

# Razlika fizikalno-kemijskih, teksturalnih i senzorskih karakteristika kuhanog sira od kravljeg mlijeka

---

Lugomer, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:248681>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

Završni rad br. 21/PREH/2022

## **Razlika fizikalno-kemijskih, teksturalnih i senzorskih karakteristika kuhanog sira od kravljeg i kozjeg mlijeka**

Petra Lugomer, 3749/336

Koprivnica, rujan 2022.godine





# Sveučilište Sjever

**Prehrambena tehnologija**

**Završni rad br. 21/PREH/2022**

## **Razlika fizikalno-kemijskih, teksturalnih i senzorskih karakteristika kuhanog sira od kravljeg i kozjeg mlijeka**

**Student**

Petra Lugomer, 3749/336

**Mentor**

Doc.dr.sc. Katarina Lisak Jakopović

Koprivnica, rujan 2022.godine



# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za prehrambenu tehnologiju		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija		
PRISTUPNIK	Petra Lugomer	MATIČNI BROJ	0336038395
DATUM	29.8.2022	KOLEGIJ	Tehnologija proizvodnje i prerade mlijeka
NASLOV RADA	Razlika fizikalno-kemijskih, teksturalnih i senzorskih karakteristika kuhanog sira od kravljeg		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	The difference in physico-chemical, textural and sensory characteristics of cooked cheese		
MENTOR	Katarina Lisak Jakopovi	ZVANJE	doc. dr. sc.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Irena Barukčić (predsjednica)		
	2. doc.dr.sc. Katarina Lisak Jakopović (mentorica)		
	3. dr.sc. Marija Kovač (članica)		
	4. doc.dr.sc. Dunja Šamec (zamjena)		
	5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	21/PREH/2022
OPIS	Zadatak predloženog završnog rada studentice Petre Lugomer je bio proizvesti kuhani kozji i kravlji sir. Nakon proizvodnje sira potrebno je međusobno usporediti sireve. Odnosno, odrediti ima li vrsta mlijeka utjecaj na sam tehnološki proces proizvodnje sira. Osim toga, potrebno je odrediti ima li razlike u fizikalno-kemijskim, teksturalnim i senzorskim svojstvima među kuhanim kravljim i kozjim sirom. Nakon provedenih eksperimenata potrebno je izvesti zaključke na temelju dobivenih rezultata. Osim eksperimentalnog djela rada, studentica Petra Lugomer u završnom radu mora opisati teorijsku pozadinu proizvodnje kuhanog sira te napisati razliku u vrstama mlijeka koje će koristiti za izradu završnog rada.

ZADATAK URUČEN 29.8.2022.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



## **Predgovor**

Prije svega htjela bih se zahvaliti mentorici doc. dr. sc. Katarini Lisak Jakopović na uloženom vremenu, savjetima i pomoći prilikom pisanja završnog rada. Također joj se želim zahvaliti, kao i izv. prof. dr. sc. Ireni Barukčić, na ustupljenom laboratoriju za izradu eksperimentalnog dijela završnog rada, na Prehrambeno - biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Najveća zahvala ide mojim roditeljima te bliskoj obitelji, posebice baki, djedi i ujaku, na potpori tijekom cijelog studiranja i oblikovanja mene u osobu kakva sam danas. Posebnu zahvalu posvećujem bratiću Petru i sestričnici Klari, koji su mi svakodnevno unosili sreću i radost u život te samim tim olakšali studiranje.

Hvala također mojim prijateljima i poznanicima koji su uvijek bili tu za mene i proživjeli sve dobre, a i neke malo manje sretnije trenutke.

Ovaj rad posvećujem svima vama!

## Sažetak

Mlijeko je važna namirnica svim sisavcima prvih nekoliko dana života te sadrži gotovo sve hranjive tvari. Isto tako, glavna je sirovina za proizvodnju mnogih mliječnih proizvoda pa tako i sira koji dalje ima svoje podjele ovisno o raznim parametrima. Cilj ovog završnog rada bio je odrediti fizikalno – kemijske, teksturalne i senzorske karakteristike kuhanog sira od kravljeg i kozjeg mlijeka te ih međusobno usporediti. U radu je opisano mlijeko te razlika kravljeg i kozjeg mlijeka. Također, opisan je tradicionalan i industrijski način proizvodnje kuhanog sira. Rezultati dobiveni eksperimentalnim dijelom pokazuju kako je pH kozjeg sira veći (6,48), a titracijska kiselost manja (40,8 °SH) u odnosu na kravljji sir. Također je utvrđeno kako kozji sir ima veći postotak mliječne masti (17,3 %). Kravlji sir je puno elastičniji i tvrdi te je potrebna veća energija žvakanja da se prožvače u odnosu na kozji sir. Senzorskom procjenom veću ukupnu ocjenu dobio je kravljji sir. Anketa je pokazala kako više ispitivača preferira kravljji kuhani sir.

Ključne riječi: mlijeko, kuhani sir, kravljji sir, kozji sir



## **Summary**

Milk is an important food for all mammals on the first few days of their life and it contains almost all nutrients. Likewise, it is the main raw material for the production of many dairy products, including cheese, which further has its divisions depending on various parameters. The aim of this final paper was to determine the physico-chemical, textural and sensorial characteristics of cooked cheese from cow's and goat's milk and to compare them with each other. The paper describes milk and the difference between cow's and goat's milk. The traditional and industrial way of producing cooked cheese is also described. The results obtained in the experimental part show that the pH of goat cheese is higher (6.48) and the titration acidity is lower (40.8 °SH) compared to cow's cheese. It was also found that goat cheese has a higher percentage of milk fat (17.3%). Cow's cheese is much more elastic and hard and requires more chewing energy than goat's cheese. According to the sensory assessment, the cow's cheese received a higher overall score. The survey showed that more respondents prefer boiled cow's cheese.

Keywords: milk, cooked cheese, cow cheese, goat cheese

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Teorijski dio .....	2
2.1. Mlijeko .....	2
2.1.1. Osnovni sastojci mlijeka .....	3
2.1.2. Razlike između kravljeg i kozjeg mlijeka .....	5
2.2. Sir .....	7
2.2.1. Podjela sira .....	8
2.2.2. Kuhani sir .....	9
2.2.3. Sirutkin ili albuminski sir .....	9
2.2.4. Kuhani sir od mlijeka.....	9
2.2.5. Kuhani sir od svježeg sira .....	10
2.3. Proizvodnja kuhanog sira .....	10
2.3.1. Tradicionalni način proizvodnje kuhanog sira .....	10
2.3.2. Industrijski način proizvodnje kuhanog sira .....	11
3. Materijali i metode.....	12
3.1. Materijali .....	12
3.2. Metode rada .....	12
3.2.1. Proizvodnja kuhanog sira .....	12
3.2.2. Određivanje kiselosti pH – metrom.....	15
3.2.3. Određivanje mliječne masti u siru butirometrijskom metodom prema Gerber-Siegfeld-Teichertu .....	16
3.2.4. Određivanje udjela kuhinjske soli u siru metodom po Mohru .....	17

3.2.5. Određivanje udjela suhe tvari u siru .....	18
3.2.6. Određivanje mineralnih tvari.....	19
3.2.7. Određivanje teksture sira.....	19
3.2.8. Senzorska analiza sira .....	20
3.2.9. Anketa .....	21
4. Rezultati i rasprava .....	22
4.1. Rezultati analize sira .....	22
4.2. Rezultati ankete.....	27
5. Zaključak.....	31
6. Literatura.....	33
Popis slika .....	35
Popis tablica .....	36



# 1. Uvod

Mlijeko je važna namirnica koja je svim sisavcima najvažniji i jedini obrok u prvim danima života. Samo se kravlje mlijeko na tržište može staviti pod nazivom “mlijeko”, dok se sve ostale vrste mlijeka trebaju deklarirati. U svom sastavu sadrži najviše vode, dok ostatak otpada na suhu tvar koja čini hranjive sastojke mlijeka.

Iako je kravlje mlijeko najzastupljenije, proizvodnja kozjeg mlijeka svake godine je u porastu. Jedan od razloga je sve veća svjesnost dobrobiti kozjeg mlijeka na zdravlje čovjeka. Po kemijskom sastavu kravljeg i kozjeg mlijeka nema nekih velikih razlika. Odstupanja su u količini kolesterola koji je u kozjem mlijeku zastupljen u manjim količinama nego kod kravljeg. Također je u kozjem mlijeku utvrđena veća količina slobodnih aminokiselina.

Mlijeko je glavna sirovina za niz različitih mliječnih proizvoda, a od kojih je najrasprostranjeniji sir. Sirevi su prema Pravilniku, 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. Postoje razne podjele sira, ovisno o vrsti, količini mliječne masti, količini suhe tvari itd., a jedna od njih je i kuhani sir koji je opisan u daljnjem tekstu kao i navedene njegove podjele. Proizvodnja kuhanog sira može biti tradicionalna i industrijska.

Napravljen je i eksperimentalni dio završnog rada čiji je cilj bio utvrditi razlike i sličnosti između kravljeg i kozjeg kuhanog sira. Kako bi se stekao uvid, odnosno znanje potrošača o osobinama te načinu proizvodnje kuhanog kozjeg i kravljeg sira, napravljena je anketa. Anketa je pokazala kako je većina ispitanika upoznata sa prinosom sira no većina misli kako je proizvodnja kuhanog sira različita ovisno o vrsti mlijeka koje se koristi. Također je iz ankete zaključeno kako više ispitanika preferira kravlji sir u odnosu na kozji zbog izraženije arome kozjeg sira. Nakon završenih analiza, napravljena je rasprava i analiza dobivenih rezultata za svaku od gore navedenih metoda.

## 2. Teorijski dio

### 2.1. Mlijeko

Mlijeko općenito je tekućina bijele do žućkasto - bijele boje koju izlučuje mliječna žlijezda sisavaca određeno vrijeme nakon poroda [1].

Dakle, mlijeko je prva hrana koju dojenče i ostali sisavci konzumiraju. Prvo mlijeko nakon poroda naziva se kolostrum i on ima vrlo važnu ulogu u preživljavanju sisavaca prvih nekoliko dana od poroda. Sadrži hranjive tvari u većim količinama u odnosu na mlijeko i antitijela (imunoglobuline) koja sisavcu stvaraju pasivni imunitet i štite ga od bolesti u prvim danima života [2].

Samo mlijeko dolazi iz sastojaka koji iz krvi prelaze u mliječnu žlijezdu te se zatim odvijaju složeni biokemijski procesi sekrecije. Jedni od glavnih sastojaka mlijeka sintetiziraju se u mliječnoj žlijezdi od sastojaka krvi, a neki od njih su laktoza (mliječni šećer), mliječna mast i proteini mlijeka. Drugi dijelovi mlijeka direktno prelaze iz krvi u mliječnu žlijezdu, a to su: enzimi, mineralne tvari, imunoglobulini i drugo. Samo se kravlje mlijeko može stavljati na tržište pod nazivom "mlijeko", dok se ostale vrste mlijeka poput ovčjeg, kozjeg, bivoljeg ili kobiljeg, moraju naznačiti od koje životinje potječu. Količinski najviše mlijeka koje se godišnje proizvede u svijetu prema podacima Međunarodne mljekarske federacije je kravlje mlijeko, dok se kozje mlijeko, unatoč svojim prednostima malo proizvodi. Sastav samog mlijeka je vrlo promjenjiv te ovisi o zdravstvenom stanju muzne životinje, njenoj prehrani, stadiju laktacije (koja traje 305 dana), vrsti mužnje (strojna ili ručna) i broju mužnje kao i o vremenu mužnje (jutarnja ili popodnevna) te o samoj životinji kao takvoj (dob i slično). Mliječna mast u mlijeku je najviše promjenjiva, a udio laktoze najstabilniji odnosno najmanje promjenjiv [1].

Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020) kravlje mlijeko mora udovoljavati sljedećim zahtjevima kakvoće:

- 1) Da sadrži najmanje 3 %, a najviše 5,5 % mliječne masti
- 2) Da sadrži najmanje 2,5 %, a najviše 4 % proteina
- 3) Da sadrži najmanje 8,5 % suhe tvari bez masti
- 4) Da mu gustoća nije niža od 1,028 g/cm<sup>3</sup> na temperaturi od 20 °C
- 5) Da mu je kiselinski stupanj od 6,0 do 6,8 °SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,7

- 6) Da mu točka leđišta nije viša od  $-0,517\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 7) Da mu je rezultat alkoholne probe sa 72 % etilnim alkoholom negativan [3].

Mlijeko se može konzumirati svježe, toplinski obrađeno ili u obliku njegovih prerađevina. Neke od prerađevina su sir, jogurt i drugi razni fermentirani napitci.

### 2.1.1. Osnovni sastojci mlijeka

Najveći udio u mlijeku otpada na vodu. Ostatak čini suha tvar u kojoj se nalaze neki od sastojaka koji su navedeni u tablici 1. U dolje prikazanoj tablici, navedena suha tvar ima najviše laktoze, a malo neproteinskog dušika poput slobodnih aminokiselina, uree i drugih.

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav kravljeg mlijeka [1]

SASTOJCI	KOLIČINA (%)	KOLIČINA U SUHOJ TVARI (%)
Laktoza	4,8	37,5
Mast	3,7	28,9
Proteini	3,4	26,6
Pepeo	0,7	5,5
Neproteinski dušik (slobodne aminokiseline, urea i drugo)	0,19	1,5

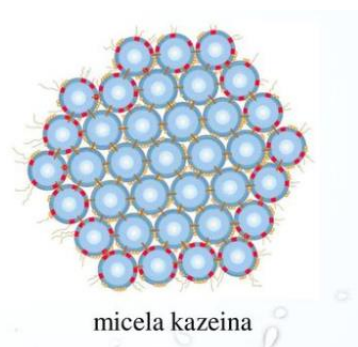
Mliječna mast, kako je i navedeno gore u tekstu, je sastojak mlijeka koji je najviše promjenjiv, a može varirati od 2,5 % pa do 6,0 %. Mliječna mast je nosioc arome, teksture i konzistencije te je važan sastojak u proizvodnji jogurta i maslaca koji se dobiva preradom obrane mliječne masti mlijeka. Mliječna mast u mlijeku nalazi se u obliku globula, no neposredno nakon mužnje, mliječna mast nalazi se u obliku emulzije zbog temperature koja iznosi oko  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . U sastavu mliječne masti nalazimo najviše triacilglicerola. Što se tiče samih masnih kiselina, u mliječnoj masti zastupljeno je oko 70 % zasićenih masnih kiselina od kojih najviše palmitinska kiselina te oko 30 % nezasićenih masnih kiselina od kojih najviše oleinska kiselina. Također se sadržaj navedenih masnih kiselina može mijenjati ovisno o laktaciji i prehrani. Kada se govori o gustoći, razlika između gustoće mlijeka i mliječne masti vidljiva je kada mlijeko duže stoji. Naime, gustoća mliječne masti je manja od mlijeka pa se nakon nekog vremena izdvoji na površinu [1]. Laktoza je mliječni šećer koji je prisutan u

mlijeku većine sisavaca, a najvećoj količini u kobiljem mlijeku. U suhoj tvari mlijeka, on je najzastupljeniji sastojak. Kada je laktoza po prvi puta izolirana iz sirutke, smatrali su da se radi o soli, no kasnije je to detaljnijom analizom kemijske strukture demantirano te se došlo do zaključka kako se radi o ugljikohidratu. Po svom kemijskom sastavu je disaharid izgrađen od molekula glukoze i galaktoze [1].

Laktoza se u mlijeku nalazi kao mješavina dva izomerna oblika:  $\alpha$ - i  $\beta$ - laktoze. Jedna od razlika između ta dva oblika je što će se  $\alpha$ - oblik prije iskristalizirati jer je navedeni oblik slabo topljiv u vodi [4].

Promjenom temperature, jedan oblik laktoze prelazi u drugi te se ta pojava naziva **mutarotacija**. Kristalizacija laktoze bitna je u proizvodnji kondenziranog mlijeka ili laktoze u prahu. Sastojak je mlijeka koji negativno može djelovati na neke ljude koji konzumiraju mlijeko zbog manjka enzima laktaze ( $\beta$ - galaktozidaze) u probavnom sustavu. Zbog nedostatka navedenog enzima, laktoza se ne može razgraditi te stvara probleme kod ljudi koji konzumiraju mlijeko. Kako bi se taj problem riješio koristi se komercijalna  $\beta$ - galaktozidaza koja hidrolizira laktozu te omogućuje i osobama netolerantnim na laktozu, konzumiranje mliječnih proizvoda [1].

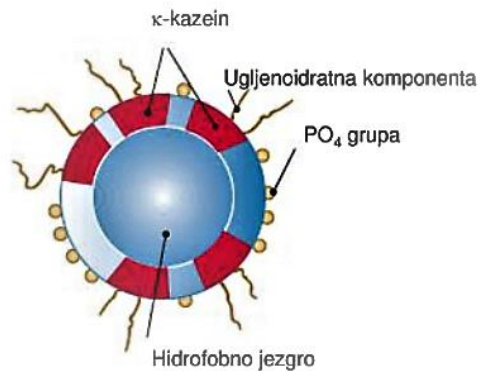
Kada govorimo o proteinima, u mlijeku se nalaze dva glavna tipa proteina – kazein i proteini sirutke, dok je sveukupno u mlijeku pronađeno oko 200 različitih proteina. Kazein čini najveći dio ukupne mase proteina. Micela kazeina prikazana je slikom 1, a sastoji se od međusobno povezanih submicela.



Slika 1. Micela kazeina [5]



Submicelle prikazane slikom 2, nakupine su kazeinskih frakcija, a više submicela čini micelu kazeina. Micele kazeina sastoje se od frakcija kazeina, a to su  $\alpha_1$  - kazein,  $\alpha_2$  - kazein,  $\beta$  - kazein,  $\kappa$  - kazein te imaju uklopljen kalcij, magnezij, kalij i dr. Povezivanje submicela odvija se pomoću koloidnog kalcij-fosfata.



Slika 2. Submicelle kazeina [6]

Stabilnost kazeina u mlijeku možemo oslabiti dodatkom kiseline gdje će doći do koagulacije kazeina (kod pH 4,6 - izoelektrična točka kazeina). Kod navedene reakcije dolazi do otapanja koloidnog kalcij – fosfata. Stabilnost također možemo narušiti dodatkom enzimskog sirila [1].

Najzastupljeniji proteini sirutke su  $\alpha$  - laktalbumini i  $\beta$  - laktoglobulini [1]. Oni su vrlo vrijedni sastojci mlijeka koji povećavaju nutritivnu vrijednost. Vrlo često se koriste zbog svojih karakteristika želiranja, topljivosti, emulgiranja i stvaranja pjene [7]. Glavne razlike proteina sirutke i kazeina su te da su proteini sirutke ne osjetljivi na djelovanje kiseline i enzima, ali su osjetljivi na djelovanje temperature. Također, proteini sirutke imaju veću biološku vrijednost od kazeina upravo zbog  $\alpha$ - laktalbumina koji je najvrjedniji protein mlijeka. Kod proizvodnje svježeg sira, proteini sirutke oblikuju mekši gruš nego kazein te su lakše probavljiviji [1].

### 2.1.2. Razlike između kravljeg i kozjeg mlijeka

Kao što je rečeno gore u tekstu, kravlje mlijeko je najzastupljenije mlijeko na svjetskoj razini, kako konzumacija tako i proizvodnja. Kozje mlijeko je od davnina bilo od velikog značaja za čovjeka posebice zato jer su upravo kože bile jedne od prvih pripitomljenih životinja [8]. Iako je kozje mlijeko slabije zastupljeno od kravljeg, posljednjih nekoliko

godina je proizvodnja kozjeg mlijeka u značajnom porastu. Po kemijskom sastavu oba mlijeka imaju gotovo identičan sastav s malim odstupanjima. Sastav kozjeg i kravljeg mlijeka i njihove razlike su prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Sastav, svojstva i energijska vrijednost kravljeg i kozjeg mlijeka [8]

<b>PARAMETAR</b>	<b>KOZJE MLIJEKO</b>	<b>KRAVLJE MLIJEKO</b>
<b>Suha tvar (%)</b>	11,94	12,89
<b>Mliječna mast (%)</b>	3,60	4,10
<b>Proteini (%)</b>	3,10	3,38
<b>Laktoza (%)</b>	4,60	4,60
<b>Pepeo (%)</b>	0,77	0,79
<b>Gustoća (g/L)</b>	1030,10	1029,40
<b>pH - vrijednost</b>	6,72	6,68
<b>Titracijska kiselost (°SH)</b>	6,80	6,70
<b>Slobodne masne kiseline (mg/L)</b>	8,10	7,50
<b>Energijska vrijednost (kJ na 100 mL)</b>	293,10	288,90
<b>Kolesterol ( mg na 100 g)</b>	10,00	13,00

Veće odstupanje vidljivo je jedino u količini kolesterola koji je kod kozjeg mlijeka manje zastupljen nego kod kravljeg. Također, važno je napomenuti da se sastav kozjeg mlijeka, kao i kravljeg, razlikuje ovisno od pasmine, stadija laktacije i godišnjem dobu. Jedna od bitnijih razlika između kravljeg i kozjeg mlijeka je udio aminokiselina. Analizom je utvrđena veća količina slobodnih aminokiselina u kozjem mlijeku.

Kod proizvodnje sira, ipak svojom kvantitetom više zadovoljava kravlje mlijeko jer zbog niže koncentracije  $\alpha_{s1}$  - kazeina kod kozjeg mlijeka pa time i smanjene sposobnosti i duže koagulacije, dobivamo niži prinos sira. Gruš dobiven od kozjeg mlijeka je manje čvrstoće i dodatkom kiseline u kozje mlijeko, ono će se zgrušati puno prije od kravljeg. Takav proces zbiva se i u želucu pomoću želučanih enzima, pa je zbog toga kozje mlijeko probavljivije od kravljeg. Također, velik broj osoba koje imaju alergijske reakcije na kravlje

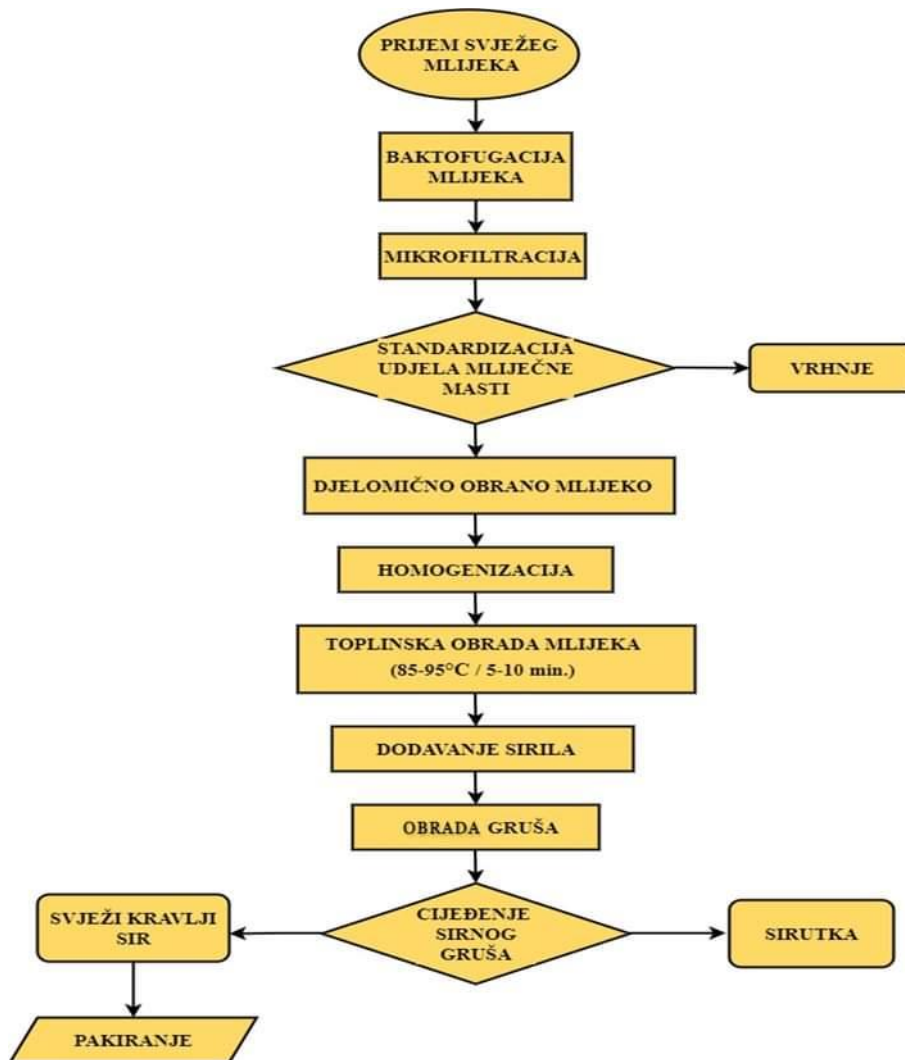
mlijeko, mogu tolerirati kozje mlijeko. Iako je mnogima kozje mlijeko odbojno zbog njegovog specifičnog mirisa, taj miris se u slučajevima pravilnog postupanja s mlijekom nakon mužnje ne događa, pa teško mirisom možemo razaznati dali se radi o kravljem ili kozjem mlijeku. Taj specifičan miris nastaje od slobodnih masnih kiselina kratkog lanca. Kozje mlijeko pokazuje također brojne terapijske i zdravstvene učinke pa se koristi kod liječenja koronarnih bolesti, intestinalnih poremećaja i mnogih drugih bolesti [8].

## 2.2. Sir

Sir je jedan od najčešćih prerađevina mlijeka. Proizvodnja sira poznata je još iz doba prije Krista kada je jedan trgovački putnik nosio mlijeko u mješini od ovčjeg želuca, koje se putem spontano zakiselilo. Zbog raznih enzima prisutnih u unutrašnjosti želuca, bakterija mliječne kiseline u mlijeku te vanjskih klimatskih uvjeta, došlo je do grušanja mlijeka i izdvajanja sirutke [3]. Tada su došli do zaključka da je slučajno proizvedena namirnica vrlo hranjiva te da im daje energiju za cjelodnevan rad. Sirutku su koristili kao dobra okrepca za vrijeme vrućina, a gruš su jeli kao takav ili uz dodatak soli. Takav sir postao je osnova za proizvodnju sira kakvog danas poznajemo. Sama definicija sira prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva iz Narodnih novina 20/2009 je ta da su sirevi 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. Vrlo je kvalitetna i hranjiva namirnica jer sadrži sve hranjive tvari potrebne za dobro funkcioniranje i zadovoljavanje potreba organizma. Jedan od važnijih sastojaka sira su proteini sira i esencijalne aminokiseline kojih u siru ima puno i potrošnjom sira, zadovoljavamo potrebe organizma za njima. Prosječni udio proteina u svježem mekom siru je oko 9,0 %. Bitan sastojak sira je i mliječna mast koja se prilikom same proizvodnje sira podešava ovisno o vrsti sira kojeg želimo dobiti. Kod proizvodnje svježeg sira, koristi se obrano mlijeko pa tako i sami svježi sir sadrži manju količinu masti. Mliječna mast zaslužna je za bolju aromu, okus i konzistenciju sira. Prosječni udio masti u svježem mekom siru je oko 10,3 % [1]. Glavni tehnološki procesi proizvodnje svježeg kravljeg sira prikazani su na slici 3.

Kako bismo dobili kvalitetan sir, prije svega moramo imamo kvalitetnu sirovinu. Nakon što imamo kvalitetnu sirovinu koja posjeduje sve uvjete za sirenje mlijeka i proizvodnju sira, potrebno je prilagoditi uvjete za djelovanje mikrobne kulture. Da bismo proizveli sir, potrebno je djelovati na proteine mlijeka kako bi ih zgrušali i dobili gruš. Taj

proces postizemo pomoću djelovanja topline, enzima (sirila) ili kiseline, a najčešće je njihovom kombinacijom [1] .



Slika 3. Glavni tehnološki procesi proizvodnje svježeg kravljeg sira (vlastita shema)

### 2.2.1. Podjela sira

Različiti načini proizvodnje sira diljem svijeta osigurale su sireve različitih karakteristika poput okusa, teksture i boje. Stoga prema navodima Scotta [3] ima oko 2000 vrsta sireva no prema Robinsonu [3] svega 18 različitih. Prema raznim karakteristikama, sirevi se dijele prema:

- Podjela prema vrsti mlijeka: kravlje, kozje, ovčje, bivolje
- Podjela prema vrsti koagulacije: kiseli, slatki, mješoviti

- Podjela prema vrsti proteina: kazeinski, albuminski, mješoviti
- Podjela prema udjelu masti u suhoj tvari: ekstra masni, masni, polumasni, posni
- Podjela prema udjelu vode u bezmasnoj suhoj tvari sira: ekstra tvrdi, tvrdi, polutvrđi, meki, svježi
- Podjela prema načinu zrenja: svježi sirevi bez zrenja, sirevi sa zrenjem uz bakterije, sirevi sa zrenjem uz plijesni
- Podjela prema sličnom procesu proizvodnje: sirevi tipa *Gouda*, *Emmentaler*, sirevi u salamuri, sirevi s plemenitim plijesnima
- Podjela prema području ili mjestu proizvodnje [1,9].

### **2.2.2. Kuhani sir**

Kuhani sir je najčešće dobiven od kravljeg mlijeka, no danas je sve češći kuhani sir od kozjeg mlijeka ili mješavine kravljeg i kozjeg mlijeka [9]. Predstavlja jedan od najlakših načina dobivanja sira. Kuhani sir dobiva se zagrijavanjem sirovog mlijeka i direktnim zakiseljavanjem, a opširniji proces je opisan u slijedećem poglavlju.

Kuhani sir dijeli se na: sirutkin ili albuminski sir, kuhani sir od mlijeka, kuhani sir od svježeg sira [11].

### **2.2.3. Sirutkin ili albuminski sir**

Kako i sam naziv govori, ova vrsta kuhanog sira dobivena je od sirutke koja je sporedni proizvod u proizvodnji sira te se dobiva cijedenjem gruša. Često se radi poboljšanja svojstva sirovine, može dodati u sirutku i obrano mlijeko, mlijeko ili vrhnje. Obrada sirutke radi se tako da se ona najprije zakiseli na pH 4,5, a zatim ju zagrijavamo 30 minuta na 90-95 °C. Prilikom tog procesa dolazi do flokulacije mliječnih i sirutkinih proteina koje se odvajaju i oblikuju u sirutkine sireve [11]. Najpoznatiji takav sir na našem tržištu dolazi pod imenom skuta, a na stranom tržištu pod imenom *Ricotta*. Inače se proizvodi od ovčje sirutke, a njegova tekstura je kremasta sa slatkastim okusom [9].

### **2.2.4. Kuhani sir od mlijeka**

Kuhani sir radi se tako da se sirovo mlijeko zagrijava na 90-95 °C i nakon što dostigne

navedenu temperaturu, izravno se zakiseljava kiselinom, kiselom sirutkom ili mlaćenicom [3]. Nakon što se dobije gruš, u njega se mogu dodavati razne dodatci po želji, a jedan od dodataka koji se gotovo uvijek dodaje je sol. Zatim, sir se stavlja u kalup i preša. Kada je sir dobiven, njega se može konzumirati kao takvog ili ga dodatno obraditi postupkom dimljenja. Ovakav način proizvodnje kuhanog sira od mlijeka provodi se diljem svijeta, pa tako u Indiji imamo *Channa* i *Paneer*, u Latinskoj Americi imamo sir poznat pod nazivom *Queso Blanco*, a u Španjolskoj *Mascarpin* i *Schabziger* [11].

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

Posljednji sir ove podjele je kuhani sir od svježeg mlijeka. Ovakav sir proizvodi se tako da se već pasterizirano mlijeko koagulira dodavanjem sirila pri temperaturi od oko 33 °C/40-50 minuta. Nakon što se dobije gruš i izdvojena sirutka, gruš se odvaja dok sirutka dalje prolazi toplinski režim odnosno zagrijavanje na 80 – 90 °C/30 minuta tako da i proteini sirutke koaguliraju. Izdvojeni gruš reže se na kockice i preša. Nakon prešanja, oblikovani sir se reže i stavlja u prethodno zagrijanu sirutku gdje se zajedno kuhaju otprilike 1 sat. Najpoznatiji takav sir je *Halloumi* sa Cipra [3].

## **2.3. Proizvodnja kuhanog sira**

### **2.3.1. Tradicionalni način proizvodnje kuhanog sira**

Tradicionalni način proizvodnje kuhanog sira najčešće se provodi u domaćinstvima na području sjeveroistočne Hrvatske. Proizvodi se najčešće od kravljeg mlijeka jer je ono najzastupljenije i najdostupnije, no sve je više kuhanih sireva od kozjeg mlijeka te mješavina kravljeg i kozjeg mlijeka [11]. Radi se na način da se ne pasterizirano mlijeko procijedi i stavi u lonac. Nakon što zavrije i postigne određenu temperaturu, dodaje mu se 2 % soli, skida se sa vatre i doda oko 1 % kiseline, a najčešće je to alkoholni ocat. Nakon što se doda kiselina, mlijeko se počinje grušati. Dobiveni gruš prenosi se u kalupe sa čistom i sterilnom gazom. Kalupi sa grušem se opterete utegom i prešaju. Sireve je potrebno okrenuti 2 do 3 puta. Nakon završetka prešanja, sirevi se vade iz kalupa i ostavljaju se na zraku da se kora osuši, a također se mogu i dimiti da se dobije intenzivnija aroma i okus [3]. Kuhani tradicionalni sir prikazan je na slici 4.



Slika 4. Tradicionalno proizveden kuhani sir [10]

### 2.3.2. Industrijski način proizvodnje kuhanog sira

Industrijski način proizvodnje kuhanog sira bitno se razlikuje od onoga proizvedenog u domaćinstvu, posebice što se tiče mikrobiološke kvalitete. Industrijskom proizvodnjom žele se očuvati sva obilježja sira zbog kojeg je taj sir specifičan, a pritom osigurati visoku kvalitetu i poželjan proizvod. Proces proizvodnje se također razlikuje [12]. Kod industrijske proizvodnje, mlijeko se prvo pasteurizira na  $74\text{ }^{\circ}\text{C}/40$  sekundi kako bi se osigurala mikrobiološka ispravnost mlijeka. Nakon što se mlijeko pasteurizira, ono se dalje hladi. Zatim se dodaje čista kultura u mlijeko koja fermentira laktozu u mliječnu kiselinu i aromatske tvari. Koagulacija se vrši pomoću mliječne kiseline i sirila. Razlikujemo hladni i topli postupak sirenja. Kod hladnog sirenja, proces je duži jer je smanjeno djelovanje sirila. Topli postupak sirenja je brži jer je veća djelotvornost sirila. Nakon što se dobije gruša, on se reže sirarskom harfom i tako razrezan miruje neko vrijeme. Zatim slijedi cijedenje odnosno odvajanje sirutke od gruša što se vrši centrifugalnim separatorima ili sirnim maramama. Zadnji dio proizvodnje čini pakiranje i skladištenje na  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  [3].

Dobiveni sir je velike hranjive i prehrambene vrijednosti zbog velikog udjela proteina, mineralnih tvari i vitamina te ima malu kalorijsku vrijednost zbog čega je izvrsna dijetalna namirnica [12]. Količina laktoze je manja u dobivenom siru nego u samom mlijeku jer većina laktoze iz mlijeka prelazi u sirutku [1].

## **3. Materijali i metode**

### **3.1. Materijali**

Za proizvodnju kuhanog sira korišteno je kravlje (OPG Milorad Vrhovski, Sveti Ivan Žabno) i kozje (OPG Krunoslav Vodopija, Sveti Ivan Žabno) sirovo mlijeka sa obiteljskih poljoprivrednih gospodarstva, alkoholni ocat ("Kisko", 9 % octene kiseline, Badel d.o.o., Zagreb) i kuhinjska sol (NaCl, Solana Pag d.d., Pag).

### **3.2. Metode rada**

Prije same proizvodnje sira, provjerena je pH vrijednost mlijeka, nakon čega je započela proizvodnja sira. Proizvedenim sirevima je izmjerena pH vrijednost i titracijska kiselost sira po Soxhlet – Henkelu. Zatim je određena količina suhe tvari i pepela, mliječna mast, udio soli u svakom siru, tekstura sireva te senzorska ocjena oba sira. Također je na kraju napravljena anketa kako bi se vidjelo znanje potrošača o osobinama te načinu proizvodnje kuhanog kozjeg i kravljeg sira.

#### **3.2.1. Proizvodnja kuhanog sira**

Za proizvodnju kravljeg i kozjeg kuhanog sira, korišteno je sveukupno 6 litara svježeg nepasteriziranog mlijeka, odnosno 3 litre mlijeka za svaku vrstu sira. Mlijeko je stavljeno na zagrijavanje dok nije postiglo temperaturu od oko 95 °C. Kako je mlijeku rasla temperatura, bilo ga je potrebno konstantno miješati kako mlijeko ne bi zagorjelo i samim tim utjecalo na kvalitetu budućeg sira. Nakon što je postignuta temperatura od 95 °C, lonac s mlijekom je stavljen sa strane te je dodano 70 mL alkoholnog octa uz miješanje do koaguliranja (slika 5). Dobiveni gruš se zatim posolio s oko 2 % soli, odnosno 60 grama i promiješao, a zatim se stavio u vlažnu gazu u cjedilo kako bi se sirutka pod vlastitom masom gruša iscijedila (slike 6 i 7). Gruš sa gazom je tada stavljen u kalupe i opterećen utegom radi prešanja i izdvajanja ostatka sirutke (slika 8). Nakon što se gruš odvojio od sirutke, izmjeren je volumen dobivene sirutke. Tijekom prešanja, sir se okretao 2 do 3 puta, a sam proces je trajao oko 3 sata. Kada je sir isprešan, vadio se iz kalupa. Finalni proizvod prikazan je na slikama 8 i 10.





Slika 5. Kiselinska koagulacija mlijeka  
(vlastita fotografija)



Slika 7. Stavljanje sira u vlažnu gazu  
(vlastita fotografija)



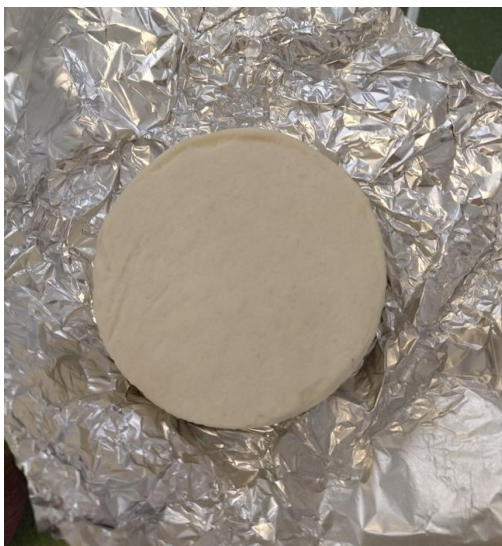
Slika 6. Izdvajanje sirutke od gruša  
(vlastita fotografija)



Slika 8. Prešanje sira utegom  
(vlastita fotografija)



Slika 9. Kuhani kravljji sir  
(vlastita fotografija)



Slika 10. Kuhani kozji sir  
(vlastita fotografija)

### 3.2.2. Određivanje kiselosti pH – metrom

#### *pH mlijeka*

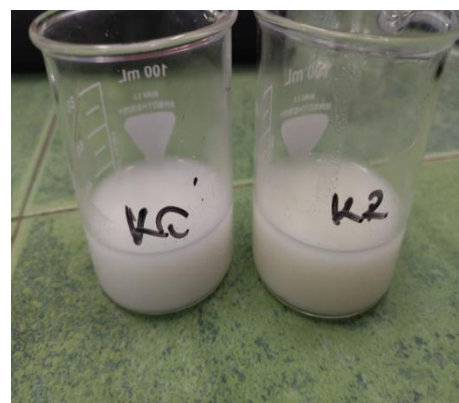
Prije same proizvodnje sira, pH metrom je izmjerena pH vrijednost kozjeg i kravljeg mlijeka. Prije ispitivanja same pH vrijednosti mlijeka, elektroda je isprana destiliranom vodom. Nakon ispiranja, uronila se u mlijeko. pH vrijednost je očitana na zaslonu uređaja (WTW, Njemačka) [3]. Kada je mjerenje završeno, elektroda se ponovno isprala destiliranom vodom i uronila u otopinu kalijeva klorida.

#### *pH sira*

Za mjerenje pH vrijednosti sira, sir se prvo morao usitniti i homogenizirati. Odvagano je oko 3 g kravljeg sira i kozjeg sira. Zatim se odvagani sir stavio u porculanski tarionik te s tučkom dobro homogenizirao uz dolijevanje prokuhane i tople (50 °C) destilirane vode, u omjeru 3:10 (slika 11). U smjesu sira i vode (slika 12) uronjena je elektroda istim postupkom kao i kod mjerenja pH vrijednosti mlijeka [14].



Slika 11. Homogeniziranje sira sa vodom  
(vlastita fotografija)



Slika 12. Smjesa sira i vode  
(vlastita fotografija)

### *Određivanje titracijske kiselosti sira metodom po Soxhlet – Henkelu*

Za određivanje titracijske kiselosti sira, prvo je bilo potrebno odvagati oko 5 grama sira. Odvagani sir stavljen je u tarionik i također homogeniziran destiliranom prokuhanom vodom kao kod mjerenja pH vrijednosti sira. Smjesa je prenesena u Erlenmayerovu tikvicu i nadopunjena destiliranom vodom do oznake da ukupni volumen bude 100 mL. Zatim je dodan 1 mL fenolftaleina i provedena je titracija s 0,1 M otopinom natrijeva hidroksida (NaOH). Titriranje se vršilo do pojave blijedo ružičaste boje. Nakon što se dobio utrošak 0,1 M NaOH, navedene vrijednosti uvrstile su se u formulu (1) te se izračunala titracijska kiselost:

$$^{\circ}\text{SH} = a \times f \times 8 \quad (1)$$

gdje je,  $a$  – mL 0,1 M NaOH utrošene za titraciju,  $f$  – faktor otopine NaOH, a 8 - razrjeđenje [3].

### **3.2.3. Određivanje mliječne masti u siru butirometrijskom metodom prema Gerber-Siegfeld-Teichertu**

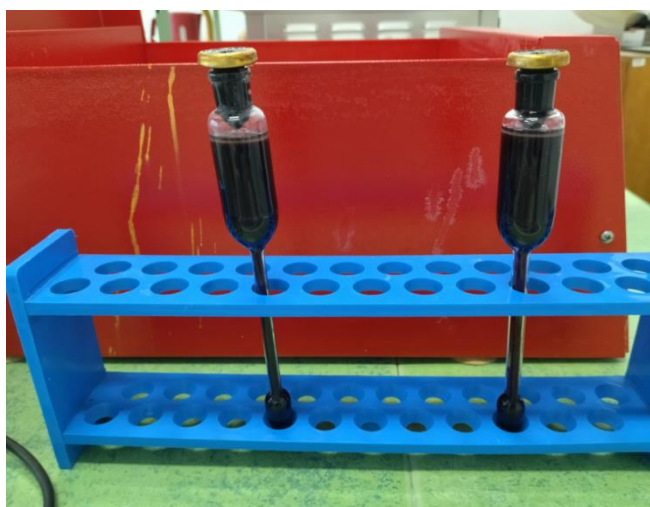
Za određivanje mliječne masti sira, bilo je potrebno odvagati oko 2 do 2,5 grama sira. Uzorak sira usitnjen je u tarioniku s tučkom te je premješten u staklenu čašicu. Siru je dodano 10 mL sumporne kiseline te je sve zajedno stavljeno u vodenu kupelj na zagrijavanje i redovito miješanje sve dok se čitav sir nije otopio (slika 13). Kada se sir otopio, sadržaj je premješten u butirometar za mlijeko (slika 14). Čašice u kojem su se sirevi topili, isprana je sumpornom kiselinom pritom pazeći da ukupni volumen ne pređe 19 mL [14]. Nakon ispiranja, u butirometar je dodan 1 mL izoamilnog alkohola koji omogućuje lakše odvajanje masti jer snizuje površinsku napetost mlijeka, te je nakon toga butirometar začepljen [15]. Zatim, uzorci su prebačeni na centrifugiranje kroz 5 minuta. Kada je završeno centrifugiranje, očitani su postotak masti koji se zatim uvrstio u slijedeću formulu (2):

$$\% \text{ masti u siru} = \frac{m \times 11,3}{A} \quad (2)$$

gdje je,  $m$  - očitani postotak masti u butirometru, a  $A$  – odvaga sira u gramima [3].



Slika 13. Otapanje uzoraka sira u sumpornoj kiselini  
(vlastita fotografija)



Slika 14. Određivanje mliječne masti u butirometru  
(vlastita fotografija)

#### **3.2.4. Određivanje udjela kuhinjske soli u siru metodom po Mohru**

Za određivanje soli prvo je odvađnuto 2 grama sira i homogenizirano u tarioniku s tučkom sa 2 do 3 mL tople vode. Homogenizirana smjesa prebačena je u odmjernu tikvicu

volumena 100 mL i napunjena destiliranom vodom do oznake. Tikvicu je bilo potrebno zatvoriti čepom i staviti u vodenu kupelj sve dok smjesa unutar tikvice ne proključa. Čep se trebao povremeno dizati da se ne stvori previše pare unutar tikvice[14]. Kada je otopina proključala, maknula se iz vodene kupelji i stavljena je sa strane da se ohladi. Nakon što se otopina ohladila, filtrirana je preko filter papira u Erlenmeyerovu tikvicu.

Filtratu je izmjerena pH vrijednost koja se namjestila na oko 10 pH jedinica. Ukoliko je filtrat kiseo, neutralizira se s natrijevim hidroksidom. Od filtrata otpipetirano je 25 mL i dodano 2 do 3 kapi indikatora (zasićena otopina  $K_2CrO_4$ ). Zatim se otopina titrirala sa 0,1 M otopinom  $AgNO_3$  sve dok otopina nije promijenila boju. Očitana je vrijednost utrošene koncentracije  $AgNO_3$  i uvrštena u slijedeću formulu (3) za određivanje udjela soli u sirevima:

$$w(NaCl) = \frac{m1}{m2} \times 100 (\%) \quad (3)$$

gdje je,  $m1 = 4 \times c(AgNO_3) \text{ (mol/L)} \times V_s \text{ (AgNO}_3\text{) (L)} \times M \text{ (NaCl) (g/mol)}$ , a  $m2$  – masa uzorka [3].

### 3.2.5. Određivanje udjela suhe tvari u siru

U aluminijske posudice s poklopcem u kojima je prethodno izaren kvarcni pijesak, odvagano je 2 do 3 grama uzorka sira. Kada je sir odvagano, posudice su stavljene u sušionik na temperaturu  $102 \pm 2$  °C. Nakon 120 minuta, posudice su izvađene i stavljene u eksikator gdje su se hladile do sobne temperature. Postupak se provodio sve dok nakon vaganja aluminijske posudice s uzorkom, na analitičkoj vagi nije postignuta konstantna masa. Nakon završenog procesa, podatci su se uvrstili u slijedeću formulu (4) za izračunavanje udjela suhe tvari u siru:

$$\% \text{ vode u siru} = \frac{a}{c} \times 100 \quad (4)$$

gdje je,  $a$  – razlika u masi aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja i nakon sušenja, a  $c$  – masa odvaganutog uzorka [3].

### 3.2.6. Određivanje mineralnih tvari

Uzorak za određivanje mineralnih tvari, odnosno pepela, pripremljen je tako da se prvo izvagalo 5 grama od svakog uzorka i homogenizirao. Zatim je uzorak prebačen u porculansku zdjelicu. Porculanska zdjelica u koju ide uzorak, prethodno je prije vaganja bila izžarena u Mufolnoj peći te ohlađena u eksikatoru. Uzorak se zatim prebacio u porculansku zdjelicu te se stavio u Mufolnu peć na temperaturu od oko 550 °C. Spaljivanjem se uklanjaju organske tvari, a anorganske tvari koje predstavljaju ukupne mineralne tvari u uzorku, zaostaju. Spaljivanje se provodi kada je pepeo konstantne mase. Formula za izračunavanje postotka pepela (5) odnosno ukupnih mineralnih tvari je:

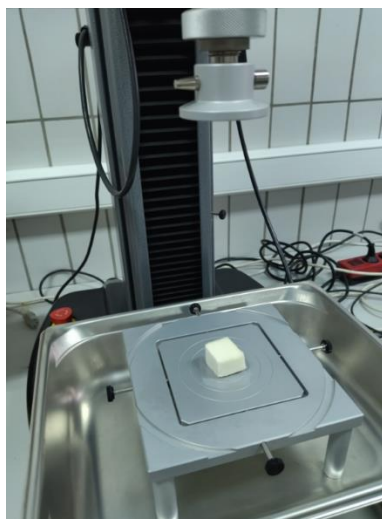
$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (5)$$

gdje je,  $m_3$  - masa porculanske zdjelice i pepela (g),  $m_1$  – masa prazne porculanske zdjelice, a  $m_2$  - masa porculanske zdjelice i uzorka prije spaljivanja (g) [19]

### 3.2.7. Određivanje teksture sira

Jedan od postupaka koji je također bitan za kvalitetu sira je i tekstura. Tekstura sira provodila se uređajem koji se zove teksturometar (Ametek Lloyd Instruments Ltd., UK). Priprema uzorka provodila se tako da su se kravlji i kozji sir svaki narezali na 2 jednake kockice veličine 1 cm<sup>3</sup>. Uzorci su se stavili na uređaj tako da kockice ne dodiruju gornji dio uređaja koji pritišće sir. Zatim je pokrenut program za obrađivanje podataka (NexygenPlus). Parametri koji su bili obrađivani su: tvrdoća, adhezivna sila, kohezivnost, adhezivnost (Nmm), gumenost, odgođena elastičnost (mm), žvakljivost (Nmm), lom, vlaknastost (mm) te otpornost. Parametri su se određivali tijekom takozvana “dva zagrizi” do 50 % visine uzorka, a pri brzini od 2 mm/h. Na slici 15, prikazan je uređaj teksturometar sa uzorkom sira.





Slika 15. Teksturometar  
(vlastita fotografija)

### 3.2.8. Senzorska analiza sira

Senzorskom analizom sira utvrđuju se svojstva proizvoda za koje nije potrebno nikakvo analitičko mjerenje, već se mjerenje vrši pomoću ljudskih osjetila. Parametri koji su ocjenjivani su izgled, presjek, boja, miris, okus i konzistencija. Ocjenjivanje je provedeno prema obrascu prikazanom u tablici 3.

Tablica 3. Ocjena organoleptičkih svojstava sira te opis pojedinog svojstva

<b>SVOJSTVO I OPIS SVOJSTVA</b>	<b>MAKSIMALAN BROJ BODOVA</b>
<b>Izgled (bijeli do žućkasti, homogen sir uz mogućnost manjih pukotina u teksturi)</b>	2
<b>Boja (bijeli do žućkasti)</b>	1
<b>Stanje (struktura) tijesta (homogena, zrnata, male pukotine)</b>	2
<b>Presjek (homogen, moguće manje pukotine u siru)</b>	3
<b>Miris (kiselkasto mliječni, blago pikantan)</b>	2
<b>Okus (kiseli i slani okus, lagano pikantan okus)</b>	10
<b>Ukupno</b>	20



### 3.2.9. Anketa

Provedena je anketa o kuhanom kozjem i kravljem siru, a vezana uz karakteristike i način proizvodnje sira. Ispitanicima je dana anketa od 7 pitanja (tablica 4).

Tablica 4. Pitanja ankete

<b>PITANJA ANKETE</b>
<b>1) Spol</b>
<b>2) Dob</b>
<b>3) Jeste li kušali navedene kravlje i kozje sireve?</b>
<b>4) Što mislite, je li proizvodnja jednaka kod oba sira?</b>
<b>5) Kada je proizvodnja gotova, smatrate li da će se od iste količine utrošenog kravljeg i kozjeg mlijeka, dobiti ista količina sira?</b>
<b>6) Smatrate li da se kozji i kravlji sirevi međusobno bitno razlikuju po kemijskom sastavu i senzorskim svojstvima?</b>
<b>7) Koji sir preferirate i zašto?</b>

## 4. Rezultati i rasprava

Cilj ovog završnog rada bio je analizirati fizikalno – kemijske, teksturalne te senzorske karakteristike kuhanog kozjeg i kravljeg sira. Na temelju rezultata analiza potrebno je definirati razlike u provedenim analizama među navedenim sirevima. Osim toga, provedena je anketa u kojoj su ispitanicima postavljena pitanja o poznavanju i o razlici kuhanog kozjeg i kravljeg sira.

### 4.1. Rezultati analize sira

Prije svega, da bi se proizveo kvalitetan sir, sirovina za njegovu proizvodnju, mlijeko, mora biti odlične kakvoće te mora udovoljavati Pravilniku o kakvoći i sastavu sirovog mlijeka [10]. Prije same proizvodnje sira, kozjem i kravljem mlijeku je određena pH vrijednost kako bi se isključila eventualna mogućnost pokvarenog, odnosno kiselog mlijeka. U tablici 5, navedene su pH vrijednosti kravljeg i kozjeg mlijeka kao i referentne granice za kravlje i kozje mlijeko prema Pravilniku iz Narodnih novina [13].

Tablica 5. pH vrijednost i referentna pH vrijednost kravljeg i kozjeg mlijeka

PARAMETAR	KRAVLJE MLIJEKO	KOZJE MLIJEKO
Izmjeren pH	6,8	6,7
Referentna vrijednost	6,5-6,8	6,4-6,7

Kada je sir bio proizveden, odnosno kada se sirutka odvojila od gruša, izračunat je volumen sirutke. Volumen kravlje sirutke iznosio je 2325 mL, dok je volumen kozje sirutke iznosio 2445 mL. Nakon prešanja sira i konačnog proizvoda izračunate su mase sireva. Masa kravljeg sira iznosila je 411,47 g, dok je masa kozjeg sira iznosila 360,14 g. Navedene mase odgovaraju količini dobivene sirutke jer se kod kravljeg sira izdvojilo manje sirutke, pa je sama masa na kraju bila veća od mase kozjeg sira.

Nakon proizvodnje sira, određena mu je bila kiselost - pH vrijednost te titracijska kiselost po Soxhlet – Henkelu. pH vrijednost je aktivna kiselost, odnosno koncentracija slobodnih vodikovih iona, dok je °SH stvorena kiselost ostalih sastojaka koji imaju veliki puferski kapacitet [16]. Jedan od glavnih čimbenika koji utječe na strukturu sira je pH

vrijednost zbog utjecaja na kazein, a najvećim djelom do porasta pH dolazi kod sireva koji nakon same proizvodnje prolaze još i proces zrenja. U slijedećoj tablici 6, prikazana je pH vrijednost i titracijska kiselost kuhanog kravljeg i kozjeg sira. Iz priložene tablice, vidljivo je da se pH vrijednost između kravljeg i kozjeg sira naročito ne razlikuje, dok je titracijska kiselost veća kod kravljeg sira nego kod kuhanog. Također, vidljivo je da nema korelacije između navedene dvije kiselosti.

Tablica 6. pH i °SH kiselost kod kravljeg i kozjeg kuhanog sira

PARAMETAR	KUHANI KRAVLJI SIR	KUHANI KOZJI SIR
<b>pH</b>	6,41	6,48
<b>°SH</b>	55,2	40,8

Slijedeća analiza koja je bila napravljena, bila je određivanje mliječne masti u siru. Mliječna mast je nosioc arome u proizvodima, pa tako i u siru, ali je zaslužna i za konzistenciju. Udio masti u samom mlijeku varira od 2,5 do 6 %. Ovisno koji tip sira se želi dobiti, mliječna mast se može podesiti. Kod analize uzoraka iz ovog rada, mliječna mast se nije standardizirala te je izmjerena u siru kojemu mliječna mast nije ni oduzeta ni dodana. U tablici 7 prikazani su izmjereni rezultati mliječne masti u uzorcima kravlje i kozjeg kuhanog sira. Kozji sir, iako je na izgled bio bijel, dok je kravljji sir bio izrazito žute boje (slika 9 i 10) očekivano je da će kravljji imati veći udjel mliječne masti, međutim, ipak je kozji sir imao veći postotak mliječne masti. Mliječna mast daje žućkastu boju mlijeka, pa tako i siru. Mliječna mast kozjeg mlijeka se razlikuje u odnosu na mliječnu mast kravljeg mlijeka, ona je probavljivija jer su masne globule kozjeg mlijeka manje i ima ih više. Zbog toga se može reći da je kozje mlijeko prirodno homogenizirano. Osim toga, kozje mlijeko je izrazito bijele boje u odnosu na kravlje mlijeko, pa je shodno tome i kozji kuhani siru bjeliji u odnosu na kravljji. Kozje mlijeko sadržava više vitamina A (retinola) od kravljeg mlijeka. U njemu je sav  $\beta$ -karoten iz hrane i krvi konvertiran u vitamin A, što je razlog njegove karakteristične izrazito bijele boje. Prema postotku mliječne masti u suhoj tvari, navedeni sirevi prema pravilniku iz Narodnih novina spadaju u skupinu masnih sireva [17].

Tablica 7. Udio mliječne masti u kravljem i kozjem kuhanom siru

PARAMETAR	KRAVLJI KUHANI SIR	KOZJI KUHANI SIR
<b>% mliječne masti</b>	14,72 %	17,31 %

Tablicom 8 prikazana je količina soli u uzorcima kozjeg i kravljeg kuhanog sira. Prosječna količina soli u kravljem mlijeku iznosi 0,123 g, dok u kozjem mlijeku 0,132 g [19]. Udio soli u uzorcima kuhanog kravljeg i kozjeg sira se nešto razlikuju iako je u postupku proizvodnje bila dodana ista količina soli (60 g) u oba sira. Razlog tome je što kozje mlijeko prirodno sadrži veću količinu soli u odnosu na kravlje mlijeko te je zbog toga okus kozjeg mlijeka blago slankast.

Tablica 8. Udio soli u uzorcima kuhanog kravljeg i kozjeg sira

PARAMETAR	KRAVLJI KUHANI SIR	KOZJI KUHANI SIR
<b>Udio soli</b>	1,76 %	1,85 %

Tablicom 9 prikazana je količina suhe tvari, odnosno udio vode u kozjem i kravljem siru, kao i udio pepela. Udio vode u siru je važan pokazatelj kvalitete sira, a i njome se može utvrditi trajanje zrenja procesa, jer dužim zrenjem, sir gubi sve više vode. Iz rezultata se vidi kako je udio suhe tvari u kozjem mlijeku nešto veći u odnosu na kravlju sir, a razlog tome je najvjerojatnije što je udio mineralnih tvari, odnosno soli veći u kozjem mlijeku nego u kravljem, a i udio masti je u kozjem siru bio veći. Prosječna količina pepela u kozjem mlijeku je 0,77 %, dok je u kravljem nešto viša, odnosno 0,79 %. Analizom utvrđivanja ukupnih mineralnih tvari dobivene su vrijednosti u tablici 9.

Analizom je dokazano kako više mineralnih tvari ima u kozjem kuhanom siru nego u kravljem što je rezultat veće količine mineralnih tvari u kozjem mlijeku.

Tablica 9. Udio vode, suhe tvari i pepela u uzorcima kuhanog kravljeg i kozjeg sira

<b>PARAMETAR</b>	<b>KRAVLJI KUHANI SIR</b>	<b>KOZJI KUHANI SIR</b>
<b>Udio suhe tvari</b>	55 %	57 %
<b>Udio vode</b>	45 %	43 %
<b>Udio pepela</b>	2,4 %	2,6 %

Zatim je uzorcima sira određena tekstura pomoću teksturometra. Određivana im je tvrdoća, elastičnost, otpornost, lom, vlaknastost, gumenost, adhezivnost, kohezivnost, žvakljivost, žilavost te adhezivna sila. Rezultati (tablica 10) pokazuju da je kravljji sir puno elastičniji u odnosu na kozji. Razlog tome može biti što kravljji sir ima manji udio masnoće od kozjeg te manji udio vode u sebi jer je u početku više izdvojeno sirutke. Nadalje, i tvrdoća kravljeg sira je veća nego kod kozjeg. Kohezivnost su po definiciji unutarnje sile koje drže uzorak na okupu, odnosno da se ne raspadne [3]. Rezultati pokazuju kako je kohezivnost kod kravljeg kuhanog sira nešto veća nego kod kozjeg.

Adhezivnost su privlačne sile između samog uređaja i kuhanog sira [3]. Tu je također kravljji sir imao nešto veće vrijednosti nego kozji sir.

Žvakljivost je energija koja je potrebna da bi se uzorak prožvakao. Iz rezultata je vidljiva velika razlika u žvakljivosti između kravljeg i kozjeg sira te se može reći da je puno više energije potrebno za žvakanje kravljeg nego kozjeg sira.

Odgodena elastičnost, kako i samo ime govori je omjer visine do koje se uzorak vraća između prve i druge kompresije. Kod kozjeg sira utvrđene su veće vrijednosti nego kod kravljeg kuhanog sira.

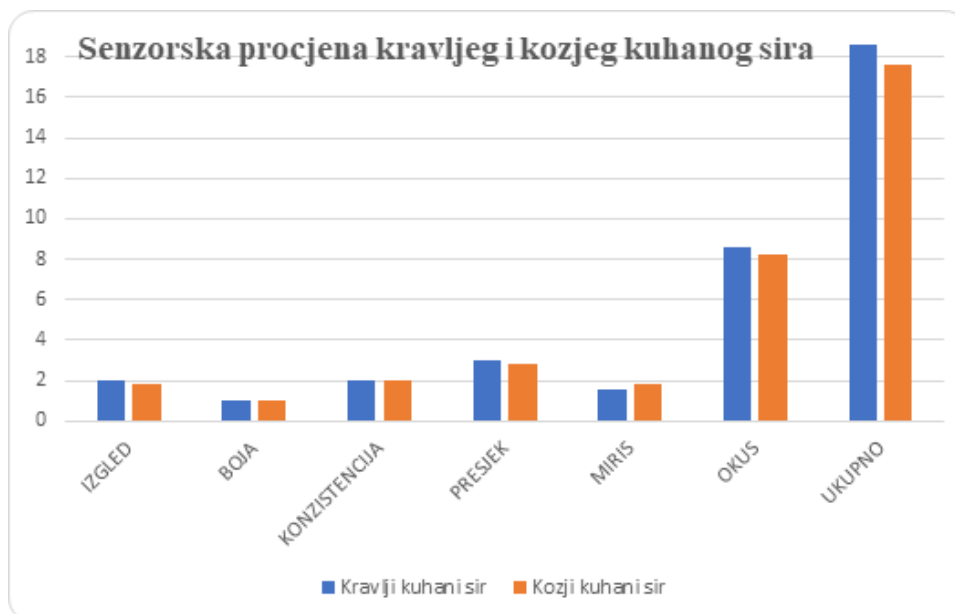
Između parametara otpornosti, loma i žilavosti nema velike razlike između navedenih uzoraka sireva.

Tablica 10. Tekstura uzoraka kuhanih sireva

<b>PARAMETRI</b>	<b>KRAVLJI SIR</b>	<b>KOZJI SIR</b>
<b>Tvrdoća (N)</b>	77,182	20,89
<b>Adhezivna sila (N)</b>	-0,138	-0,045
<b>Kohezivnost</b>	0,56	0,40
<b>Adhezivnost (Nmm)</b>	0,22	0,15
<b>Žvakljivost (Nmm)</b>	365,00	57,09
<b>Gumenost (N)</b>	43,65	8,36
<b>Otpornost</b>	0,49	0,33
<b>Lom (N)</b>	1,96	2,24
<b>Žilavost (mm)</b>	2,77	2,48
<b>Odgodena elastičnost (mm)</b>	-1,63	-3,26

Na slici 16, prikazane su ukupne senzorske ocjene kravljeg i kozjeg kuhanog sira te ocjene pojedinačnog ocjenjivanog svojstva. Prvih četiri parametra kod kravljeg sira, dobili su maksimalan broj bodova, dok je manje odstupanje od maksimalnog broja dobio miris koji po ocjenama ocjenjivača manje odstupa od pravilnog. Također je i manji broj bodova utvrđen kod komponente okusa koji za ocjenjivače nije bio dovoljno izražen i jak.

Prema ocjenama ocjenjivača i prema ukupnom zbroju srednjih vrijednosti, kozji sir je slabije prihvaćen te je utvrđeno dosta odstupanja. Kod izgleda su primijećena manja odstupanja. Parametrima boja i konzistencija, utvrđen je maksimalan broj bodova. Manja odstupanja vidimo kod presjeka te kod mirisa koji je okarakteriziran kao “premalo kiselo”. Najveće odstupanje primijećeno je kod okusa, koji je kod ocjenjivača najslabije ocijenjen.



Slika 16. Senzorska ocjena kravljeg i kozjeg kuhanog sira te srednje vrijednosti ocjenjivanih svojstava

## 4.2. Rezultati ankete

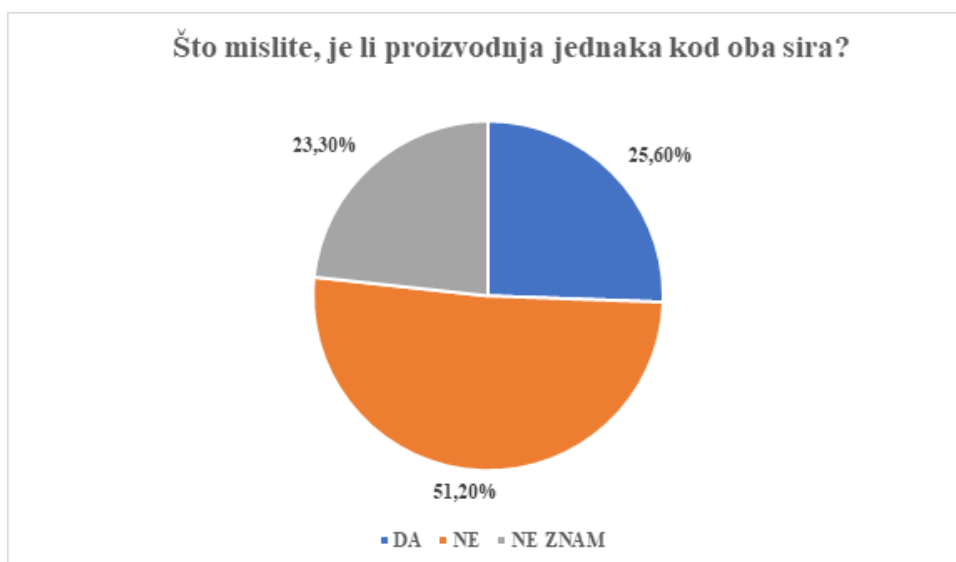
U istraživanju su sudjelovale 43 osobe, od čega su 32 osobe bile ženskog spola (74,4 %), 10 osoba muškog spola (23,3 %) te se jedna osoba izjasnila pod rubrikom ostalo. Najviše ispitanika bilo je u dobi od 21 do 30 godina (27 osoba, 62,8 %), zatim slijede osobe u dobi od 18 do 21 godinu (11 osoba, 25,6 %), osoba u dobi od 30 do 45 godina bilo je četvero (9,3 %) te je najmanje ispitanika bilo iznad 45 godina (1 osoba, 2,3 %).

Na pitanje ispitanicima jesu li kušali navedene kravlje i kozje sireve, većina ih je odgovorila potvrdno sa “Da”, odnosno 35 osoba (81,4 %). Ostatak ispitanika, (18,6 %) odgovorilo je sa “Ne”. Može se reći kako je većina ispitanika probala navedene sireve te je upoznata s njihovim osnovnim karakteristikama (slika 17).



Slika 17. Poznavanje ispitanika sa okusima kravljih i kozjih sireva

Drugo anketno pitanje bilo je vezano uz samu proizvodnju navedenih sireva, odnosno misle li ispitanici da je proizvodnja jednaka kod oba sira. Najviše ispitanika, njih čak 22 (51,2 %), odgovorilo je sa “Ne”, dok njih 11 (25,6 %) smatra kako je proizvodnja jednaka. Ostatak ispitanika, njih 10 (23,3 %) izjasnilo se sa odgovorom “Ne znam”.

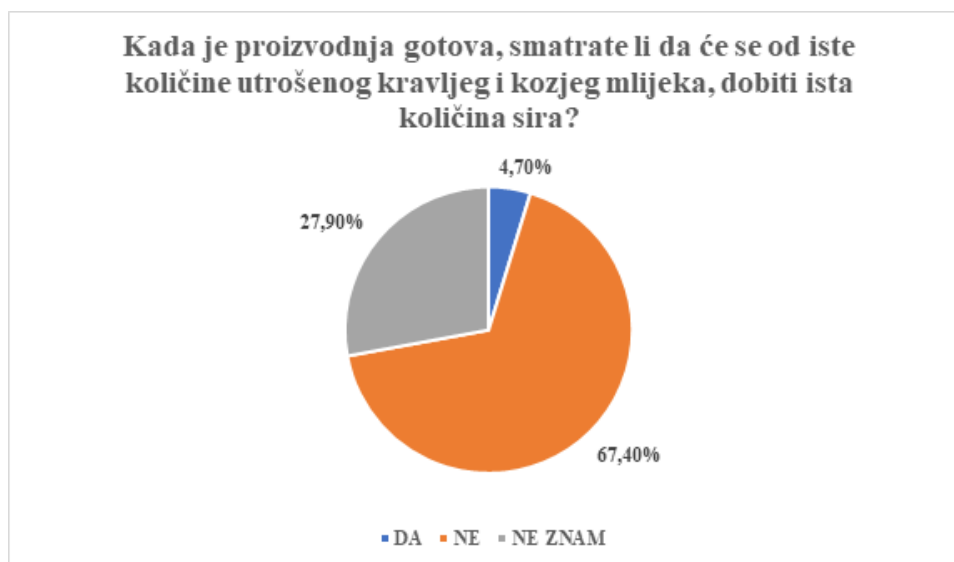


Slika 18. Poznavanje ispitanika sa proizvodnjom kravljeg i kozjeg kuhanog sira

Iz slike 18, vidimo kako većina ispitanika nije upoznata sa samom proizvodnjom navedenih sireva, a na temelju rezultata koji su na kraju dobiveni, odnosno više od pola ispitanika smatra kako se proizvodnja između ta dva sira razlikuje.



Slijedeće pitanje bilo je vezano uz sam prinos sira, konkretno, misle li ispitanici da se od iste količine utrošenog kravljeg i kozjeg mlijeka, dobije ista količina sira. Najviše ispitanika odgovorilo je sa “Ne”, njih 29 (67,4 %), 12 ispitanika (27,9 %), odgovorilo je sa “Ne znam”, a najmanji broj ispitanika, njih dvoje (4,7 %), odgovorilo je sa “Da”. Rezultati su prikazani slikom 19.



Slika 19. Poznavanje ispitanika sa prinosom sira

Predzadnje pitanje bilo je vezano uz kemijski sastav i senzorska svojstva kravljeg i kozjeg kuhanog sira, točnije, razlikuju li se navedeni parametri kod kravljeg i kozjeg kuhanog sira. Više od polovice ispitanika, njih 30 (69,8 %) smatra da se navedeni parametri bitno razlikuju između ta dva sira, 10 osoba (23,3 %), smatra kako se ne razlikuju te se tri ispitanika (7 %) nisu htjeli izjasniti (slika 20).

Što se i ovog pitanja tiče, skoro svi ispitanici odgovorili su “Da” te se na temelju toga može reći kako je većina ispitanika upoznata s osnovnim razlikovnim parametrima navedenih sireva.



Slika 20. Poznavanje kemijskog sastava i senzorskih svojstava

Zadnje pitanje ticalo se samih preferencija ispitanika, odnosno koje sireve više preferiraju od ta dva. Najviše ispitanika odgovorilo je kako im je kravlji sir ukusniji, a najčešći razlog zbog kojeg prije biraju kravlji je taj što im “kozji sir ima karakterističan miris”, “blaži okus i miris”, “prejak okus” (kozji sir), “zbog navike” i slično, dok manji broj ispitanika baš zbog tog intenzivnijeg mirisa, okusa i arome, radije biraju kozji kuhani sir nego kravlji kuhani sir. Ostatak ispitanika odgovorilo je prvim dijelom na pitanje, no nisu pojasnili zašto im je upravo taj kojeg su naveli, bolji od drugog.

## 5. Zaključak

Nakon provedenog istraživanja i dobivenih rezultata, može se zaključiti slijedeće:

1. pH vrijednosti kuhanog kravljeg i kozjeg sira ne razlikuje se značajno zbog male razlike pH vrijednosti kravljeg i kozjeg mlijeka, ipak, nešto veću pH vrijednost ima kozji sir. Titracijska kiselost je veća kod kravljeg sira te nema korelacije između navedene dvije kiselosti.
2. Kozji sir je imao veću mliječnu mast u odnosu na kravlji sir, što se može pripisati razlici u mliječnoj masti kravljeg i kozjeg mlijeka. Prema navedenim rezultatima, proizvedeni kozji i kravlji kuhani sir se mogu svrstati u skupinu masnih sireva.
3. Količina soli je nešto veća kod kozjeg sira, a razlog tomu je i prirodno veća količina soli u kozjem mlijeku.
4. Veću količinu suhe tvari ima kozji sir, dok kravlji sir sadrži nešto veću količinu vode, a razlog tome je najvjerojatnije što je udio mineralnih tvari, odnosno soli veći u kozjem mlijeku nego u kravljem, a i udio masti je u kozjem siru bio veći.
5. Veću količinu pepela, odnosno mineralnih tvari ima kozji sir.
6. Određivani parametri teksture ukazuju kako je kravlji sir elastičniji i tvrđi, a razlog tome može biti što kravlji sir ima manji udio masnoće i manji udio vode u sebi jer je izdvojeno više sirutke. Također je za kravlji sir potrebna veća energija za žvakanje, a veću vrijednost je kozji sir imao kod odgođene elastičnosti.
7. Senzorskom procjenom je kravljem siru dodijeljen veći ukupni zbroj ocjena. Najviše odstupanja bilo je za svojstvo okusa, dok je kozji sir imao odstupanja za miris i okus.
8. Anketa je pokazala kako ispitivači preferiraju kravlji kuhani sir, te je većina njih upoznata sa prinosom i samom proizvodnjom navedenih sireva.

MARKON  
ALTERNATIVA

Sveučilište  
Sjever



SVEUČILIŠTE  
SJEVER

**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, PETRA LUGOMER (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom RAZLIKA FIZIKALNO-KEMIJSKIH TEKSTURALNIH I SENSORSKIH KARAKTERISTIKA KUHANOG SIRA OD KEVUJEG I KOZJEG MLIJEKA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Petra Lugomer  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, PETRA LUGOMER (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom RAZLIKA FIZIKALNO-KEMIJSKIH TEKSTURALNIH I SENSORSKIH KARAKTERISTIKA KUHANOG SIRA OD KEVUJEG I KOZJEG MLIJEKA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Petra Lugomer  
(vlastoručni potpis)

## 6. Literatura

- [1] Lj. Tratnik, R. Božanić: Mlijeko i mliječni proizvodi, Zagreb, 2012.
- [2] R. Božanić: Važnost i korištenje kolostruma, *Mljekarstvo*, Vol. 54 No. 3, 2004., str. 209.-224.
- [3] A. Komljenović: Utjecaj kalij klorida na tehnološki proces proizvodnje, fizikalno – kemijske, teksturalne i senzorske karakteristike kuhanog sira, *Diplomski rad*, PBF, Zagreb, 2021.
- [4] A. Petričić, D.Brničević, J.Kraš: Zavisnot kvalitete kondenziranog mlijeka o jedoobraznosti i veličini kristala laktoze, *Mljekarstvo*, Vol. 13 No. 7, 1963., str. 148.-150.
- [5] <https://images.app.goo.gl/tKWrsjQUPB37ijUK8>, dostupno 26.05.2022.
- [6] <https://images.app.goo.gl/71yEuPUynQiL8BaL6>, dostupno 26.05.2022.
- [7] M. Dent, S. Moše, D. Vikić - Topić, i sur.: Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na konformacijske promjene preoteina sirutke, *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, Vol. 11 No. 1-2, 2016., str. 97.-101.
- [8] R. Božanić, K. L. Jakopović, I. Barukčić: *Vrste mlijeka*, Zagreb, 2018.
- [9] [http://napredak.vuka.hr/fileadmin/napredak-repozitorij/prirucnik/Sirarstvo\\_u\\_teoriji\\_i\\_praksi\\_net.pdf](http://napredak.vuka.hr/fileadmin/napredak-repozitorij/prirucnik/Sirarstvo_u_teoriji_i_praksi_net.pdf) , dostupno 26.05.2022.
- [10] <https://images.app.goo.gl/UPd3TLzSeoyYjSK69>, dostupno 26.05.2022.
- [11] S. Kirin: Domaći kuhani sir, *Mljekarstvo*, Vol. 56 No. 1, 2006., str. 45.-58.
- [12] S. Kirin: Domaće vrste sireva bilogorsko – podravske regije i mogućnosti njihove industrijske proizvodnje, *Mljekarstvo*, Vol. 30 No. 4, 1980., str. 111.-116.
- [13] NN 136/2020, Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka
- [14] R. Božanić i sur.: *Analiza mlijeka i mliječnih proizvoda*, Zagreb, 2010.
- [15] D. Petrović: Fizikalno – kemijske, mikrobiološke i promjene strukture tijekom zrenja kravljeg, ovčjeg i miješanog sira, *Završni rad*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2015.

[16] R. Stelkić: Metode određivanja kiselosti mlijeka, Mljekarstvo, Vol. 18 No. 6, 1968., str. 131.-136.

[17] NN 20/2009, Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva

[18] <https://www.srcana.hr/data/public/original/doc/8/manje-soli-vise-zdravlja-hdh.pdf>, dostupno 02.06.2022.

[19] L. Vranković: Određivanje udjela ukupnih mineralnih tvari i proteina u uzorcima sireva, Završni rad, PBF, Zagreb, 2020.

## Popis slika

Slika 1. Micela kazeina.....	4
Slika 2. Submicelle kazeina .....	5
Slika 3. Glavni tehnološki procesi proizvodnje svježeg kravljeg sira.....	8
Slika 4. Tradicionalno proizveden kuhani sir .....	11
Slika 5. Kiselinska koagulacija mlijeka.....	13
Slika 6. izdvajanje sirutke od grušča.....	13
Slika 7. Stavljanje sira u vlažnu gazu.....	13
Slika 8. Prešanje sira utegom.....	14
Slika 9. Kuhani kravljji sir .....	14
Slika 10. Kuhani kozji sir .....	14
Slika 11. Homogeniziranje sira sa vodom .....	15
Slika 12. Smjesa sira i vode .....	15
Slika 13. Otapanje uzoraka sira u sumpornoj kiselini .....	17
Slika 14. Određivanje mliječne masti u butirometru.....	17
Slika 15. Teksturometar Izvor: vlastita fotografija .....	20
Slika 16. Senzorska ocjena kravljeg i kozjeg kuhanog sira te srednje vrijednosti ocjenjivanih svojstava .....	27
Slika 17. Poznavanje ispitanika sa okusima kravljih i kozjih sireva.....	28
Slika 18. Poznavanje ispitanika sa proizvodnjom kravljeg i kozjeg kuhanog sira .....	28
Slika 19. Poznavanje ispitanika sa prinosom sira .....	29
Slika 20. Poznavanje kemijskog sastava i senzorskih svojstava.....	30

## Popis tablica

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav kravljeg mlijeka.....	3
Tablica 2. Sastav, svojstva i energijska vrijednost kravljeg i kozjeg mlijeka.....	6
Tablica 3. Ocjena organoleptičkih svojstava sira te opis pojedinog svojstva.....	20
Tablica 4. Pitanja ankete.....	21
Tablica 5. pH vrijednost kod kravljeg i kozjeg mlijeka .....	22
Tablica 6. pH i °SH kiselost kod kravljeg i kozjeg kuhanog sira .....	23
Tablica 7. Udio mliječne masti u kravljem i kozjem kuhanom siru .....	24
Tablica 8. Udio soli u uzorcima kuhanog kravljeg i kozjeg sira.....	24
Tablica 9. Udio vode, suhe tvari i pepela u uzorcima kuhanog kravljeg i kozjeg sira.....	25
Tablica 10. Tekstura uzoraka kuhanih sireva.....	26