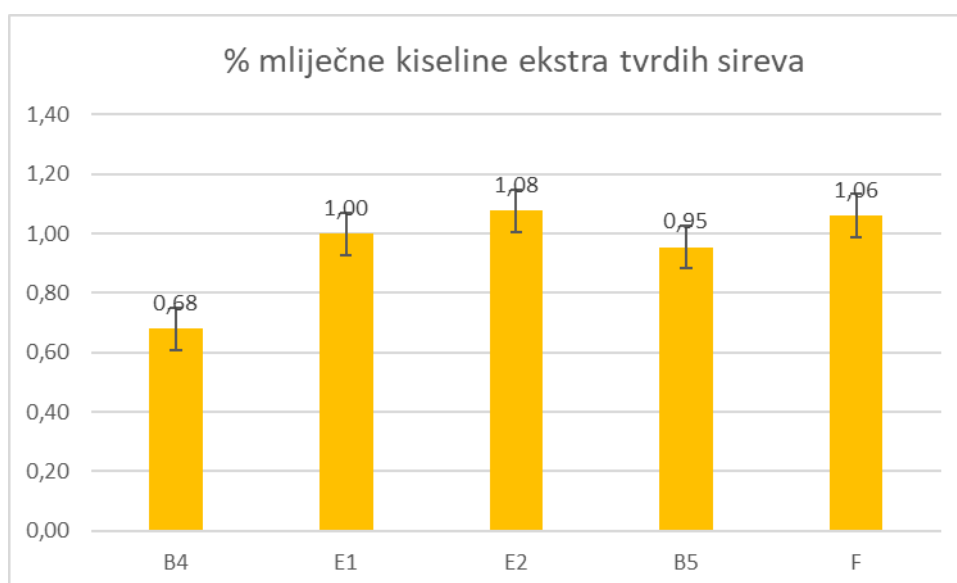
Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (NN 20/2009, 141/2013), s obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira, sirevi B2 i D pripadaju kategoriji tvrdih sireva, dok ostali kategoriji ekstra tvrdih sireva, iako su uzorci A-D deklarirani kao tvrdi. Međutim, vrijednosti vode u bezmasnoj tvari sira deklariranih kao tvrdi sirevi vrlo su blizu onima navedenim Pravilnikom za tvrde sireve (49-56% vode u BMT). Prema istom Pravilniku, jedino sir pod oznakom B5 pripada polumasnim sirevima, dok svi ostali pripadaju kategoriji masnih sireva ( $\geq 25$  i  $< 45$  m.m./s.t.). Udio proteina varirao je u rasponu od 25 do 37%. Prema Pravilniku o hrani za posebne prehrabne potrebe (NN 81/2004, 41/2010), svi ispitani sirevi mogu se deklarirati kao hrana čiji je sastav bogat proteinima jer najmanje 20% ukupne energetske vrijednosti potječe od proteina. Najniži udio soli sadrži uzorak E1 (1,02 g/100 g), a najviši uzorak B5 (2,60 g/100 g), što je u rangu za ove vrste sireva.

## 4.2. KISELOST SIREVA

Na **Slici 11 i 12** prikazane su vrijednost udjela mliječne kiseline ispitanih sireva. Iz priloženih dijagrama vidljivo je da je najviša kiselost izmjerena kod uzorka D, a slijedi je uzorak E2. Najniže vrijednosti imali su uzorci C i B4, međutim nije pronađena korelacija između vrste sira i izmjerene kiselosti. Prema dobivenim vrijednostima, ne možemo reći da će dulji proces zrenja nužno utjecati na sniženje ili povišenje kiselosti, budući da ona osim o načinu proizvodnje i primijenjenom zrenju mlijeka, najviše ovisi o biokemijskim procesima tijekom zrenja na koje značajno utječe prisutna mikroflora.



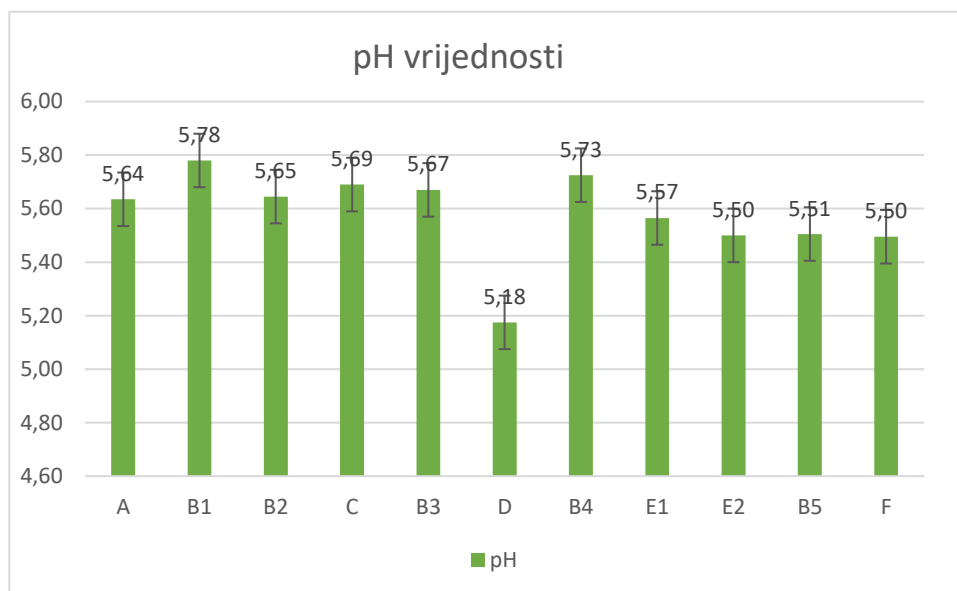
**Slika 11** Grafički prikaz % mliječne kiseline tvrdih sireva



**Slika 12** Grafički prikaz % mliječne kiseline ekstra tvrdih sireva

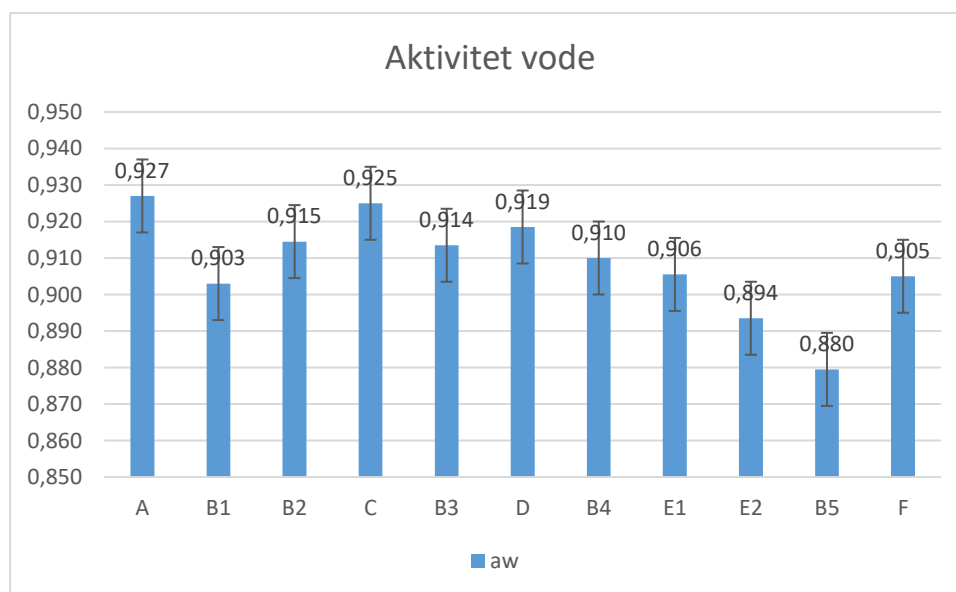
### 4.3. pH VRIJEDNOST SIREVA

pH vrijednosti svih sireva nalazile su se u rasponu od 5,18 do 5,78 što je tipično za ovaj tip proizvoda (Slika 13). Sve vrijednosti su približno slične i nalaze se u rasponu između 5,50 i 5,78, osim za uzorak D koji ima nešto niži, ali i dalje u granicama (pH=5,18).



Slika 13 Grafički prikaz pH vrijednosti

### 4.4. AKTIVITET VODE SIREVA

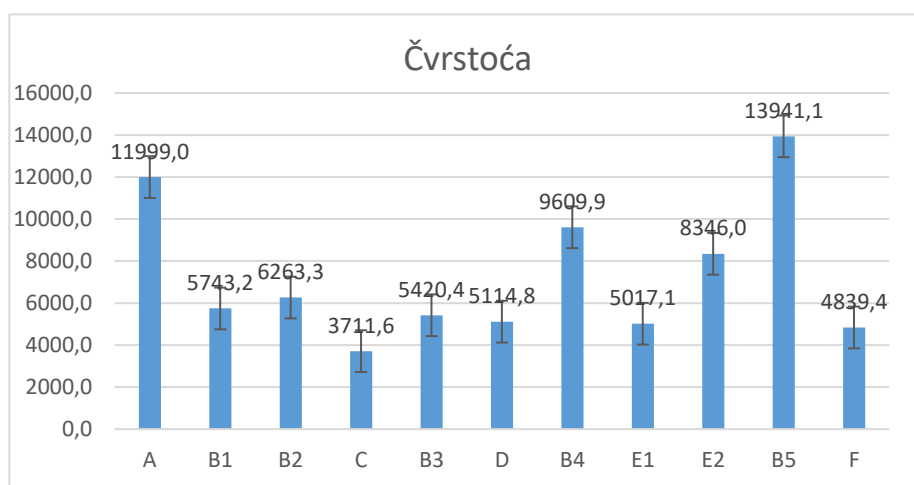


Slika 14 Grafički prikaz aktiviteta vode

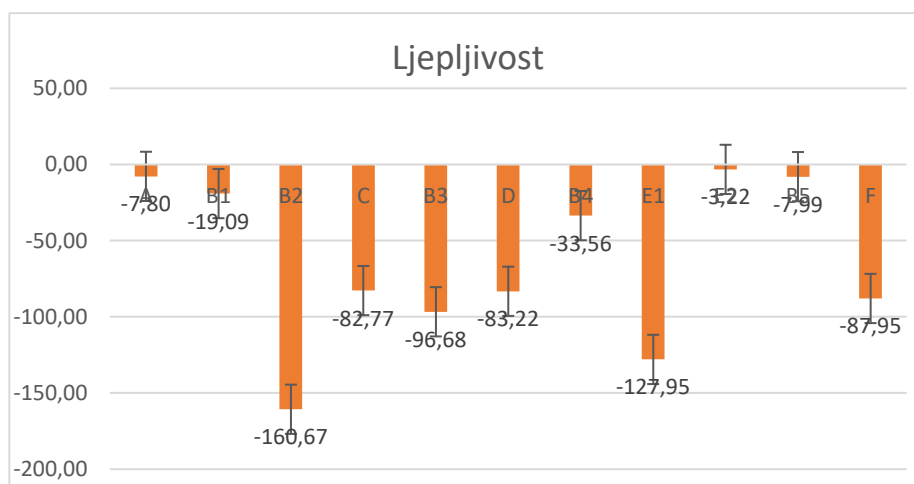
Rezultati aktiviteta vode kreću se u rasponu od 0,880 do 0,927 i prikazani su grafički na **Slici 14**. Niže vrijednosti izmjerene su kod uzoraka od B4 do F koji pripadaju skupini ekstra tvrdih sireva, no uzorak B1 iz skupine tvrdih sireva ima nešto niži aktivitet u odnosu na ostale uzorke iz te kategorije.

#### 4.5. REZULTATI ANALIZE TEKSTURE SIREVA

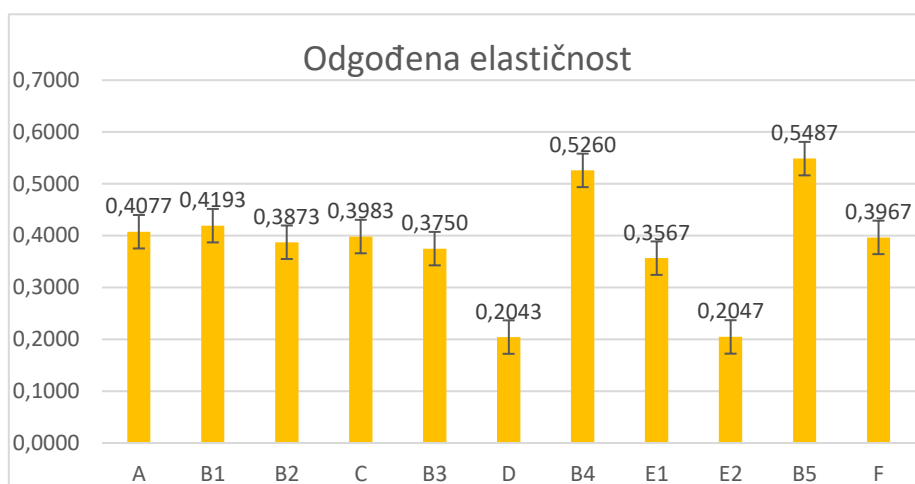
Ovom analizom određeni su čvrstoća, ljepljivost, odgođena elastičnost, kohezivnost, gumenost, otpor žvakanju i elastičnost sireva. Na **Slikama 15, 16, 17, 18, 19, 20 i 21** nalaze se dobiveni rezultati.



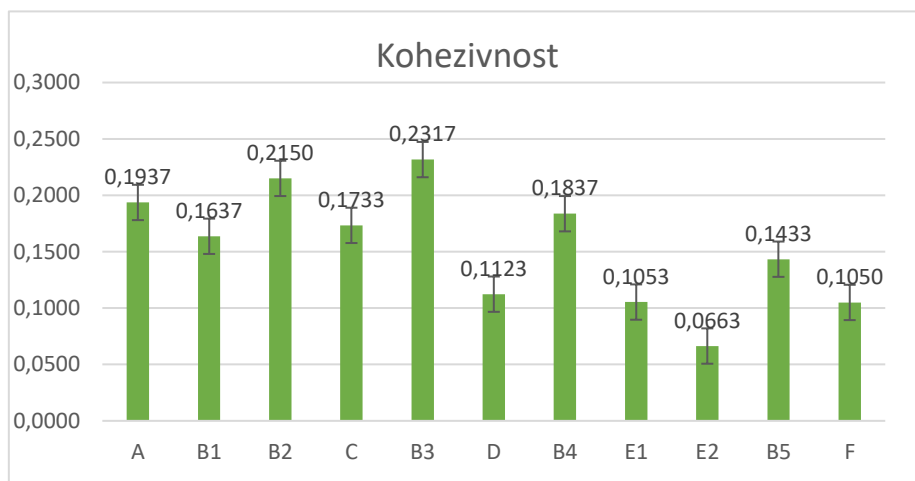
**Slika 15** Grafički prikaz čvrstoće sireva



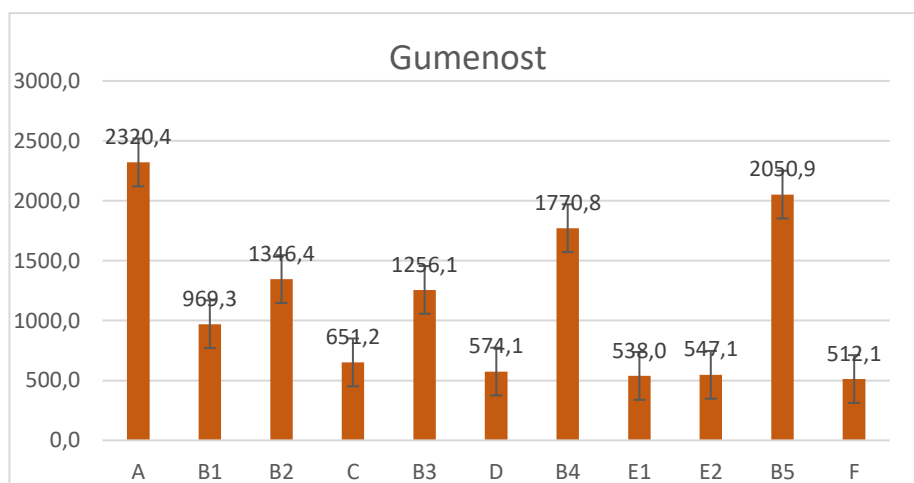
**Slika 16** Grafički prikaz ljepljivosti sireva



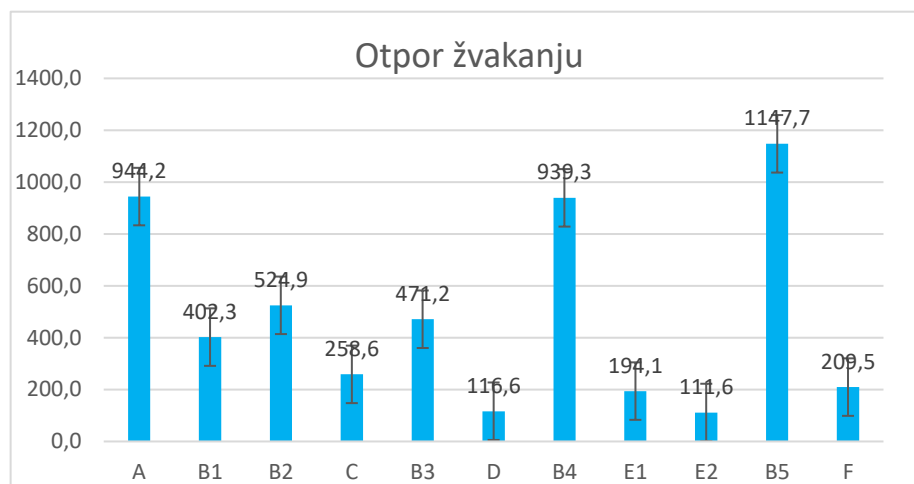
Slika 17 Grafički prikaz odgođene elastičnosti sireva



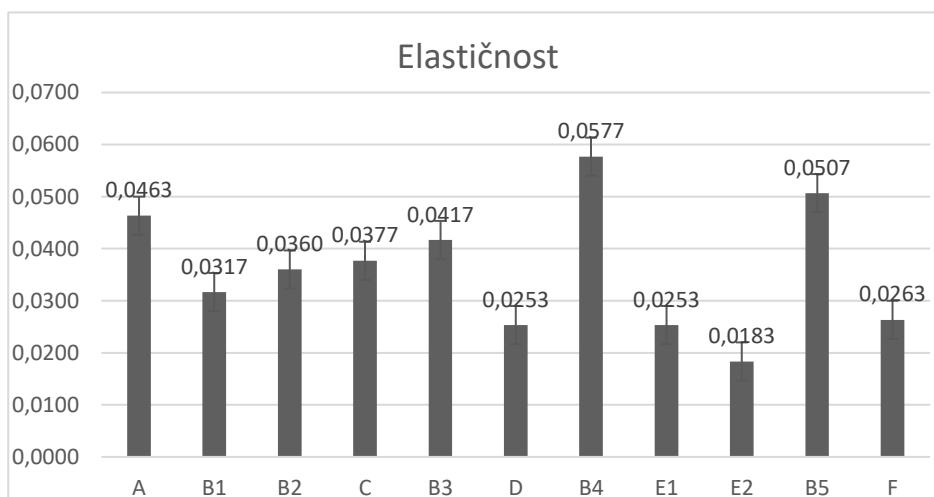
Slika 18 Grafički prikaz kohezivnosti sireva



Slika 19 Grafički prikaz gumenosti sireva



Slika 20 Grafički prikaz otpora žvakanju sireva

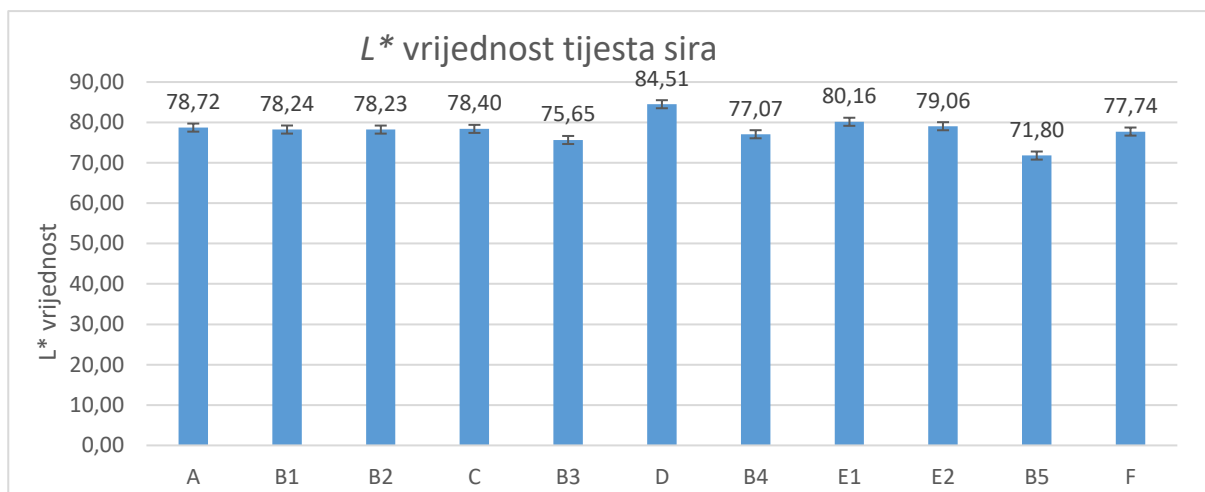


Slika 21 Grafički prikaz elastičnosti sireva

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti da uzorak B5 ima najveću čvrstoću, odgođenu elastičnost i otpor žvakanju. Uzorak E2 ima najvišu izmjerenu vrijednost za ljepljivost, a najnižu za otpor žvakanju i elastičnost. Nasuprot uzorku B5 kod kojeg je izmjerena najviša vrijednost za čvrstoću je uzorak C koji ima najmanju čvrstoću. Najmanju ljepljivost ima uzorak B2, a najmanju odgođenu elastičnost uzorak D. Na **Slici 18** koja prikazuje kohezivnost svih uzoraka, možemo uočiti da uzorak E2 ima najnižu, a B3 najvišu. **Slika 19** koja sadrži grafički prikaz gumenosti sireva jasno prikazuje da uzorak A ima najvišu gumenost, a uzorak F najmanju. Na grafičkom prikazu koji je vezan uz rezultate teksture i koji prikazuje elastičnost (**Slika 21**) vidi se da uzorak B4 ima najvišu izmjerenu vrijednost.

#### 4.6. BOJA SIREVA

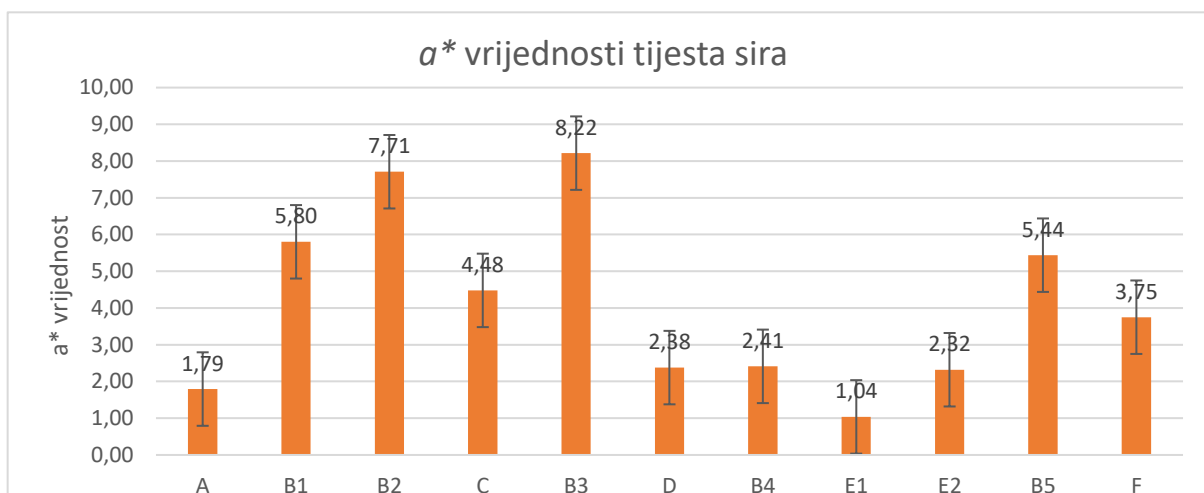
Na **Slici 22** prikazane su vrijednosti  $L^*$  komponente boje ispitanih uzoraka sireva.  $L^*$  vrijednosti označavaju svjetlinu proizvoda u rasponu od 0 do 100, gdje vrijednosti koje su bliže iznosu 100 označavaju veću svjetlinu.



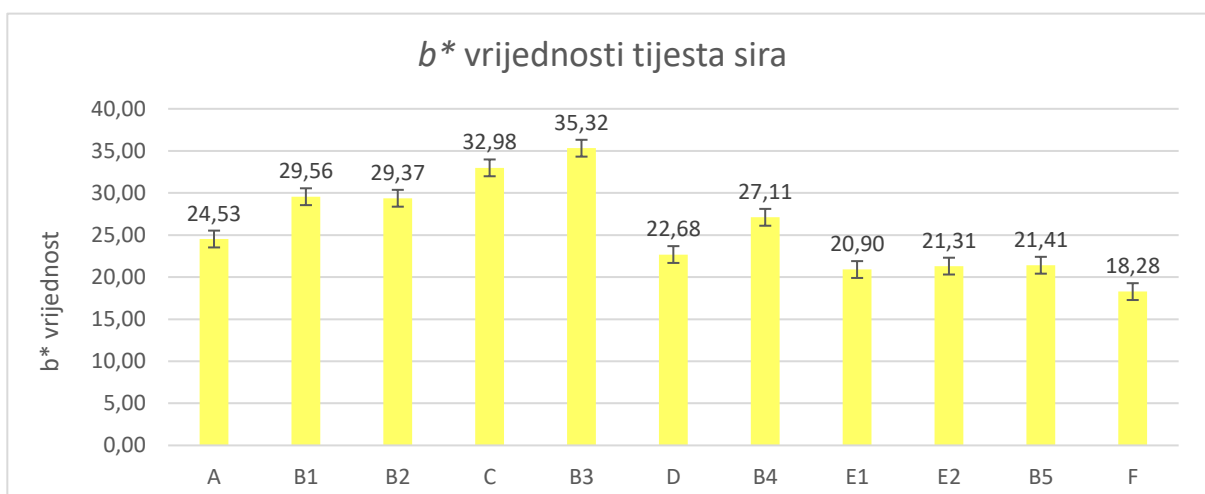
**Slika 22** Grafički prikaz  $L^*$  vrijednosti tijesta sira

Većina izmjerenih vrijednosti viša je od  $L^*=71$  što je i karakteristično za ovaj tip proizvoda. Najvišu izmjerenu vrijednost ima uzorak D ( $L^*=84,51$ ), a odmah nakon njega uzorak E1 ( $L^*=80,16$ ).

Na **Slici 23** nalaze se izmjerene  $a^*$  vrijednosti tijesta sireva. Negativne  $a^*$  vrijednosti predstavljaju prisutnost zelene nijanse, a pozitivne prisutnost crvene nijanse. Sve izmjerene vrijednosti su pozitivnog predznaka, što upućuje na to da svi uzorci sireva imaju prisutnu crvenu nijansu. Najviše je prisutna kod uzorka B3 ( $a^*=8,22$ ), a najmanje kod E1 ( $a^*=1,04$ ) i A ( $a^*=1,79$ ).

Slika 23 Grafički prikaz  $a^*$  vrijednosti tijesta sira

Slika 24 prikazuje izmjerene  $b^*$  vrijednosti. One označavaju prisutnost plave nijanse ako su vrijednosti negativne, odnosno žute ako su pozitivne.

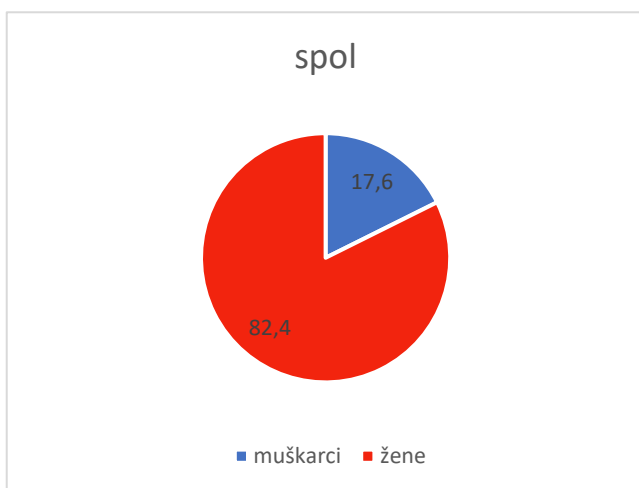
Slika 24 Grafički prikaz  $b^*$  vrijednosti tijesta sira

Izmjerene vrijednosti su pozitivnog predznaka, što nije iznenađujuće da ovaj tip proizvoda ima prisutnost žute nijanse. Vrijednosti se kreću u rasponu između 18,28 i 35,32. Najmanja vrijednost izmjerena je kod uzorka F, dok je najviša izmjerena kod uzorka B3.

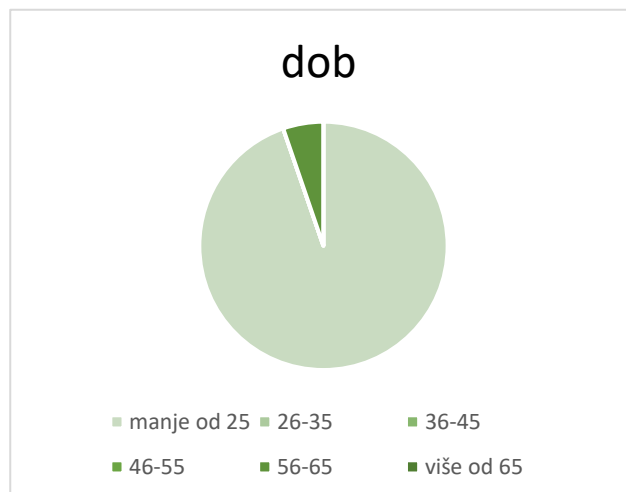


## 4.7. ANKETA

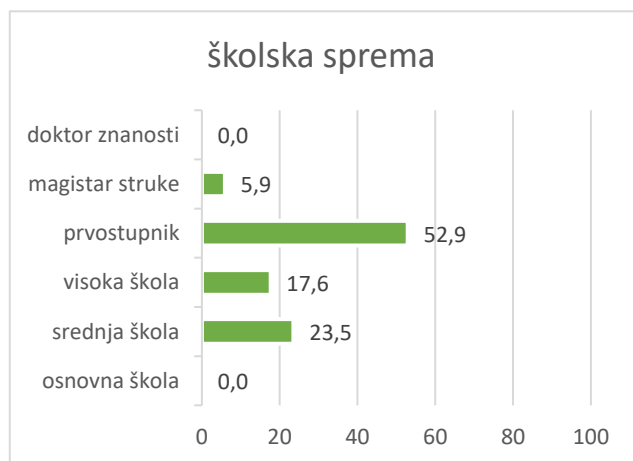
U senzorskoj analizi sudjelovalo je sveukupno 17 ispitivača. Svaki ispitivač je prije ocjenjivanja uzoraka ispunio potrošački upitnik koji je sadržavao pitanja o samom ispitivaču te njegovim preferencijama i navikama tijekom kupovine i konzumacije mliječnih proizvoda. Na **Slici 25** vidimo graf koji pokazuje da je većina ispitanika bilo ženskog spola i to čak 82,4%. Što se tiče dobi ispitanika, velika većina njih pripada skupini mlađih od 25 godina (**Slika 26**). Više od polovice ispitanika su prvostupnici, nakon toga ih slijede srednjoškolci i oni koji su završili visoku školu (**Slika 27**). Iz preostalih pitanja izračunan je BMI prema visini i težini ispitanika te prema tome možemo vidjeti da je jednaka količina onih koja pripada skupini normalno uhranjenih i preuhranjenih (**Slika 28**). Zadnje pitanje bilo je vezano uz prihode te je 82,4% ispitanika označilo da ima dovoljne prihode u kućanstvu (**Slika 29**).



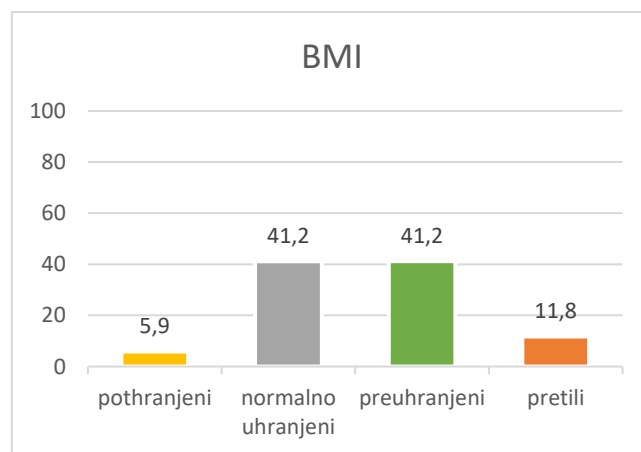
**Slika 25** Spol ispitanika



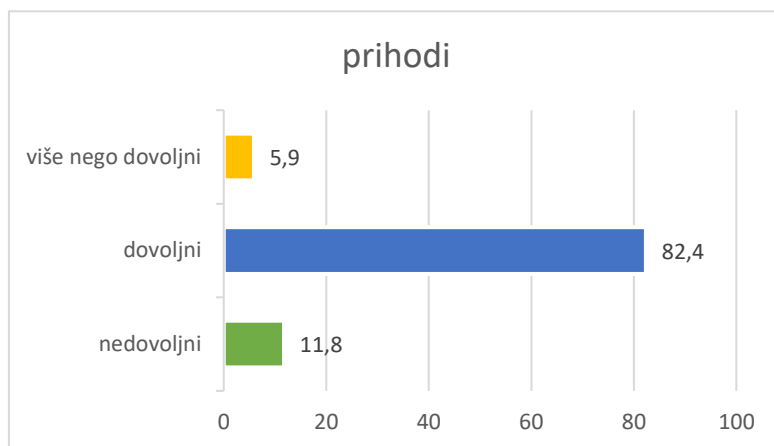
**Slika 26** Dob ispitanika



**Slika 27** Školska sprema ispitanika

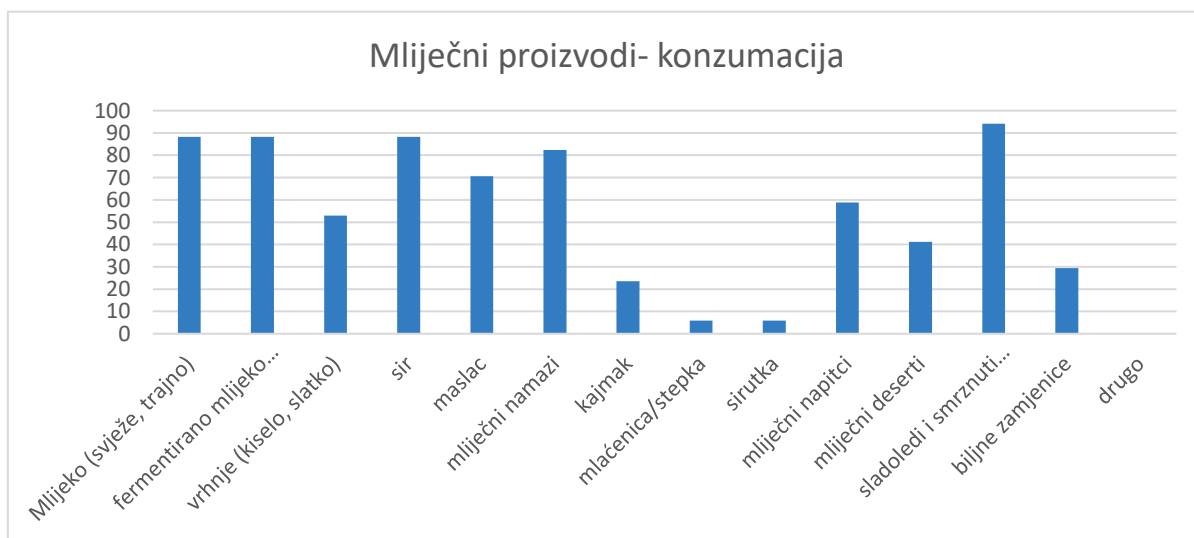


**Slika 28** BMI ispitanika



Slika 29 Prihodi ispitanika

Iz drugog dijela upitnika prvo je pitanje bilo vezano uz učestalost konzumacije mliječnih proizvoda. Iz grafičkog prikaza na **Slici 30** vidljivo je da većina ispitanika konzumira sladoled i smrznute deserte (94%), zatim mlijeko, fermentirano mlijeko i sir (88%) i mliječne namaze (82%). Nešto rjeđe konzumirani mliječni proizvodi su mlaćeni i sirutka (5,9%).



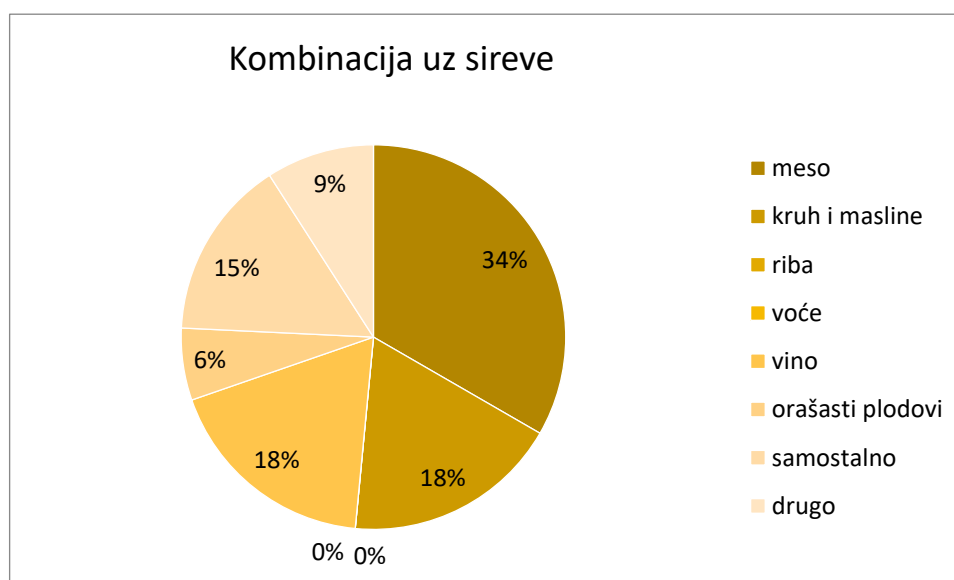
Slika 30 Učestalost i vrsta konzumacije mliječnih proizvoda

Sljedeće pitanje odnosilo se na vrstu sira koju ispitanici najčešće konzumiraju. Svi ispitanici označili su da konzumiraju polutvrde sireve, a nakon toga najviše se konzumiraju svježi sirevi, ekstra tvrdi sirevi i proizvodi od sira (76%). Niti jedan ispitanik ne koristi biljne zamjenice za sir (**Slika 31**).



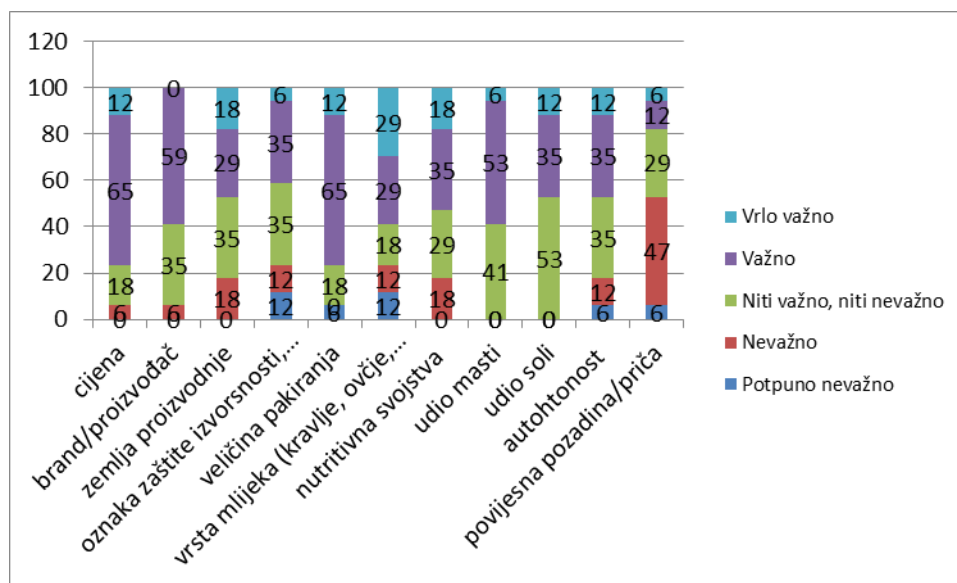
Slika 31 Vrsta konzumacije sireva

Jedno od pitanja bilo je vezano i uz koje kombinacije najčešće ispitanici konzumiraju sir. 34% njih konzumira sir najčešće uz meso, 16% uz kruh i masline i vino i 15% samostalno. Na **Slici 32** prikazane su i ostale kombinacije.



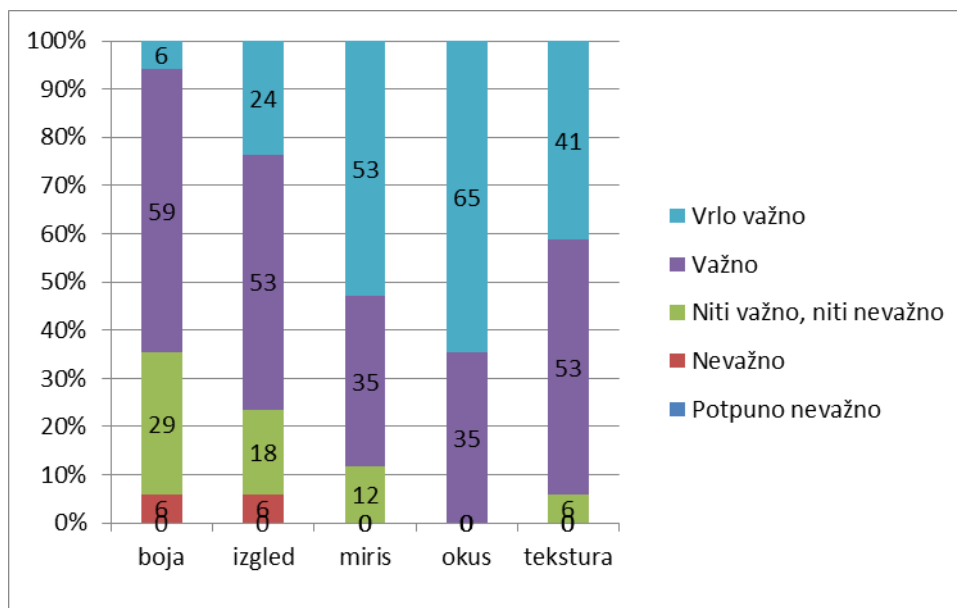
Slika 32 Kombinacije uz sireve

Pitanje pod rednim brojem 15 (Prilog 2) odnosilo se na utjecaj važnosti pojedinih karakteristika zrelih sireva pri kupovini. Većina ispitivača je označila da im je kod odabira važna cijena (65%), brand/proizvođač (59%), veličina pakiranja (65%) i udio masti (53%). Od karakteristika koja ima čak 29% odgovora da je vrlo važna je vrsta mlijeka od koje je sir proizveden. 12% ispitanika je tu istu karakteristiku označilo kao potpuno nevažnu (**Slika 33**).



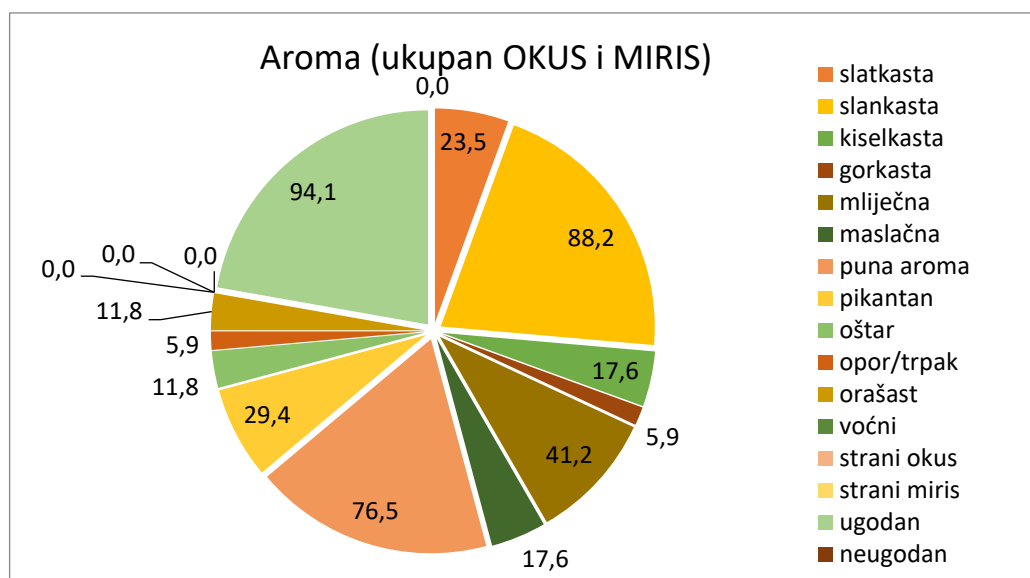
**Slika 33** Utjecaj važnosti karakteristika sireva kod kupovine

Sljedeće pitanje odnosilo se na senzorske karakteristike i na njihov utjecaj i važnost kod kupovine zrelih sireva. Kao vrlo važnu karakteristiku, 65% ispitanika označilo je okus, a sljedeća vrlo važna je miris. 59% ispitanika označilo je boju kao važnu karakteristiku, 53% izgled i teksturu, a 35% ispitanika miris i okus. Prema odgovorima možemo zaključiti da je jedna od najvažnijih senzorskih karakteristika prilikom odabira zrelih sireva okus (**Slika 34**).



Slika 34 Utjecaj važnosti senzorskih karakteristika kod kupovine sireva

Jedno od pitanja odnosilo se na označavanje svojstava koje bi prema ispitivaču trebao sadržavati njihov idealni zreli sir. Na **Slici 35** prikazana su svojstva vezana uz aromu, odnosno ukupan okus i miris koje su ispitanici mogli odabrati. Najviše ispitanika označilo je da bi njihov idealan zreli sir trebao biti ugodnog okusa (94,1%), slankast (88,2%) i pune arome (76,5%).

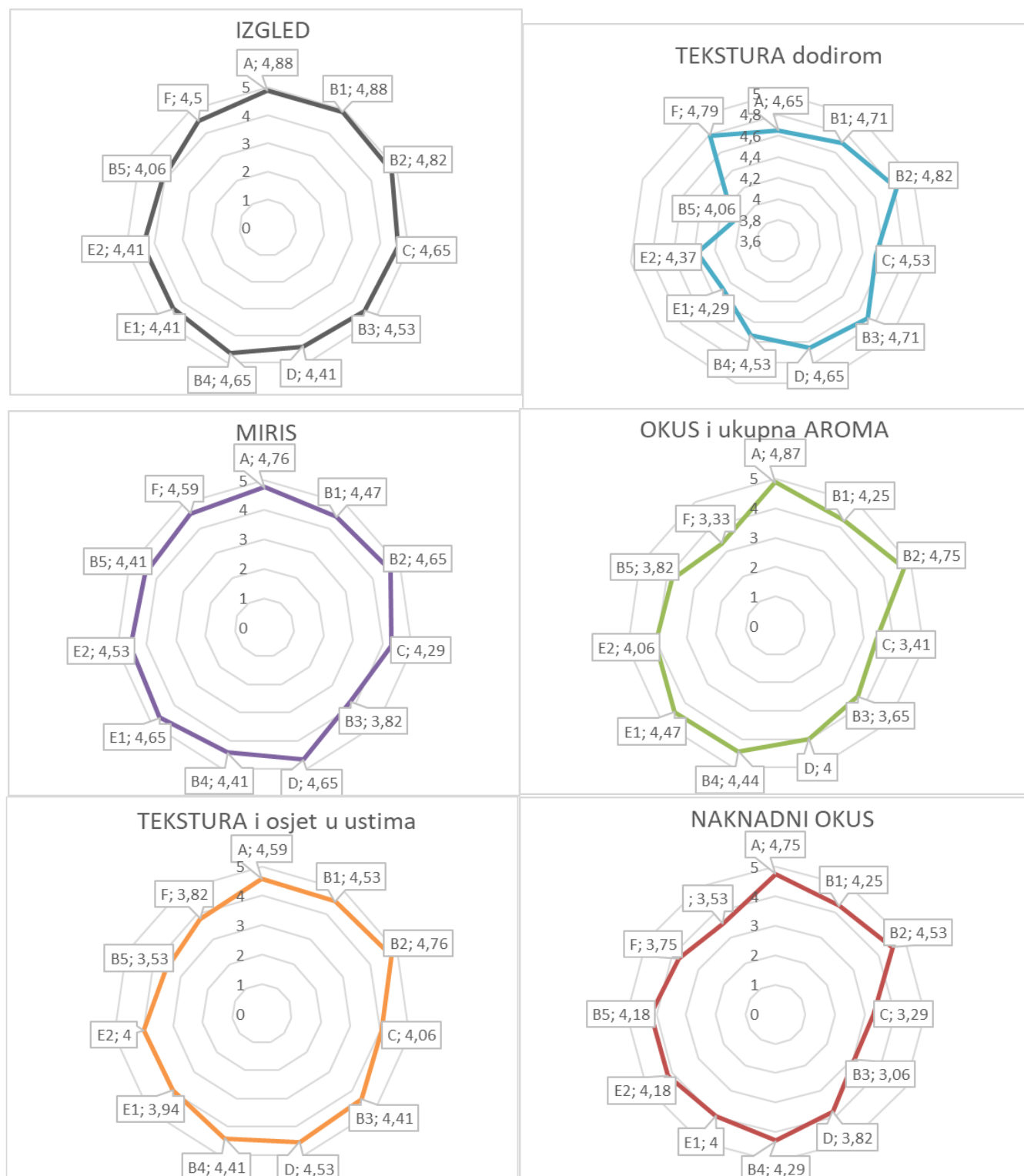


Slika 35 Svojstva arome koje bi trebao sadržavati idealni zreli sir prema ispitivačima

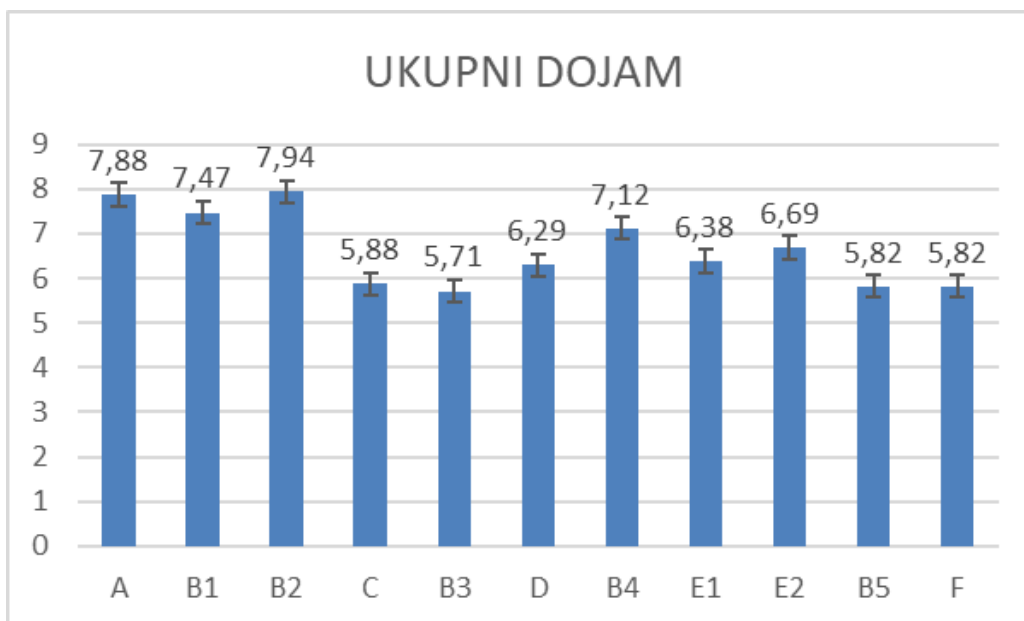
## 4.8. REZULTATI SENZORSKE OCJENE SIREVA

### 4.8.1. Senzorska prihvatljivost sireva uz pomoć hedonističke skale

Na **Slici 36** grafički su prikazane ocjene svih uzoraka za pojedina svojstva, a na **Slici 37** nalaze se ocjene za ukupni dojam. Uzorak A ostvario je poprilično visok dojam kod ispitivača, što je i očekivano s obzirom da je dobio i najviše ocjene za izgled, miris, okus i ukupnu aromu te za naknadni okus. Ipak, najvišu ocjenu za ukupni dojam ostvario je uzorak B2 koji je najviše ocjene imao samo za teksturu dodirom te teksturu i osjet u ustima. Ovakve rezultate možemo povezati s prethodnom anketom kod koje su ispitivači označili da im je tekstura zapravo vrlo važna karakteristika prilikom kupovine sireva. Također, uzorak B2 je kod ispitivanja profila teksture imao najmanju ljepljivost što je očito pridonijelo ovakvim rezultatima.



Slika 36 Senzorske ocjene uzoraka sireva za pojedine karakteristike



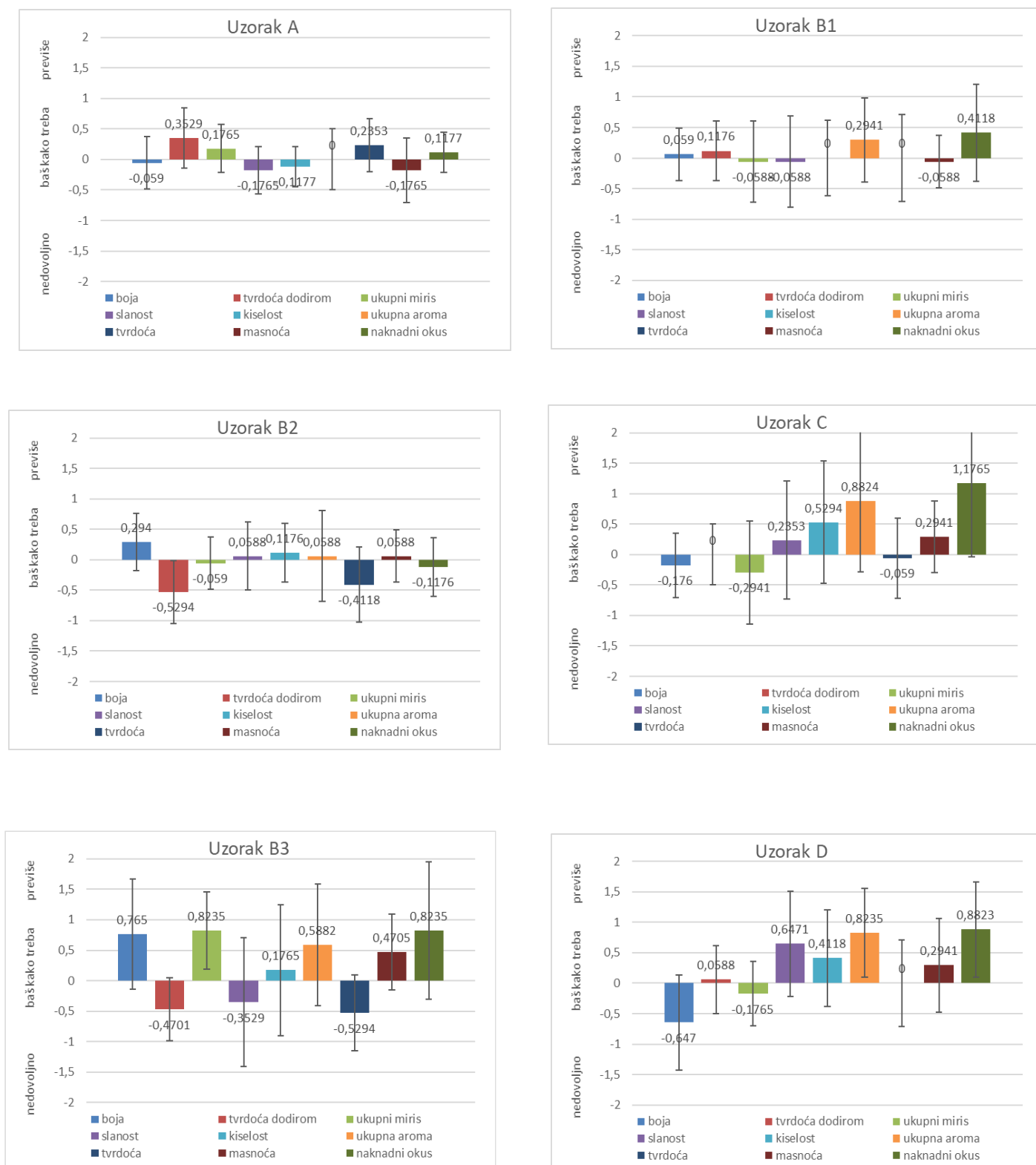
Slika 37 Grafički prikaz ocjena za ukupni dojam sireva

Najmanji ukupni dojam kod ispitivača imao je uzorak B3. Naime, on je u ispitivanju najniže ocjene dobio i za miris i naknadni okus. U anketi su ispitivači označili okus i miris kao vrlo važna svojstva prilikom odabira sireva. Možemo zaključiti da je vjerojatno uzrok tome bio nešto intenzivniji ili specifičniji miris u odnosu na ostale uzorke koji ispitivači nisu pronašli prihvatljivim. Niski ukupni dojam ostvario je i uzorak B5 koji je ujedno dobio i najniže ocjene za izgled, teksturu dodirom i teksturu i osjet u ustima. Istu ocjenu za ukupni dojam dijeli i uzorak F kod kojeg je okus i ukupna aroma ocijenjena najnižom ocjenom.

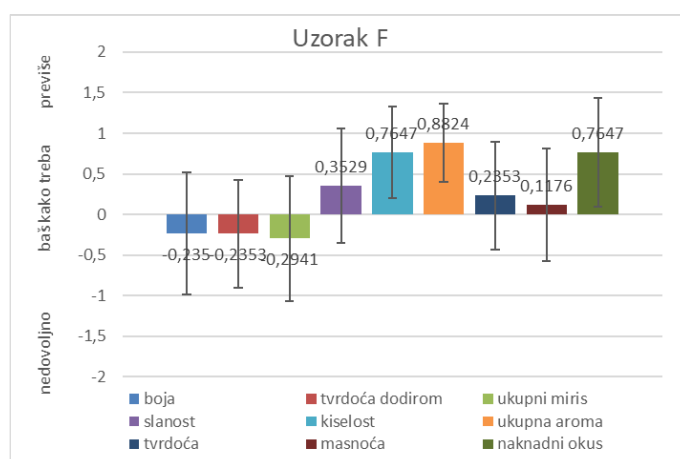
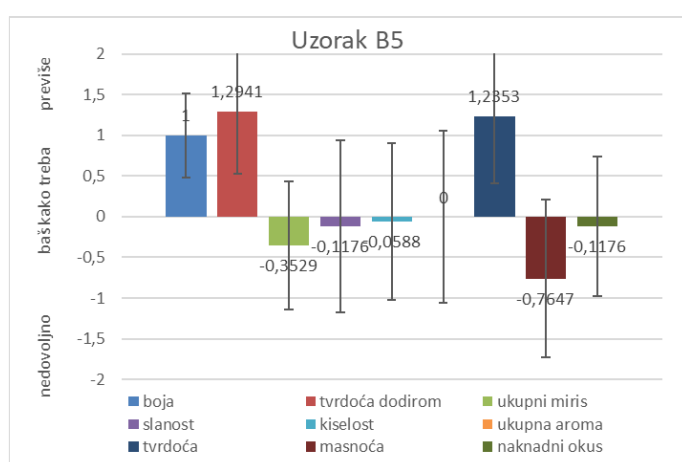
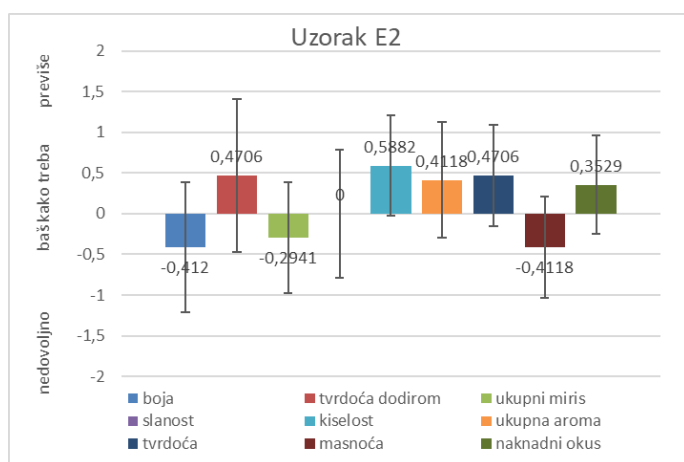
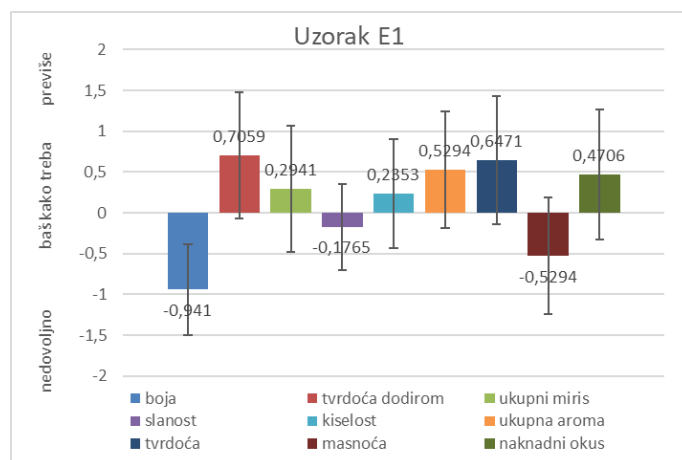
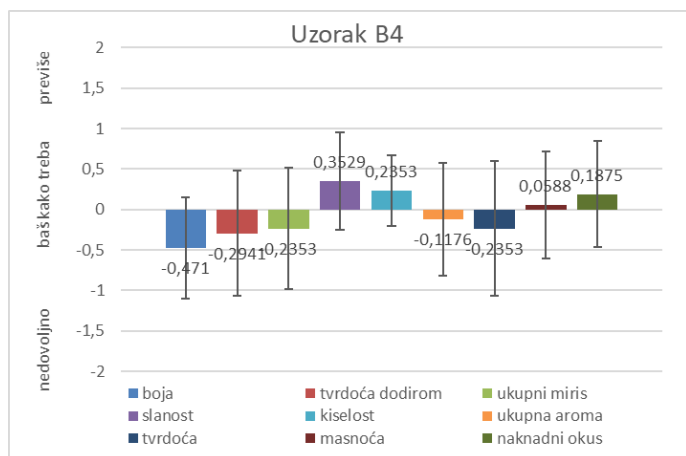
#### 4.8.2. Intenzitet senzorskih svojstava sireva ocijenjen uz pomoć JAR skale

Na Slici 38 i 39 nalaze se rezultati JAR testa za sve uzorke. Vidljivo je da je kod uzoraka A, B1 i B2 većina svojstava u području 0 što označava da je većina svojstava kod tih uzoraka baš kako treba. To samo potvrđuje visoke ocjene za ukupni dojam koji su ispitivači dali za ova 3 uzorka sira. Na grafu za uzorak B3 možemo primijetiti da su boja, ukupni miris i naknadni okus bili previše izraženi prema mišljenju ispitivača što je utjecalo na smanjenje ukupnog dojma. Kod uzorka B5 vidimo da su tvrdoća dodirom i tvrdoća u ustima tijekom kušanja bili previše izraženi što je također smanjilo krajnju ocjenu uzorka. Kod uzorka F u prethodnom testu su okus i ukupna aroma bilo ocijenjeni najniže, a uzrok tome su previše izražena kiselost, ukupna aroma i naknadi okus koji ostaje u ustima nakon kušanja. Niži ukupni dojam kod uzorka C može se pripisati previše izraženom ukupnom aromom i naknadim okusom.





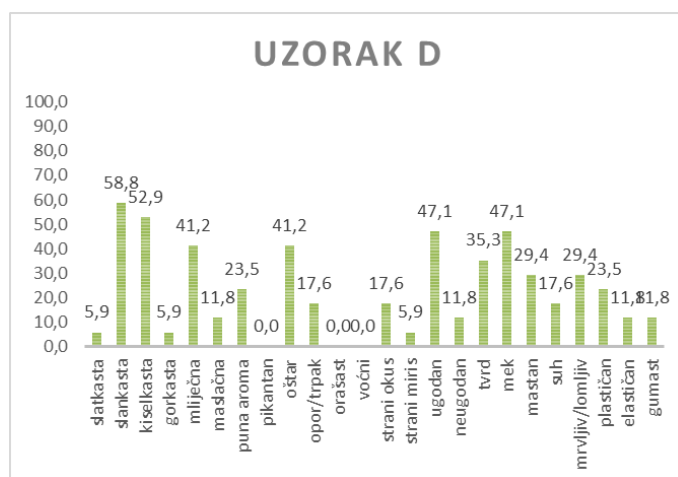
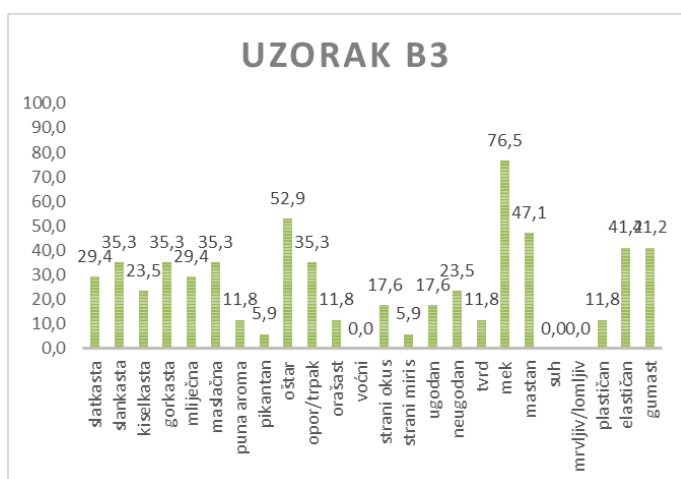
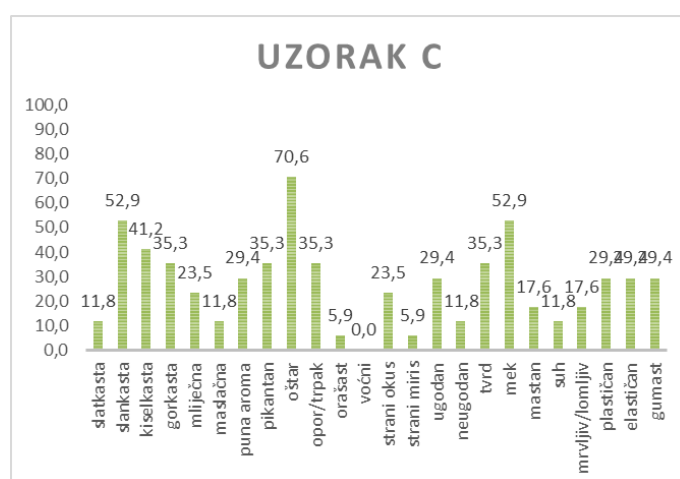
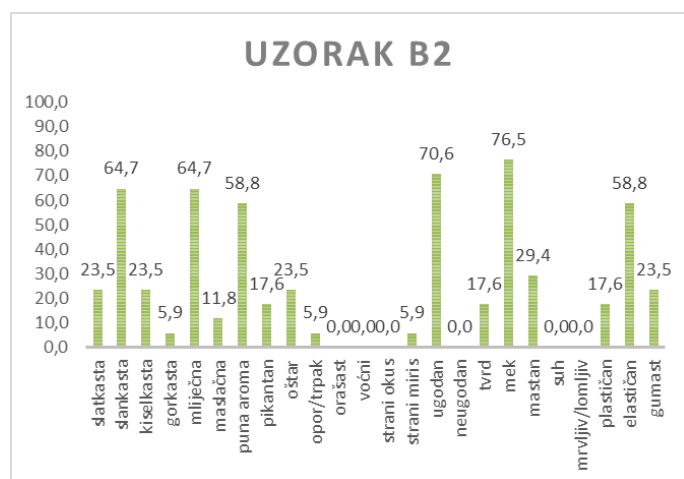
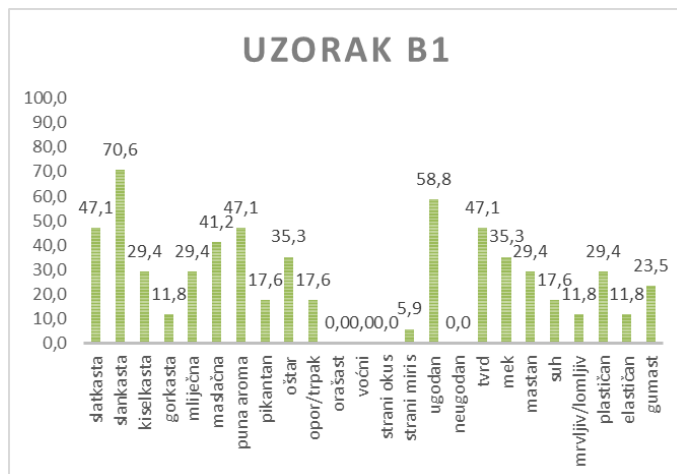
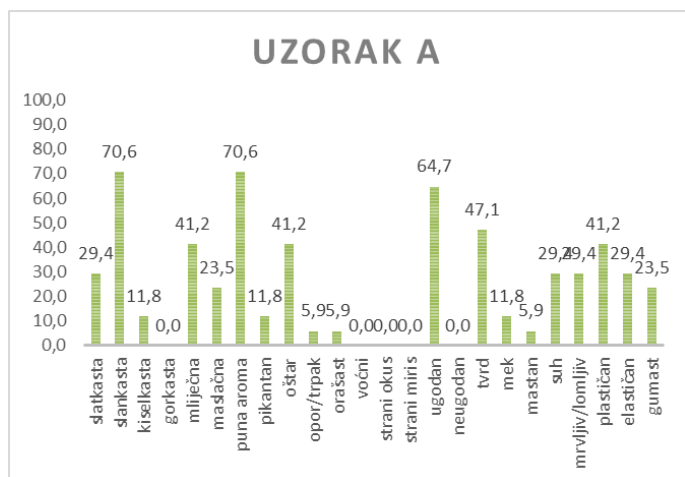
Slika 38 Grafički prikaz rezultata JAR testa za uzorke A do D



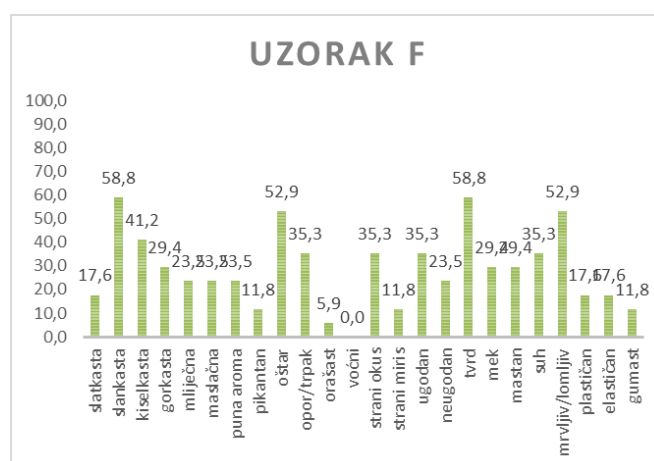
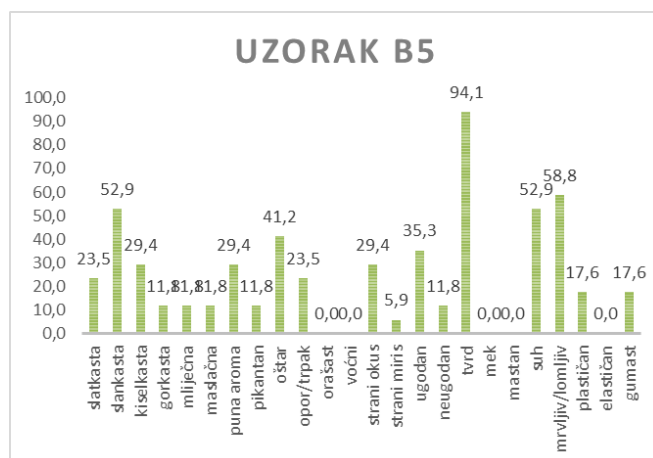
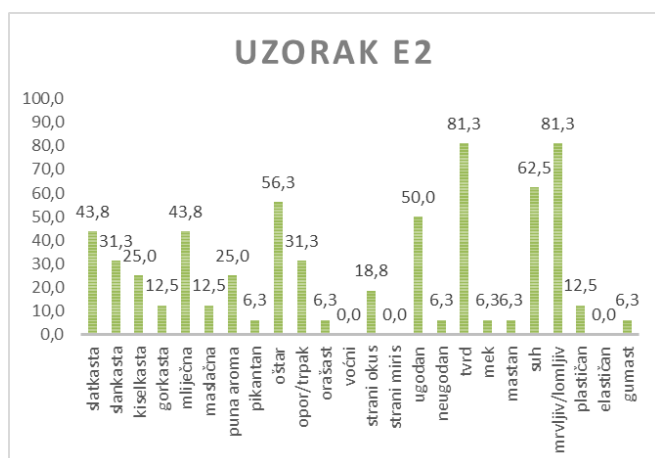
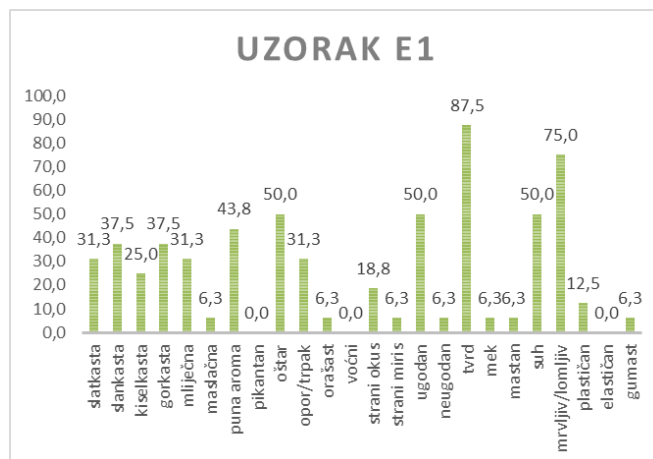
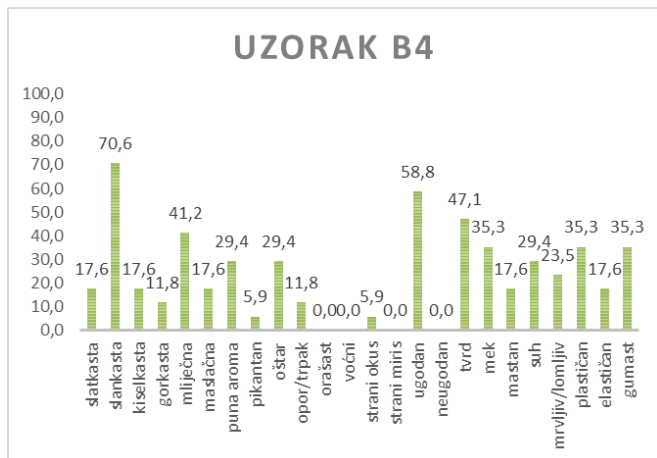
Slika 39 Grafički prikaz rezultata JAR testa za uzorke B4 do F

### 4.8.3. Karakterizacija sireva pomoću CATA testa

Za lakše opisivanje arome, teksture i naknadnog osjeta u ustima korišten je CATA test, a rezultati su prikazani na **Slici 40** i **Slici 41**. Vidljivo je da su kod nekih uzoraka određena svojstva bila više izražena. Tako je za uzorak A najviše ispitanika označilo da je slankast, pune arome i ugodnog okusa što su poželjne senzorske karakteristike. Uzorci B1 i B2 opisani su slično, s tim da je kod uzorka B2 izraženija mliječna aroma i meka tekstura u odnosu na prethodna dva. Kod uzoraka E2 i B5 najviše istaknuta svojstva su da su oba tvrda i mrvljiva/lomljiva, a ujedno je i E2 označen kao uzorak s najizraženijom oštrom aromom. Na **Slici 41** najčešće korištena opisna svojstva za teksturu su "tvrd", "mrvljiv/lomljiv" i "suh", a razlog tome je nešto niži udio vode u sastavu. Kod uzorka F najviše je ispitanika primijetilo strani okus što je moguća posljedica dužeg procesa zrenja i razvoja aroma. Jedino svojstvo koje niti jedan ispitanik nije označio za niti jednu vrstu sira je da posjeduje voćnu aromu.



Slika 40 Rezultati CATA testa za uzorke A do D



Slika 41 Rezultati CATA testa za uzorke B4 do F

## **5. ZAKLJUČCI**

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

1. Sve vrijednosti udjela osnovnih sastojaka, kiselosti i aktiviteta vode se nalaze u granicama tipičnim za ovu vrstu sira. Većina sireva je svrstana ispravno u kategorije „tvrdi“ i „ekstra tvrdi“ prema udjelu vode u bezmasnoj tvari prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva, dok čak 4 deklarirana kao „tvrdi“ pripadaju ekstra tvrdim sirevima.
2. Teksturalni profil ispitivanih sireva pokazuje značajne varijacije, a nešto veće vrijednosti čvrstoće imali su sirevi deklarirani kao „ekstra tvrdi“ dok su „tvrdi“ imali nešto veću kohezivnost.
3. Instrumentalno određena boja tijesta zrelih sireva bila je u granicama očekivanja; više vrijednosti svjetline zabilježene su kod tvrdih sireva, dok su ekstra tvrdi imali nešto slabije izraženu crvenkastu i žućkastu nijansu.
4. Ocjenjivanje sireva provelo je 17 ispitivača; od čega je većina ženskog spola (82,4%), mlađih od 25 godina (94,7%). Svi ispitanici konzumiraju sireve, najčešće polutvrde, a zatim svježe (76,5%) i ekstra tvrde (76,5%). Kao najvažniju karakteristiku istaknuli su okus, te teksturu i miris. Njihov idealni zreli sir trebao bi biti ugodnog slankastog okusa, pune arome i žućkastog tijesta.
5. Ocjenjivači su sve sireve ocijenili kao prihvatljive. Nešto niže ocjene su dobili ekstra tvrdi sirevi (srednja ocjena 6,4), dok su tvrdi sirevi zahvaljujući višim ocjenama za izgled, okus i teksturu za ukupan dojam dobili srednju ocjenu 6,9.
6. Intenzitet ispitivanih svojstava pokazuje značajne varijacije; najmanje odstupanje od idealnog imali su uzorci A, B1 i B2, koji su dobili i najviše ocjene.
7. Ekstra tvrdi sirevi su okarakterizirani kao tvrdi, suhi, mrvljivi/lomljivi, dok su tvrdi imali izraženiju mliječnu aromu, te su opisani kao masni, elastični i gumasti.

## **6. LITERATURA**



- Ares G, Dauber C, Fernandez E, Gimenez A, Varela P: Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. *Food Quality and Preference*. 32:65-76, 2014.
- Chandan RC, Kilara A: *Dairy Ingredients for Food Processing*. Blackwell Publishing Ltd, Iowa, USA, 2011.
- Chudy S, Bilska A, Kowalski R, Teichert J: *Colour of milk and milk products in CIE L\*a\*b\* space*. *Medycyna Weterynaryjna* 76(2):77-81, 2020.
- DZS, Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: *Proizvodnja mlijeka i mliječnih proizvoda u 2022*. DZS, Zagreb, 2023.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations: *Milk and dairy products in human nutrition*. FAO, Rome, 2013.
- Fox PF.: *Fundamentals of Cheese Science*. Springer, New York, 2017.
- Harbutt J: *World Cheese book*. Dorling Kindersley Limited, London 2015.
- Havranek J, Bosnić P, Tratnik Vijes LJ: 1.lipanj - Svjetski dan mlijeka. *Mljekarstvo* 54:81-85, 2004.
- Law BA, Tamime AY: *Technology of Cheesemaking*. Blackwell Publishing Ltd, Iowa, USA, 2010.
- Matijević B: *Sirarstvo u teoriji i praksi*. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2015.
- MPRIRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja RH: *Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva*. Narodne novine 20/2009, 2009.
- MZISS, Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi RH: *Pravilnik o hrani za posebne prehrambene potrebe*. Narodne novine 41/2010, 2010.
- Robinson RK: *Modern Dairy Technology, Volume 2: Advances in Milk Products*. Elsevier Applied Science, London & New York, 1993.
- Shahbandeh M: *Leading countries in cheese production*. Statista, 2023.  
<https://www.statista.com/statistics/195809/cheese-production-in-selected-countries-2009/> [07.09.2023.]

## **7. PRILOZI**

## Prilog 1 Ocjenjivački listić za uzorke sireva

## Ocjenjivački listić

Molimo Vas ocijenite sljedeći uzorak na temelju Vaših preferencija:

Prije kušanja ocijenite izgled uzorka:

šifra:

**IZGLED tijesta sira**Ocijenite koliko vam se sviđa izgled uzorka  
(zaokružite ocjenu 1-5):

potpuno prihvatljiv	djelomično prihvatljiv	nići prihvatljiv, nići ne	djelomično neprihvatljiv	potpuno neprihvatljiv
5	4	3	2	1

boja

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet boje (stavite znak ✕):

presvijetla	svjetlija	baš kako treba	tamnija	pretamna
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

nijansa

blijeda/bjelkasta <input type="checkbox"/>	žučkasta <input type="checkbox"/>	zelenkasta <input type="checkbox"/>	crvenkasta <input type="checkbox"/>
--	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Prilikom uzimanja uzorka, procijenite teksturu dodirom:

**TEKSTURA dodirom**Ocijenite koliko vam se sviđa tekstura uzorka  
(zaokružite ocjenu 1-5):

potpuno prihvatljiva	djelomično prihvatljiva	nići prihvatljiva, nići ne	djelomično neprihvatljiva	potpuno neprihvatljiva
5	4	3	2	1

tvrdoća

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet tvrdoće (stavite znak ✕):

premekka	mekša	baš kako treba	nešto tvrđa	pretvrđa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Prinesite uzorak nosu i procijenite miris uzorka:

**MIRIS**Ocijenite koliko vam se sviđa miris uzorka  
(zaokružite ocjenu 1-5):

potpuno prihvatljiv	djelomično prihvatljiv	nići prihvatljiv, nići ne	djelomično neprihvatljiv	potpuno neprihvatljiv
5	4	3	2	1

ukupni miris

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet ukupnog mirisa (stavite znak ✕):

nedovoljan	slabije izražen	baš kako treba	jače izražen	preintenzivan
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Prije kušanja, molimo isperite usta vodom. Ocijenite okus i ukupnu aromu uzorka:

**OKUS i ukupna AROMA**Ocijenite koliko vam se sviđa okus uzorka  
(zaokružite ocjenu 1-5):

potpuno prihvatljiv	djelomično prihvatljiv	nići prihvatljiv, nići ne	djelomično neprihvatljiv	potpuno neprihvatljiv
5	4	3	2	1

slanost

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet slanosti (stavite znak ✕):

premalo slan	manje slan	baš kako treba	jače slaniji	preslan
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

kiselost

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet kiselosti (stavite znak ✕):

premalo kiseo	manje kiseo	baš kako treba	jače kiseliji	prekiseo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ukupna aroma

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet ukupne arome (stavite znak ✕):

nedovoljna	slabije izražena	baš kako treba	jače izražena	preintenzivna
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ocijenite teksturu i naknadni osjet u ustima:

### TEKSTURA i osjet u ustima

Ocijenite koliko vam se sviđa tekstura uzorka (zaokružite ocjenu 1-5):

	potpuno prihvatljiva	djelomično prihvatljiva	niti prihvatljiva, niti ne	djelomično neprihvatljiva	potpuno neprihvatljiva
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
tvrdća	premek	nešto mekši	baš kako treba	nešto tvrdi	pretvrd
Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet tvrdoće (stavite znak ✕):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

masnoća

Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet masnoće (stavite znak ✕):

presuh	nešto suši	baš kako treba	nešto masniji	premastan
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### NAKNADNI OKUS

Ocijenite koliko vam se sviđa naknadni okus uzorka (zaokružite ocjenu 1-5):

	potpuno prihvatljiv	djelomično prihvatljiv	niti prihvatljiv, niti ne	djelomično neprihvatljiv	potpuno neprihvatljiv
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
naknadni okus	nedovoljan	slabije izražen	baš kako treba	jače izražen	preintenzivan
Izrazite na skali koliko Vam odgovara intenzitet naknadnog okusa (stavite znak ✕):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### UKUPAN DOJAM

Ocijenite ukupan dojam o proizvodu (zaokružite ocjenu 1-9):

9	8	7	6	5	4	3	2	1
naročito visoko poželjan	visoko poželjan	osrednje poželjan	neznatno poželjan	neutralno	neznatno nepoželjan	osrednje nepoželjan	visoko nepoželjan	naročito visoko nepoželjan

Odaberite sve pojmove koji prema Vama opisuju uzorak (stavite znak ✕):

<b>AROMA</b> (ukupan OKUS i MIRIS)	slatkasta <input type="checkbox"/>	slankasta <input type="checkbox"/>	kiselkasta <input type="checkbox"/>	gorkasta <input type="checkbox"/>
	mliječna <input type="checkbox"/>	maslačna <input type="checkbox"/>	puna aroma <input type="checkbox"/>	pikantan <input type="checkbox"/>
	oštar <input type="checkbox"/>	opor/ trpak <input type="checkbox"/>	orašast <input type="checkbox"/>	voćni <input type="checkbox"/>
	strani okus <input type="checkbox"/>	strani miris <input type="checkbox"/>	ugodan <input type="checkbox"/>	neugodan <input type="checkbox"/>
<b>TEKSTURA</b> i <b>NAKNADNI OSJET u ustima</b>	tvrd <input type="checkbox"/>	mek <input type="checkbox"/>	mastan <input type="checkbox"/>	suh <input type="checkbox"/>
	mrvljiv/ lomljiv <input type="checkbox"/>	plastičan <input type="checkbox"/>	elastičan <input type="checkbox"/>	gumast <input type="checkbox"/>

Predložite nove pojmove:

### Namjera KUPNJE

Ocijenite vašu namjeru kupnje ovog proizvoda (zaokružite ocjenu 1-5):

sigurno bih kupio/la	možda bih kupio/la, a možda i ne bih	sigurno ne bih kupio/la
<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
		<b>2</b>
		<b>1</b>

### Namjera KONZUMACIJE

Pretpostavimo da ste ovaj proizvod kupili ili Vam je poslužen. Biste li ga konzumirali?

da ne

## Prilog 2 Potrošački upitnik

## Potrošački upitnik

šifra: 

Molimo Vas da odgovorite na sljedeća pitanja na crtu ili stavite znak **X** u odgovarajuću :

## I. OSNOVNI DEMOGRAFSKI PODACI

1. **Spol:**  ženski  muški2. **Dob:** \_\_\_\_\_ godina3. **Tjelesna masa:** \_\_\_\_\_ kg4. **Tjelesna visina:** \_\_\_\_\_ cm5. **Školska sprema:** osnovna škola srednja škola visoka škola prvostupnik magistar struke doktor znanosti6. **Radni status:** student/ica preddiplomskog studija student/ica diplomskog studija nezaposlen/a povremeno zaposlen/a zaposlen/a umirovljen7. **Razina prihoda u kućanstvu:** nedovoljna dovoljna više nego dovoljna8. **Prebivalište:** selo prigradsko naselje grad

## II. PODACI O POTROŠNJI I PREFERENCIJI SIREVA

9. **Koji mliječni proizvod najčešće konzumirate?** (moguće je više odabira) mlijeko (svježe, trajno) mlaćenica/stepka (*buttermilk*) fermentirano mlijeko (jogurt, kefir, acidofil...) sirutka vrhnje (kiselo, slatko...) mliječni napitci (čokoladno mlijeko...) sir mliječni deserti (puding, griz, riža na mlijeku, kreme, svježi sir s voćem...) maslac sladoledi i smrznuti deserti mliječni namazi biljne zamjenice za mliječne proizvode kajmak drugo (molimo specificirajte): \_\_\_\_\_

**10. Koja vrstu sira i proizvoda od sira najčešće konzumirate? (moguće je više odabira)**

- svježi sir (kravlji, krem, Quark, zrnati...)
- sir parenog tijesta (Mozzarella, Kashkaval, Provolone, Parenica...)
- sir u salamuri (Feta, Travnčki, bijeli sir u kriškama...)
- sir s bijelim i/ili plavim plemenitim plijesnima (Camembert, Brie...; Roquefort, Gorgonzola, Stilton...)
- polutvrđi sir (Gouda, Edamer, Trapist, Tilsit...)
- tvrdi sir (tradicionalni ili industrijski)
- ekstra tvrdi sir (Grana Padano, Parmesan, Ribanac, Paški...)
- albuminski sir od sirutke (skuta, urda, Ricotta...)
- proizvodi od sira i pripravci (sirni namaz, topljeni sir, desertni sir)
- biljne zamjenice za sireve
- druge (molimo specificirajte): \_\_\_\_\_

**11. Koliko često konzumirate sljedeće sireve?**

	nikada	nekoliko puta godišnje ili rjeđe	jednom mjesečno	nekoliko puta mjesečno	jednom tjedno	nekoliko puta tjedno	svakodnevno
polutvrde sireve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tvrde sireve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ekstra tvrde sireve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**12. Gdje najčešće kupujete sireve? (moguće je više odabira)**

- u trgovinama/supermarketima
- u specijaliziranim trgovinama
- na tržnici
- drugdje (molimo specificirajte): \_\_\_\_\_
- ne kupujem sireve
- direktno od proizvođača
- putem internet trgovine

**13. Koja Vam je najdraža kombinacija uz sireve? (moguće je više odabira)**

- meso
- kruh i masline
- riba
- voće
- vino
- orašasti plodovi
- drugo (molimo specificirajte): \_\_\_\_\_
- samostalno, bez kombiniranja

**14. U kojoj prilici najčešće konzumirate sireve? (moguće je više odabira)**

- kod kuće
- tijekom ručka
- u restoranu
- tijekom večere
- s prijateljima
- povremeno
- drugo (molimo specificirajte): \_\_\_\_\_

## 15. Koliko su Vam važne sljedeće karakteristike pri kupnji sireva sa zrenjem?

	potpuno nevažno	nevažno	niti važno, niti nevažno	važno	vrlo važno
cijena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
brand/ proizvođač	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zemlja proizvodnje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oznaka zaštite izvornosti, zemljopisnog podrijetla...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
veličina pakiranja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vrsta mlijeka (kravlje, ovčje, kozje, mješavina...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nutritivna svojstva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
udio masti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
udio soli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
autohtonost	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
povijesna pozadina/priča	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 16. Koliko su Vam važna sljedeća senzorska svojstva pri kupnji sireva sa zrenjem?

	potpuno nevažno	nevažno	niti važno, niti nevažno	važno	vrlo važno
boja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
izgled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
miris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
okus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tekstura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Vaš idealni zreli sir bi trebao imati sljedeća svojstva (stavite znak **X** kod svih pojmova koji ga opisuju):

**BOJA tijesta** blijeda/bjelkasta       žućkasta       zelenkasta       crvenkasta

**AROMA**      slatkasta       slankasta       kiselkasta       gorkasta   
**(ukupan**      mliječna       maslačna       puna aroma       pikantan   
**OKUS i**      oštar       opor/ trpak       orašast       voćni   
**MIRIS)**      strani okus       strani miris       ugodan       neugodan

**TEKSTURA**      tvrd       mek       mastan       suh   
**i NAKNADNI**      mrvljiv/ lomljiv       plastičan       elastičan       gumast   
**OSJET u**  
**ustima**

Nešto drugo (navedite):

Hvala Vam na izdvojenom vremenu 😊