Optimizacija tehnološkog procesa proizvodnje tradicionalnog kuhanog sira u laboratorijskim uvjetima

Maretić, Nela

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:830987

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Nela Maretić

OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE TRADICIONALNOG KUHANOG SIRA U LABORATORIJSKIM UVJETIMA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad 2015.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

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

OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE TRADICIONALNOG KUHANOG SIRA U LABORATORIJSKIM UVJETIMA

Nela Maretić,240-DI

Sažetak:
Kuhani sir karakterističan je za područje sjeverozapadne i istočne Hrvatske. Tradicionalno se proizvodi od kravljeg mlijeka, a u posljednje vrijeme pojedini proizvođači ga proizvode i od kozjeg, odnosno mješavine kozjeg i kravljeg mlijeka. Proces proizvodnje kuhanog sira nije standardiziran i razlikuje se od proizvođača do proizvođača. Kako bi utvrdili optimalne tehnološke parametre za njegovu proizvodnju proizvedeno je šest različitih uzoraka kuhanog sira. Ispitivan je optimalni udio mliječne masti u mlijeku, volumen dodane octene kiseline te količina soli za soljenje gruša. Optimalni parametri proizvodnje određeni su nakon određivanja iskorištenja, fizikalno-kemijskih svojstava sira te senzorske analize. Iz provedenih analiza utvrđeni su optimalni parametri za proizvodnju kuhanog sira: mlijeko s udjelom mliječne masti 3,2 ili 4,0%, dodatak alkoholnog octa u količini od 1,5% na ukupnu količinu mlijeka te zasoljavanje gruša s 1,5% soli na ukupnu količinu mlijeka.

Ključne riječi: kuhani sir, proizvodnja, fizikalno-kemijska svojstva, prinos i senzorska analiza

Rad sadrži: 60 stranica
31 sliku
19 tablica
3 priloga
19 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1.	izv. prof. dr. sc. Vedran Slačanac	predsjednik
2.	dr. sc. Mirela Lučan, znan. sur.	član-mentor
3.	doc. dr. sc. *Jasmina Lukinac-Čačić*	član
4.	izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*	zamjena člana

Datum obrane: 22. listopada 2015.

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

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

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

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Dairy technology
Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. VIII held on May 26, 2015.
Mentor: *dr. sc. Mirela Lučan*, znan. sur.
Technical assistance: *dr. sc. Mirela Lučan*, znan. sur.

OPTIMISING OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF COOKED CHEESE IN LABORATORY CONDITIONS

NelaMaretić, 240-DI

Summary:
Cooked cheese is typical of the northwestern and eastern Croatia. It is traditionally produced from cow's milk but lately some manufacturers are producing it from goat's milk or from mix of goat's and cow's milk. Process of making cooked cheese is not standardized and varies from manufacturer to manufacturer.. To determine optimal technological parameters for its production six different versions of cooked cheese samples were produced. Optimal percentage of milk fat in milk, volume of added acetic acid and quantity of salt added to curd were examined. Optimal technological parameters were determined after evaluation of yield, physical-chemical and sensory properties of cheese. From the conducted analysis, optimal technological parameters for production of cooked cheese were determined: milk with 3.2 or 4.0% of milk fat coagulated with addition of 1.5% of acetic acid and addition of salt of 1,5% based on the mass of milk used for production of cheese.

Key words: cooked cheese, production, physical and chemical characteristics, yield and sensory analysis

Thesis contains: 60 pages
31 figures
19 tables
3 supplements
19 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1.	Vedran Slačanac,PhD, associate prof.	chair person
2.	Mirela Lučan, PhD	supervisor
3.	*Jasmina Lukinac-Čačić,* PhD, assistant prof.	member
4.	*Marko Jukić,* PhD, associate prof.	stand-in

Defense date: October 22, 2015.

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

Hvala roditeljima i sestri koji su vjerovali u mene i podržavali me kroz sve godine studiranja.

Hvala izv. prof. dr. sc. Josipi Giljanović koja nam je dala ideju i potakla nas da upišemo diplomski studij te dipl. inž. Renatu Stipišiću koji nam je izašao ususret kada nam je trebalo.

Hvala svim starim i novim prijateljima koji su boravak u Osijeku učinili posebnim.

I na kraju hvala dr. sc. Mireli Lučan, znan. sur. Mentorice, hvala Vam na vremenu koje ste uložili i na svim savjetima koje ste mi dali.

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. KEMIJSKI SASTAV KRAVLJEG MLIJEKA 4

2.1.1. Voda 4
2.1.2. Mliječna mast 5
2.1.3. Bjelančevine 5
2.1.4. Laktoza 5
2.1.5. Mineralne tvari 6

2.2. SIREVI 6

2.2.1. Definicija sira 6
2.2.2. Povijest sira 7
2.2.3. Podjela sireva 8

2.3. KUHANI SIR 10

2.4. NAJZNAČAJNIJI KUHANI SIREVI SVIJETA 12

2.4.1. Sirutkini ili albuminski sirevi 12
2.4.2. Kuhani sirevi od mlijeka 13

2.5. KUHANI SIREVI U HRVATSKOJ 15

2.6. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KUHANOG SIRA 16

3. EKSPERIMENTALNI DIO 18

3.1. ZADATAK 19

3.2. MATERIJAL I METODE 19

3.2.1. Sirovine 19
3.2.2. Analiza mlijeka za sirenje 19
3.2.3. Laboratorijska proizvodnja kuhanog sira 20
3.2.4. Prinos sira 23
3.2.5. Određivanje sastava i fizikalno-kemijskih svojstava sira 24
3.2.6. Senzorska analiza 27
3.2.7. Statistička obrada rezultata 28

4. REZULTATI I RASPRAVA 29

4.1. SASTAV MLIJEKA ZA SIRENJE 30

4.2. OPTIMIRANJE PROIZVODNJE KUHANOG SIRA 30

4.3. KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA KUHANOG SIRA 34

4.4. PRINOS SIRA I ISKORIŠTENJE SASTOJAKA MLIJEKA 37

4.5. SENZORSKA ANALIZA SIREVA 43

4.5.1. Opis sireva 43
4.5.2. Senzorska ocjena sireva metodom bodovanja 45

4.6. OPTIMALNI PARAMETRI PROIZVODNJE KUHANOG SIRA 49

5. ZAKLJUČCI 51

6. LITERATURA 54

7. PRILOZI 57

1. UVOD

Većina sireva na svjetskom tržištu, potekla je iz lokalnih - autohtonih proizvodnji. Tako je npr. sir Gauda porijeklom iz Nizozemske, gdje su ga izrađivali seljaci, nazvavši ga "goudse boerenkaas". Ementaler - porijeklom je iz Švicarske, pokrajina Emmental, kanton Bern. Parmezan - talijanski Parmigiano reggiano s područja je Parme, ReggioEmilie, Modene, Montove i Bologne.

Republika Hrvatska sa zemljopisnim i klimatskim posebnostima svoga nizinskog, planinskog i primorskog područja ima i posebne vrste sireva u svakom području (Lukač-Havranek, 1995.). Za šire područje sjeverozapadne Hrvatske karakteristična je proizvodnja kuhanog sira. Tradicionalno se proizvodi od kravljeg mlijeka, a u posljednje vrijeme pojedini proizvođači ga proizvode i od kozjeg, odnosno mješavine kozjeg i kravljeg mlijeka. Kuhani sir predstavlja najjednostavniji oblik iskorištenja i konzerviranja mliječnih bjelančevina (Kirin, 2006.).

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi kako promjena količine mliječne masti u mlijeku, dodatak soli i octene kiseline utječu na fizikalno-kemijska i senzorska svojstva sira kako bi utvrdili optimalne tehnološke parametre za njegovu proizvodnju.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. KEMIJSKI SASTAV KRAVLJEG MLIJEKA

Mlijeko je tekućina složenog sastava bijele do žućkaste boje, specifičnog okusa i mirisa kojem ništa nije dodano niti oduzeto. Mlijeko je proizvod dobiven izlučivanjem iz mliječne žlijezde ženki sisavaca, točno određeno vrijeme nakon poroda. U mnogim zemljama svijeta danas se pod terminom mlijeko najčešće podrazumijeva kravlje mlijeko (Tratnik, 1998.).

Kemijski sastav kravljeg mlijeka (**Tablica 1**) vrlo je promjenjiva veličina na koju utječu različiti čimbenici kao: pasmina, individualne osobine svake pojedine jedinke, stadij laktacije, način hranidbe, zdravstveno stanje muzne životinje, a posebno vimena. Kroz period laktacije sastav mlijeka se znatno ne mijenja. Od 4 do 8 tjedna pred kraj laktacije udio bjelančevina, masti i mineralnih tvari postupno raste, a udio laktoze se smanjuje (Havranek i Rupić, 2003.).

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

sastojci	udio u mlijeku
voda (%)	87,40
suha tvar (%)	12,89
mliječna mast (%)	4,10
bjelančevine (%)	3,38
laktoza (%)	4,60
mineralne tvari (%)	0,79
slobodne masne kiseline (mg/l)	7,50
energetska vrijednost (kj/100ml)	288,90
kolesterol (mg/100g)	13,00

2.1.1. Voda

U kravljem mlijeku, voda je zastupljena u udjelu od oko 87%, a nalazi se u dva glavna oblika:

- ✓ slobodna voda (u njoj su otopljeni sastojci mlijeka) i
- ✓ vezana voda (mala količina u suhoj tvari mlijeka).

Vezana voda nalazi se u hidratacijskom sloju adsorbirana na:

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

2.1.2. **Mliječna mast**

Udio mliječne masti je najpromjenjivija vrijednost od svih sastojaka mlijeka. Uglavnom varira između 3,5- 5% (Bosnić, 2003.).

Mliječna mast je izvor sastojaka odgovornih za okus i aromu kao i za tijesto zrelog sira. Sir proizveden bez masti ili s malo masti je suh i ima tvrdo tijesto, a kada je mlad veoma je blaga okusa i ne razvija tipičnu aromu sira. Mast je važna i kao čimbenik mekoće i topljivosti sira (Popović-Vranješ i sur., 2009). U mlijeku se nalazi u obliku kuglica – globula (Tratnik, 1998).

2.1.3. **Bjelančevine**

Sadržaj ukupnih bjelančevina u mlijeku je različit što ovisi o genetskoj osnovi, pasmini krava i o tehnologiji proizvodnje. U prehrambenom smislu bjelančevine su najvažniji sastojak mlijeka. Od ukupne količine dušičnih tvari u mlijeku, 95% su bjelančevinske tvari, a preostalih 5% su ne bjelančevinske tvari. Bjelančevine mlijeka sastoje se od:

- ✓ kazeina (78,5%) i
- ✓ bjelančevina sirutke (16,5%) (Bosnić, 2003.).

Kazein je specifična bjelančevina mlijeka koja se u prirodi nalazi samo u mlijeku. To je fosfo protein u kojem je vezana glavnina mliječnih fosfata. U kravljem mlijeku kazein se nalazi u sastavu bjelančevina u količini od 80% (Havranek i Rupić, 2003.).

Stabilnost kazeina se smanjuje povećanjem kiselosti mlijeka i povišenjem temperature. Veća koncentracija Ca^{2+} u mlijeku također slabi stabilnost kazeina. Koagulacija kazeina se provodi zakiseljavanjem (pH=4,6) ili dodatkom enzima (pripravaka za sirenje) (Tratnik, 1998).

2.1.4. **Laktoza**

Laktoza (mliječni šećer) je disaharid ($C_{12}H_{22}O_{11}$), a sastoji se od molekula α-D-glukoze i β-D-galaktoze.

Laktoza u mlijeku utječe na točku ledišta, osmotski tlak i vrelište mlijeka. Zbog njene fermentacijske sposobnosti, koristi se u proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka i nekih sireva.

Sadržaj laktoze u mlijeku se smanjuje na kraju razdoblja laktacije ili kod bolesne životinje, odnosno kod upale vimena (mastitis), pa nastaje „mastitično“ mlijeko koje sadrži svega 2%

laktoze. U mlijeku se osim laktoze u vrlo malim količinama nalaze i monosaharidi (glukoza ili galaktoza), te neki aminošećeri koji su derivati razgradnih produkata laktoze (Tratnik, 1998.).

2.1.5. **Mineralne tvari**

U proizvodnji sira mineralne tvari u mlijeku imaju primarni značaj. Magnezij sudjeluje u stvaranju micela i pridonosi stanju ekvilibrija u mlijeku, dok kalcij (kao i fosfati) ulazi u strukturu kazeinskog kompleksa (Popović-Vranješ i sur., 2009). Količina kalcija u mlijeku utječe na veličinu kazeinskih micela, stabilnost proteina, brzinu koagulacije kazeina djelovanjem enzima, čvrstoću nastalog gruša, svojstva sirnog tijesta te na sposobnost spajanja masnih globula u mlijeku (Tratnik, 1998).

2.2. **SIREVI**

Prerada mlijeka u sir klasičan je primjer čuvanja hrane tijekom dužeg vremenskog razdoblja, a datira od 7000.-6000. godine prije Krista. Očuvanje važnih sastojaka mlijeka, posebno mliječne masti i bjelančevina, klasičan je primjer konzerviranja hrane, temeljen na fermentaciji mliječnog šećera, smanjivanju količine vode i dodatku kuhinjske soli (Lukač-Havranek, 1995.).

2.2.1. **Definicija sira**

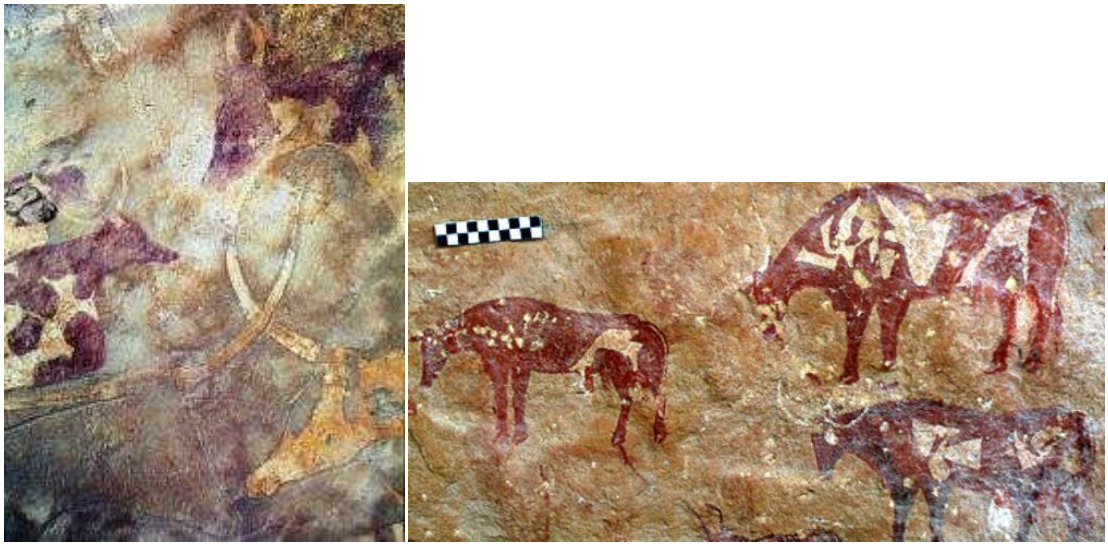
Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira (MPRRR, 2009.), sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoličinog mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja, sirutke, ili kombinacijom navedenih sirovina.

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

Osnovni preduvjet za dobivanje kvalitetnog sira je upotreba kvalitetnog mlijeka. Osim o kvaliteti sirovine, kvaliteta sira ovisi i o obradi mlijeka te o provedbi tehnološkog procesa proizvodnje (Slačanac, 2015.).

2.2.2. **Povijest sira**

Prvi zapisi o siru (i kruhu) pronađeni su u kolijevci civilizacije, bogatom poljoprivrednom području - "plodnom polumjesecu" - smještenom između rijeka Eufrat i Tigris, a datiraju od 7000.-6000. godine prije Krista (**Slika 1**). Arheološka istraživanja utvrdila su da je taj sir načinjen od ovčjeg i kozjeg mlijeka.



Slika 1 Freske na arheološkom nalazištu u planinama TadrartAkakus u libijskoj Sahari na kojima je prikazana stoka. Slične freske pronađene su širom sjeverne Afrike, a datiraju od 7000.-6000. godine prije Krista.



Slika 2 Glinene posude za mlijeko plemena Borana ili Gudji

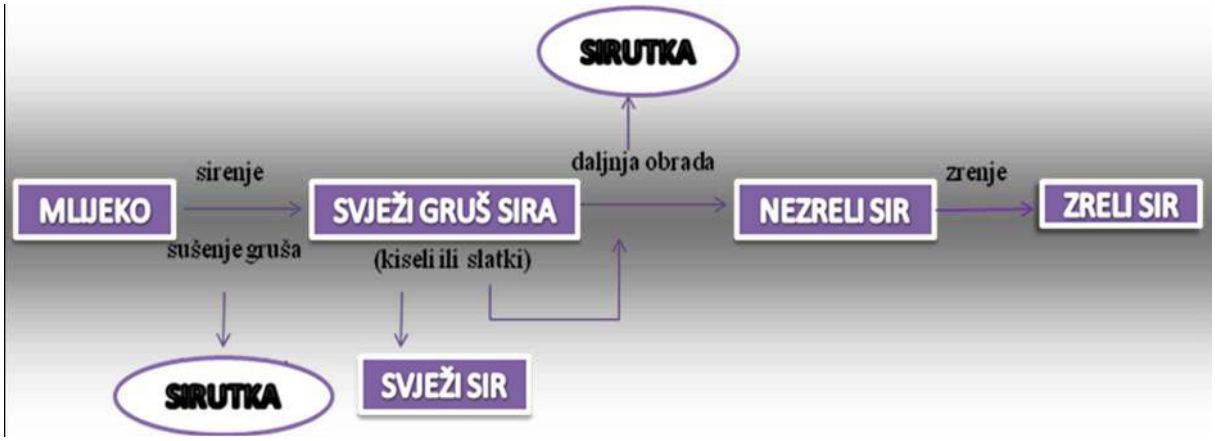
Mješine su bile prva spremišta mlijeka nomadskih plemena koje su na taj način čuvale dnevne potrebe mlijeka (**Slika 2**). U toplim krajevima fermentacija mliječnog šećera vjerojatno je uzrokovala zgrušavanje mlijeka u mješinama, a potom je tijekom putovanja i trešnje došlo do razbijanja gruševine, što je pak proizvelo pojavu sirutke i sirnog gruša. Sirutka je postala ukusan osvježavajući napitak za vruća vremena, dok je gruševina, zaštićena kiselinom, uz dodatak soli, postala vrijednim izvorom visokobjelančevinaste hrane u nedostatku prehrane mesom.

Fermentacija mlijeka temelj je razvoja sirarstva, uz ocjeđivanje sirutke u posudama u kojima je zaostajao gruš, koji se uz soljenje pretvarao u sir. Takve posude od pečene gline pronađene su na nekoliko arheoloških lokaliteta Europe i Azije (Lukač-Havranek, 1995.).

2.2.3. **Podjela sireva**

Proizvodnja sira (**Slika 3**) obuhvaća glavne postupke: grušanje (sirenje) mlijeka, usitnjavanje gruša i oblikovanje sirnog zrna, koji se primjenjuju u proizvodnji svih tipova sira, te specifične postupke koji se primjenjuju pri daljoj obradi gruša u proizvodnji određene vrste sira.

Tako se dobiva svježi ili oblikovani, ali nezreli sir koji se podvrgava zrenju u zrionici (ili u salamuri) da bi nastao zreli sir željenih osobina.



Slika 3 Shema proizvodnje svježeg i zrelog sira (Slačanac, 2015.)

Različiti načini proizvodnje sira, razvijeni u pojedinim zemljama i u pojedinim područjima tih zemalja, različite klimatske zone i pasmina mliječne stoke utječu na postojanje raznih vrsta sira. Relativno male promjene u postupcima tijekom procesa proizvodnje rezultiraju

razlikama u proizvedenim sirevima. Prema Scottu u svijetu ima oko 2.000 vrsta sira (Sarić, 2007.).

Sireve možemo podijeliti prema:

- vrsti proteina:
  - kazeinski,
  - albuminski,
  - mješoviti;
- vrsti mlijeka:
  - kravlji,
  - ovčji,
  - kozji,
  - bivolji,
  - mješoviti;
- načinu grušanja:
  - kiseli,
  - slatki,
  - mješoviti;
- udjelu mliječne masti u suhoj tvari sira:
  - posni (<10%),
  - polumasni (≥10 i <25%),
  - masni (≥25 i <40%),
  - punomasni (≥45 i <60%),
  - ekstramasni (≥60%);
- udjelu vode u bezmasnoj suhoj tvari sira:
  - svježi (69-85%),
  - meki (>67%),
  - polutvrdi (54-69%),
  - tvrdi (49-56%),
  - ekstra tvrdi (<51%);

- sličnom procesu proizvodnje:
  - sirevi u salamuri,
  - sirevi parenog tijesta,
  - sirevi s plemenitim plijesnima,
  - sirevi s „mazom“,
  - topljeni sirevi za mazanje ili rezanje,
  - sirutkini sirevi;
- prema načinu zrenja:
  - svježi sirevi bez zrenja,
  - zrenje u zrionici,
  - zrenje u salamuri,
  - čedarizacija,
  - zrenje sirne grude,
  - zrenje umotanih sireva u posebnoj foliji;
- prema području ili mjestu proizvodnje (autohtona tehnologija) (Slačanac, 2015.).

2.3. **KUHANI SIR**

Ima oblik koluta, odnosno krnjeg stošca različitih dimenzija. Postoje dvije vrste kuhanog sira: dimljeni i nedimljeni. Kuhani sir se proizvodi od kravljeg mlijeka, a u posljednje vrijeme pojedini proizvođači ga proizvode i od kozjeg, odnosno mješavine kozjeg i kravljeg mlijeka.

Prilikom proizvodnje kuhanog sira gruš se formira izravnim zakiseljavanjem mlijeka na nešto nižoj temperaturi od temperature vrenja.

Razlog velike rasprostranjenosti kuhanog sira je u relativno jednostavnom načinu proizvodnje, koji osigurava relativno dugu trajnost, prihvatljiva organoleptička svojstva, dobar prinos i brzo unovčenje. U stručnom pogledu, pored domaćeg svježeg sira, dobivenog spontanim kiseljenjem sirovog mlijeka, kuhani sir predstavlja najjednostavniji oblik iskorištenja i konzerviranja mliječnih bjelančevina (Kirin, 2006.).

Izrada ovog sira vrlo je neujednačena i različita pa su nejednolični i kvaliteta i kemijski sastav (Kirin, 1980.).

Tablica 2 Prosječan kemijski sastav kuhanog sira iz okolice Bjelovara (Kirin, 1980.)

sastojci	način proizvodnje		
	I (%)	II (%)	III (%)
voda	52,50	52,40	51,50
suha tvar	47,50	47,60	48,20
mast	15,48	14,47	12,48
mast u suhoj tvari	32,60	30,40	25,90
NaCl	1,53	1,62	1,48

VRSTE KUHANOG SIRA

Kao sirovina za dobivanje kuhanog sira izvorno se koristi sirutka dobivena nakon proizvodnje sira od kravljeg ili mješavine kravljeg i ostalih vrsta mlijeka. Postoji i kuhani sir u čijoj se proizvodnji uz punomasno sirovo mlijeko kao sirovina koristi i svježi sir, odnosno kvark od kiselog mlijeka.

Kuhani sir se dijeli na:

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

Sirutkin ili albuminski sir

Ovaj sir proizvodi se od sirutke koja preostaje nakon proizvodnje sirišnih sireva. Radi većeg iskorištenja sirovine, poboljšanja i raznolikosti svojstava, u sirutku se može dodati mlijeko, obrano mlijeko ili vrhnje. Sirutka, ili njezina mješavina, zakiseljena na pH 4,5 zagrijava se 30 minuta na 90-95 °C. Kroz to vrijeme dolazi do flokulacije sirutkinih i mliječnih bjelančevina koje se tada odvajaju i oblikuju u različite vrste sirutkinih sireva. Ovisno o konzistenciji, razlikujemo sirutkine sireve u tipu svježeg sira pa sve do tvrdih sireva za ribanje. U Europi postoji mnogo vrsta sirutkinih sireva (Kammerlehner, 2003.).

Kuhani sir od mlijeka

Proizvodnja ovih sireva zasniva se na zagrijavanju sirovog mlijeka na 90-95 °C i njegovim izravnim zakiseljavanjem kiselom sirutkom, mlaćenicom ili kiselinom. Dobiveni gruš može se miješati s određenim dodatcima, ili se najčešće soli, oblikuje u kalupima, preša, čime se dobiva konzistencija sira za rezanje. Može se konzumirati odmah nakon proizvodnje, no i nakon dužeg vremena čuvanja. Pored kazeina, ovim se postupkom koaguliraju i sirutkine bjelančevine, što doprinosi većoj hranjivoj vrijednosti i prinosu sira. Osim toga, kuhani sirevi su manje kiseli u odnosu na sireve dobivene mliječno-kiselom fermentacijom (Hill, 1995., Kirin, 2006.).

Kuhani sir od svježeg sira

Osnovni postupak proizvodnje ovog sira je ukuhavanje svježeg domaćeg sira u uzavrelom mlijeku koje se cijedi nakon obiranja bjelančevina i djelomične čedarizacije. Topljeni sir se naknadno obrađuje, konzervira sodom bikarbonom, soli i oblikuje u plitkim posudama u kojima se hladi do drugog dana (Kirin, 1980.).

2.4. **NAJZNAČAJNIJI KUHANI SIREVI SVIJETA**

2.4.1. **Sirutkini ili albuminski sirevi**

Najpoznatiji sirutkin sir je talijanska Ricotta. Švicarski sir Zieger ili Ziger je sirutkin sir koji se može proizvoditi samo od sirutke, mješavine sirutke i mlijeka, ili od obranog mlijeka. U skandinavskim zemljama, posebice u Norveškoj, najpoznatiji sirutkini sirevi su: Gjetost, Surost, Mysost, Prim, Fløtemysost, BlandetGeitost i dr. Sirutkini, odnosno albuminski sirevi slični Ricotti, proizvode se i u mnogim drugim zemljama. Tako se npr. u Španjolskoj proizvodi Requesón, u Portugalu Requeijao, a u Grčkoj Mitzitra. Manur je vrsta tvrdog sirutkinog sira koji se proizvodi u Srbiji i Crnoj Gori (Kammerlehner, 2003.).

RICOTTA

Ricotta je najpoznatiji sirutkin sir, podrijetlom iz Italije. Zbog različitih postupaka proizvodnje i primjene različitih kombinacija sirutke, mlijeka, vrhnja i soli, postoje mnogobrojne lokalne varijacije i nazivi Ricotte (Kammerlehner, 2003.).

Izvorno se proizvodi od sirutke izdvojene prilikom proizvodnje Mozzarelle i Provolon sira. Upotrebljava se sirutka pH vrijednosti iznad 6,2 koja se zagrije na temperaturu od 80 °C pri čemu dolazi do grušanja proteina sirutke i izdvajanja gruša na površinu. Zbog velike potražnje Ricotta se danas proizvodi iz mlijeka sa ili bez dodatka proteina sirutke.

Ricotta ima visok udio vlage (oko 70%), mekane je i kremaste teksture te ugodna okusa po kuhanom mlijeku (Chandan i Kilara, 2011.).



Slika 4 Ricotta

2.4.2. **Kuhani sirevi od mlijeka**

Proizvodnja kuhanih sireva od mlijeka prakticira se u mnogim zemljama svijeta. Tako se u Latinskoj Americi proizvodi Queso Blanco, u Indiji Channa i Paneer. U Švicarskoj se proizvodi Schabziger (Glarner Kräuterkäse) od kravljeg i Mascarpin od kozjeg mlijeka (Kirin, 1980.).

QUESO BLANCO

Queso Blanco je sir karakterističan za latinoameričke zemlje. Bijele je boje, kremaste teksture i povišene slanosti s kiselkastom notom.

Može se proizvoditi od punomasnog mlijeka, obranog mlijeka, vrhnja ili njihovih mješavina Za dobivanje gruša koristi se sirilo ili se u zagrijano mlijeko dodaje koagulans (sok limuna ili limete, voćni sok ili ocat).

Sirevi koje dobijemo direktnim zakiseljavanjem su Queso del Pais, Queso de Latierra, Queso de Cincho i Quesasierra. Sirevi dobiveni ovim načinom ne tope se pri povišenoj temperaturi (Chandan i Kilara, 2011.).



Slika 5 Queso Blanco

CHHANA

Chhana je tradicionalni indijski sir. Za njegovu proizvodnju upotrebljava se obrano kravlje mlijeko (udio mliječne masti 1,2%). Dobiveni gruš se ne podvrgava prešanju već se ostavi u sirarskoj gazi ili nekoj drugoj tkanini da se ocijedi pod djelovanjem gravitacije. Što je duže vrijeme ocjeđivanja sir će imati tvrđu konzistenciju (Chandan i Kilara, 2011.).



Slika 6 Chhana

PANEER

Paneer je sir karakterističan za Indiju i Bliski Istok. Mekane je teksture i ugodnog, kremastog okusa. Pogodan je i za termičku obradu jer zadržava svoj oblik i teksturu.

Tradicionalno se proizvodi iz bivoličinog mlijeka s minimalnim udjelom mliječne masti od 5,8% iako je na zapadu prihvatljiva i uvriježena praksa proizvodnje paneera iz kravljeg mlijeka s minimalnim udjelom mliječne masti od 3,5%. Moguća je i proizvodnja paneera sa smanjenim udjelom mliječne masti ali je konačan proizvod gumaste teksture i tvrde konzistencije (Chandan i Kilara, 1980.).

2.5. KUHANI SIREVI U HRVATSKOJ

U primorskom i dinarskom pojasu Hrvatske, sir dobiven od sirutke naziva se puina, a u Hercegovini urda (Kirin, 1980.).

SKUTA

Skuta, puina ili pujina (Dalmacija), skuta (Brač) je specifičan mliječni proizvod. Izgledom sliči na domaći sir od kiselog mlijeka ("kravlji sir, sitni sir"), a ona u biti nije sir. Skuta se bitno razlikuje od sira svojim sastojcima, velikom količinom mliječne masti i još važnije, bjelančevinastoj komponenti koju čine gotovo isključivo laktoalbumini i laktoglobulini. Bjelančevinastu komponentu sira čini kazein ili parakazein.

Skuta je domaći proizvod koji kvalitetom varira od domaćinstva do domaćinstva (Lukač-Havranek, 1995.).



Slika 7 Paška skuta (ovčja)

KUHANI SIR

Skupini kuhanih sireva dobivenih iz mlijeka pripada kuhani sir koji se u bjelovarskom kraju proizvodi na sljedeći način: punomasno mlijeko (večernje i jutarnje) procijedi se, i u loncu poznate zapremnine zagrijava na štednjaku do vrenja uz miješanje. U mlijeko se zatim doda 2% soli, te se sprječava naglo stvaranje pjene i kipljenje mlijeka. Nakon dodatka soli, mlijeko se ponovno zagrijava do vrenja, uz dodatak 1% alkoholnog octa (6%). Miješanje se zaustavlja, a na površini se počinje oblikovati gruš, koji se nastavlja zagrijavati do pojave zelenkaste bistre sirutke uz rub posude. Stvoreni gruš se zatim kutljačom grabi i prenosi u pripremljene kalupe (najčešće okrugle posude) u koje je stavljena vlažna gaza. Kalupi napunjeni gruševinom u poravnatoj gazi pokrivaju se poklopcima, opterete i prešaju. Tijekom prešanja treba ih 2-3 puta okrenuti. Zadnje prešanje obavlja se bez gaze. Prešanje traje 3-4 sata, ili po iskustvu, a nakon toga se sir vadi iz kalupa i ostavlja da se kora osuši i požuti. Takav se sir može jače ili slabije dimiti koristeći bjelogorično drvo (bukva, grab, hrast). Dimljenje traje najčešće 3-4 sata, ili prema iskustvu. Neposredno nakon proizvodnje sir se može konzumirati, odnosno može se čuvati duže ili kraće vrijeme (Kirin, 2006.).

2.6. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KUHANOG SIRA

Proučavanje karakteristika tradicionalne proizvodnje sira od kuhanog mlijeka u bilogorsko-podravskom području ukazalo je na najprikladniji postupak za poluindustrijsku proizvodnju zakiseljavanjem kuhanog mlijeka octom, a novi tip sira je nazvan „Graničar“.

Postupak proizvodnje sira: svježe, punomasno mlijeko se procijedilo i zagrijavalo do 98 ili 99 °C uz neprekidno miješanje, i dodalo 2,5% kuhinjske soli, te 2 do 3% octa (9%-tni) i miješalo do koagulacije bjelančevina, zatim se masa umirila i započelo s drugim grijanjem (88 do 98 °C) u trajanju 10 do 20 minuta ovisno o kiselosti i intenzitetu zagrijavanja. Sirna se masa cijedila u vodom navlaženim sirnim maramama oko 10 minuta. Ocijeđena se sirna masa prenijela u kalupe i tiještila 115 minuta i tri puta okrenula. Tlak se od prvog do trećeg okretanja povećavao od 1 do 3 kg/cm^2 (Štefekov, 1990.).

Tablica 3 Prosječni sastav poluindustrijski proizvedenog kuhanog sira(broj uzoraka, n=38) (Štefekov, 1990.)

sastojci	udio u kuhanom siru
voda (%)	48,85
suha tvar (%)	51,15
mast u suhoj tvari(%)	46,00
sol (%)	1,50
stupanj kiselosti (°SH)	45,10
pH	5,55

Tablica 4 Prosječni randman poluindustrijski proizvedenog kuhanog sira (broj uzoraka, n=38) (Štefekov, 1990.)

	minimum	maximum
prosječni randman	10,32 %	11,41 %



Slika 8 Sir Graničar

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je utvrditi optimalne parametre u proizvodnji tradicionalnog kuhanog sira. Za potrebe ovog diplomskog rada proizvedeno je 6 uzoraka kuhanog sira od kravljeg mlijeka s različitim udjelom masti, s različitim udjelom octa te različitim količinama soli.

U sklopu ovog diplomskog rada provedene su sljedeće analize:

- ✓ analiza mlijeka za sirenje;
- ✓ ispitivanje pH vrijednosti sirutke;
- ✓ kemijska analiza sira;
- ✓ određivanje aktiviteta vode i pH vrijednosti u siru;
- ✓ organoleptičko ocjenjivanje sira.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Sirovine

MLIJEKO

Za svaki kolut sira upotrijebljeno je po 4 l svježeg mlijeka s različitim udjelom mliječne masti.

OCAT

Za koagulaciju je korišten alkoholni ocat (9% octena kiselina) koji je dodavan u količini od 1,5 ili 2,5% (u odnosu na količinu mlijeka).

SOL

Za soljenje gruša je upotrijebljena sitna morska sol koja je dodavana u količini od 5, 10 ili 15 g.

3.2.2. Analiza mlijeka za sirenje

Za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava mlijeka primijenjene su sljedeće metode:

- ✓ mast je određena Babcockovom metodom prema 942.05 AOAC, 1998.,
- ✓ laktoza je određivana volumetrijski metodom po Luff-Schoorlu,
- ✓ proteini su određeni metodom po Kjeldahlu prema 960.52 AOAC, 1998.,
- ✓ suha tvar je određena gravimetrijskom metodom prema 990.20 AOAC, 1998.,

- ✓ pH vrijednost je određena na uređaju MA 235, pH/Ion Analyzer (MettlerToledo),
- ✓ titracijska kiselost (°SH) je određena metodom po Soxhlet-Henkelu prema 947.05 AOAC, 1996.

3.2.3. **Laboratorijska proizvodnja kuhanog sira**

Za proizvodnju sira je korišten sljedeći pribor:

- ✓ posuda za sirenje mlijeka,
- ✓ kuhača,
- ✓ termometar,
- ✓ menzura,
- ✓ cjedilo,
- ✓ sirna marama,
- ✓ posuda za skupljanje sirutke,
- ✓ kalup za sir,
- ✓ uteg.



Slika 9 Tehnološki postupak proizvodnje kuhanog sira

Mlijeko je zagrijano uz neprekidno miješanje, kako ne bi došlo do zagaranja. Zagaranje može negativno utjecati na organoleptičku ocjenu gotovog proizvoda i smanjiti prinos sira.



Slika 10 Zagrijavanje mlijeka

U zagrijano mlijeko je dodan alkoholni ocat (9%-tni). Miješanje je provedeno do koagulacije bjelančevina – do potpunog odvajanja sirutke i gruša.



Slika 11 Dodatak alkoholnog octa i stvaranje gruša

Zatim je slijedilo mirovanje mase. Sirna masa se potom cijedila u vodom navlaženim sirnim maramama.



Slika 12 Odvajanje gruša od sirutke

Nakon odvajanja sirutke, u gruš je dodana sol te je smjesa dobro izmiješana. Još vruća sirna masa je prebačena u kalupe i opterećena utegom od 6 kg. Prešanje je trajalo 3 sata tijekom čega je kolut okrenut tri puta.



Slika 13 Kalupljenje i prešanje sirne mase

Gotovi kuhani sir je čuvan u hladnjaku umotan u plastičnu foliju kako bi se spriječilo isušivanje.



Slika 14 Dobiveni uzorci kuhanog sira

3.2.4. **Prinos sira**

Nakon završetka proizvodnje izračunat je prinos (randman) sira (R_S) prema formuli:

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

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

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

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

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

gdje su:

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

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

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

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

m_S [kg] – masa dobivenog sira;

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

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

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

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

Zadržavanje (iskorištenosti) sastojaka mlijeka u siru se također može odrediti kada su poznate koncentracije sastojaka u izvornoj sirovini i konačnom proizvodu:

$$Z_{mm/S} = \frac{m_S \cdot w_{mm/S}}{m_M \cdot w_{mm/M}} \cdot 100\ [\%] \quad \textbf{(5)}$$

$$Z_{p/S} = \frac{m_S \cdot w_{p/S}}{m_M \cdot w_{p/M}} \cdot 100\ [\%] \quad \textbf{(6)}$$

$$Z_{s.t./S} = \frac{m_S \cdot w_{s.t./S}}{m_M \cdot w_{s.t./M}} \cdot 100\ [\%] \quad \textbf{(7)}$$

gdje su:

$Z_{mm/S}$ [%] – zadržavanje mliječne masti u siru;

$Z_{p/S}$ [%] – zadržavanje proteina u siru;

$Z_{s.t./S}$ [%] – zadržavanje suhe tvari u siru;

$w_{s.t./M}$ [kg] – maseni udio suhe tvari u mlijeku za sirenje;

$w_{p/M}$ [kg] – maseni udio proteina u mlijeku za sirenje;

$w_{mm/M}$ [kg] – maseni udio mliječne masti u mlijeku za sirenje;

$w_{s.t./S}$ [kg] – maseni udio suhe tvari u siru;

$w_{p/S}$ [kg] – maseni udio proteina u siru;

$w_{mm/S}$ [kg] – maseni udio mliječne masti u siru.

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

KEMIJSKI SASTAV

Sastav sireva određivan je prema metodi predloženoj od Webb i sur. (1974), a koja je danas uobičajena za određivanje sastava polutvrdih i tvrdih sireva. Uzorci sira rezani su na male kockice (cca 1x1 cm) te homogenizirani u laboratorijskom mlinu za usitnjavanje (Retsch, Njemačka) na 5000 okr/min u vremenu od 20 sekundi (**Slika 15**). Sastav sireva određivan je uređajem FoodScanAnalyser (Foss, Švedska, **Slika 16**). Mjerno tijelo uređaja napuni se do vrha sa 100 - 150 g sira i umetne u posebnu komoru za uzorke. Komora se nakon toga zatvara i pokrene mjerenje. U sirevima je određivan udio vode, proteina, mliječne masti i NaCl.



Slika 15 Grindomix GM200



Slika 16 Food Scan^{TM}Lab

pH VRIJEDNOST

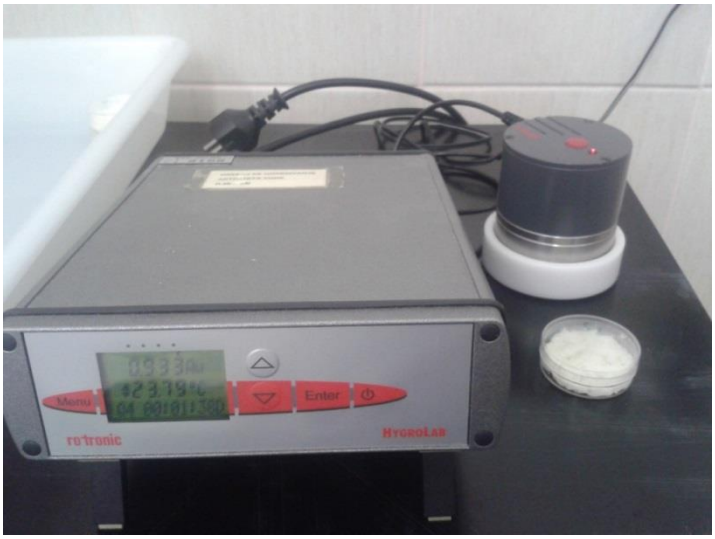
pH vrijednost ispitivanih sireva određivana je pH metrom (MA 235, pH/Ion Analyzer, METTLER TOLEDO, **Slika 17**), prema službenoj metodi AOAC 962.19. Sirevi su usitnjeni i homogenizirani mikserom. Deset grama sira razrijeđeno je u 100 ml destilirane vode, homogenizirano na magnetnoj miješalici te je potom određena pH vrijednost.



Slika 17 pH metar

AKTIVITET VODE (a_w)

Aktivitet vode (a_w) određen je uređajem RotronicHygrolab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland, **Slika 18**). Sir je narezan na kockice, usitnjen laboratorijskim mlinom za usitnjavnje, a a_w je određen pri sobnoj temperaturi.



Slika 18 HygroLab 3 (uređaj za određivanje aktiviteta vode)

Nakon izračunavanja udjela suhe tvari u siru, udjela vode u bezmasnoj suhoj tvari te udjela mliječne masti u suhoj tvari sirevi su podijeljeni u skupine prema *Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira* (MPRRR, 2009.) kako je prikazano u **Tablici 12** i **Tablici 13**. Sirevi su također razvrstani u određene razrede prema slanosti (**Tablica 15**) te prema kiselosti (**Tablica 16**).

3.2.6. **Senzorska analiza**

Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja tumači reakcije za one značajke hrane koje opažaju osjetila vida, mirisa, okusa i sluha. Za senzorsku kakvoću proizvoda ne postoji tehnički mjerni instrument, već se koriste sva ljudska osjetila (Mandić i Perl, 2006.).

Primjena senzorske analize je najčešća pri određivanju senzorskih svojstava novog proizvoda, najboljeg načina proizvodnje, izbora novih sirovina, te utjecaja zamjene jednog sastojka drugim.

Senzorska svojstva na temelju kojih se određuju svojstva sireva su:

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

OPISNI PARAMETRI

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

METODA BODOVANJA

Za određivanje ocjene kvalitete gotovih proizvoda najčešće se koristi senzorska metoda bodovanja. Njome se određuje u kojoj mjeri svojstva ispitivanog proizvoda zadovoljavaju postavljene zahtjeve.

Metoda zahtijeva prethodni izbor svojstava (parametara kvalitete) koji su važni za kvalitetu proizvoda, te definiranje broja bodova za svako svojstvo razmjerno njegovoj važnosti za ukupnu kvalitetu proizvoda (**Prilog 1**). Svako svojstvo ispitivanog proizvoda ocjenjuje se

skalom ocjena od 1 do 5, a nedostatak takve procjene se korigira faktorom značajnosti. Množenjem ocjena s faktorom značajnosti dobivaju se ponderirani bodovi.

Oni sudjeluju u ukupnoj kvaliteti proizvoda u onom postotku u kojem to svojstvo sudjeluje u ukupnoj kvaliteti proizvoda. Prema postignutom zbroju ponderiranih bodova, proizvodi se svrstavaju u određene kategorije kvalitete prema **Tablici 5**.

Za provođenje bodovanja potrebna je grupa od najmanje tri člana. Svaki član grupe mora posjedovati određenu razinu poznavanja svojstava proizvoda, kako bi mogao samostalno davati odgovarajuće ocjene (Primorac, 2006.).

Tablica 5 Kategorije kvalitete prema rasponu ponderiranih bodova (Primorac, 2006.)

kategorija kvalitete	raspon ponderiranih bodova
izvrsna	17,6-20,0
dobra	15,2-17,5
osrednja	13,2-15,1
prihvatljiva	11,2-13,1
neprihvatljiva	<11,2

3.2.7. **Statistička obrada rezultata**

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

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. SASTAV MLIJEKA ZA SIRENJE

Rezultate kemijskih analiza mlijeka za sirenje prikazuje **Tablica 6**.

Tablica 6 Kemijski sastav i kiselost mlijeka za sirenje

sastojak i kiselost		djelomično obrano mlijeko s 2,5% mm	mlijeko s 3,2% mm	punomasno mlijeko s 4,0% mm
SASTOJAK [g/100 g]	mast	2,51 ± 0,01^{c}	3,19 ± 0,03^{b}	4,02 ± 0,02^{a}
	laktoza	4,71 ± 0,02^{a}	4,72 ± 0,05^{a}	4,63 ± 0,07^{a}
	proteini	3,42 ± 0,04^{a}	3,43 ± 0,03^{a}	3,39 ± 0,02^{a}
	suha tvar	11,34 ± 0,02^{c}	12,04 ± 0,08^{b}	12,74 ± 0,08^{a}
KISELOST	pH	6,61 ± 0,06^{a}	6,59 ± 0,09^{a}	6,64 ± 0,05^{a}
	°SH	7,23 ± 0,09^{a}	7,19 ± 0,07^{a}	7,25 ± 0,08^{a}

Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) tri ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike (odnosi se samo na vrijednosti unutar pojedine grupe: mast, laktoza, proteini, suha tvar, pH, °SH).

Rezultati analiza uzoraka pokazuju da su sve tri vrste mlijeka korištene za sirenje imale prosječno jednak udio proteina i laktoze, te vrlo slične vrijednosti pH i kiselinskog stupnja po Soxhlet-Henkelu (nema statistički značajne razlike). Očekivano, mlijeko s najviše masti je imalo i najveći udio suhe tvari. Sve vrijednosti su u granicama normalnih prirodnih vrijednosti uz vrlo mala odstupanja (SD = 0,01-0,09).

4.2. OPTIMIRANJE PROIZVODNJE KUHANOG SIRA

Tijekom istraživanja su u svrhu dobivanja sira najboljih karakteristika mijenjane količina mliječne masti u mlijeku, količina dodane octene kiseline te količina soli za soljenje gruša, dok su ostali procesni parametri (temperatura zagrijavanja, vrijeme grušanja i mirovanja, vrijeme cijeđenja, promjer kalupa, vrijeme prešanja i masa utega) odabrani tijekom preliminarnih istraživanja držani konstantnim (**Tablica 10**).

MASNOĆA MLIJEKA

Za proizvodnju sireva, korišteno je mlijeko s različitim udjelom mliječne masti što je prikazano u **Tablici 7**.

Tablica 7 Udio mliječne masti u mlijeku za sirenje

uzorak	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6
udio mliječne masti	3,2 %	3,2%	3,2%	3,2%	2,5%	4,0%

U prva četiri pokusa korišteno je mlijeko s 3,2% mliječne masti dok su istraživani optimalni udjeli octene kiseline i soli. Nakon određivanja optimalne količine octa i soli, proizveo se sir s nižim (2,5% mm) i višim (4,0% mm) udjelom mliječne masti. Kasnije je pokazano da sir proizveden od djelomično obranog mlijeka s 2,5% mliječne masti nema željene senzorske karakteristike.

TOPLINSKA OBRADA MLIJEKA

Ovaj tradicionalni sir se proizvodi kuhanjem mlijeka na različitim temperaturama. U različitim krajevima Hrvatske ove temperature variraju od 90 °C pa sve do temperature vrenja mlijeka (Štefekov, 1990.). Preliminarni rezultati proizvodnje kuhanog sira su pokazali da je optimalna temperatura zagrijavanja mlijeka 98-99 °C, te se na toj temperaturi provodila koagulacija proteina u svim pokusima. (Na nižim temperaturama je koagulacija proteina znatno duže trajala).

ZAKISELJAVANJE MLIJEKA I KOAGULACIJA

Prema tradicionalnoj recepturi, količina octa za proizvodnju ove vrste sira varira od 2% do 3% (Lukač-Havranek, 1995.). U prva tri pokusa se krenulo s nešto nižom količinom octa (1,5%), a koja je bila dovoljna za potpunu koagulaciju proteina mlijeka i potpuno odvajanje gruša od bistre zelenkaste sirutke.

Tablica 8 Količina dodanog alkoholnog octa

uzorak	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6
količina octa [ml]	60	60	60	60	60	60
dodatak octa u mlijeko [%]	1,5	1,5	1,5	2,5	1,5	1,5

Koagulacija mlijeka pri odabranoj temperaturi 98-99 °C je trajala 5 minuta. U četvrtom pokusu je koncentracija octa povećana na 2,5%, međutim pokazalo se da ova, veća količina kiseline djeluje nepovoljno na konačnu senzorsku ocjenu sira. Stoga je kao optimalni udio octa izabran 1,5%, koji se dodavao u preostale pokuse (5 i 6).

MIROVANJE I CIJEĐENJE

Nakon potpunog grušanja mlijeka, sirna masa je ostavljena mirovati 10-20 minuta, a cijeđenje je provedeno preko sirnih marama tijekom 10 minuta.

SOLJENJE

Sol se u proizvodnji tradicionalnog kuhanog sira može dodavati tijekom zakiseljavanja zajedno s octom, ili se soli gruš. Tijekom preliminarnih istraživanja je pokazano da se bolja koagulacija postiže soljenjem gruša. (Osim toga soljenjem samog mlijeka povećava se pjenjenje mlijeka, a veliki dio soli prelazi u sirutku te ona postaje nepogodna za konzumaciju.)

Tablica 9 Količina dodane soli

uzorak	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6
količina soli [g]	5	15	10	10	10	10
dodatak soli u gruš [%]	0,75	2,25	1,50	1,50	1,50	1,50

Prema tradicionalnoj recepturi količina soli koja se dodaje u mlijeko je oko 2,5% (Lukač-Havranek, 1995.). U prvom pokusu se krenulo s nešto nižom količinom soli (5 g/0,75%), međutim ispostavilo se da je konačni proizvod neslan. Stoga je u sljedećem pokusu povišena količina soli (15 g/2,25%), ali je slanost bila preizražena. U 3. pokusu je dodano 10 g soli (1,5%), što se pokazalo kao optimalna količina soli za ovaj tip sira.

OBLIKOVANJE I PREŠANJE SIRA

Nakon zasoljavanja, još vruća sirna masa je prebačena u kalupe za oblikovanje sira (promjera 10,5 cm). Prešanje se provodilo tri sata pod opterećenjem od 6 kg. Tijekom prešanja kolut je okrenut tri puta.

U **Tablici 12** zbirno su prikazani varijabilni i konstantni parametri korišteni u laboratorijskoj proizvodnji kuhanih sireva (U-1 do U-6). U varijabilne parametre spadaju udio mliječne masti u mlijeku, količina dodanog octa i količina dodane soli.

Tablica 10 Tehnološki parametri proizvodnje kuhanog sira u laboratorijskim uvjetima

PARAMETRI PROIZVODNJE	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6
pH mlijeka	6,59	6,58	6,60	6,59	6,61	6,64
°SH mlijeka	7,19	7,20	7,17	7,18	7,23	7,25
mlijeko [l]	4	4	4	4	4	4
mliječna mast [%]	3,2	3,2	3,2	3,2	2,5	4,0
zagrijavanje [°C]	98-99	98-99	98-99	98-99	98-99	98-99
dodatak octa [ml]	60	60	60	100	60	60
udio octa [%]	1,50	1,50	1,50	2,50	1,50	1,50
soljenje mlijeka [g]	–	–	–	–	–	–
grušanje [min]	5	5	5	5	5	5
mirovanje [min]	15	15	15	15	15	15
drugo zagrijavanje	–	–	–	–	–	–
cijeđenje [min]	10	10	10	10	10	10
soljenje gruša [g]	5	15	10	10	10	10
udio soli [%]	0,75	2,25	1,50	1,50	1,50	1,50
promjer kalupa [cm]	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
prešanje [h]	3	3	3	3	3	3
opterećenje [kg/kg]	12	12	12	12	12	12
masa sira [g]	601,40	594,17	616,50	560,73	550,21	645,25

4.3. **KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA KUHANOG SIRA**

U **Tablici 11** prikazani su rezultati analize kemijskog sastava te kiselosti i aktiviteta vode u proizvedenim uzorcima sireva.

Tablica 11 Kemijski sastav i svojstva sireva

sastojci i svojstva		*U-1*	*U-2*	*U-3*	*U-4*	*U-5*	*U-6*
SASTOJAK [g/100 g]	mast	21,27 ± 0,07^{d}	*21,63 ± 0,00^{e}*	*20,12 ± 0,02^{g}*	*22,92 ± 0,05^{b}*	*18,11 ± 0,00^{f}*	*24,24 ± 0,05^{a}*
	vlaga	52,14 ± 0,08^{c}	*50,58 ± 0,01^{g}*	*54,47 ± 0,20^{a}*	*49,47 ± 0,05^{f}*	*52,61 ± 0,05^{b}*	*51,26 ± 0,02^{d}*
	proteini	19,25 ± 0,06^{d}	*20,84 ± 0,06^{c}*	*18,98 ± 0,02^{g}*	*22,09 ± 0,05^{b}*	*22,49 ± 0,06^{a}*	*18,73 ± 0,14^{f}*
	sol	1,06 ± 0,04^{d}	*2,84 ± 0,03^{a}*	*2,05 ± 0,01^{c}*	*2,08 ± 0,02^{c}*	*2,20 ± 0,06^{b}*	*2,07 ± 0,02^{c}*
	suha tvar	47,87 ± 0,08^{d}	*49,43 ± 0,01^{b}*	*45,53 ± 0,20^{f}*	*50,54 ± 0,05^{a}*	*47,40 ± 0,05^{e}*	*48,75 ± 0,02^{c}*
	mast u s.t.	44,44 ± 0,08^{c}	*43,76 ± 0,01^{e}*	*44,18 ± 0,24^{d}*	*45,34 ± 0,14^{b}*	*38,21 ± 0,04^{f}*	*49,72 ± 0,08^{a}*
	bezmasna tvar	78,73 ± 0,07^{c}	*78,37 ± 0,00^{d}*	*79,89 ± 0,02^{b}*	*77,09 ± 0,05^{e}*	*81,89 ± 0,00^{a}*	*75,77 ± 0,05^{f}*
	voda u BMT	66,22 ± 0,04^{c}	*64,53 ± 0,01^{d}*	*68,19 ± 0,27^{a}*	*64,17 ± 0,11^{e}*	*64,24 ± 0,06^{e}*	*67,65 ± 0,02^{b}*
SVOJSTVA	pH	5,76 ± 0,02^{a}	*5,69 ± 0,01^{c}*	*5,72 ± 0,01^{b}*	*5,44 ± 0,01^{e}*	*5,64 ± 0,01^{d}*	*5,70 ± 0,04^{bc}*
	a_w	0,97 ± 0,01^{a}	*0,95 ± 0,00^{c}*	*0,96 ± 0,00^{b}*	*0,96 ± 0,00^{b}*	*0,96 ± 0,00^{b}*	*0,96 ± 0,00^{b}*
	t [°C]	23,89 ± 0,04	*23,80 ± 0,01*	*23,84 ± 0,04*	*23,85 ± 0,05*	*23,86 ± 0,01*	*23,84 ± 0,00*

Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) tri ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike (odnosi se samo na vrijednosti unutar pojedine grupe: mast, vlaga, proteini... a_w).

Uzorak U-6, koji je proizveden iz mlijeka s 4,0% mm, ima najveći sadržaj masti dok uzorak U-5 (proizveden iz mlijeka s 2,5% mm) ima najmanji. Uzorak U-5 ima i najmanju količinu suhe tvari što je bilo i za očekivati s obzirom da je proizveden iz mlijeka s najnižim udjelom mliječne masti.

Mjerenja su provedena na sobnoj temperaturi, u intervalu 23,80 – 23,86 °C.

Razvrstavanje istraživanih uzoraka kuhanog sira prema kriterijima udjela suhe tvari, masti u suhoj tvari i vode u bezmasnoj tvari sira prikazuju **Tablica 12**, **Tablica 13** i **Tablica 14**.

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

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

Prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira dobiveni uzorci pripadaju skupini mekih sireva (MPRRR, 2009.)

Tablica 13 Podjela sireva prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari

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

Na osnovi udjela masti u suhoj tvari sira, dobiveni uzorci sira pripadaju skupini masnih i punomasnih sireva (MPRRR, 2009).

Tablica 14 Podjela sireva prema udjelu vode / suhe tvari

udio vode [%]	udio suhe tvari [%]	skupina sireva	uzorci
<34	**≥66**	jako tvrdi	-
34-45	**55-66**	tvrdi	-
45-55	**45-55**	polutvrdi	U-1, U-2, U-3, U-4, U-5, U-6
55-80	**20-45**	polumeki/meki	-

Prema udjelu vode, odnosno suhe tvari, dobiveni uzorci pripadaju skupini polutvrdih sireva.

Tablica 15 Podjela sireva prema slanosti (Kirin, 2006.)

udio soli u siru [%]	uzorci
≤1,00	-
1,01-1,30	U-1
1,31-1,60	-
1,61-1,90	-
1,91-2,20	U-3, U-4, U-5, U-6
≥2,21	U-2

Sadržaj soli najveći je u uzorku U-2 za čiju je proizvodnju upotrijebljeno 15 g soli, a najmanji u uzorku U-1 gdje je upotrijebljeno 5 g soli.

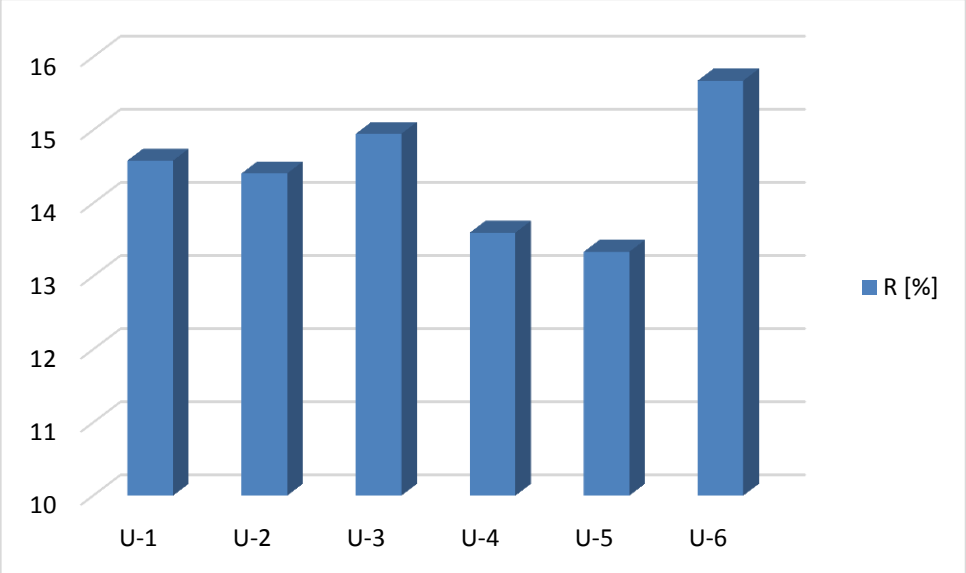
Tablica 16 Podjela sireva prema kiselosti (Kirin, 2006.)

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

Uzorak U-4 ima najniži pH što je posljedica upotrijebljene veće količine octene kiseline (2,5%) za grušanje mlijeka, dok se u ostalim uzorcima pH kretao u rasponu 5,6-5,8.

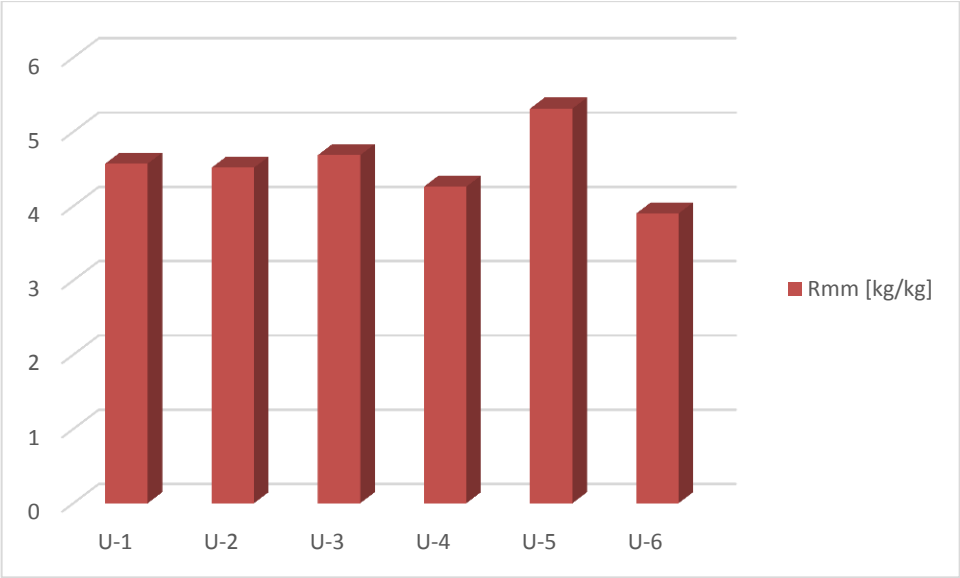
4.4. PRINOS SIRA I ISKORIŠTENJE SASTOJAKA MLIJEKA

Prinos sira s obzirom na masu mlijeka, udio mliječne masti, proteina te suhe tvari u mlijeku za sirenje prikazuju **Slike 19, 20, 22** i **24** dok raspodjelu sastojaka mlijeka između sira i sirutke te iskorištenje sastojaka iz mlijeka (zadržavanje sastojaka u siru) pokazuju **Slike 21, 23** i **25**.

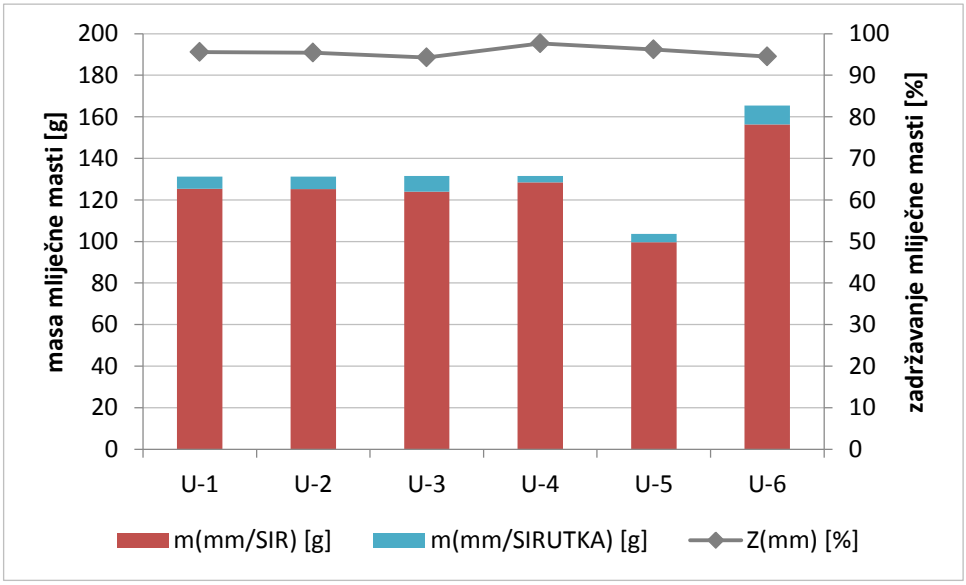


Slika 19 Prinos sira s obzirom na masu mlijeka za sirenje

Teorijski se prinos ovog sira kreće u rasponu 10-12% (Štefakov, 1990.), dok je tijekom ovog istraživanja prinos sira s obzirom na masu mlijeka (**Slika 19**) bio značajno veći: od 13,34% u uzorku U-5 do čak 15,68% u uzorku U-6. Ovo se djelomično može protumačiti različitim (većim) udjelima mliječne masti u početnoj sirovini: kod najvećeg udjela mliječne masti, očekivano je i prinos najveći.

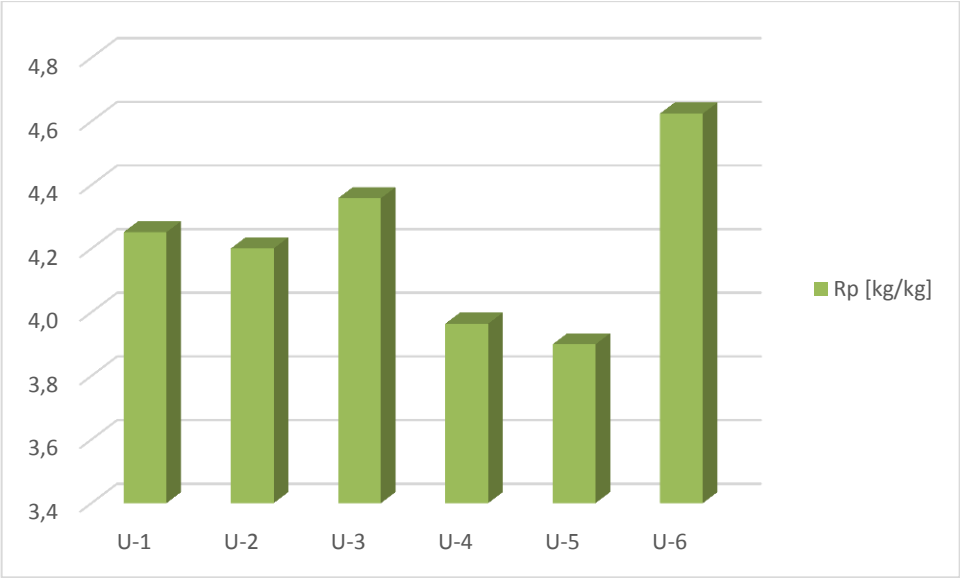


Slika 20 Prinos sira s obzirom na količinu masti u mlijeku

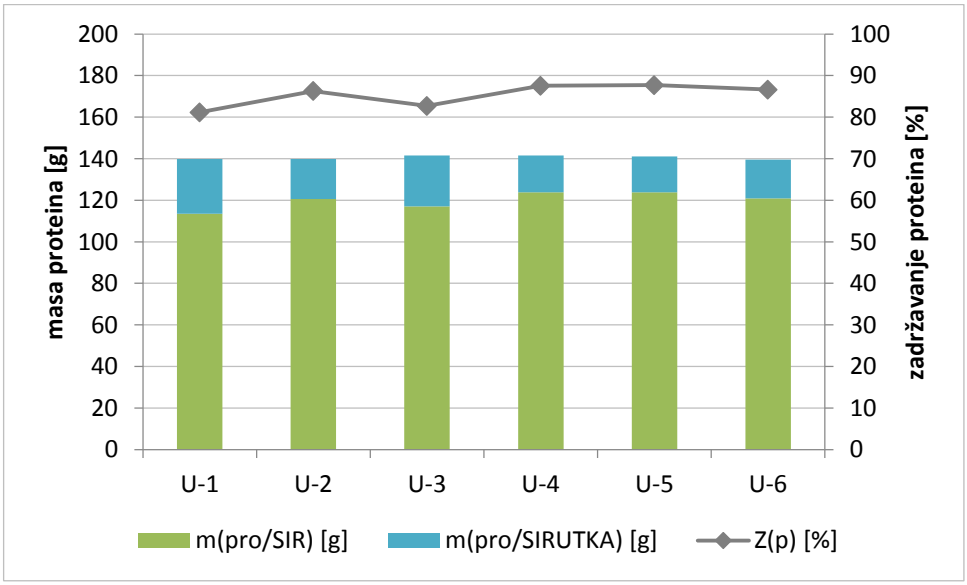


Slika 21 Raspodjela mliječne masti u siru i sirutci te zadržavanje mliječne masti u siru

Slika 20 prikazuje vrlo ujednačen prinos sira s obzirom na količinu masti u mlijeku. Ipak, nešto veći prinos s obzirom na količinu masti u mlijeku ima sir proizveden od obranog mlijeka s 2,5% mm, što pokazuje da je iskorištenje masti (zadržavanje masti iz mlijeka u siru, **Slika 21**) kod punomasnog mlijeka nešto niže u odnosu na ono s nižim udjelima masti.

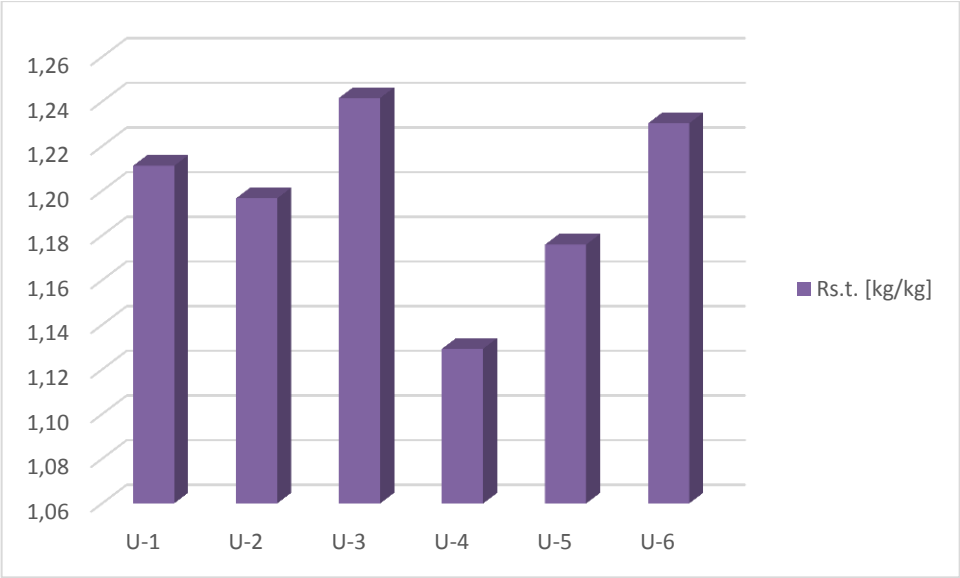


Slika 22 Prinos sira s obzirom na količinu proteina u mlijeku

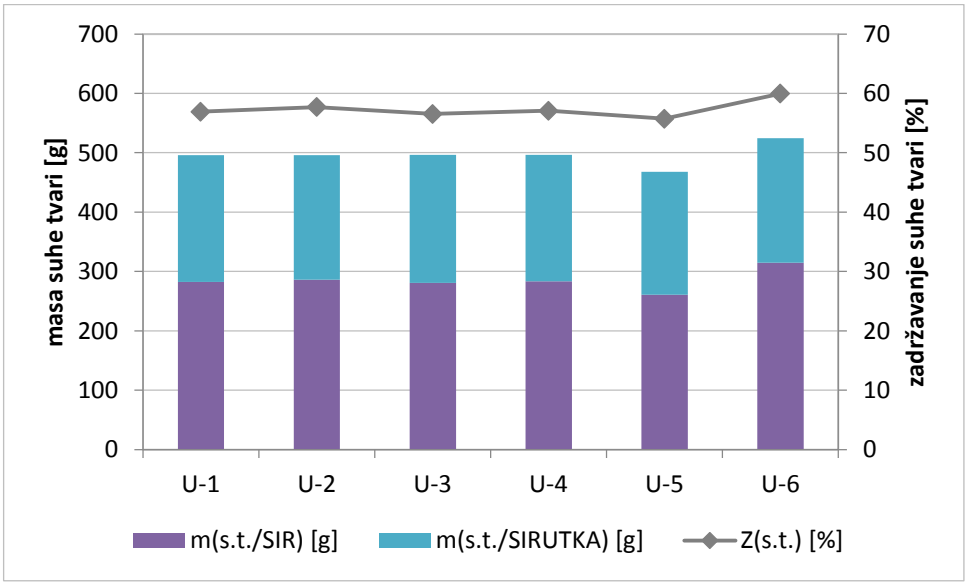


Slika 23 Raspodjela proteina u siru i sirutci te zadržavanje proteina u siru

Prinos sira s obzirom na količinu proteina u izvornoj sirovini (**Slika 22**) je najveći kod uzorka U-6, dok su najniže vrijednosti zabilježene kod sireva U-4 i U-5. Također je u uzorcima U-4, U-5 i U-6 vrlo visoko zadržavanje odnosno iskorištenje proteina iz sirovine (**Slika 23**), a gubitak proteina sa sirutkom je najviši u uzorku U-1 (s najnižim udjelom proteina).

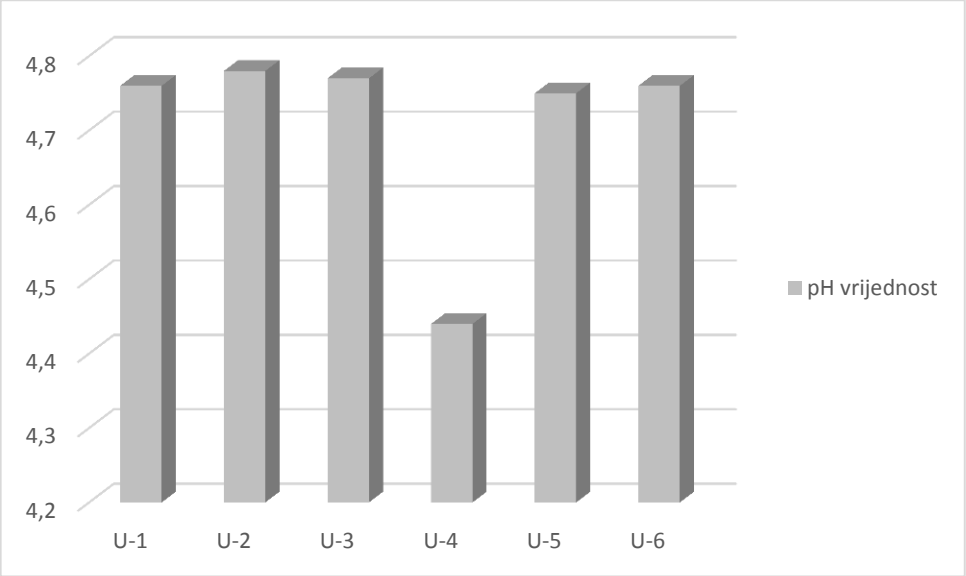


Slika 24 Prinos sira s obzirom na količinu suhe tvari u mlijeku



Slika 25 Raspodjela suhe tvari u siru i sirutci te zadržavanje suhe tvari u siru

S obzirom na količinu suhe tvari u mlijeku (**Slika 24**) prinos sira je najveći u sirevima s oznakama U-3 i U-6, a ponovno je najniži kod uzorka U-4 (sir s najvećim udjelom octa). **Slika 25** prikazuje vrlo jednoličnu raspodjelu suhe tvari između sirutke i sira u svim uzorcima (oko 42% prelazi u sirutku, dok je u siru zadržano oko 58% suhe tvari iz mlijeka).



Slika 26 pH vrijednost sirutke zaostale nakon proizvodnje kuhanog sira

pH sirutke je približno isti kod svih uzoraka s izuzetkom uzorka U-4 gdje je pH sirutke znatno niži nego kod preostalih pet uzoraka. Razlog tome je što je za zakiseljavanje mlijeka korišteno 2,5% octene kiseline na masu mlijeka dok je u preostalim uzorcima korišteno 1,5% octene kiseline na masu mlijeka.

Tablica 17 Pearsonova korelacijska matrica podataka dobivenih ispitivanjemkemijskog sastava mlijeka za sirenje i određivanjem prinosa proizvedenih sireva

VARIJABLE		mlijeko			mjere sira		prinos sira				kemijski sastav i svojstva sira								
		mliječna mast) [g]	proteini [g]	suha tvar [g]	visina [mm]	masa [g]	R [%]	R_{mm} [kg/kg]	R_{p} [kg/kg]	$R_{s.t.}$ [kg/kg]	a_w	mliječna mast [g]	voda [g]	proteini [g]	sol [g]	suha tvar [g]	m.m. u s.t. [g]	bezmasna tvar [g]	voda u BMT [g]
mlijeko	mliječna mast [g]	**1**	-0,706	**0,996**	**0,922**	**0,855**	**0,859**	**-0,938**	**0,872**	0,428	0,000	**0,994**	0,570	-0,225	0,126	**0,967**	**0,984**	0,531	0,801
	proteini [g]		**1**	-0,641	-0,627	-0,604	-0,611	0,535	-0,661	-0,354	0,000	-0,663	-0,423	-0,072	-0,173	-0,656	-0,661	-0,406	-0,571
	suha tvar [g]			**1**	**0,921**	**0,852**	**0,855**	**-0,951**	**0,862**	0,420	0,000	**0,995**	0,566	-0,253	0,115	**0,967**	**0,984**	0,526	0,797
mjere sira	visina [mm]				**1**	**0,886**	**0,888**	**-0,816**	**0,892**	0,561	-0,277	**0,916**	0,625	-0,151	0,386	**0,957**	**0,921**	0,639	0,808
	masa [g]					**1**	**1,000**	-0,650	**0,997**	**0,833**	0,065	**0,816**	**0,901**	-0,543	0,082	**0,822**	**0,927**	**0,892**	**0,986**
prinos sira	R [%]						**1**	-0,654	**0,998**	**0,829**	0,064	**0,820**	**0,899**	-0,538	0,083	**0,826**	**0,929**	**0,889**	**0,986**
	R_{mm} [kg/kg]							**1**	-0,663	-0,123	0,037	**-0,962**	-0,295	0,070	-0,112	**-0,918**	**-0,883**	-0,242	-0,578
	R_{p} [kg/kg]								**1**	**0,816**	0,061	**0,831**	**0,887**	-0,504	0,093	**0,836**	**0,934**	**0,876**	**0,981**
	$R_{s.t.}$ [kg/kg]									**1**	0,113	0,362	**0,966**	-0,683	0,017	0,402	0,566	**0,991**	**0,868**
kemijski sastav i svojstva sira	a_w										**1**	-0,011	0,179	-0,697	**-0,978**	-0,105	0,065	0,108	0,142
	mliječna mast [g]											**1**	0,501	-0,192	0,119	**0,979**	**0,967**	0,467	0,749
	voda [g]												**1**	-0,719	-0,027	0,495	0,701	**0,988**	**0,948**
	proteini [g]													**1**	0,643	-0,146	-0,378	-0,682	-0,622
	sol [g]														**1**	0,200	0,070	0,033	0,015
	suha tvar [g]															**1**	**0,940**	0,492	0,733
	m.m. u s.t.[g]																**1**	0,662	**0,890**
	bezmasna tvar [g]																	**1**	**0,924**
	voda u BMT [g]																		**1**

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

Tablica 17 prikazuje Pearsonove korelacije između kemijskog sastava upotrijebljenog mlijeka i dimenzija, prinosa te fizikalno-kemijskih svojstava proizvedenih sireva. Pozitivna statistički značajna korelacija utvrđena je između količine mliječne masti u mlijeku i mase sira (0,855), prinosa sira (0,859) i količine mliječne masti u siru (0,994) te između količine suhe tvari u mlijeku s masom sira (0,852), prinosom sira (0,855) i količinom mliječne masti u siru (0,995).
Veći udio mliječne masti smanjuje sinerezu prilikom grušanja što za posljedicu ima veći prinos a time i veću masu sira (**Slika 19**).
Veći udio mliječne masti znači i veći udio suhe tvari (**Tablica 6**) pa logično slijedi da će veća biti i masa sira te prinos.
Negativna statistički značajna korelacija utvrđena je između a_w i količine soli u siru (-0,978).
Najniži a_w ima uzorak U-2 (0,95±0,00) u koji je dodano najviše soli (15g), a najviši a_w (0,97±0,01) uzorak U-1 u koji je dodano najmanje soli (5g).

4.5. SENZORSKA ANALIZA SIREVA

4.5.1. Opis sireva

U svim uzorcima kuhanog sira, utvrđena su i opisno prikazana sljedeća svojstva: vanjski izgled, prerez sira, svojstva sirnog tijesta, miris i okus sira.Mjerenjem su izmjerene dimenzije sira, a vaganjem su utvrđene mase (težine) sireva.Svi rezultati prikazani su u **Tablici 18.**

VANJSKI IZGLED SIRA

Vanjski izgled kuhanog sira podrazumijeva njegov oblik, odnosno dimenzije, masu sira, boju i izgled kore sira (Kirin, 2006.). U ovom istraživanju uzorci kuhanog sira bili su u obliku koluta (**Prilog 2**) koji potječe od kalupa u kojem je sir prešan. Promjer sireva je bio isti kod svih uzoraka i iznosio je 106 mm, a zapravo predstavlja unutrašnji promjer kalupa. Visina proizvedenih uzoraka kuhanih sireva bila je između 55 i 65 mm. Prosječna masa uzoraka iznosila je 594,71g. Boja uzoraka bila je blijedožuta, a kora je varirala od glatke do hrapave.

PREREZ KUHANOG SIRA

Tijesto kuhanog sira na prerezu je uglavnom bilo povezano osim kod uzoraka U-1 i U-4 koji su imali male šupljine (**Prilog 3**) što je vjerojatno posljedica nedovoljnog prešanja. Boja tijesta je bila blijedožuta kao i kora, s obzirom da su uzorci nedimljeni.

Tablica 18 Svojstva i mjere sireva

UZORAK	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6
oblik [kolut, stožac, krnji stožac…]	kolut	kolut	kolut	kolut	kolut	kolut
promjer [mm]	106	106	106	106	106	106
visina [mm]	59	62	60	58	55	65
masa [g]	601,40	594,17	616,50	560,73	550,21	645,25
boja	blijedožuta	blijedožuta	blijedožuta	blijedožuta	blijedožuta	blijedožuta
kora	hrapava	malo hrapava	glatka	glatka	malo hrapava	glatka
prerez – tijesto	povezano, ima šupljine	povezano	povezano	povezano, s malim šupljinama	povezano	povezano
konzistencija	lijepi se za nož, ne mrvi se	lijepi se za nož, ne mrvi se	lijepi se za nož, ne mrvi se	lijepi se za nož, ne mrvi se	mrvi se u ustima, mrvi se rezanjem	lijepi se za nož, ne mrvi se
miris	blag miris	ugodan, po kuhanom mlijeku	blag miris	blago kiselkast miris	blag miris	ugodan, po kuhanom mlijeku
okus	neslan	preslan	okus kuhanog mlijeka	kiselkast	blago kiselkast okus	punog okusa

KONZISTENCIJA KUHANOG SIRA

Konzistencija kuhanog sira uvjetovana je kemijskim sastavom, odnosno najvećim dijelom načinom izrade, prešanja i dimljenja sira (Kirin, 2006.). Uzorci su imali homogeno i lako rezivo tijesto koje se lijepilo za oštricu noža. Izuzetak je uzorak U-5 koji se rezanjem mrvio.

MIRIS KUHANOG SIRA

Svi uzorci sira imali su ugodan miris po kuhanom mlijeku. Blago kiselkasti miris osjetio se samo u uzorku U-4 u kojem je tijekom proizvodnje upotrijebljeno 2,5% octa.

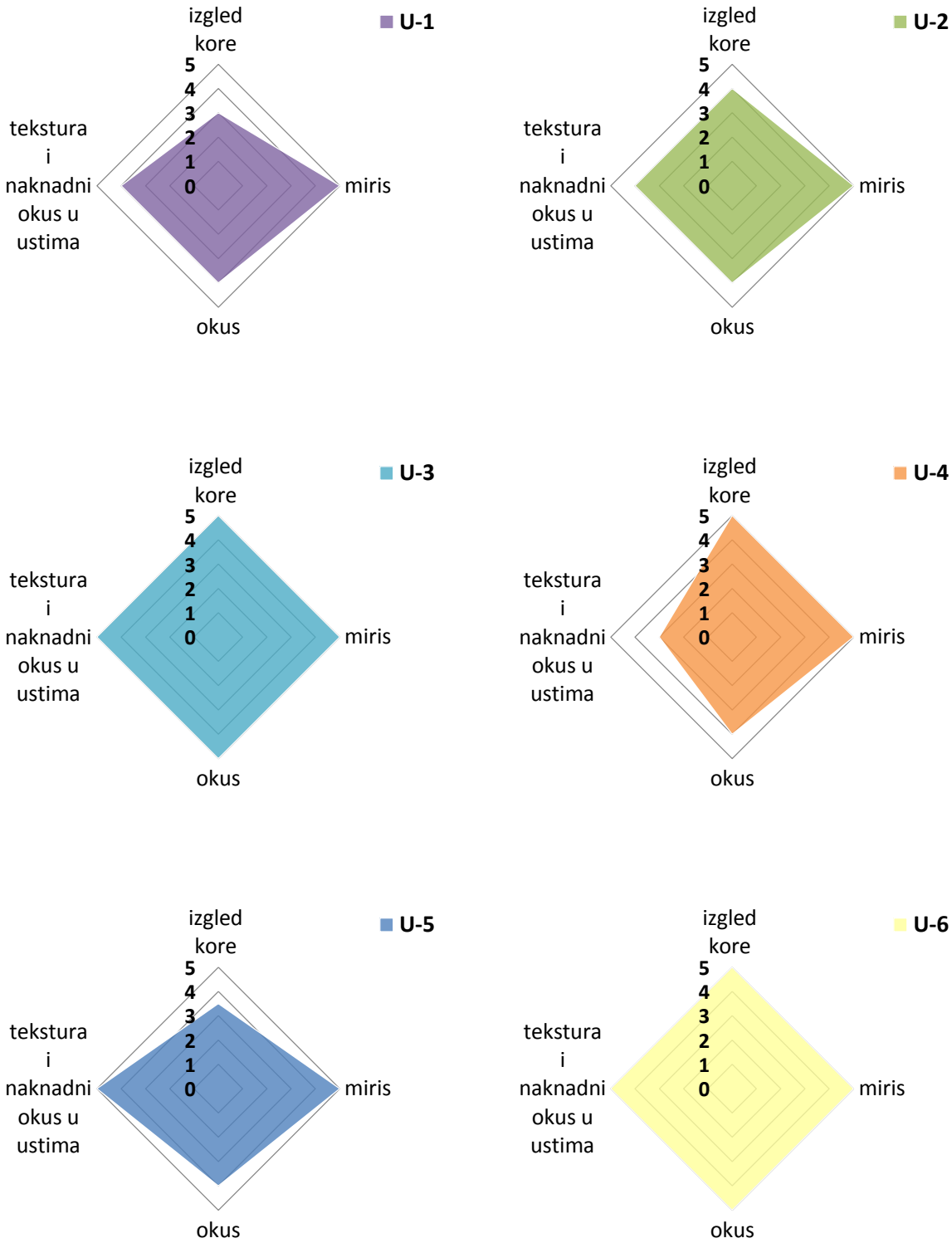
OKUS KUHANOG SIRA

„Mladi“, tj. neposredno proizvedeni sir, imao je okus kuhanog svježeg mlijeka, što je posljedica uklapanja i sirutkinih bjelančevina tijekom izrade sira (Kirin, 2006.). Okus svih uzoraka bio je karakterističan za ovu vrstu sira. Izdvojiti se mogu uzorak U-1 koji je bio premalo slan, te U-2 koji je bio preslan, dok se u uzorcima U-4 i U-5 osjetio blagi okus octa.

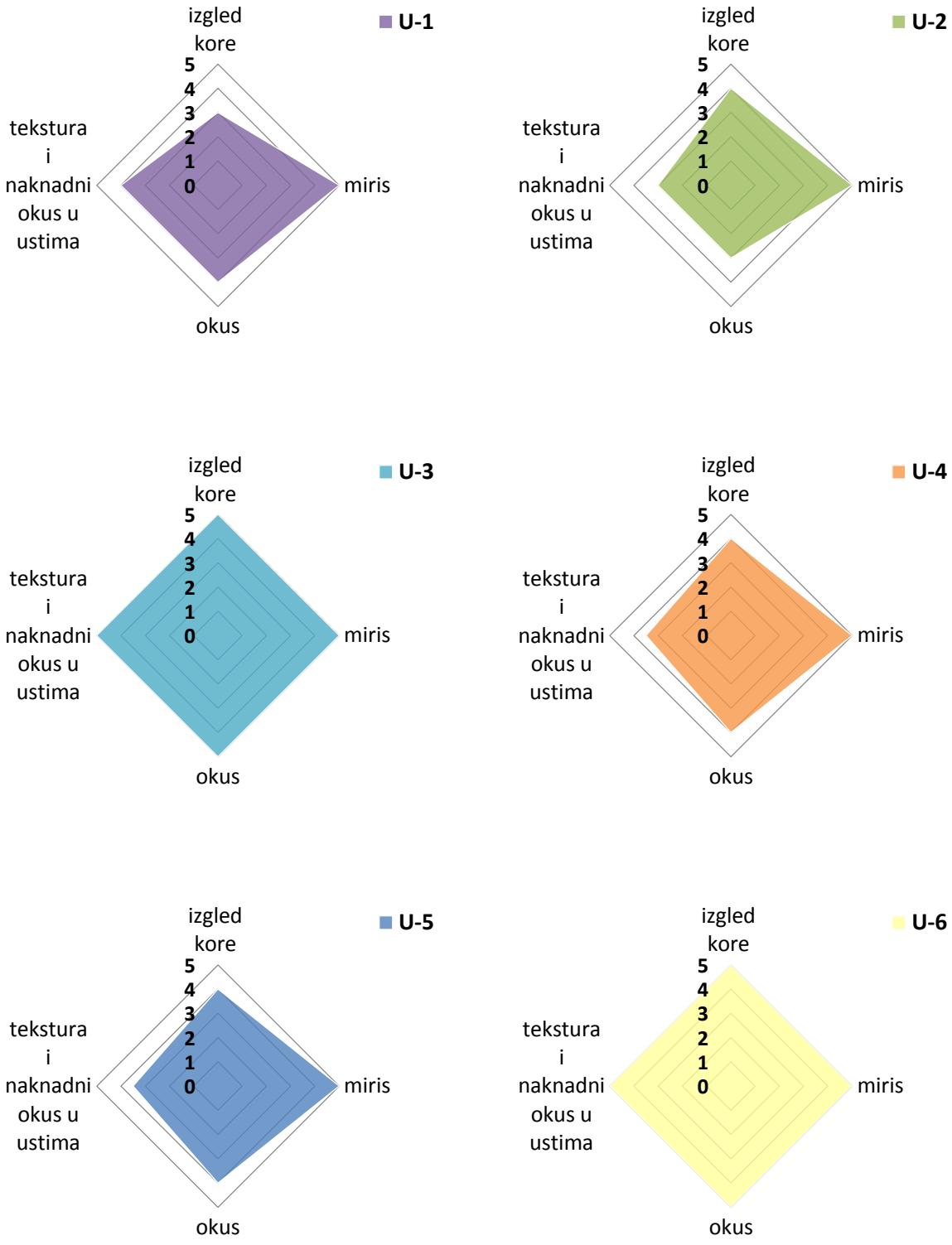
4.5.2. **Senzorska ocjena sireva metodom bodovanja**

Prema ocjenama sva tri ocjenjivača (**Slika 27, Slika 28, Slika 29**), uzorci U-3 i U-6 imaju maksimalan broj bodova. Oba uzorka proizvedena su s istom količinom soli (10 g/1,5% na masu mlijeka) i octa (60 ml/1,5% na masu mlijeka), ali sa različitim udjelom m.m. u mlijeku. Za dobivanje uzorka U-3 upotrijebljeno je mlijeko s 3,2% m.m. dok je za proizvodnju uzorka U-6 upotrijebljeno mlijeko s 4,0% m.m. Može se zaključiti da smanjenje količine mliječne masti u mlijeku utječe negativno daljnje na njegovu ukupnu senzorsku ocjenu, dok daljnje povećanje količine mliječne masti iznad 3,2% ne utječe značajno na organoleptička svojstva, što je vidljivo u **Tablici 19** (uzorak U-5 proizveden iz mlijeka s 2,5% m.m.).

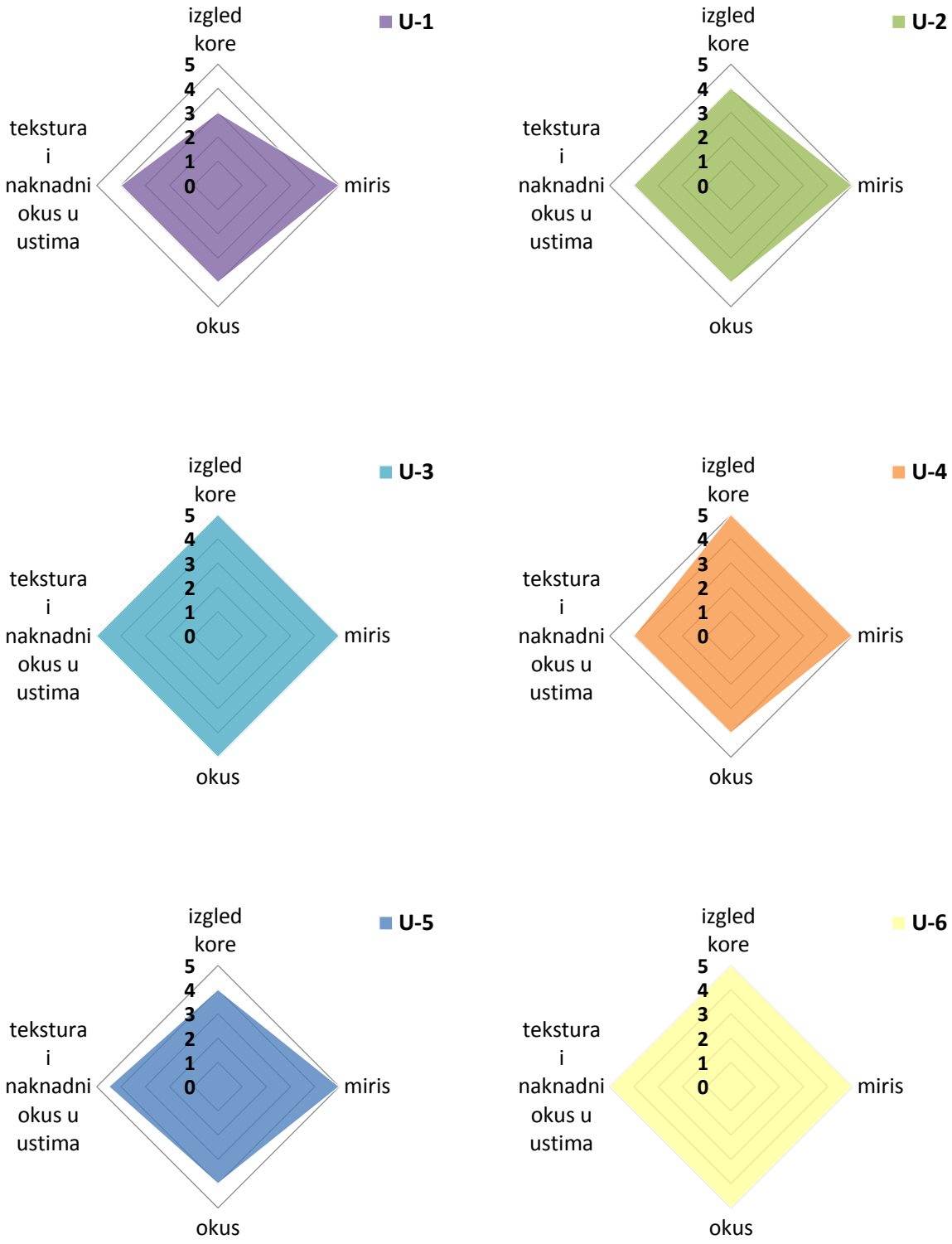
Najnižu srednju ocjenu imao je uzorak U-2 za čiju je proizvodnju korišteno mlijeko s 3,2% m.m., 1,5% octene kiseline na masu mlijeka i 2,25% soli na masu mlijeka. Možemo zaključiti da sir proizveden s više soli ima manje poželjna senzorska svojstva od sira proizvedenog s manjom količinom soli (uzorak U-1).



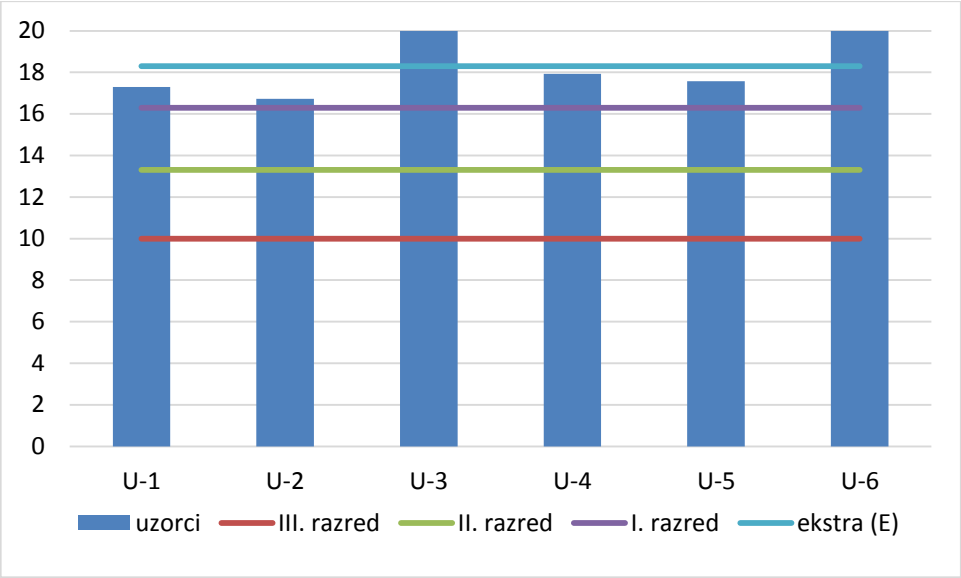
Slika 27 Senzorska ocjena ocjenjivača 1



Slika 28 Senzorska ocjena ocjenjivača 2



Slika 29 Senzorska ocjena ocjenjivača 3



Slika 30 Ponderirani bodovi proizvedenih sireva

Tablica 19 Kategorije kakvoće sireva prema dobivenim ponderiranim bodovima

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

Prema ponderiranim bodovima, uzorci U-3 i U-6 imaju najveći broj bodova i spadaju u izvrsnu kategoriju kakvoće, dok se ostali uzorci mogu uvrstiti u dobru kategoriju kakvoće.

4.6. **OPTIMALNI PARAMETRI PROIZVODNJE KUHANOG SIRA**

Nakon obrade rezultata, utvrđeni su optimalni parametri za proizvodnju kuhanog sira. Najviše senzorske ocjene su dobili sirevi U-3 i U-6. Također i ostali rezultati ističu ova dva uzorka: oni su imali najviši prinos i najveće iskorištenje sastojaka iz mlijeka. Optimalni parametri laboratorijske proizvodnje kuhanog sira su prikazani **Slikom 31.**



Slika 31 Optimalni uvjeti proizvodnje kuhanog sira

5. ZAKLJUČCI

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

1. Tijekom istraživanja mijenjane su količina mliječne masti u mlijeku, količina dodane octene kiseline te količina soli za soljenje gruša, dok su ostali parametri procesa proizvodnje, odabrani tijekom preliminarnih istraživanja, bili konstantni.

2. Proizvedeni uzorci su razvrstani u kategorije prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira (MPRRR, 2009.). Budući da su imali više od 67% vode u bezmasnoj tvari sira svih šest uzoraka se može ubrojiti u skupinu mekih sireva, s obzirom na konzistenciju (udio vode u bezmasnoj tvari sira). Prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari uzorci U-4 i U-6 spadaju u skupinu punomasnih sireva (45-60% mm), a uzorci U-1, U-2, U-3 i U-5 u skupinu masnih sireva (25-45% mm). Na osnovi udjela vode (odnosno količine suhe tvari) svi uzorci se mogu ubrojiti u skupinu polutvrdih sireva (45-55%).

3. Uzorak U-6, koji je proizveden od mlijeka s najvećim udjelom masti, imao je najviši prinos, s obzirom na masu mlijeka za sirenje, te najviši sadržaj masti. Najniži prinos i najniži sadržaj masti izmjeren je u uzorku U-5. Računajući na količinu masti u mlijeku uzorak U-5 je imao najviši prinos, a uzorak U-6 najniži. S obzirom na količinu proteina u izvornoj sirovini uzorak U-6 je imao najviši prinos, a uzorak U-5 najniži, kod kojeg je i iskorištenje proteina najniže. U odnosu na količinu suhe tvari u mlijeku za sirenje uzorak U-6 ima najviši prinos, a uzorak U-4 najniži.

4. Najniža pH vrijednost sira i sirutke imao je uzorak U-4 za čiju je proizvodnju upotrijebljena veća količina octene kiseline. Povećana količina octene kiseline utjecala je i na senzorska svojstva sira pa uzorak U-4 ima blago kiselkast okus i miris dok preostali uzorci imaju blag i ugodan miris po kuhanom mlijeku.

5. Svi proizvedeni uzorci bili su u obliku koluta koji potječe od kalupa za prešanje. Boja uzoraka je blijedožuta jer svi uzorci spadaju u mlade nedimljene kuhane sireve.

6. Najnižu srednju ocjenu imao je uzorak U-2, kod kojeg je izmjerena i najveća količina soli, što ukazuje na to da količina soli značajno utječe na senzorska svojstva ovog prehrambenog proizvoda.

7. Najvišu senzorsku ocjenu imali su uzorci U-3 i U-6, koji spadaju u izvrsnu kategoriju kakvoće, do su ostali proizvedeni uzorci također dobili visoke ocjene i svrstavaju se u dobru kategoriju kakvoće (U-1, U-2, U-4 i U-5).

8. Iz provedenih analiza utvrđeni su optimalni uvjeti za proizvodnju kuhanog sira:

   - ✓ mlijeko s udjelom mliječne masti 3,2 ili 4,0%,
   - ✓ zagrijavanje na 98-99 °C,
   - ✓ dodatak alkoholnog octa u količini od 1,5% (na ukupnu količinu mlijeka),
   - ✓ grušanje 5 min te mirovanje gruša 15 min, bez drugog dogrijavanja,
   - ✓ ocijeđivanje u sirnim maramama tijekom 10 min,
   - ✓ zasoljavanje gruša s 1,5% soli (na ukupnu količinu mlijeka)
   - ✓ kalupljenje, prešanje 3h tijekom čega se kolut okreće 3 puta.

6. LITERATURA

Bosnić P: Svjetska proizvodnja i kvaliteta kravljeg mlijeka *Mljekarstvo* 53 (1) 37-50, 2003.

Foegeding EA, Brown J, Drake M, Daubert CR: Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Dairy Journal* 13, 585-591, 2003.

Fox PF, McSweeney PLH, Cogan, TM, Guinee TP: *Fundamentals of Cheese Science*. Springer Science&Business Media, 2000.

Havranek J, Rupić V: *Mlijeko od farme do mljekare*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2003.

Kammerlehner J: Käse-Technologie, Verlag Freisinger Künstlerpresse, Freising, 2003.

Kirin S: Domaće vrste sireva bilogorsko-podravske regije i mogućnosti njihove industrijske proizvodnje. *Mljekarstvo* 30 (4), 111-116, 1980.

Kirin S: Domaći kuhani sir. *Mljekastvo* 56 (1) 45-58, 2006.

Lukač-Havranek J: Autohtoni sirevi Hrvatske. *Mljekarstvo* 45 (1) 19-37, 1995.

Mandić ML, Perl A: *Osnove senzorske procjene hrane*. Prehrambeno–tehnološki fakultet, Osijek, 2006.

Muir DD, Williams SAR, Tamime AY, Shenana ME: Comparison of sensory profiles of regular and reducted fat commercial processed cheese spreads. *Irish Journal of Food Science and Technology* 32, 279-287, 1997.

Popović-Vranješ A, Kranjinović M, Pejanović R: Utjecaj mlijeka, aditiva i tehnologije na kemijski sastav i senzorna svojstva sira trapista. *Mljekarstvo* 59 (1) 70-77, 2009.

MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: *Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva*. Narodne novine 20/09, 2009.

Primorac Lj: *Senzorske analize - Metode 2. dio*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2006.

Chandan RC, Kilara A: *Dairy ingredients for food processing* Wiley-Blackwell, 2011.

Sarić Z: *Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda 2. dio*. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo, 2007. http://www.sraspopovic.com/Baza%20znanja%20dokumenti/Polj.i%20prehr/IV%20razred/tehn.mlijeka.PDF [19. Svibnja 2015.]

Slačanac V: *Sirarstvo (nastavni materijali za kolegij Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015. http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_mlijeka_i_mlijecnih_proizvoda/2014-2015/predavanja/ [19. svibnja 2015.]

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

Tratnik Lj: *Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 1998.

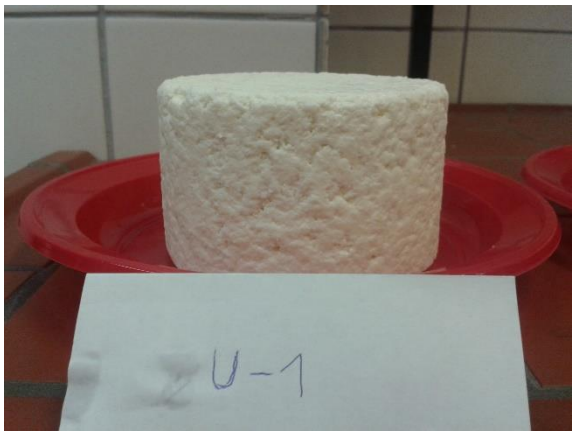
Tratnik Lj, Božanić R: *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.

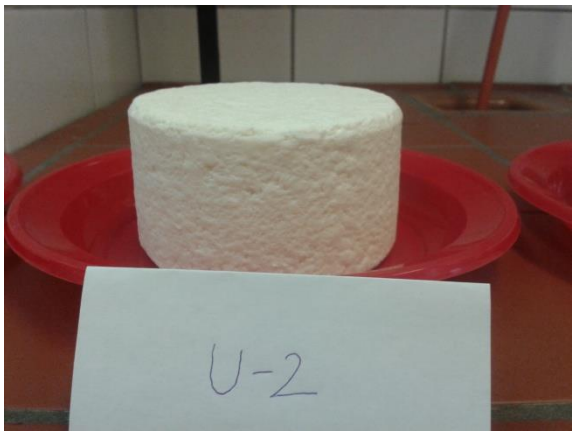
7. PRILOZI

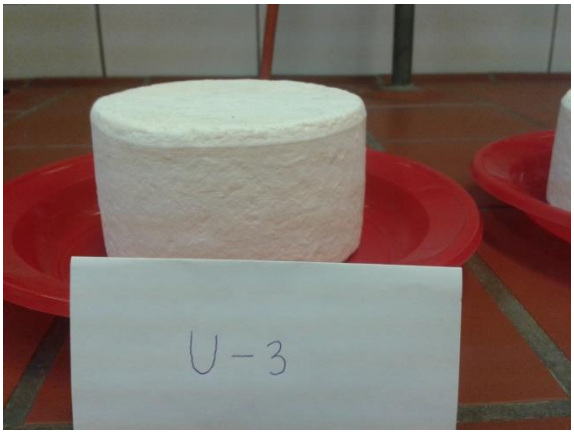
Prilog 1 Obrazac za senzorsko ocjenjivanje sireva

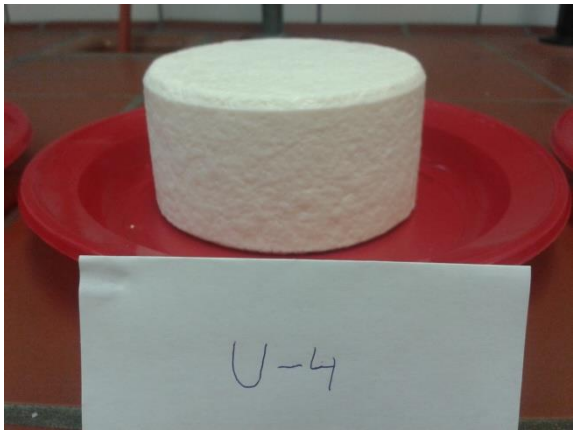
parametar kakvoće	zahtjev za senzorsku kakvoću	ocjena	čimbenik značajnosti
izgled kore (površine)	homogena, glatka, sjajna, jednolična boja po čitavoj površini	5	0,2
	neravna površina, malo hrapava, zamjetna nejednolikost boje na površini kore	3 - 4	
	kora ispucala, potpuno neravna, hrapava, zamjetne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

Prilog 2 Slike proizvedenih sireva













Prilog 3 Presjek proizvedenih sireva

