



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

TEHNOLOŠKI FAKULTET

**POREĐENJE KVALITETA SIREVA IZ MJEŠINE
PROIZVEDENIH U INDUSTRIJSKIM
POGONIMA I U DOMAĆINSTVIMA**

MASTER RAD

Mentor:

Prof. dr Danica Savanović

Kandidat:

Jovan Banjac, dipl. inž.

Banja Luka, 2023. godine



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

FACULTY OF TECHNOLOGY

**QUALITY COMPARISON OF CHEESES IN A
SUCK PRODUCED IN INDUSTRIAL PLANTS
AND IN HOUSEHOLDS**

MASTER WORK

Mentor:

PhD Danica Savanović, associate professor

Candidate:

Jovan Banjac, dipl. ing.

Banja Luka, 2023. years

Mentor: Dr Danica Savanović, vanredni profesor, Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet

Naslov rada: POREĐENJE KVALITETA SIREVA IZ MJEŠINE PROIZVEDENIH U INDUSTRIJSKIM POGONIMA I U DOMAĆINSTVIMA

Rezime:

Sir iz mješine predstavlja autohtoni hercegovački proizvod izrazite specifičnosti, kako u tehnologiji proizvodnje, tako i u svojstvima finalnog proizvoda. Glavna karakteristika sira iz mješine je anaerobno zrenje unutar vreće izrađene od janjeće kože (mješine) po kojoj je sir i dobio ime. Najčešće se proizvodi na porodičnim gazdinstvima, a u posljednje vrijeme i u industrijskim pogonima. Cilj ovog rada je ispitivanje uticaj uslova proizvodnje na parametre kvaliteta tradicionalnog hercegovačkog proizvoda - sira iz mješine. Za potrebe ovog rada prikupljeni su uzorci sira iz mješine sa područja Hercegovine proizvedeni u kontrolisanim uslovima, u industrijskim pogonima, i uzorci koji su proizvedeni u domaćinstvu. Analize prikupljenih uzoraka vršene su u Laboratoriji za analizu namirnica i u Laboratoriji za instrumentalne metode analize, na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da kontrolisani uslovi proizvodnje u industrijskim pogonima statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na kvalitet sira iz mješine, da uslovi proizvodnje u domaćinstvima statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na kvalitet sira iz mješine i da kvalitet sira iz mješine, koji je proizveden u industrijskim proizvodnim pogonima se statistički značajno ($p < 0,05$) razlikuje od kvaliteta sira iz mješine koji je proizveden u domaćinstvima.

Ključne riječi: sir iz mješine, kvalitet, uslovi proizvodnje

Naučna oblast: Prehrambene tehnologije namirnica životinjskog porijekla

Naučno polje: Prehrambeno inženjerstvo

Klasifikaciona oznaka: T 430- Tehnologija hrane i pića

Tip odabrane licence Kreativne zajednice: Autorstvo

Mentor: Dr Danica Savanović, associate professor, University of Banja Luka, Faculty of Technology

Work Title: QUALITY COMPARISON OF CHEESES IN A SUCK PRODUCED IN INDUSTRIAL PLANTS AND IN HOUSEHOLDS

Summary:

Cheese in a suck is an autochthonous Herzegovinian product with distinct specificity, both in production technology and in the properties of the final product. The main characteristic of mixed cheese is the anaerobic ripening inside a bag made of lambskin, which gave the cheese its name. It is most often produced on family farms, and lately also in industrial plants. The aim of this paper is to examine the influence of production conditions on the quality parameters of the traditional Herzegovinian product – cheese in a suck. For the purposes of this work, samples of cheese in a suck from Herzegovina produced under controlled conditions, in industrial plants, and samples produced at home were collected. Analyzes of the collected samples were performed in the Laboratory for Food Analysis and in the Laboratory for Instrumental Methods of Analysis, at the Faculty of Technology of the University of Banja Luka. Based on the obtained results, it was determined that controlled production conditions in industrial plants have a statistically significant ($p < 0.05$) effect on the quality of cheese in a suck, that production conditions in households have a statistically significant ($p < 0.05$) effect on the quality of cheese in a suck and that the quality of cheese in a suck produced in industrial production facilities differs statistically significantly ($p < 0.05$) from the quality of cheese in a suck produced in households.

Keywords: cheese in a suck, quality, production conditions

Scientific area: Food technology of food of animal origin

Scientific field: Food Engineering

Classification code: T 430 - Food and beverage technology

The type of selected Creative Commons license: Authorship

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORETSKI DIO	2
2.1. Definicija i karakteristike mlijeka	2
2.2. Sir kao proizvod od mlijeka	3
2.3. Sir iz mješine	6
2.3.1. Područje proizvodnje sira iz mješine.....	7
2.3.2. Originalni recept	8
2.4. Tehnološki proces proizvodnje sira iz mješine	10
2.4.1. Priprema mješine.....	10
2.4.2. Podsiravanje mlijeka	11
2.4.3. Cijedenje sira.....	11
2.4.4. Slaganje sira u mješinu i soljenje	11
2.4.5. Zrenje i skladištenje sira.....	12
2.5. Dodatak prilikom proizvodnje sira – Sirilo	12
2.6. Biohemijski procesi tokom zrenja sira	14
2.6.1. Glikoliza.....	16
2.6.2. Lipoliza	16
2.6.3. Proteoliza	17
3. HIPOTEZE I CILJ RADA	18
4. MATERIJALI I METODE	19
4.1. Proizvodnja uzoraka sira iz mješine	19
4.2. Analize provedene na uzorcima sira iz mješine	21
5. REZULTATI I DISKUSIJA	33
5.1. Rezultati fizičko-hemijskih analiza	33
5.1.1. Sadržaj vode i suve materije.....	33
5.1.2. Sadržaj pepela	34
5.1.3. Sadržaj hlorida	34
5.1.4. Mineralni sastav sireva.....	35
5.1.5. Sadržaj masti	38
5.1.6. Sadržaj masnih kiselina.....	38
5.1.7. Sadržaj proteina.....	43
5.1.8. Titraciona kiselost	43
5.1.9. pH vrijednost	44
5.1.10. Aktivitet vode.....	44
5.1.11. Instrumentalno izmjereni parametri boje	45
5.1.12. Instrumentalno izmjereni parametri teksture.....	46
5.2. Rezultati senzorne analize	47
5.3. Rezultati antioksidativne aktivnosti	50
5.3.1. Sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u ispitivanim sirevima	50
5.3.2. Određivanje antioksidativnog kapaciteta DPPH metodom	52
5.3.3. Antioksidativna aktivnost ispitivanih sireva – ABTS test.....	52
5.3.4. Antioksidativna aktivnost ispitivanih sireva – FRAP test.....	54
5.3.5. TBARS test	55
6. ZAKLJUČAK	56
7. LITERATURA	58

1. UVOD

Mlijeko i proizvodi od mlijeka su jedna od najvažnijih prehrambenih namirnica, kako po svojoj zastupljenosti u svakodnevnoj ishrani stanovnika svijeta, tako i sa gledišta zdravlja potrošača. Sir, kao jedan od najznačajnijih proizvoda od mlijeka, osim što pruža užitak mnogim gurmanima, predstavlja izvor hranljivih supstanci i to u obliku koji organizam sa lakoćom može iskoristiti. Bogat je proteinima, vitaminima i mineralima, te je namirnica koja treba biti prisutna u ishrani ljudi. Sir je važna namirnica u ishrani ljudi, a danas ima i širi značaj jer predstavlja kulturno i tradicionalno ogledalo neke zemlje.

Danas postoje različite vrste sireva koje se nude na tržištu, a među njima je jedna od najstarijih sir iz mješine. Sir iz mješine predstavlja autohtoni hercegovački proizvod izuzetnog kvaliteta i izrazite specifičnosti, kako u tehnologiji proizvodnje, tako i u svojstvima finalnog proizvoda. Najčešće se proizvodi na porodičnim gazdinstvima, a u posljednje vrijeme i u industrijskim pogonima.

Sir iz mješine dio je tradicionalnog sirarstva čija se proizvodnja unapređuje s ciljem zaštite autentičnosti i promovisanja tradicionalnih proizvoda na tržištu. Pripada grupi tvrdih ili polutvrdih sireva, a glavna karakteristika sira iz mješine je anaerobno zrenje unutar vreće izrađene od janjeće kože (mješine) što mu daje tipičan miris i vrlo cijenjen, pikantan ukus.

Uzimajući u obzir mogućnost proizvodnje sira iz mješine i u industrijskim uslovima i u domaćinstvima, cilj ovog rada je ispitavanje uticaja različitih uslova proizvodnje na kvalitet sira iz mješine.

2. TEORETSKI DIO

2.1. Definicija i karakteristike mlijeka

Pod mlijekom se u užem smislu smatra nepromijenjen sekret mliječne žlijezde, dobijen neprekidnom i potpunom mužom zdravih, normalno hranjenih i redovno muženih krava, najmanje 30 dana prije i 8 dana poslije teljenja, kome nije ništa dodano niti oduzeto. Sirovo mlijeko, zavisno od vrste muznih životinja od kojih je dobijeno, razvrstava se kao kravlje, ovčije ili kozije mlijeko. Sirovo mlijeko mora imati svojstven izgled, miris i ukus. Sirovo mlijeko mora najkasnije dva sata nakon muže biti ohlađeno na temperaturu do najviše 6°C, a u momentu otkupa temperatura ne može biti viša od 4°C (Službeni glasnik Republike Srpske, 81/15).

Kravlje mlijeko se proizvodi u najvećim količinama, pa se iz toga razloga može stavljati u promet pod nazivom mlijeko, dok se za mlijeko koje potiče od drugih vrsta životinja mora naznačiti vrsta životinje od koje potiče (ovčije mlijeko, kozje mlijeko i dr.).

Mlijeko je fiziološka tečnost, proizvedena u organizmu mliječne životinje, prirodno određena hrana za podmladak i nezamjenljiva za ljude svih uzrasta. Ono se upotrebljava od najstarijih vremena na svim stranama svijeta. Mlijeko sadrži sve neophodne sastojke u takvom sastavu i međusobnom odnosu koji su neophodni za razvoj mladunčeta i za normalno funkcionisanje odraslog organizma. Najveća vrijednost mlijeka u ljudskoj ishrani je ne samo u vrijednosti komponenti mlijeka, nego u povezanosti i povoljnom odnosu pojedinih sastojaka mlijeka, koje ljudski organizam dobro prihvata (Dozet i sar., 1983).

Važnost mlijeka u ljudskoj ishrani je u visokom sadržaju proteina životinjskog porijekla, u izuzetnom bogatstvu kalcijuma, u dovoljnoj količini vitamina A, vitamina B kompleksa i po velikoj energetske vrijednosti. Energetska vrijednost dolazi većim dijelom od mliječne masti, koja se nalazi u sitnim česticama, veoma pogodnim za prihvatanje u mladom organizmu. Svi sastojci mlijeka se velikim dijelom usvajaju u čovječijem organizmu, tako se proteini iskorištavaju sa 96%, a mast 95%. U mlijeku se nalazi kalcijum u takvom obliku koji organizam dovoljno usvaja, što je naročito važno za dječiji organizam u razvoju. Mlijeko i mliječni proizvodi ne samo da se dobro vare, nego imaju svojstvo da utiču i na bolje prihvatanje sastojaka druge hrane (Dozet i sar., 1983).

Mlijeko različitih vrsta može se podijeliti u dvije osnovne grupe: kazeinska mlijeka i albuminska mlijeka. Ova podjela je izvršena na osnovu učešća kazeina u ukupnim proteinima. Kazeinska mlijeka su ona kod kojih je učešće kazeina u ukupnim proteinima 75% i više, a

albuminska mlijeka su ona kod kojih je učešće kazeina u ukupnim proteinima ispod 65%. U kazeinska mlijeka spadaju: kravlje, ovčije, kozje i bivolje mlijeko, dok u grupu albuminskog mlijeka spada: mlijeko kobile i magarice. Tu spada i mlijeko žene. Sastav mlijeka je varijabilan i zavisi od mnogih faktora (vrsta, rasa, period laktacije, ishrana i dr.). Prosječan hemijski sastav mlijeka dat je u Tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Prosječan hemijski sastav mlijeka

Komponente	Srednja vrijednost (%)	Raspon variranja (%)
Voda	87,5	87-88
Proteini	3,13	3-3,2
Mast	3,76	3,6-3,8
Ugljeni-hidrati	4,84	4,8-4,9
Minerali	0,8	0,7-0,97

2.2. Sir kao proizvod od mlijeka

Sir je svježi proizvod ili proizvod s različitim stepenom zrelosti koji se proizvodi odvajanjem surutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčijeg, kozjeg, bivoljeg ili njihovih mješavina), obranog ili djelimično obranog mlijeka, pavlake, surutke ili kombinacijom navedenih sireva. U proizvodnji sira dozvoljena je upotreba starter kultura, sirila i drugih koagulacionih enzima i/ili dozvoljenih kiselina za koagulaciju (Službeni glasnik BiH, 21/11).

Sir je hrana koju prihvatamo kao nešto uobičajeno u svakodnevnom životu i nešto što samo po sebi potiče iz našeg vremena. Međutim, sir ima dugu istoriju ispunjenu različitim mitovima, legendama i istorijskim dokazima koji opisuju njegovo porijeklo, ali i razvoj proizvodnje (Tratnik i sar., 2015).

Vještina proizvodnje sira razvijala se vijekovima s ciljem što kvalitetnije ishrane ljudi, ali i konzervisanja i čuvanja mlijeka duže vrijeme. Ova se vještina tradicionalno prenosila kroz generacije, a brojni ratovi, osvajanja i susreti civilizacija zaslužni su za njezino širenje i razvoj. Pojedine zemlje i pojedine regije tih zemalja razvile su specifične, često vrlo različite postupke proizvodnje sira, tako da savremena civilizacija danas posjeduje velik broj različitih vrsta sira. Literatura navodi preko 2000 različitih sireva. Brojni sirevi nose naziv mjesta porijekla. Njihova različitost ogleda se u obliku i konstrukciji opreme koja se koristi u proizvodnji sira,

dok su osnovne karakteristike procesa proizvodnje i senzorna svojstva vrlo slična (Popović Vranješ, 2015).

Danas je poznata činjenica da su mlijeko, fermentisano mlijeko i sir osnova pravilne ishrane. Osim što pružaju užitak brojnim gurmanima, sirevi su izvor hranjivih materija i to u oblicima koje organizam s lakoćom može iskoristiti. Sir je koncentrovani izvor proteina visoke biološke vrijednosti, te se s toga preporučuje njegova svakodnevna upotreba gotovo svim osobama, bez obzira na starosnu dob. Dobar su izvor i vitamina rastvorljivih u vodi (vitamini B grupe: B1, B2, B6, B9 i B12), vitamina rastvorljivih u mastima (vitamini A, D, E, K), mineralnih materija, posebno kalcijuma, fosfora i magnezijuma (Tratnik i sar., 2015).

U proizvodnji sira je dozvoljena upotreba starter kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih enzima i/ili dozvoljenih kiselina za koagulaciju, pa se u proizvodnji sira mlijeko može zgrušati na tri načina (Popović Vranješ, 2015):

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

Sirevi se mogu podijeliti prema sljedećim kriterijumima (Slačanac, 2015):

1. vrsti mlijeka: kravlji, ovčiji, kozji, bivolji i mješoviti;
2. vrsti proteina: kazeinski, albuminski i mješoviti;
3. načinu grušanja: kiseli, slatki i mješoviti;
4. udjelu mliječne masti u suvoj materiji sira: posni, polumasni, masni, punomasni, ekstra masni;
5. udjelu vode u bezmasnoj materiji sira: svježi, meki, polutvrđi, tvrdi, ekstra tvrdi;
6. sličnom procesu proizvodnje: sirevi u salamuri, sirevi parenog tijesta, sirevi s plemenitim plijesnima, sirevi s „mazom“, topljeni sirevi za mazanje ili rezanje, surutkini sirevi;
7. prema načinu zrenja: svježi sirevi bez zrenja, zrenje u zrionici, zrenje u salamuri, čedarizacija, zrenje sirne grude, zrenje umotanih sireva u posebnoj foliji;
8. prema području ili mjestu proizvodnje (autohtona tehnologija).

Prema tehnološkoj klasifikaciji sirevi se grupišu prema jednostavnim parametrima, koji uključuju tehnologiju proizvodnje i konzistenciju, kako je prikazano u Tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Tehnološka klasifikacija sireva (Popović-Vranješ, 2015)

Svježi sirevi	Koagulacija nastaje razvojem kiselosti od strane bakterija mliječne kiseline (kiselinska koagulacija), dobija se meka konzistencija, nema dogrijavanja.
Meki sirevi	Kiselo-sirišna koagulacija, temperatura tokom obrade gruš u kadi (kotlu) nikad ne prelazi temperaturu koagulacije (20-40°C). Meka konzistencija, brzo zrenje, odsustvo sušenja sirnog zrna.
Sirevi sa plijesnima	Meko tijesto sa intenzivnim razvojem plijesni, brzo zrenje, odsustvo sušenja sirnog zrna.
Polutvrđi i presovani sirevi	Kiselo-sirišna koagulacija, polutvrđa konzistencija, ispiranje gruš, djelimično sušenje sirnog zrna, eventualno presovanje, kraće ili srednje dugo zrenje.
Tvrđi sirevi	Kiselo-sirišna koagulacija, tvrđa konzistencija, sušenje gruš, dugo zrenje.
Ovčiji i kozji sirevi	Sirevi različitog tipa od ovčijeg, kozjeg ili miješanog mlijeka.
Toljeni sirevi	Poizvode se mljevenjem, miješanjem, topljenjem i emulgovanjem jedne ili više vrsta sireva, uz dodatak poizvoda od mlijeka, postupkom zagrijavanja i upotrebom sredstava za emulgovanje.

Sadržaj vode u siru je jedan od najvažnijih kriterijuma pri klasifikaciji sireva. Po načinu izrade sira, odvajanje surutke može biti sasvim malo ili naglašeno, što prouzrokuje dobijanje sira sa više ili manje vode. Svježi sirevi, koji se konzumiraju bez zrenja sadrže visok procenat vode, dok sirevi koji imaju duži period zrenja sadrže manje vode, s tim što se dio vode gubi i tokom samog zrenja.

Tabela 2.3. Podjela sireva prema udjelu vode (Službeni glasnik BiH, broj 21/11)

¹ VuBMS (%)	Naziv sira	Period zrenja
<51	Ekstra tvrđi	Najmanje 6 mjeseci
49-56	Tvrđi	Najmanje 5 nedjelja
54-69	Polutvrđi	Najmanje 2 nedjelje
69-85	Meki	Najmanje 7 dana
>67	Svježi sir	Nema zrenja

¹ VuBMS(%) - sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira i računa se po formuli:

$$\text{VuBMS} (\%) = \frac{\text{Sadržaj vode}(\%)}{100\% - \text{sadržaj masti}} * 100$$

Tabela 2.4. Podjela sireva na osnovu sadržaja masti u suvoj materiji

(Službeni glasnik BiH, broj 21/11)

² MuSM (%)	Naziv u skladu sa sadržajem masti
≥60	Ekstra masni sir
≥45 и <60	Punomasni sir
≥ 25 i < 45	Masni sir
≥ 10 i < 25	Polumasni sir
< 10	Posni sir

2.3. Sir iz mješine

Danas postoje različite vrste sireva koje se nude na tržištu, a među njima je jedna od najstarijih sir iz mješine. Sir iz mješine predstavlja autohtoni hercegovački proizvod. Naziv sir iz mješine se koristi i u varijacijama sir iz mijeha, sir iz mišine (Zapadna Hercegovina), sir iz mija, masni sir, zavisno od dijalektičkih varijacija pojedinih lokaliteta Hercegovine. Područje proizvodnje sira iz mješine vezuje se kroz istoriju za Dinarski planinski masiv koji se proteže od Hrvatske, preko Bosne i Hercegovine, Crne Gore do Srbije. Međutim, proizvodnja ovog sira je u većini krajeva u kojima se ranije proizvodio gotovo u potpunosti napuštena, dok se uglavnom zadržala na određenim lokalitetima Hercegovine (Samardžić, 2012). Radi se o autohtonom proizvodu izuzetnog kvaliteta i izrazite specifičnosti, kako u tehnologiji proizvodnje, tako i u svojstvima finalnog proizvoda. Najčešće se proizvodi na porodičnim gazdinstvima, a u posljednje vrijeme i u industrijskim pogonima.

Sir iz mješine spada u grupu polutvrdih ili tvrdih sireva (Sarić, 2009). On se zaista razlikuje i izgledom i aromom od svih drugih poznatih sireva. Ta njegova specifičnost potiče, najvećim dijelom, od prirodnog pakovanja-mješine, koja mu daje specifičan, prijatan miris. Pošto je mješina sušena na dimu, pomiješani miris ovčije kože i dima prenosi se i na sam ukus sira. Osim toga, sir u mješini zrije u anaerobnim uslovima pri kojima su hemijski procesi zrenja potpuno različiti od onih koji vladaju prilikom zrenja sireva uz direktno prisustvo vazduha. Kada se izvadi iz mješine sir je suh u obliku grudvica različite veličine, čiji prečnik ne prelazi 10 cm. Sirno tijesto je bijele do žućkaste boje (Samardžić, 2012).

² MuSM - mast u suvoj materiji sira, a računa se po formuli:

$$\text{MuSM} = \frac{\text{Sadržaj masti (\%)}}{100 - \text{sadržaj vode (\%)}} * 100$$

Nutritivne karakteristike sira su mnogobrojne. Sir se pravi od mlijeka goveda, ovaca i koza čija se ishrana isključivo sastoji od ispaše, svježe stočne hrane, sijena i žitarica koje su obavezno sa područja Hercegovine. Mlijeko tako hranjenih životinja sadrži visok procenat proteina, masti i mineralnih materija. Prirodni pašnjaci bogati aromatičnim planinskim travama su takođe jedan od faktora koji determinišu ukus ovog sira (Samardžić, 2012).

2.3.1. Područje proizvodnje sira iz mješine

Područje proizvodnje sira iz mješine vezuje se kroz istoriju za Dinarski planinski masiv koji se proteže od Hrvatske, preko Bosne i Hercegovine, Crne Gore do Srbije. Međutim, proizvodnja ovog sira je u većini krajeva u kojima se ranije proizvodio gotovo u potpunosti napuštena, dok se uglavnom zadržala na određenim lokalitetima Hercegovine. Područje proizvodnje sira iz mješine je cijeli region Hercegovine. Ovo područje se prostire od granice sa Crnom Gorom na istočnoj strani, do područja Livanjskog i Kupreškog polja koja su područja proizvodnje Livanjskog sira sa zapadne strane. Sa južne strane graniči sa Hrvatskom. Sa sjeverne strane obuhvata područje Nevesinja, Konjica, Prozor-Rame i Kupresa. Na području Glamočkog polja, Bosanskog Grahova, Bosanskog Petrovca i Drvara sir iz mješine se već dugo godina ne proizvodi i njegova je tehnologija potpuno zaboravljena (Sarić, 2009). Dozet i sar. (1996) navode da se na području Hercegovine proizvodi se „Suvi“ ili mješinski punomasni sir.

U nekim dokumentima moguće je naći i podatke koji tvrde drugačije. Tako u Rješenju izdatom od strane Ministarstva kulture Republike Hrvatske od 20.12.2007. godine, kojim se „Sir iz mišine“ upisuje u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske, između ostalog, kaže: „Priprema sira iz mješine, lokalno zvanog sir iz mišine, dugo je prisutna tradicija na području Dalmatinske zagore, Velebita i dijela Like. Nema pouzdanih podataka o vremenu nastajanja, ali je poznato da su još Tračani i Iliri uzgajali ovce na pašnjacima Dinare, pa najvjerojatnije od tog vremena započinje njegova proizvodnja. Jedna od hipoteza je ta da je proizvodnja započela slučajno, spontanom fermentisanjem mlijeka u mješini koja se tada koristila za čuvanje mlijeka. Stočari su usireno mlijeko u kojem je došlo do izdvajanja sirutke i stvaranja sirne grude dalje preradili u sir te proces vremenom usavršili. Proizvodnja je vezana isključivo za područje Dalmatinske zagore, Velebita, Dinare i jednog dijela Like. Također je poznata i izvan Hrvatske, na području zapadne Hercegovine.“ Ovaj dokument bi mogao potaknuti nesuglasice prilikom zaštite sira iz mješine nekom od geografskih oznaka na nivou EU, gdje je jedan od osnovnih uslova definisanje područja proizvodnje (Samardžić, 2012).

2.3.2. Originalni recept

Sir iz mješine pripada grupi tvrdih ili polutvrdih sireva napravljenih od nepasterizovnog mlijeka. Proizvodi se od kravljeg, ovčijeg ili kozijeg mlijeka, ili od mješavine mlijeka navedenih životinjskih vrsta (Bijeljac i Sarić, 2005).

Na bazi istraživanja provedenih u nekim Nevesinjskim selima među najstarijim farmerima došlo se do slijedećih saznanja: U čitavoj Hercegovini prije Drugog svjetskog rata uzgajale su se dvije lokalne pasmine goveče Buša i ovca Pramenka. Obje ove pasmine spadaju u izrazito otporne i prilagođene na tešku planinsku klimu. Pasma Buša po svojim genetskim karakteristikama spada u niskomliječna grla. Životinje su jako loše prehranjivane, u zimskim mjesecima davalo im se samo sijeno ukošeno sa prirodnih livada, a ostala tri godišnja doba su provodile vani, najčešće u planini. Loša ishrana i genetska predisponiranost uticali su da se od ove pasmine dobija vrlo mala količina mlijeka. Nerijetko, goveda su bila mužena samo u sezoni između maja i avgusta mjeseca, odnosno dok je bilo zelene paše. Slična situacija je bila i kod ishrane ovaca i njihovih muže. Uglavnom su, više nego goveda, čak i zimu provodile na pašnjacima pa su mužene najviše četiri mjeseca u godini. Sve to navodi na zaključak da se sir pravio samo tokom nekoliko mjeseca u kojima je bila dobra paša i da se mlijeko nije razdvajalo, nego da se sir pravio od mješavine ovčijeg i kravljeg mlijeka. Što se tiče procentualnog udjela kravljeg i ovčijeg mlijeka u pravljenju sira nemoguće je dati precizan odgovor. Moguće je jedino doći do približnih vrijednosti na osnovu broja životinja koje su se uzgajale u pojedinim familijama i količine mlijeka koje su životinje davale. Svaka seoska porodica je uzgajala istovremeno i krave i ovce (Samardžić, 2012).

Po pričanjima najstarijih, familije koje su se smatrale za bogate držale su oko pet krava i oko stotinu ovaca dok su siromašnije imale po dvije krave i dvadesetak ovaca. Najveća količina mlijeka u klimatskim uslovima Nevesinja dobivana je u junu mjesecu. Prema sjećanju najstarijih stanovnika nevesinjskih sela na najboljoj paši krave su davale oko šest litara mlijeka, a ovce oko šesto grama dnevno. To znači da su najbogatije familije dnevno mogle umusti 30 litara kravljeg i 60 litara ovčijeg mlijeka dnevno, dok su one siromašnije mogle dobiti 12 litara kravljeg i 12 litara ovčijeg mlijeka dnevno. Sva ova saznanja navode na zaključak da je najveći udio ovčijeg mlijeka u siru mogao biti između 55% i 66%. Ako se još uzme u obzir da je broj bogatih familija bio neznan (u selu Brataču u Nevesinju od ukupno 100 familija samo su 3 imale 100 ovaca i 5 krava) i da se samo tokom juna mjeseca mogla dobiti ova količina mlijeka, naprijed data kalkulacija udjela ovčijeg mlijeka u originalnom receptu sira iz mješine morala je biti znatno manja (Samardžić, 2012).

Odmah poslije muže mlijeko se cijedilo kroz dvostruku tkaninu i stavljalo na kraj šporeta da se malo podgrije. U mlijeko je sipano domaće sirilo. Koristilo se samo ovčije sirilo koje se dobivalo tako što je ovčije sirište sušeno na dimu i potapano u surutku, koja se zatim sipala u mlijeko i vršila njegovo zasiravanje. Dužina podsiravanja zavisila je od „jačine” sirila i temperature mlijeka i trajala je između 1 i 1,5 sati. Jedno sirilo se bez „prepiranja u vodi” (vađenje sirila iz surutke, pranje u mlakoj vodi i dolivanje svježije surutke), moglo koristiti 15 dana u zimskom periodu, a u ljetnom periodu sirilo se trebalo „prepirati“ svaki 3. ili 4. dan. „Jačina” sirila (sposobnost količine surutke iz sirila da zasiri određenu količinu mlijeka) se povećavala do 8. dana, a od 8. do 15. dana je počinjalo gubiti svoju jačinu. Na 10 litara podgrijanog mlijeka kad je sirilo najmanje „jačine” dodavao se 1 litar sirila. Kad je sirilo „staro” između 7 i 9 dana na istu količinu mlijeka sipano je od 0,7 do 0,8 litara sirila. Za vrijeme sirenja drvenom kašikom bi se nekoliko puta promiješao gruš. Kraj sirenja je određivan prema boji surutke koja je postajala bistra, zeleno-žute boje, i slijeganju gruša na dno šerpe. Kad bi se sir „staložio” na dno šerpe, ocijedio bi se površinski sloj potpuno bistre surutke, a preostala smjesa sira i surutke presipana je u drugi sud po kome bi se prethodno raširilo platno tzv. cjedilo, koje je moralo biti od nekog „čvršćeg” materijala. (Cjedilo se pralo najprije u surutki, a ispiralo u toploj vodi.) Sir se tad solio „rukom, otprilike“. Zatim bi se sastavili krajevi cjedila i sir lagano gnječio rukom da se iz njega izdvoji maksimalna količina surutke. Tako zamotana gruda, zajedno sa cjedilom, stavljala se pod veliki kamen gdje je ostajala „od jednog mlijeka do drugog“ (od ujutru do naveče). Cijedenje je trebalo obaviti „pravilno“, jer ako bi u siru zaostalo surutke, stvarale bi se rupice i dobijao se kiseo, neprijatan okus (Samardžić, 2009; 2012).

Da bi konačni kvalitet sira bio vrhunski jedan od najvažnijih preduslova bila je priprema mješine odgovarajućeg kvaliteta, a pravljenje mješine je umijeće koje se prenosi s koljena na koljeno. Poslije klanja ovce mješina se opere zajedno sa vunom. Zatim se vuna obrije i mješina izvrne tako da vanjska strana dođe unutra. Onda se špagom zavežu sve šupljine na mješini osim vratnog otvora kroz koji se naduva mješina i na kraju se i ta šupljina zaveže. Tako pripremljena mješina se stavlja na dim i suši 15-20 dana. Kad se mješina “zakori” sa vanjske strane odvezuju se svi čvorovi kako bi se zadimila i unutrašnjost mješine. Zadimljena mješina se skida sa dima, u mlakoj surutki se opere sa obje strane, i ispere se sa mlakom, čistom vodom. Zatim se opet zavežu sve rupe, mješina se naduva i dva dana se stavlja na dim da se mješina prosuši do mjere koja omogućava lako manipulisanje sa mješinom (Samardžić, 2012).

U tako pripremljenu mješinu se stavljao sir i to na sljedeći način: Grude su se rukom lomile na sitnije komadiće i ako je bilo potrebno dosoljavale. Zatim je sir, sloj po sloj, ubacivan kroz otvor na vratu mješine i drvenim zbijačem ili rukom zbijan da bi se ispunio sav međuprostor

između odlomaka sira i istisnuo sav vazduh iz mješine. Kad bi se do vrha napunila mješina, zatvarao bi se i vratni otvor mješine i sir se prenosio u podrumsku prostoriju na zrenje. Zrenje sira trajalo je dva do tri mjeseca (Samardžić, 2012).

2.4. Tehnološki proces proizvodnje sira iz mješine

Autohtoni sir iz mješine dio je tradicionalnog sirarstva čija se proizvodnja unapređuje s ciljem zaštite autentičnosti i promovisanja tradicionalnih proizvoda na tržištu. Sir iz mješine pripada grupi tvrdih ili polutvrdih sireva i proizvodi se od kravljeg, ovčijeg ili kozjeg mlijeka, ili od mješavine mlijeka navedenih životinjskih vrsta (Bijeljac i Sarić, 2005). Glavna karakteristika sira iz mješine je anaerobno zrenje unutar vreće izrađene od janjeće kože (mješine) po kojoj je sir i dobio ime (Vrdoljak, 2007; Samardžić, 2009; Kiš i sar., 2018). Čuva se u ovčjim ili kozjim mješinama što mu daje tipičan miris i vrlo cijenjen, pikantan ukus (Kaić i sar., 2011). Tehnologija proizvodnje sira iz mješine sastoji se od nekoliko faza: odgovarajuća priprema mješine, priprema mlijeka, priprema sirila, sirenje i spremanje u mješine, te zrenje i čuvanje sira (Rako i sar., 2019). Vrijeme trajanja zrenja sira iz mješine je minimalno 2, a maksimalno 8 mjeseci, pod uslovom da se mješina ne otvara.

2.4.1. Priprema mješine

Kako je mješina, odnosno uštavljena ovčija koža, bazični elemenat tipičnosti koji ovaj sir čini unikatnim, tako je i njezina pravilna priprema od izrazite važnosti za izgled i kvalitet sira iz mješine. Priprema mješine je faza koja zahtijeva posebnu umješnost i pažnju onoga ko je priprema. Poslije klanja ovce mješina se opere zajedno sa vunom. Zatim se vuna obrije i mješina „izvrne” tako da vanjska strana dođe unutra. Jakom špagom ili manilom zavežu se sve šupljine na mješini, mješina se naduva, a zatim se „vješa” obično u prostoriju gdje se suši meso i suši se na dimu nekoliko dana. Ukoliko se nakon određenog vremena (jedan dan) mješina „odaduje” (ispusti dio vazduha i splasne), mora se utvrditi mjesto na kome se ispušta vazduh i to mjesto zatvoriti „pritezanjem uzlova” (dotezanjem špaga), ugradnjom „rotačke” (kružno izrezanim komadićem drveta), lješnika ili oraha (ili nekim drugim prirodnim materijalom), zavisno od mjesta „oduve”. Kad mješina prenoći i ne promijeni oblik, to znači da nije nigdje perforirana i takva može biti sigurno pakovanje za zrenje i skladištenje sira iz mješine. Kad se mješina “zakori” sa vanjske strane onda se odvežu svi otvori da dim uđe i u unutrašnju stranu mješine, odnosno da mješina ravnomjerno „zadimi”. Zadimljen mješina se dobro opere sa obje strane, a

zatim opet naduva da se osuši do mjere koja omogućava lako manipulisanje prilikom stavljanja sira (najčešće 1 do 2 dana) (Samardžić, 2012).

2.4.2. Podsiravanje mlijeka

Odamah poslije muže mlijeko se procijedi kroz pamučnu krpu gustog tkanja, tzv. cjedilo i stavi na kraj šporeta da se podgrije do 35°C (može par stepeni više samo ne manje od 35°C). Prema podacima proizvođača iz Nevesinja, na početku laktacije goveda za dobijanje 1 kg sira potrebno je 10 litara mlijeka, dok je pri kraju laktacije za dobijanje 1 kg sira potrebno je 5-6 litara mlijeka. Dužina podsiravanja zavisi od jačine sirila i temperature mlijeka i treba da traje između 1 i 1,5 sati. Na 10 litara podgrijanog mlijeka dodaje se 0,7 do 1 L domaćeg sirila. Ako se siri sa industrijskim sirištem na 10 litara mlijeka temperature 35°C dodaju se 2 supene kašike sirišta rastvorenog u 1 litar vode temperature 25°C (Samardžić, 2012).

2.4.3. Cijeđenje sira

Kad se sir staloži na dno šerpe, ocijedi se dio surutke po vrhu koja je potpuno čista tj. bez komadića sira. Preostala smjesa sira i surutke se presipa u drugi sud po kome je rašireno platno tzv. cjedilo. Cjedilo mora biti propisno oprano, samo u surutki i toploj vodi, jer bilo kakvi deterdženti prenose neprijatne mirise na sir. Zatim se sastavljaju krajevi cjedila i sir lagano izgnječi rukom kako bi se odstranila što veća količina surutke iz sira. Tako zamotan sir i oblikovan u tzv. „grudu”, zajedno sa cjedilom se stavlja pod presu koja je u slučaju tradicionalne proizvodnje najčešće veliki kamen (po zapremini najmanje veličine kao formirana sirna gruda), gdje ostaje oko 12 sati. Cijeđenje treba da se obavi pravilno, jer ako u siru zaostane surutke stvaraju se rupice u sirnom tijestu i dobija se kiseo, neprijatan ukus sira (Samardžić, 2012).

2.4.4. Slaganje sira u mješinu i soljenje

Neposredno pred stavljanje sira u mješinu grude se rukom izlome na sitnije komade i posole. Na 30 kg sira stavlja se 1 kg soli. Ako se radi o većoj količini sira izlomljen i posoljen sir se ostavlja da prenoći kako bi se iz njega izdvojila zaostala surutka. Tako osoljen, ocijeđen i izlomljen sir stavlja se u mješinu kroz otvor na „grlu” (vratni dio) mješine, dok su svi ostali otvori dobro zatvoreni. Nekoliko puta u toku punjenja mješine sir se zbija drvenim nabijačem

ili rukom, kako bi se izbjegla svaka mogućnost zaostajanja vazduha u mješini. Kad se mješina napuni do vrha zaveže se i otvor kroz koji je ubacivan sir u mješinu i prebacuje u prostoriju za zrenje sira (Samardžić, 2012).

2.4.5. Zrenje i skladištenje sira

Sir se skladišti u mračnim prostorijama posebno namijenjenim samo za tu svrhu čija je temperatura između 12°C i 15°C, a vlažnost vazduha između 60% i 70%. Mješine se slažu na drvenu dasku, jedna pored druge, tako da se ne dodiruju i tokom zrenja okreću i brišu, u početku zrenja svaki dan, a kasnije rjeđe. Vrijeme trajanja zrenja sira iz mješine traje minimalno 2, a maksimalno 8 mjeseci, pod uslovom da se mješina ne otvara. U toku ljetnih mjeseci neophodno je temperaturu prostorije održavati ujednačenom (najbolje 12-15°C i nikako većom od 18-19°C) pomoću klima uređaja (Samardžić, 2012). Tokom zrenja kožu treba posebno njegovati (Barukčić i sar, 2015; Fox i McSweeney, 2017).

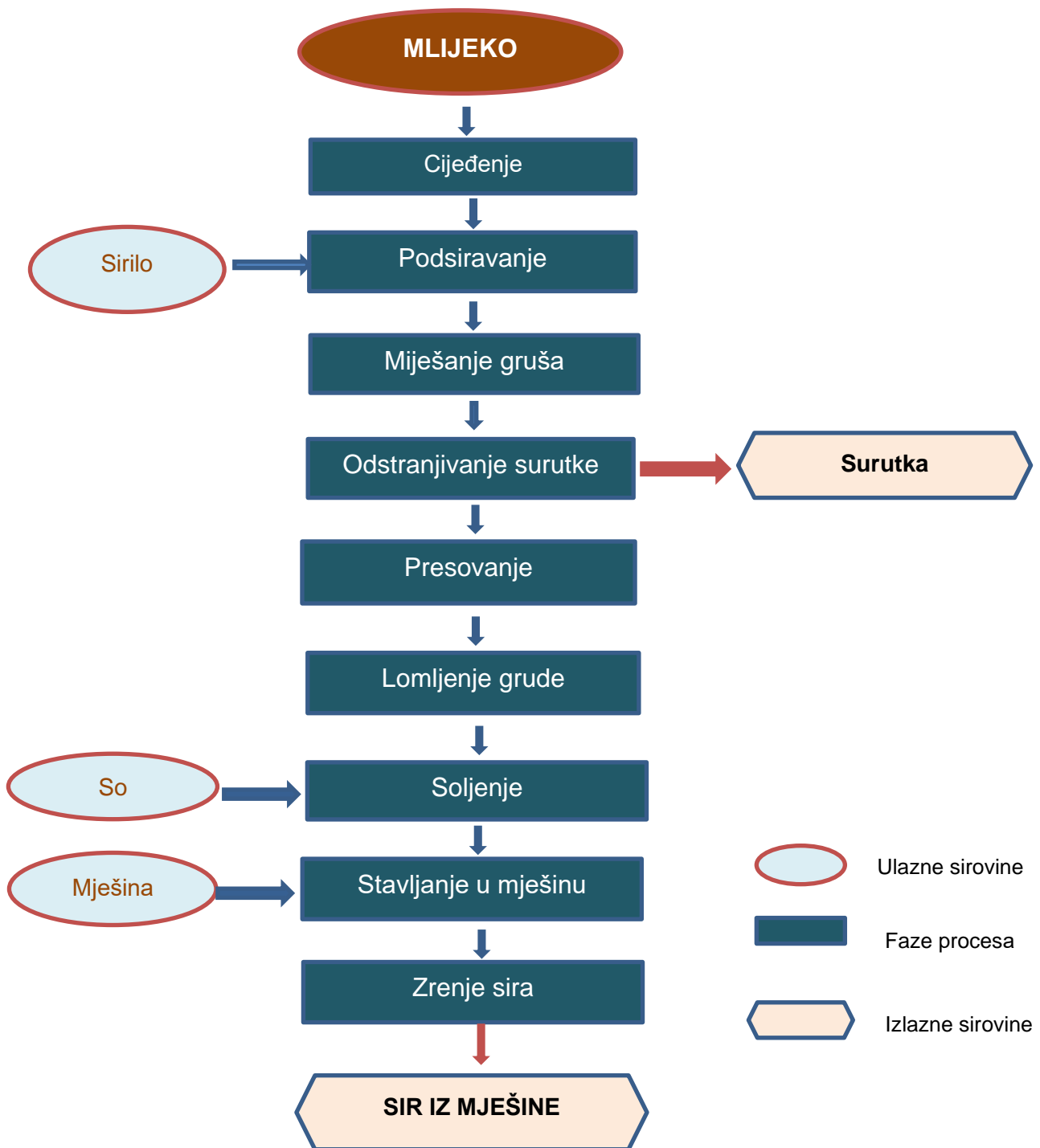
2.5. Dodatak prilikom proizvodnje sira – Sirilo

Primjena sirila u sirarstvu smatra se najstarijim oblikom korištenja enzima u preradi hrane. Sirilo je smjesa enzima koja vrši vrlo kontrolisanu i specifičnu proteolizu (razgradnju proteina) na kazeinu (glavnom proteinu mlijeka) pri čemu mlijeko prelazi iz tečnog u čvrsto agregatno stanje, što je prvi korak u razgradnji majčina mlijeka u želucu mladunčadi sisavaca (Tratnik i sar., 2015). Enzimi su proteini u živom svijetu koji ubrzavaju hemijske reakcije, u ovom slučaju, kontrolisano razlaganje kazeina, a da se sami pri tom ne mijenjaju. Prvi počeci primjene sirila odnosili su se na prirodna sirila koja su se dobivala ekstrakcijom sirišta - želuca teladi, janjadi i jaradi koji još sisaju, odnosno koji se hrane isključivo mlijekom. Uvođenjem ispaše i čvrste koncentrisane hrane u ishranu mladih preživara izrazito se smanjuje udio himozina, a raste udio pepsina u smjesi enzima. Još i danas se većina sirila dobija ekstrakcijom želuca preživara (Tratnik i sar., 2015). Prvo ime enzima koji gruš mlijeko je himozin koji dolazi od grčke riječi, što znači želučani sok. Ukoliko na pakovanju sirila stoji oznaka Rennet, to nam govori da je dotično sirilo originalno, prirodno, odnosno da se radi o enzimskom preparatu proizvedenom iz želuca preživara, dok ostali enzimi za grušanje mlijeka nose naziv Coagulant. Originalno prirodno sirilo dobijeno je ekstrakcijom želuca mladih preživara. Zavisno od dobi životinje i načinu ishrane, sadrži između 80 i 90 % himozina i 10 do 20 % pepsina. Važno je naglasiti da se aktivnost himozina i pepsina nastavlja i kasnije tokom zrenja sira i ogleda se u

izražajnijoj razgradnji proteinske mreže, u uslovima većeg udjela pepsina (Tratnik i sar., 2015). Prirodni mikroorganizmi koji proizvode koagulacijske enzime čija svojstva zadovoljavaju potrebe u sirarstvu su: *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillusi* i *Cryphonectria parasitica*. Ukus sireva proizvedenih primjenom ovih koagulacijskih preparata imaju tendenciju razvijanja gorčine, posebno nakon dužeg vremena zrenja. Za razliku od animalnih proteinaza, ti enzimi mogu hidrolizovati proteine sirutke, a što je nepovoljno s pogleda buduće prerade surutke (oko 90 % od dodanih preparata u mlijeko odlazi sa sirutkom). Takođe, ti su enzimi vrlo termostabilni zbog čega su provedene neke modifikacije mikrobnih enzima, posebno u proteinaza iz plijesni *Rizomucor miehei* i *Rhizomucor pussilus*, te su stvoreni termolabilniji preparati (Tratnik i sar., 2015). Zbog navedenih nedostataka mikrobnih sirila, danas se pomoću genetskog inženjerstva proizvodi himozin od genetski modifikovanih mikroorganizama (GMO) kao što su: *Kluyveromyces lactis* ili *Aspergillus niger*. U ove mikroorganizme unešen je gen za sintezu himozina, te oni fermentacijom proizvode velike količine himozina koji se određenim tehnološkim postupkom prevodi u čisti 100%-tni himozin. Himozin proizveden od GMO mikroorganizama nosi naziv *Fermentati on produced chymosin*, odnosno nosi kraticu FPC (Tratnik i sar., 2015). Kako industrijsko sirarstvo raste, proizvodnja prirodnih sirila sve manje može zadovoljiti rastuće potrebe za sirilima. Stoga tržište FPC sirila kontinuirano raste. Sir proizveden primjenom himozina GMO mikroorganizama sličnih je karakteristika onom proizvedenom primjenom prirodnog sirila. Štaviše, danas postoje preparati za koagulaciju mlijeka koji se dobijaju miješanjem određenih omjera GMO himozina s prirodnim pepsinom kako bi što vjerodostojnije imitirali složenost aktiviteta prirodnog sirila, te kako bi dobili iste rezultate tokom koagulacije mlijeka i razvoja ukusa kao u uslovima primjene prirodnih sirila (Tratnik i sar., 2015).



Slika 2.1. Sir iz mješine (vlastiti izvor)



Slika 2.2. Šematski prikaz proizvodnje sira iz mješine (Samardžić, 2012)

2.6. Biohemijski procesi tokom zrenja sira

Izražen i pikantan ukus i aroma ovog sira potiču od intenzivnih procesa lipolize i proteolize koje su posljedica anaerobnih uslova u životinjskoj koži, autohtonih mikroorganizmima iz

sirovog mlijeka i kože, kao i tehnološkog postupka proizvodnje (Samardžić, 2009; Tudor Kalit i sar., 2020; İnci Öztürk i sar., 2021). U toku zrenja sireva dolazi do biohemijskih promjena u kojima iz složenih organskih molekula (proteina, mliječne masti i laktoze) posredstvom različitih enzima nastaju različita jedinjenja, te sir dobija poželjna ili nepoželjna svojstva (Kalit, 2002; Kalit, 2015; Sözeri Atik i sar., 2021; Öztürk i Akın, 2021). Biohemijske promjene koje se odvijaju u siru tokom perioda zrenja mogu se podijeliti na primarne i sekundarne. Primarne biohemijske promjene su proteoliza, lipoliza i glikoliza, a odgovorne su za formiranje poželjne teksture, dok sekundarne promjene podrazumijevaju katabolizam aminokiselina i slobodnih masnih kiselina, čime se formira specifična aroma sira (Rako i sar., 2019; Tudor Kalit i sar., 2020). Proteoliza, lipoliza i glikoliza najznačajniji su biohemijski procesi koji se tokom zrenja odvijaju u siru djelovanjem enzima sirila, endogenih enzima mlijeka, enzima bakterija mliječne kiseline dodanih u formi kulture i enzima nestarterskih bakterija mliječne kiseline (Havranek i sar., 2014; Tekin i Guler, 2019). Navedeni biohemijski procesi uzrokuju fizičko-hemijske modifikacije u siru (Lukač Havranek i sar., 2000; Prieto i sar., 2002; McSweeney, 2004; Tudor Kalit, 2012). Budući da su kazein i mliječna mast dominantne komponente suve materije sira, biohemijske reakcije odvijaju se upravo na njima (Fox i sar., 2000).

Tokom zrenja sireva dolazi do biohemijskih promjena u kojima iz složenih organskih molekula (proteina, mliječne masti i laktoze) posredstvom različitih enzima nastaju jednostavnije, te uzročno-posljedično, sir poprima poželjna ili nepoželjna svojstva (Kalit, 2002; Kalit, 2015).

Mikulec i sar. (2010) objašnjavaju kako se biohemijske promjene mogu podijeliti na primarne i sekundarne. Primarne biohemijske promjene su proteoliza, lipoliza i glikoliza, a odgovorne su za formiranje poželjne teksture, dok sekundarne promjene podrazumijevaju katabolizam aminokiselina i slobodnih masnih kiselina, čime se formira specifična aroma sira. Proteoliza, lipoliza i glikoliza glavni su biohemijski procesi koji se tokom zrenja odvijaju u siru djelovanjem enzima sirila, endogenih enzima mlijeka, enzima bakterija mliječne kiseline dodanih u formi kulture te enzima nestarterskih bakterija mliječne kiseline (Havranek i sar., 2014). Tri navedena biohemijska procesa uzrokuju fizičko-hemijske modifikacije u siru (Lukač Havranek i sar., 2000; Prieto i sar., 2002; McSweeney, 2004; Kalit, 2012). Budući da su kazein i mliječna mast dominantne komponente suve materije sira, biohemijske reakcije odvijaju se upravo na njima (Fox i sar., 2000; Kalit, 2012).

2.6.1. Glikoliza

Samardžija (2015) objašnjava da bakterije mliječne kiseline laktozu u ćeliju unose u fosforiliranom obliku pomoću ATP-zavisnog laktoza permeaznog sastava ili fosfoenolpiruvat-zavisnog-fosfotferaznog sastava, a razgradnja se provodi glikolitičkim (Embden-Mayerhof-Parnasovim putem) ili fosfoketolaznim putem, zavisno o tome govori li se o homofermentativnim ili heterofermentativnim vrstama bakterija mliječne kiseline. U ćeliji se laktoza-6P djelovanjem β -galaktozidaze hidrolizuje na glukozu i galaktozu-6P. Glukoza se glikolitičkim putem prevodi do piruvata iz kojeg djelovanjem laktat-dehidrogenaze nastaje laktat, dok se galaktoza razgrađuje Leloirovim ili Tagatoznim putem.

U proizvodnji sira dolazi do izdvajanja surutke te dobijeni gruša sadrži oko 1-2 % laktoze, 98 % iste gubi se sirutkom. Sva laktoza zaostala u grušu konvertuje se u L-izomer mliječne kiseline (Havranek i sar., 2014), djelovanjem enzima.

2.6.2. Lipoliza

Mliječna mast kompleks je različitih lipidnih jedinjenja, od kojih su najviše zastupljeni triacilgliceroli (98,30%) te u manjoj količini diacilgliceroli, monoacilgliceroli, fosfolipidi, slobodne masne kiseline, holesterol, cerebrozidi, vitamini A, D, E i K, mineralne materije i druga jedinjenja (Tratnik i Božanić, 2012). U mliječnoj masti identifikovano je i opisano više od 400 masnih kiselina od kojih 70% čine zasićene masne kiseline i 30% nezasićene masne kiseline, odnosno 27% mononezasićenih masnih kiselina i 3% polinezasićenih masnih kiselina. Mliječna mast dobar je izvor esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, linolne, linolenske i arahidonske kiseline (Tratnik i Božanić, 2012; Samardžija, 2015).

Mliječna je mast podložna lipolitičkim i oksidativnim promjenama. Lipolitičke promjene podrazumijevaju cijepanje esterskih veza u triacilglicerol molekulama pri čemu nastaje alkohol glicerol i slobodne masne kiseline (Collins i sar., 2003) koje su podložne oksidaciji, odnosno, vezanju kisenika iz vazduha na dvostruke kovalentne veze nezasićenih masnih kiselina (Antunac i Havranek, 2013). Međutim, zbog niskog oksidacijsko-redukcijskog potencijala u siru, mliječna je mast više podložna lipolitičkim nego oksidativnim promjenama (Collins i sar., 2003, Kalit, 2012).

Kratkolančane i srednjelančane masne kiseline, kao što su maslačna, kapronska i kaprilna kiselina, imaju direktan uticaj na kreiranje arome sira, dok su dugolančane masne kiseline

prekursori za biosintezu sekundarnih metabolita poput metil-ketona, sekundarnih alkohola, γ - ili δ -laktona te kiselina i alkohola (Kalit, 2012).

2.6.3. Proteoliza

Proteoliza je hidrolitička razgradnja proteina pod utjecajem proteolitičkih enzima - proteaza. Tipični predstavnici proteolita su: *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporegenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptococcus liquefaciens* i plijesni. Mliječno kisele bakterije koje se dodaju u proizvodnji također imaju proteolitičku aktivnost koja je vrlo niska u poređenju sa aktivnošću drugih mikroorganizama. Njihovo djelovanje je u mlijeku, a kasnije i u siru. Proteolizu olakšava velik udio vode, viša temperatura i pH. Optimalna proteoliza značajna je za formiranje teksture sirnog tijesta i ukus sira (Tratnik i sar., 2015).

3. HIPOTEZE I CILJ RADA

Budući da se sir iz mješine, uz određene razlike u tehnologiji, proizvodi kako u industrijskim uslovima, tako i u domaćinstvima, u okviru ovog rada postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Kontrolisani uslovi proizvodnje u industrijskim pogonima utiču na kvalitet sira iz mješine.

H2: Uslovi proizvodnje u domaćinstvima utiču na kvalitet sira iz mješine.

H3: Kvalitet sira iz mješine, koji je proizveden u industrijskim proizvodnim pogonima se razlikuje od kvaliteta sira iz mješine koji je proizveden u domaćinstvima.

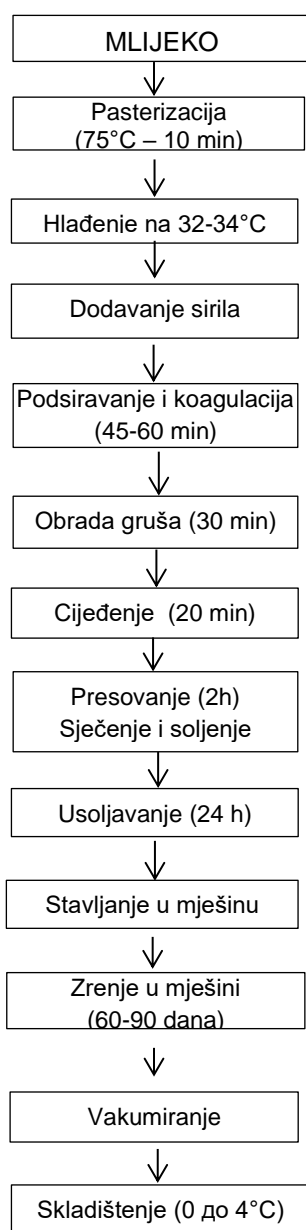
Uzimajući u obzir mogućnost proizvodnje sira iz mješine i u industrijskim uslovima i u domaćinstvima, cilj ovog rada je ispitavanje uticaja različitih uslova proizvodnje na kvalitet sira iz mješine.

4. MATERIJAL I METODE RADA

4.1. Proizvodnja uzoraka sira iz mješine

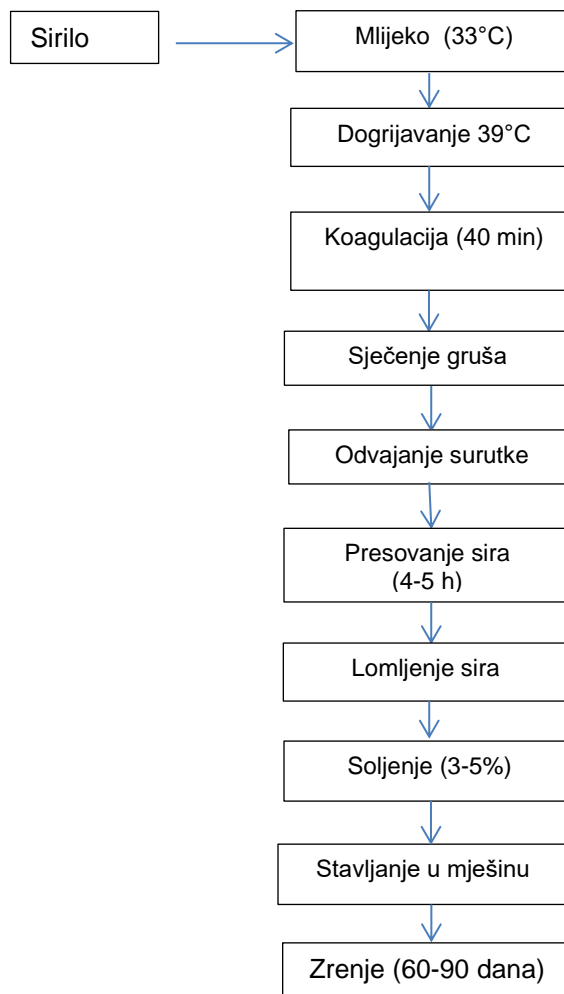
U svim uzorcima sira korišteno je kravlje mlijeko.

Uzorak 1 proizveden je u industrijskim uslovima. Ono što izdvaja ovaj sir od tradicionalnog načina proizvodnje, je to što se vrši pasterizacija mlijeka. Pasterizacija se vrši na 75°C 10 minuta, a nakon toga se ohladi mlijeko na 32-34°C i dodaje sirilo. Podsiravanje i koagulacija traju 45-60 minuta, nakon čega se vrši obrada gruša 30 minuta. Cijeđenje traje 20 minuta, zatim se vrši presovanje, sječenje i soljenje. Usoljavanje traje 1 dan, nakon čega se stavlja sir u mješinu. Zrenje u mješini traje 60-90 dana, nakon čega se sir vadi i vakumira, skladišti na 0-4°C.



Slika 4.1. Šematski prikaz proizvodnje uzorka 1

Uzorak 2 je proizveden u jednom PPG (Poljoprivrednom porodičnom gazdinstvu) u Berkovićima. Sir je proizveden na tradicionalan način sa upotrebom nepasterizovanog mlijeka. Ova sirana radi na EKO principu, sva korištena hemija za čišćenje i dezinfekciju pogona je biorazgradljiva. Koriste prirodno sirilo, originalno koje potiče od želuca preživara. Takođe, ono što je važno koristi se nejudirana so za soljenje sira, kako bi se ostalo vjerodostojno starim tradicionalnim recepturama.



Slika 4.2. Šematski prikaz proizvodnje uzorka 2

Uzorci 3, 4, 5 i 6 su proizvedeni u na tradicionalan način seoskim domaćinstvima u Hercegovini. Mlijeko se dogrije na šporetu do 35°C, nakon čega mu se doda sirilo. Na 10 L mlijeka doda se jedna supena kašika sirila. Mlijeko se promiješa i pusti 10 minuta da se zasiri. Nakon toga isiječe se gruša na kocke i ostavi da stoji 10 minuta. Gruša se onda izmiješa i lomi na sitnije komade, a nakon toga se odvoji surutka. Oblikuje se u gazi u grude, poslije toga se gruda lomi na komade i soli. Skupi se u posude da se ocijedi višak vode, dosoli i stavlja u mješinu. U mješini stoji oko 60 dana.

4.2. Analize provedene na uzorcima sira iz mješine

U cilju određivanja parametara kvaliteta uzoraka sira iz mješine, vršene su slijedeće analize :

- Određivanje sadržaja vode i suve materije, sušenjem na 105°C do konstantne mase;
- Određivanje sadržaja ukupnog pepela, metodom direktnog spaljivanja;
- Određivanje sadržaja hlorida, metoda po Volhard-u;
- Određivanje mineralnog sastava, koristeći atomsku emisionu spektrometriju s indukovano spregnutom plazmom (ICP-AES);
- Određivanje sadržaja masti, acidobutirometrijskom metodom po Gerber- u;
- Određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastav masnih kiselina, GC analitičkom tehnikom;
- Određivanje sadržaja proteina, metodom po Kjeldahl-u;
- Određivanje stepena kiselosti, metodom po Soxhlet-Henkel-u;
- Mjerenje pH vrijednosti, instrumentalno pomoću pH-metra;
- Mjerenje aktivnosti vode instrumentalno, aparatom za mjerenje aktivnosti vode;
- Instrumentalno mjerenje boje;
- Instrumentalno mjerenje teksture;
- Senzorna analiza.

Za određivanje antioksidativne aktivnosti proizvoda često se koriste spektrofotometrijske metode. Postoji veliki broj metoda za ispitivanje antioksidativnog kapaciteta pojedinih molekula.

U cilju ispitivanja uticaja uslova proizvodnje na antioksidativnu aktivnost ispitivanih sireva vršene su sledeće analize:

- Određivanje sadržaja ukupnih fenola;
- Određivanje sadržaja neflavonoida;
- Određivanje sadržaja flavonoida;
- Određivanje antioksidativne aktivnosti DPPH metodom;
- Određivanje antioksidativne aktivnosti ABTS metodom;
- Određivanje antioksidativne aktivnosti FRAP metodom.
- Određivanje stepena oksidacije TBARS testom;

Sve analize, osim senzorne analize, instrumentalnog mjerenja boje i teksture su rađene sa tri ponavljanja. Senzornu analizu je vršila grupa od 5 obučeni ocjenjivača, a instrumentalno

mjerenje boje i teksture je izvedeno sa 10 ponavljanja. Rezultati su predstavljeni kao srednja vrijednost pojedinačnih mjerenja \pm SD.

Određivanje sadržaja vode i suve materije

Sadržaj vode i suve materije u uzorcima sira iz mješine određen je metodom sušenja koje se sastoji u sušenju određene količine uzorka do konstantne mase. Sušenje se obavlja na temperature od $102 \pm 2^\circ\text{C}$ (BAS EN ISO 5534:2006). Sadržaj suve materije (SM) je izražen u g/100g, odnosno u procentima (%).

Sadržaj vode (%) = $100 - \text{sadržaj SM} (\%)$

Sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira (VuBMS) se računa prema formuli (Popović-Vranješ, 2015):

$$VuBMS(\%) = \frac{\text{Sadržaj vode} (\%)}{100 - \text{Sadržaj masti} (\%)} * 100$$

Određivanje sadržaja pepela

Sadržaj ukupnog pepela u ispitivanim uzorcima sira iz mješine određen je metodom direktnog spaljivanja (Carić i sar., 2000). Princip određivanja sadržaja pepela se zasniva na sagorijevanju organskih materija uzorka i žarenju mineralnog ostatka u mufolnoj peći na 550°C . Neorganski ostatak poslije žarenja uzorka predstavlja pepeo čiji je sadržaj u ispitivanim uzorcima izražen u g/100g, odnosno u procentima (%).

Određivanje sadržaja hlorida

Određivanje sadržaja hlorida u ispitivanim uzorcima sira je vršeno metodom po Volhard-u (Trajković i sar., 1983) koja se zasniva na principu oslobađanja natrijum-hlorida iz sira poslije razaranja organskih supstanci azotnom kiselinom i kalijum-permanganatom. Hloridi se talože rastvorom srebro-nitrata u suvišku, a višak jona srebra se retitrira amonijum-rodanidom, uz indikator gvožđe(III)-amonijum-sulfat.

Određivanje mineralnog sastava

Za određivanje mineralnog sastava korišten je instrument ICP-OES Optima 8000, proizvođača Perkin Elmer. Prije mjerenja, u rad su pušteni gasovi argon i vodonik na ventilima koji se nalaze izvan zgrade Tehnološkog fakulteta. Nakon toga, su i na unutrašnjim ventilima pušteni isti

gasovi, uključen je kompresor i Chiler, a zatim i sam instrument ICP-OES Optima 8000. Prije mjerenja neophodno je da instrument bude uključen oko 15 minuta. Nakon isteka tog vremena, pokrene se softver u kome se pali plazma, za čiju je stabilizaciju takođe potrebno sačekati određeno vrijeme (10 do 15 minuta). Kao standard za kalibraciju instrumenta je korišten CRM istog proizvođača koncentracije 100 µg/mL. Za kalibracijske svrhe je pripremljeno pet standardnih rastvora različite koncentracije. Za mikroelemente su korištene sljedeće koncentracije: 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 i 5,0 µg/mL, a za makroelemente su korištene koncentracije: 1,0; 5,0; 10, 15 i 20 µg/mL. Standardi su pripremljeni u odmjernim tikvicama zapremine 10 mL. Pipetiranje je izvršeno različitim mikropipetama u zavisnosti od željene koncentracije standarda, a odmjerne tikvice su zatim dopunjene do marke rastvorom 5 %-tne HNO₃. Nakon pripreme kalibracione krive, analizirani su uzorci i slijepa proba uzorka.

Korišteni su sljedeći standardi:

1. Perkin Elmer Pure Plus – Instrument Calibration Standard 2 (multielementarni) LOT CL3-191MKBY1
2. Perkin Elmer Pure – Wave Cal Solution (multielementarni) LOT 43-71AS (P, S)

Tabela 4.1. Analitički parametri ICP-OES Optima 8000 instrumenta

Snaga generator (W)	1500
Protok argona za plazmu (L/min)	8
Protok pomoćnog gasa Ar (L/min)	0.2
Protok gasa za raspršivanje (unošenje) uzoraka (L/min)	0.7
Protok uzorka (mL/min)	1
Pravac posmatranja plazme	aksijalni i radijalni
Visina pogleda (mm)	15
Procesni dijagram	površina (sedam tačaka)
Broj ponavljanja	3
Vrijeme očitavanja (s)	45
Kalibracija	linearna zavisnost
Raspršivač	Scott
Nebulizer	Perkin-Elmer cross-flow
Injektor i.d (mm)	2.0 (Alumina)
Kvarcna baklja	1-slot

Tabela 4.2. Određivanje koncentracije elemenata primjenom ICP-OES-a

Element	Talasna dužina	Limit detekcije (µg/L) P.Elmer	R ²	Koncentracija za kalibraciju (mg/L)
Na	589,592	0,5	0,9951	1-15
Ca	317,933	0,05	0,9869	1-15
K	766,490	1	0,9969	1-15
P	213,617	4	0,9989	0,1-5
Mg	285,213	0,04	0,9998	0,1-5
Zn	206,200	0,2	0,9920	0,1-5
Fe	238,204	0,1	0,9996	0,1-5
Mn	260,568	0,1	0,9999	0,1-5
Al	396,153	1	0,9489	0,1-5
Cu	327,393	0,4	0,9998	0,1-5
Cr	267,716	0,2	0,9998	0,1-5
Mo	202,031	0,5	0,9998	0,1-5
Se	196,026	2	0,9997	0,1-5

Određivanje sadržaja masti

Određivanje sadržaja masti u siru iz mješine vršeno je acidobutiometrijskom metodom (BAS ISO 11870:2012). Metoda određivanja masti se zasniva na principu rastvaranja proteina sira sumpornom kiselinom određene koncentracije, pri čemu kapljice mliječne masti ostaju suspendovane u jako kiselom rastvoru i izdvajaju se dejstvom centrifugalne sile. Dodatkom amil-alkohola smanjuje se površinski napon i olakšava izdvajanje masti. Količina masti očitava se direktno na skali butirometra, a izražava kao broj grama masti u 100 g uzorka (g/100 g).

Sadržaj masti u suvoj materiji (MuSM) se izražava na osnovu suve materije (Popović-Vranješ, 2015):

$$\text{MuSM} = \frac{\text{Sadržaj masti (\%)}}{100 - \text{Sadržaj vode (\%)}} * 100$$

Određivanje sadržaja masnih kiselina

Uzorci sira su pripremljeni acidobutiometrijskom metodom za određivanje sadržaja masti (BAS ISO 11870:2012, BAS ISO 19662:2019).

Iz butirometra je mikropipetom izvađena izdvojena mast i odvagano je 100 mg u epruvetu od 20 mL (sa vijačnim poklopcem) ili u reakcionu bočicu. Mast je rastvorena sa 10 mL heksana. Zatim je dodano 100 μ L 2M kalijum hidroksida u metanolu. Zatvorena epruveta ili bočica je centrifugirana 30 sekundi na 3000 obrt/min. Bistri rastvor je prenijet u bočicu (vialu) od 2 mL. Za određivanje masnih kiselina korišten je instrument Clarus 680 Perkin Elmer sa FID detektorom, kolona Elite-wax L 60 m, ID 0.32, DF 0.5, uz standard: Sigma Aldrich Supelco 37 components FAME MIX. Temperatura injektora i detektora 250°C, volumen uzorka 1 μ L, temperaturni režim 60°C 2 minute, 10°C/min do 200°C, 5°C/min do 240°C i 30 min na 240°C. Ukupno vrijeme trajanja 54 min, protok 1,5 mL/min, gasovi azot (nosač), vodonik i vazduh (za FID). Sastav masnih kiselina prikazan je kao procentualni udio pojedinačnih masnih kiselina u ukupnim masnim kiselinama (g/100g ukupnih masnih kiselina).

Tabela 4.3. Uslovi analize za određivanje masnih kiselina na gasnom hromatografu

Kolona:	Elite-wax L 60 m, ID 0.32, debljina filma 0,5 μ m
Temperaturni program:	60°C- 2 minute 10°C/min do 200°C 5°C/min do 240°C 240°C- 30 minuta
Trajanje analize:	54 minute
Gas nosač:	Azot
Protok gasa nosača:	1,5mL/min
Temperatura injektora:	250°C
Temperatura detektora:	250°C
Volumen uzorka:	1 μ L

Određivanje sadržaja proteina metodom po Kjeldahl-u

Sadržaj proteina u siru je određen na osnovu sadržaja ukupnog azota, određenog metodom po Kjeldahl-u i množenjem sa faktorom 6,38 (BAS EN ISO 8968-1:2015). Princip metode se sastoji u digestiji uzorka koncentrovanom sumpornom kiselinom, uz korišćenje bakar(II)-sulfata kao katalizatora kako bi se ukupni azot preveo u amonijum jone. Zatim slijedi alkalizacija sa natrijum-hidroksidom, destilacija oslobođenog amonijaka u višak rastvora borne kiseline i titracija hlorovodoničnom kiselinom, da bi se odredio amonijak vezan za bornu kiselinu. Sadržaj proteina u uzorku je izražen u g/100g, odnosno u procentima (%).

Određivanje stepena kiselosti

Stepen kiselosti mlijeka ($^{\circ}\text{SH}$) utvrđen je metodom po Soxhlet-Henkelu-u, a označava broj utošenih mililitara rastvora natrijum-hidroksida $c(\text{NaOH})=0,25 \text{ mol/l}$ potrebnih za neutralizaciju uzorka, uz fenolftalein kao indikator. Za utvrđivanje stepena kiselosti sira koristi se modifikacija po Morres-u, što podrazumijeva upotrebu decimolarnog rastvora natrijum-hidroksida $c(\text{NaOH})=0,1 \text{ mol/l}$ za neutralizaciju (Carić i sar., 2000). Kiselost sira po Soxhlet-Henkel-u se izražava po formuli: $K = V \times 8 (^{\circ}\text{SH})$; gdje je: V-zapremina 0,1 M NaOH utrošenog za neutralizaciju (ml).

Mjerenje pH vrijednosti

Mjerenje pH vrijednosti sira vršeno je primjenom pH-metra (Hanna instruments, HI 2211). Prije i tokom očitavanja vrijednosti, kalibrisanje pH metara vršeno je korištenjem standardnih rastvora pufera (pH pufera za kalibraciju je bio 7,02 i 4,00 na 20°C). pH vrijednost sira određena je u rastvoru sira pripremljenom mješanjem jednakih količina sira i vode (Carić i sar., 2000).

Mjerenje aktiviteta vode (a_w)

Aktivnost vode (a_w) u uzorcima sira određena je upotrebom uređaja sa specijalnom sondom za mjerenje a_w vrijednosti. Postupak određivanja se zasniva na punjenju mjerne posude do 2/3 njene visine sa homogenizovanim uzorkom sira i postavljanju u mjerni dio sonde. Proces mjerenja a_w vrijednosti se vrši na sobnoj temperaturi (oko 20°C) do uspostavljanja ravnotežnog stanja u mjernom dijelu sonde.

Instrumentalno mjerenje boje sira

Instrumentalno mjerenje boje sira vršeno je pomoću spektrofotometra CM-2600d (KONICA MINOLTA SENSING INC, Japan). Spektrofotometar je opremljen sa standardnim izvorom svjetlosti D65, ugao standardnog posmatrača je 10°C , a kalibracija instrumenta se vrši u odnosu na bijelu ploču. Metodologija mjerenja boje na ovom aparatu se sastoji iz nekoliko faza:

- definisanje parametara za mjerenje boje,
- standardizacija aparata prema bijeloj ploči,
- izbor i priprema uzorka za mjerenje,
- mjerenje vrijednosti parametara boje proizvoda (L^* , a^* , b^*).

Karakteristike boje su iskazane u CIE L*a*b* (CIE, 1976), koji je zasnovan na tri koordinate preko kojih se definiše boja uzoraka: L* (svjetloća boje), a* (udio crvene boje (+a*) ili zelene boje (-a*)) i b* (udio žute boje (+b*) ili plave boje (-b)).

Instrumentalno mjerenje teksture sira

Tvrdoća odnosno mekoća sira određena je mehanički, pomoću teksturometra, Texture Analyser TA.XT plus (Stable Micro Systems), koji mjeri silu smicanja potrebnu da se komad presječe. Prilikom testiranja korišten je aparat Warner-Blatzler sa ćelijom za sječenje (knive blade HDP/BSK). Opterećenje ćelije je 25 kg, a brzina noža tokom testa 4,00 mm/s, rastojanje 20,00 mm. Uzorci za ispitivanje pripremani su tako što se pomoću kalupa isječe pravougaoni oblik (1x1 cm, dužine 5 cm) na kojima je vršeno mjerenje. Tekturometar mjeri silu (N) potrebnu da nož ćelije, sa određene udaljenosti (mm) prodre u tkivo sira. Uređaj na taj način stimulira proces žvakanja.

Senzorna analiza

Da bi se ispitala senzorna svojstva i kvalitet proizvedenih uzoraka sira korištena je deskriptivna senzorna analiza, kojom je omogućeno kvantitativno ispitivanje i ocjena kvaliteta više svojstava posmatranog proizvoda. Senzornu ocjenu odabranih pokazatelja kvaliteta ispitivanih vrsta sireva vršila je grupa od 5 ocenjivača. Ocjenjivana su sljedeća senzorna svojstva: izgled, boja, miris, ukus i konzistencija. Za ocjenjivanje je korišćen sistem bodovanja sa skalom od 5 vrijednosti (1=vrlo značajno odstupanje od očekivanog kvaliteta, do 5=nema odstupanja od očekivanog kvaliteta) (BAS ISO 22935-2:2011; BAS ISO 22935-3:2011).

Priprema uzoraka za određivanje antioksidativne aktivnosti

Izvaže se oko 5g uzorka ($\pm 0,0001g$) u erlenmajericu sa brušenim grlom, prelije sa oko 12,50 mL 80%-tnim rastvorom etanola. Tikvica sa uzorkom se stavi u ultrazvučnu kadu (10 minuta), a zatim se spoji na povratno hladilo i ekstrakcija traje 10 minuta od trenutka ključanja. Uzorak se filtrira u tikvicu od 25 mL, a preostali talog zajedno sa filter papirom se vraća nazad u erlenmajericu uz dodatak 12,50 mL 80%-tnog rastvora etanola i ekstrahuje još 10 minuta. Profiltrira se u tikvicu u kojoj se nalazi prvi filtrat i dopuni 80%-tnim rastvorom etanola.

Određivanje ukupnih fenola

Ukupni fenoli određuju se spektrofotometrijski modifikovanom metodom Folin-Ciocalteu (Wolfe, 2003) koja se zasniva na obojenoj reakciji fenola s Folin-Ciocalteu reagensom, te mjerenjem nastalog inteziteta obojenja na 765 nm. Zapremina od 1,5 ml radnog rastvora Folina-Ciocalteu je pomiješana sa 1,5 ml 7,5%-tnog rastvora natrijum hidrogen karbonata i 0,2 ml uzorka. Smjesa je ostavljena da stoji 30 minuta u tamnom na sobnoj temperaturi, a zatim je izmjerena apsorbanacija na 765 nm, uz slijepu probu (1,5 ml 7,5%-tnog rastvora natrijum hidrogen karbonata, 1,5 ml radnog rastvora Folina-Ciocalteu i 0,2 ml rastvarača sa kojim su ekstrahovani fenoli).

Folin-Ciocalteu (FC) reagens je smjesa fosfovolframove i fosfomolibden kiseline, a pri oksidaciji fenolnih jedinjenja ove kiseline se redukuju u volframov oksid i molibdenov oksid, koji su plavo obojeni i čija se apsorbanacija mjeri na 765 nm. Radni rastvor Folina-Ciocalteu je pripremljen razrjeđenjem osnovnog rastvora Folina-Ciocalteu reagensa (2 M) sa vodom u odnosu 1:10.

Sadržaj fenola je izračunat na osnovu kalibracione krive standardnog rastvora galne kiseline. Na osnovu izmjerenih vrijednosti apsorbanacija i poznatih vrijednosti koncentracija galne kiseline, definisana je kalibraciona kriva na osnovu koje je određena koncentracija ukupnih fenola u uzorcima. Rezultati su izraženi kao ekvivalent galne kiseline u gramu uzorka ($\mu\text{g GAE/g}$).

Određivanje neflavonoida

Sadržaj neflavonoida je određen prema formaldehidskoj metodi Alberto et al. (2006). Za taloženje flavonoidnih spojeva primjenjuje se formaldehid koji reaguje sa C-6 ili C-8 na 5,7-dihidroksi flavonoidu stvarajući metilol derivate koji dalje reaguju s drugim flavonoidnim spojem takođe na C-6 ili C-8 položaju itd. U epruvetu se otpipetira 1 mL uzorka, 1 mL 1:4 hlorovodonične kiseline (HCl) i 0,5 mL rastvora formaldehida koncentracije 8 mg/mL. Rastvor se ostavi 24 sata na sobnoj temperaturi, nakon čega se filtracijom odstrane kondenzovane molekule. Preostali fenolni spojevi u filtratu su određeni Folin-Ciocalteu metodom (Wolfe, 2003). Rezultati su izraženi kao ekvivalent galne kiseline.

Određivanje ukupnih flavonoida

Udio flavonoida je izračunat iz razlike sadržaja ukupnih fenola i neflavonoida.

Odeđivanje antioksidativnog kapaciteta DPPH metodom

Određivanje antioksidativnih osobina DPPH metodom je vršeno po metodi Liyana-Pathiranan i Shahidi (Liyana-Pathiranana, 2005). Metoda se bazira na upotrebi stabilnog 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikala (DPPH) za određivanje antioksidativnog kapaciteta u hrani. DPPH posjeduje nespareni elektron koji postiže apsorpcijski maksimum na 517 nm i ljubičaste je boje. Rezultat sparivanja nesparenog elektrona DPPH radikala s vodonikom antioksidansa je prelaz ljubičaste boje u žutu te stvaranje redukovano DPPH-H. Promjena boje je u stehiometrijskom odnosu s brojem sparenih elektrona (Lisica, 2016).

Za pripremanje baždarne krive otpipetirano je u epruvete po 200 µL standardnog rastvora troloxa (koncentracija: 25, 50, 100, 200 i 300 µM), 3,8 mL metanola i 1 mL 0,5 mM rastvora DPPH. Sadržaj je promješan i ostavljen da stoji 20 minuta u mraku pri sobnoj temperaturi, nakon čega je izmjerena apsorpcija na 517 nm uz metanol kao slijepu probu. Na osnovu izmjerenih vrijednosti apsorbcija i poznatih vrijednosti koncentracija troloxa, konstruisana je kalibraciona kriva.

Za određivanje antioksidativnog kapaciteta u epruvetu je otpipetirano 2 mL pripremljenog razrijeđenog ekstrakta, 2 mL metanola i 1 mL 0,5 mM rastvora DPPH. U drugu epruvetu otpipetirano je 4 mL metanola i 1 mL 0,5 mM rastvora DPPH, što predstavlja kontrolni uzorak. Epruvete sa sadržajem su ostavljene da stoje 20 minuta u mraku, na sobnoj temperaturi, nakon čega je izmjerena apsorpcija na 517 nm, uz metanol kao slijepu probu.

Procenat inhibicije slobodnog radikala se računa prema formuli:

$$I(\%) = \frac{A_k - A_{uzorak}}{A_k} * 100$$

Gdje je: I(%)-procenat inhibicije

A_k - apsorbcija kontrolnog uzorka

A_{uzorak} - apsorbcija uzorka

Koristeći baždarni pravac očitana je koncentracija Troloxa koja odgovara apsorbciji ispitivanog antioksidansa (uzorka). Nakon toga vršeno je preračunavanje antioksidativnog kapaciteta na početnu masu uzorka. Rezultati su izraženi kao µmol Trolox ekvivalenta po gramu uzorka (µmol TE/g).

Određivanje antioksidativne aktivnosti ABTS metodom

Ispitivanje antioksidativne aktivnosti ABTS+ radikal katjonskom metodom se zasniva na kolorimetrijskom mjerenju stepena obezbojavanja ABTS+ radikala u prisustvu antioksidanasa. ABTS+ radikalski katjon se dobija oksidacijom ABTS sa $K_2S_2O_8$ (kalijum persulfat) prije dodavanja antioksidanasa. Relativno stabilan ABTS+ radikal je zelene boje i određuje se spektrofotometrijski na 734 nm. ABTS test je urađen po metodi koju su prvobitno opisali Re i sar. (1999).

Radni rastvor ABTS A se priprema tako što se pomiješaju osnovni rastvori: 7 mM rastvor ABTS u vodi i 2,4 mM rastvor kalijum persulfata u vodi u jednakim količinama, i ostave u tami, na sobnoj temperaturi da izreaguju 12-16 h. Nakon toga se radni rastvor ABTS A razrijedi na taj način što se pomiješa 1 mL radnog rastvora ABTS A sa 60 mL metanola i mjeri mu se apsorbanacija koja mora iznositi 0,706 (+/- 0,001) na 734 nm. Na ovaj način se dobije radni rastvor ABTS B. Slijepa proba u ovom slučaju je samo metanol (2 mL). Radni rastvor ABTS B se mora uvijek svjež pripremati. Prije mjerenja apsorbanacije uzorka potrebno je izmjeriti A control tj. pomiješa se 1 mL radnog rastvora ABTS B sa 1 mL metanola. Slijepa proba je 2 mL metanola.

1 mL uzorka pomiješa se sa 1 mL radnog rastvora ABTS B, ostavi se da reaguje u tami 7 minuta na sobnoj temperaturi i mjeri se njegova apsorbanacija na 734 nm.

Za svaku novu koncentraciju uzorka potrebno je imati novu slijepu probu tj. 1 mL metanola i 1 mL uzorka te koncentracije.

Procenat inhibicije slobodnog radikala se računa prema formuli:

$$I(\%) = \frac{A_k - A_{uzorak}}{A_k} * 100$$

Gdje je: I(%)-procenat inhibicije

A_k - apsorbanacija kontrolnog uzorka

A_{uzorak} - apsorbanacija uzorka

Za izradu baždarenih pravaca je korišten Trolox. Na osnovu izmjerenih vrijednosti apsorbanacija i poznatih vrijednosti koncentracija troloxa, konstruisana je kalibraciona kriva.

Koristeći kalibracionu krivu, ista se preračuna na koncentraciju Trolox-a kojom se postiže isti reakcijski učinak (obezbojenje rastvora radikala pri istim uslovima).

Rezultati su izraženi kao μmol Trolox ekvivalenta po gramu uzorka ($\mu\text{mol TE/g}$).

Određivanje ukupne antioksidativne vrijednosti FRAP metodom

Određivanje ukupne antioksidativne vrijednosti FRAP metodom je vršeno po metodi koju su razvili Benzie i Strain (1996). Metoda se zasniva na reakciji redukcije žuto obojenog kompleksa željezo-2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) pri čemu nastaje plavo obojeno jedinjenje. Reakcija se odvija u kiselom mediju, pri pH=3,6 kako bi se zadržala dobra rastvorljivost željeza. Pri nižim vrijednostima pH smanjuje se jonizacijski potencijal koji omogućava prenos elektrona, a ujedno se povećava redoks potencijal, koji dodatno omogućava pomjeranje reakcije u smjeru prenosa elektrona. Redoks potencijal reakcije Fe^{3+}/Fe^{2+} iznosi 0,77 V i svi spojevi s nižim redoks potencijalom će ulaziti u reakciju redukcije željeza te tako doprinijeti konačnom rezultatu antioksidativnog kapaciteta (Živko, 2012).

Radni reagens FRAP-a je pripremljen neposredno prije početka rada na način da se pomiješa 25 mL pripremljenog acetatnog pufera; 2,5 mL rastvora TPTZ i 2,5 mL rastvora $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. Svježe pripremljeni radni rastvor FRAP reagensa je termostatiran na 37°C. Kao slijepa proba koristi se 1,8 mL FRAP radnog rastvora i 0,2 mL destilovane vode. Uzorak (koncentracije 500 µg/mL) zapremine 0,2 mL se pomiješa sa 1,8 mL FRAP radnog reagensa, inkubira 10 min na 37°C i mjeri se apsorbancija na 593 nm uz slijepu probu. Kao slijepa proba koristi se 1,8 mL FRAP radnog rastvora i 0,2 mL destilovane vode.

Na osnovu izmjerenih vrijednosti apsorbancija i poznatih vrijednosti koncentracija standardnih rastvora $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,1-1mM) konstruisana je kalibraciona kriva. Iz jednačine pravca se očita koncentracija $FeSO_4$ koja odgovara apsorpciji ispitivanog antioksidansa (uzorka). Nakon toga se preračuna antioksidativni kapacitet na početnu masu uzorka. Rezultati su predstavljeni kao µmol Fe(II)/g uzorka.

Određivanje lipidne oksidacije tiobarbiturnim (TBARS) testom

TBARS vrijednost određena je spektrofotometrijskom metodom (Botsoglou i sar., 1994) koja se zasniva na mjerenju apsorbancije kompleksnog obojenog jedinjenja nastalog reakcijom malondialdehida (MDA) i tiobarbiturne kiseline (TBA).

Za pripremu uzorka se u tikvicu od 50 mL predestiliše oko 10 g uzorka sa 97,5 mL destilovane vode i 2,5 mL HCl (1:2). U epruvetu se otpipetira 2,5 mL alikvota (serije standarda ili vode za slijepu probu), doda 1,5 mL vodenog rastvora TBA 0.8% i stavi na vodeno kupatilo na 70°C 30 minuta. Nakon toga se ohladi pod hladnom vodom i mjeri se apsorbancija na 521,5 nm u odnosu na slijepu probu. Kalibraciona kriva je konstruisana na osnovu zavisnosti koncentracije MDA i očitanih vrijednosti apsorbancija.

Jednačina pravca $y=1,1215x$

Koncentracija MDA se računa prema formuli:

$$\text{MDA} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{80 * c * f}{\text{OK}}$$

gdje je:

c-vrijednost očitana sa krive ($\mu\text{g/mL}$)

f-razblaženje

OK-odvaga uzorka (g)

Statistička obrada podataka

Statistička obrada dobijenih rezultata vršena je primjenom softverskog paketa Microsoft Excel 2013 i računarskog programa IBM SPSS Statistics 22.0 za Windows (Armonk, NY, United States). Rezultati analiza su prikazani kao srednje vrijednosti pojedinačnih rezultata \pm standardna devijacija (SD). Značajnost razlika između aritmetičkih sredina je određena analizom varijanse sa jednom nezavisno promjenjivom (One way ANOVA) i višestrukog testa intervala (Tukey HSD – test) i izražena sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$).

5. REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. Rezultati fizičko-hemijskih analiza

5.1.1. Sadržaj vode i suve materije

Prilikom procesa koagulacije određena količina vode iz mlijeka prelazi u sir. Sadržaj vode u siru je jedan od osnovnih kriterijuma za klasifikaciju sireva. U Tabeli 5.1. prikazane su srednje vrijednosti ukupnog sadržaja vode, suve materije i sadržaja vode u bezmasnoj materiji sira (VuBMS) u ispitivanim uzorcima.

Tabela 5.1. Ukupan sadržaj vode, sadržaj suve materije i sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira (VuBMS) u ispitivanim sirevima iz mješine

Uzorak	Sadržaj vode (%)	Sadržaj suve materije (%)	VuBMS (%)
1	37,24 ^b ±0,01	62,76 ^b ±0,01	51,72 ^b ±0,01
2	35,69 ^a ±0,46	64,31 ^c ±0,46	52,49 ^b ±0,28
3	35,22 ^a ±0,36	64,78 ^c ±0,36	55,90 ^d ±0,21
4	35,02 ^a ±0,09	64,98 ^c ±0,09	49,32 ^a ±0,13
5	40,49 ^c ±0,25	59,51 ^a ±0,25	59,16 ^c ±0,74
6	37,02 ^b ±0,16	62,98 ^b ±0,16	53,65 ^c ±0,23

^{a-c} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Mlijeko i proizvodi od mlijeka, u zavisnosti od vrste, sadrže manju ili veću količinu vode. Kod proizvodnje sireva voda ima veliki značaj, jer direktno utiče na konzistenciju proizvoda. Stabilnost mnogih proizvoda od mlijeka zavisi od količine vode. Statističkom analizom dobijenih rezultata utvrđeno je da se ispitivani uzorci statistički značajno razlikuju u sadržaju vode, suve materije i sadržaju vode u bezmasnoj materiji sira (p<0,05), odnosno da uslovi proizvodnje statistički značajno (p<0,05) utiču na navedene parametre kvaliteta. Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da uzorak 5 ima najveći sadržaj vode (40,49%), dok najmanji sadržaj vode ima uzorak 4 (35,02%). Takođe uzorak 4 ima najveći sadržaj suve materije (64,98%), dok je najmanji sadržaj suve materije ustanovljen kod uzorka 5 u iznosu 59,51%. Sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira se kreće od 49,32% (uzorak 4) do 59,16% (uzorak 5) (Tabela 5.1.). Prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mlijeka (Službeni glasnik BiH, broj 21/11), potvrđeno je da ispitivani sirevi pripadaju grupi polutvrdih i tvrdih sireva.

5.1.2. Sadržaj pepela

Pepeo predstavlja suvi ostatak dobijen nakon isparavanja vode i spaljivanja sastojaka organskog porijekla iz uzorka na visokoj temperaturi. Sadržaj pepela zavisi od vrste namirnice. Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da je uzorak 4, koji je proizveden u domaćinstvu, uzorak sa statistički najvećim sadržajem pepela ($p < 0,05$), u iznosu od 8,28%, dok su ostali uzorci imali manji sadržaj pepela koji se kretao od 6,40% u uzorku 1, koji je proizveden u industrijskim uslovima, do 5,25% u uzorku 3, koji je proizveden u domaćinstvu (Tabela 5.2.).

Tabela 5.2. Sadržaj pepela u ispitivanim sirevima iz mješine

Uzorak	Pepeo (%)
1	6,40 ^c ±0,02
2	6,25 ^c ±0,03
3	5,25 ^a ±0,04
4	8,28 ^d ±0,11
5	5,34 ^a ±0,02
6	5,55 ^b ±0,06

^{a-d} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.1.3. Sadržaj hlorida

Hloridi u siru potiču od soli koja se dodaje u proizvodnji sira. So utiče na ukus sira, na izdvajanje surutke iz sira, reguliše zrenje sira i koristi se kao konzervas, jer obezbjeđuje dužu trajnost sira. Analizom rezultata ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na sadržaj hlorida u ispitivanim uzorcima sira. Uzorak 5 ima najmanji sadržaj hlorida, u iznosu od 3,67%, a najveći sadržaj hlorida, u iznosu od 6,90%, ustanovljen je kod uzorka 4 (Tabela 5.3.).

Tabela 5.3. Sadržaj hlorida u ispitivanim sirevima iz mješine

Uzorak	Hloridi (%)
1	5,24 ^d ±0,03
2	5,10 ^d ±0,05
3	4,11 ^b ±0,05
4	6,90 ^e ±0,04
5	3,67 ^a ±0,06
6	4,90 ^c ±0,13

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.1.4. Mineralni sastav sireva

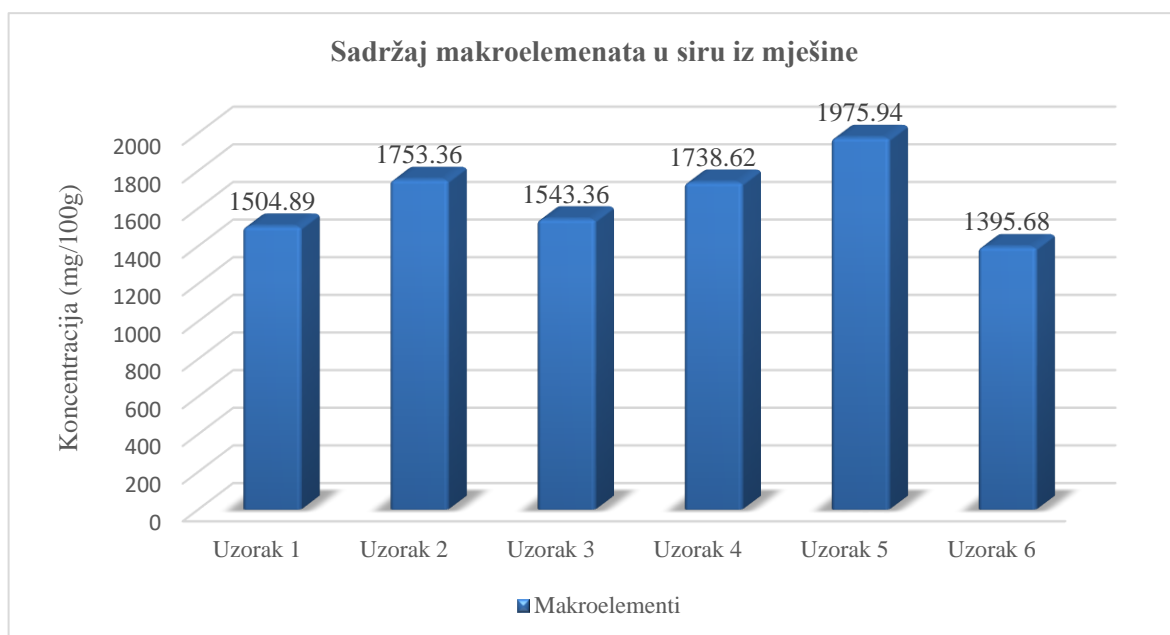
U ovom radu takođe je izvršeno i određivanje sadržaja mineralnih materija (makroelemenata; Ca, Na, K, Mg, P i mikroelemenata; Al, Zn, Cr, Mn, Cu, Mo, Se, Fe) u uzorcima sira iz mješine. Analiza se sastojala šest uzoraka. Mineralne materije su analizirane primjenom induktivno spregnute plazme s optičkim emisijskim spektrometrom (ICP-OES) modela Optima 8000. Dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

Rezultati analize pokazuju da je u ispitivanim uzorcima sira iz mješine sadržaj makroelemenata mnogo veći od sadržaja mikroelemenata.

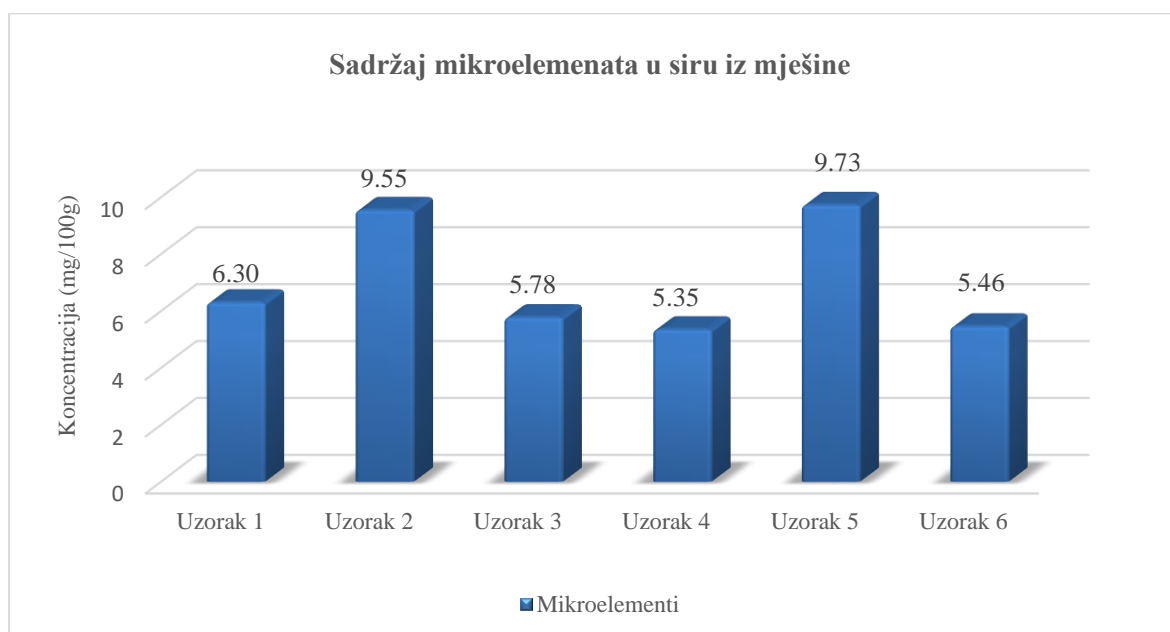
Ukupan sadržaj makroelemenata kretao se od 1395,68 mg/100g (uzorak 6) do 1975,94 mg/100g (uzorak 5) (Slika 5.1). Najveći udio ima natrijum (Na) od 358,63 mg/100g (uzorak 3) do 951,58 mg/100g (uzorak 5), a udio kalcijuma (Ca) kreće se od 450,04 mg/100g (uzorak 6) do 630,08 mg/100g (uzorak 2). Najveći sadržaj fosfora (P) zabilježen je u uzorku 4, u iznosu od 413,05 mg/100g, a najmanji sadržaj fosfora (P) u uzorku 1, u iznosu od 337,52 mg/100g. Najveći sadržaj kalijuma (K) zabilježen je u uzorku 2, u iznosu od 149,52 mg/100g. Magnezijum (Mg) se nalazi u najmanjoj količini i kreće se u granicama od 17,58 mg/100g (uzorak 6), do 42,52 mg/100g (uzorak 2), što je i prikazano je u Tabeli 5.4.

Ukupan sadržaj mikroelemenata u siru iz mješine kretao se od 5,35 mg/100g (uzorak 4) do 9,72 mg/100g (uzorak 5) (Slika 5.2). Najveći udio čini cink (Zn), čiji se sadržaj kretao od 2,5072 mg/100g (uzorak 2) do 8,3539 mg/100g (uzorak 5). Sadržaj ostalih elemenata se kretao u rasponu mg/100g: hrom (Cr) 0,0000-1,3036; mangan (Mn) 0,0000-0,1331; molibden (Mo) 0,0000-0,1033; selen (Se) 0,0000-0,0311; bakar (Cu) 0,0000-0,5922; željezo (Fe) 0,0000-4,9032, kao što se vidi u Tabeli 5.5.

Tradicionalna ili industrijska proizvodnja u siranama svake zemlje ima specifične proizvodne procese. Prema tome, svaki sir odlikuje određeni mineralni sastav koji utiče na nutritivne vrijednosti i organoleptička svojstva tog proizvoda (Bilandžić i sar., 2014). Mineralni elementi se u mlijeku i mliječnim proizvodima nalaze u obliku neorganskih jona i soli, ili kao dio organskih molekula kao što su proteini, masti, ugljenihidrata i nukleinske kiseline. Hemijski oblik u kojem su mineralni elementi prisutni je vrlo važan jer utiče na apsorpciju u želucu i time na njihovo biološko iskorištenje. Mineralni sastav mlijeka nije konstantan i zavisi od stepena laktacije, ishrane životinje, uslova okoline i genetskih faktora (Zamberlin i sar., 2012).



Slika 5.1. Ukupan sadržaj makroelemenata u ispitanim uzorcima sira iz mješine



Slika 5.2. Ukupan sadržaj mikroelemenata u ispitanim uzorcima sira iz mješine

Tabela 5.4. Srednje vrijednosti sadržaja makroelemenata u siru iz mješine

Elementi	Koncentracija (mg/100g)					
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Ca	463,80 ^a ±2,94	630,08 ^d ±10,71	628,29 ^d ±7,42	591,67 ^c ±6,22	544,11 ^b ±1,84	450,04 ^a ±12,95
K	99,18 ^b ±1,92	149,54 ^e ±0,79	122,13 ^c ±4,53	137,18 ^d ±1,28	84,41 ^a ±3,01	99,06 ^b ±2,23
Mg	18,50 ^a ±0,46	42,52 ^c ±0,60	26,34 ^b ±1,28	28,10 ^b ±1,15	19,78 ^a ±1,43	17,58 ^a ±0,15
Na	585,89 ^d ±4,30	525,20 ^c ±3,57	358,63 ^a ±16,55	568,62 ^d ±11,68	951,58 ^e ±5,99	460,97 ^b ±6,11
P	337,52 ^a ±8,98	406,02 ^c ±6,11	407,96 ^c ±4,68	413,05 ^c ±6,44	376,06 ^{b,c} ±7,87	368,04 ^{a,b} ±2,91

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 5.5. Srednje vrijednosti sadržaja mikroelemenata u siru iz mješine

Elementi	Koncentracija (mg/100g)					
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Cr	0,00 ^a ±0,00	1,3036 ^c ±0,01	0,00 ^a ±0,00	0,00 ^a ±0,00	0,2920 ^b ±0,01	0,00 ^a ±0,00
Mn	0,00 ^a ±0,00	0,1331 ^c ±0,00	0,00 ^a ±0,00	0,00 ^a ±0,00	0,0256 ^b ±0,00	0,00 ^a ±0,00
Mo	0,00 ^a ±0,00	0,1033 ^c ±0,00	0,00 ^a ±0,00	0,00 ^a ±0,00	0,0170 ^b ±0,00	0,00 ^a ±0,00
Se	0,031 ^c ±0,00	0,008 ^b ±0,00	0,010 ^b ±0,00	0,002 ^c ±0,00	0,001 ^c ±0,00	0,001 ^c ±0,00
Cu	0,00 ^a ±0,00	0,592 ^c ±0,01	0,00 ^a ±0,00	0,185 ^b ±0,08	0,001 ^a ±0,00	0,00 ^a ±0,00
Fe	0,00 ^a ±0,00	4,903 ^c ±0,10	0,00 ^a ±0,00	0,00 ^a ±0,00	1,038 ^b ±0,03	0,00 ^a ±0,00
Zn	6,27 ^c ±0,31	2,51 ^a ±0,15	5,77 ^{b,c} ±0,10	5,17 ^b ±0,22	8,35 ^d ±0,50	5,46 ^b ±0,04

^{a-d} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

5.1.5. Sadržaj masti

Mliječna mast u siru je od izuzetne važnosti za konzistenciju i senzorna svojstva sira. Mliječna mast, osim što doprinosi energetskeg unosu, sa sobom nosi i mnoge, za zdravlje neophodne supstance, kao što su lecitin, karoteni, u masti rastvorljive vitamine A, D i E. Mliječna mast u mlijeku utiče na prijatan ukus mlijeka, aromu mlijeka, konzistenciju, kao i na teksturu gotovog proizvoda. Statističkom analizom dobijenih rezultata ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na sadržaj masti u ispitivanim uzorcima sira iz mješine. Najveći procenat masti (37,00%) imao uzorak 3, koji je proizveden u domaćinstvu, a najmanji sadržaj masti (28,00%) je imao uzorak 1, koji je proizveden u industrijskim uslovima. Sadržaj masti u suvoj materiji sira je iznosio od 44,61% (uzorak 1) do 57,12% (uzorak 3) (Tabela 5.6). Prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mlijeka (Službeni glasnik BiH, broj 21/11), na osnovu sadržaja masti u suvoj materiji sira, uzorak 1, koji je proizveden u industrijskim uslovima, i uzorak 4, koji je proizveden u domaćinstvu, spadaju u masne sireve (koji imaju od 25% do 45% masti u SM), dok ostali uzorci (2, koji je proizveden u industrijskim uslovima i uzorci 3,5 i 6, koji su proizvedeni u domaćinstvu) spadaju u ponomasne sireve (koji imaju od 45% do 60% masti u SM).

Tabela 5.6. Ukupan sadržaj masti i sadržaj masti u suvoj materiji sira (MuSM) u ispitivanim sirevima iz mješine

Uzorak	Masti (%)	MuSM (%)
1	28,00 ^a ±0,00	44,61 ^a ±0,01
2	32,00 ^d ±0,50	49,76 ^b ±0,43
3	37,00 ^e ±0,50	57,12 ^d ±0,49
4	29,00 ^b ±0,00	44,63 ^a ±0,06
5	31,50 ^{c,d} ±0,50	52,93 ^c ±1,01
6	31,00 ^c ±0,00	49,22 ^b ±0,12

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

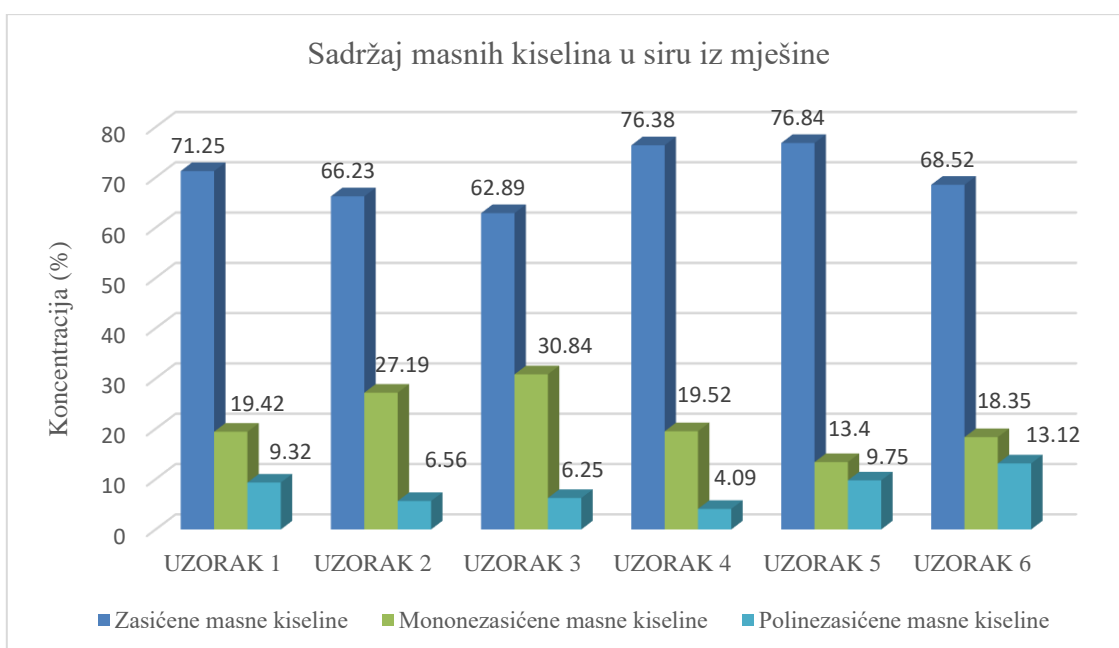
5.1.6. Sadržaj masnih kiselina

Na osnovu dobijenih rezultata ustanovljeno je da je sadržaj zasićenih kiselina u ispitanim uzorcima sira iz mješine veći od sadržaja mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina (Slika 5.3.). Ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina kretao se od 62,89% (uzorak 3) do

76,84% (uzorak 5) s tim da najveći udio čini palmitinska kiselina (C16:0) od 3,37% (uzorak 1) do 52,58% (uzorak 5), slijedi stearinska kiselina (C18:0) od 9,85% (uzorak 5) do 16,39% (uzorak 2) i miristinska kiselina (C14:0) od 5,04% (uzorak 5) do 14,20% (uzorak 2). Osim navedenih identifikovane su i buterna (C4:0), kapronska (C6:0), kaprilna (C8:0), kaprinska (C10:0), unidekanska (C11:0), laurinska (C12:0), tridekanska (C13:0), pentadekanska (C15:0) i heptadekanska (C17:0), arahidska (C20:0), heneikozanoična (C21:0), behenska (C22:0), trikozanoična (C23:0) i lignocerinska (C24:0) kiselina čiji je udio prikazan u Tabeli 5.7.

Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina kretao se od 13,40% (uzorak 5) do 30,84% (uzorak 3), od kojih je najzastupljenija oleinska kiselina (C18:1) sa sadržajem od 25,75% u uzorku 3. Zatim slijedi palmitoleinska (C16:1) sa sadržajem od 0,93% (uzorak 5) do 7,27% (uzorak 1). Od mononezasićenih masnih kiselina još su identifikovane i miristoleinska (C14:1), cis-10 pentadekanska (C15:1), cis-10 heptadekanska (C17:1), cis-11 eikozenska (C20:1), eručna (C22:1) i nervonična (C24:1) kiselina čiji je udio prikazan u Tabeli 5.8.

Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina kretao se od 4,09% (uzorak 4) do 13,12% (uzorak 6), od kojih najveći udio čini eikozadienska kiselina (C20:2) u količini do 9,21% (uzorak 6), zatim linolna (C18:2 c+t) u količini do 3,69% (uzorak 1). Polinezasićene masne kiseline identifikovane u manjoj količini su γ -linolenska (C18:3 n6), α -linolenska (C18:3 n3), eikozatrienska (C20:3 n6), eikozatrienska (C20:3 n3), arahidonska (C20:4), eikozapentaenoična (C20:5), dokozadienska (C22:2) i dokozaheksaenska (C22:6) kao što se vidi u Tabeli 5.9.



Slika 5.3. Ukupan sadržaj masnih kiselina u uzorcima sira iz mješine

Tabela 5.7. Zasićene masne kiseline u siru iz mješine

Masne kiseline	Količina [%]					
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Buterna (C4:0)	8,53 ^a ±0,70	3,22 ^b ±0,21	2,69 ^b ±0,02	2,26 ^b ±0,14	1,33 ^b ±0,60	2,43 ^b ±0,09
Kaprnska(C6:0)	5,40 ^a ±0,20	2,08 ^b ±0,14	1,79 ^b ±0,02	1,67 ^b ±0,13	0,76 ^b ±0,33	1,62 ^b ±0,12
Kaprilna (C8:0)	3,28 ^a ±0,78	1,24 ^b ±0,08	1,12 ^b ±0,02	1,11 ^b ±0,11	0,41 ^b ±0,18	1,02 ^b ±0,12
Kaprinska (C10:0)	7,05 ^a ±0,51	2,70 ^b ±0,18	2,34 ^b ±0,04	2,66 ^b ±0,31	0,78 ^b ±0,32	2,23 ^b ±0,29
Unidekanska (C11:0)	0,78 ^b ±0,04	0,07 ^{a,b} ±0,00	0,12 ^{a,b} ±0,03	0,02 ^b ±0,01	0,00 ^b ±0,00	0,02 ^b ±0,01
Laurinska (C12:0)	8,69 ^a ±0,21	3,51 ^b ±0,18	2,77 ^b ±0,02	3,57 ^b ±0,43	1,03 ^b ±0,43	2,74 ^b ±0,36
Tridekanska (C13:0)	0,69 ^a ±0,09	0,28 ^b ±0,08	0,12 ^b ±0,03	0,13 ^b ±0,02	0,05 ^b ±0,02	0,11 ^b ±0,02
Miristinska (C14:0)	10,46 ±1,43	14,20 ±1,05	10,20 ±0,04	13,34 ±1,76	5,04 ±0,26	10,52 ±1,31
Pentadekanska (C15:0)	5,45 ^a ±1,07	2,26 ^b ±0,10	1,22 ^b ±0,09	2,06 ^b ±0,27	1,06 ^b ±0,39	1,43 ^b ±0,19
Palmitinska (C16:0)	3,37 ^a ±0,03	19,12 ^{a,b} ±1,12	25,46 ^{a,b} ±0,07	35,59 ^{a,b} ±2,85	52,58 ^b ±2,10	28,83 ^{a,b} ±1,62
Heptadekanska (C17:0)	2,04 ^b ±0,05	0,26 ^a ±0,08	1,51 ^{a,b} 0,02	2,20 ^b ±0,85	1,35 ^{a,b} ±0,60	1,90 ^b ±0,56
Stearinska (C18:0)	14,11 ±1,24	16,39 ±1,04	12,82 ±0,09	10,96 ±1,34	9,85 ±0,39	15,05 ±1,79
Arahidska (C20:0)	0,24 ±0,15	0,09 ±0,01	0,11 0,08	0,26 ±0,05	0,10 ±0,00	0,24 ±0,08
Heneikozanoična (C21:0)	0,08 ^{a,b} ±0,02	0,03 ^a ±0,01	0,01 ^a ±0,00	0,02 ^a ±0,01	0,19 ^b ±0,13	0,00 ^a ±0,00
Behenska (C22:0)	0,67 ^b ±0,07	0,25 ^{a,b} ±0,03	0,12 ^a ±0,02	0,07 ^a ±0,02	0,41 ^{a,b} ±0,04	0,26 ^{a,b} ±0,05
Trikozanoična (C23:0)	0,27 ±0,09	0,31 ±0,04	0,21 ±0,04	0,16 ±0,07	1,76 ±0,61	0,00 ±0,00
Lignocerinska (C24:0)	0,14 ±0,04	0,21 ±0,00	0,28 ±0,01	0,30 ±0,04	0,11 ±0,05	0,13 ±0,01

Tabela 5.8. Mononezasićene masne kiseline u siru iz mješine

Masne kiseline	Količina [%]					
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Miristoleinska (C14:1)	4,34 ^a ±0,81	1,38 ^b ±0,07	1,02 ^b ±0,05	1,89 ^b ±0,28	0,38 ^{b±} 0,04	1,08 ^b ±0,17
Cis-10 pentadekanska (C15:1)	0,68 ^b ±0,10	0,21 ^{a,b} ±0,07	0,36 ^{a,b} ±0,06	0,10 ^a ±0,01	0,46 ^{a,b} ±0,06	0,33 ^{a,b} ±0,09
Palmitoleinska (C16:1)	7,27 ^a ±0,83	2,78 ^b ±0,24	1,86 ^b ±0,08	2,76 ^b ±0,54	0,93 ^b ±0,08	2,09 ^b ±0,29
Cis-10 heptadekanska (C17:1)	5,50 ^a ±0,41	1,49 ^b ±0,12	1,35 ^b ±0,03	1,60 ^b ±0,60	0,36 ^b ±0,02	0,93 ^b ±0,10
Oleinska (C18:1 n9t+c)	0,09 ±0,01	18,89 ±1,81	25,75 ±1,23	12,40 ±2,22	10,94 ±0,93	13,37 ±0,32
Cis-11 eikozenska (C20:1)	0,28 ±0,02	0,26 ±0,02	0,04 ±0,01	0,26 ±0,03	0,04 ±0,01	0,19 ±0,06
Eručna (C22:1)	1,19 ^{a,b} ±0,03	1,86 ^b ±0,15	0,43 ^a ±0,05	0,48 ^a ±0,07	0,04 ^a ±0,01	0,33 ^a ±0,04
Nervonična (C24:1)	0,07 ±0,02	0,33 ±0,11	0,07 ±0,01	0,04 ±0,01	0,24 ±0,02	0,03 ±0,01

^{a-b} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 5.9. Polinezasićene masne kiseline u siru iz mješine

Masne kiseline	Količina [%]					
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Linolna (C18:2 n6t+c)	3,69 ^b ±0,75	0,68 ^{a,b} ±0,18	0,50 ^{a,b} ±0,13	1,10 ^{a,b} ±0,07	0,28 ^a ±0,09	1,37 ^{a,b} ±0,75
γ-linolenska (C18:3 n6)	0,63 ^a ±0,27	0,17 ^b ±0,02	0,06 ^b ±0,02	0,06 ^b ±0,02	0,13 ^b ±0,01	0,30 ^{a,b} ±0,04
α-linolenska (C18:3 n3)	1,28 ±0,06	1,10 ±0,07	1,08 ±0,11	0,72 ±0,01	0,42 ±0,03	1,08 ±0,13
Eikozadienska (C20:2)	0,10 ^{a±} 0,05	2,89 ^{a,b} ±0,85	2,69 ^{a,b} ±0,19	1,12 ^a ±0,08	6,60 ^{a,b} ±0,12	9,21 ^b ±0,34
Eikozatrienska (C20:3 n6)	0,08 ^{a,b} ±0,02	0,03 ^a ±0,01	0,01 ^a ±0,00	0,02 ^a ±0,00	0,19 ^b ±0,03	0,00 ^a ±0,00
Eikozatrienska (C20:3 n3)	1,95 ^b ±0,48	0,73 ^{a,b} ±0,27	1,48 ^{a,b} ±0,08	0,38 ^a ±0,06	0,53 ^a ±0,05	0,87 ^{a,b} ±0,03
Arahidonska (C20:4)	0,47 ±0,09	0,05 ±0,00	0,08 ±0,00	0,40 ±0,01	0,17 ±0,02	0,00 ±0,00
Eikozapentaenoična (C20:5)	0,67 ^b ±0,07	0,25 ^{a,b} ±0,02	0,12 ^a ±0,02	0,07 ^a ±0,01	0,41 ^{a,b} ±0,02	0,26 ^{a,b} ±0,05
Dokozadienska (C22:2)	0,38 ±0,25	0,33 ±0,11	0,16 ±0,03	0,18 ±0,07	0,78 ±0,02	0,00 ±0,00
Dokozaheksaenska (C22:6)	0,07 ±0,02	0,33 ±0,02	0,07 ±0,01	0,04 ±0,01	0,24 ±0,03	0,03 ±0,01

^{a-b} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Masne kiseline u siru zavise od masno-kiselinskog sastava mlijeka. Većina masnih kiselina u mlijeku su prisutne u tragovima, a samo 15-ak je prisutno sa oko 1% ili više. Mnogi faktori su povezani sa varijacijama u količini i masnokiselinskom sastavu lipida u kravljem mlijeku. Oni mogu biti životinjskog porijekla, tj. genetički (rasa) i negenetički: stadijum laktacije, mastitis i buražna fermentacija ili mogu biti faktori povezani sa hranom (Radonjić, 2019).

Lindmark Månsson (2003) navode rezultate istraživanja u Švedskoj iz 2001. godine po kojima mliječna mast sadrži 69,4% zasićenih masnih kiselina i 30,6% nezasićenih. Udio zasićenih masnih kiselina je najniži ljeti kada krave pasu, a najviši u zimskom periodu. Odnos između omega-6 i omega-3 masnih kiselina u mliječnoj masti bio je 2,3:1.

Približno 2,7% masnih kiselina u mlijeku su *trans* masne kiseline sa jednom ili više *trans*-dvostrukih veza. Glavni *trans* 18:1 izomer je vakcenska kiselina. Vakcenska kiselina (*vaccenic acid-VA*) predstavlja oko 2,7% ukupnog sadržaja masnih kiselina i varira sezonski. Mliječna mast sadrži i konjugovanu linolnu kiselinu (*CLA-conjugated linoleic acid*), sa mnogo različitih izomera, uključujući rumensku kiselinu (*RA-rumenic acid*) (*cis-9, trans-11 CLA*) koja preovlađuje (75-90% ukupne konjugovane linolne kiseline-CLA). Tako su i vakcenska i rumenska kiselina prisutne u mlijeku i mliječnim proizvodima, uglavnom u količini od oko 1:3. Palmitinska (C16:0), oleinska (9-*cis* C18:1), stearinska (C18:0) i miristinska (C14:0) kiselina imaju najveće učešće u ukupnom sadržaju masnih kiselina. Njihova koncentracija iznosi 27,79; 22,07; 12,07 i 9,86 g/100 g ukupnih masnih kiselina. Zasićene masne kiseline učestvuju sa 64,38 g, mononezasićene masne kiseline sa 29,85 g, polinezasićene masne kiseline sa 4,45 g i masne kiseline (*Fatty Acids-FA*) razgranatog lanca sa 2,12 g/100 g ukupnih masnih kiselina (FA). Sadržaj konjugovane linolne kiseline (CLA) iznosio je 0,93 g/100 g ukupnih FA. Oleinska kiselina je najzastupljenija mononezasićena masna kiselina (*Monounsaturated Fatty Acids-MUFA*) u mlijeku ne samo krava već i većine sisara. Više od polovine masnih kiselina u sastavu mliječne masti je zasićeno, oko 19 g/kg mlijeka. Klasifikacija zasićenih masnih kiselina je sledeća: kratkog lanca (do C4:0), srednjeg lanca (C6:0-10:0), i dugog lanca (C12:0 i duže). U prosjeku C4:0-10:0 kiseline čine 10,6-12,8% ukupnih masnih kiselina u mliječnoj masti. Najzastupljenijih 5 masnih kiselina dugog lanca čine 70-77% ukupnih masnih kiselina mlijeka (C18:1, C16:0, C10:0, C14:0 i C18:0). Polinezasićene masne kiseline (PUFA) čine svega oko 3% masnih kiselina u kravljem mlijeku (Radonjić, 2019).

Prema Savanović i sar. (2020) dominantne zasićene masne kiseline u kiselo-koagulišućem siru su palmitinska, stearinska i miristinska, sa sadržajem od 30,61-31,00% palmitinske kiseline, 11,57-11,79% stearinske kiseline i 10,89-10,98% miristinske kiseline. Isti autori su utvrdili da

se sadržaj oleinske kiseline, kao najzastupljenije mononezasićene masne kiseline, kretao od 24,05-24,40%, a od polinezasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile eikozadienična kiselina u rasponu od 2,76-3,83% i linolna kiselina u rasponu od 2,09-2,13%.

Vilušić i sar. (2008) su ustanovili da je u sastavu masnih kiselina svježeg sira tipa Quark dominantna palmitinska kiselina (C16:0) sa 40,01%, što je 56,57% od ukupnih zasićenih masnih kiselina ovog uzorka. U grupi mononezasićenih masnih kiselina najzastupljenija bila oleinska kiselina, a glavna polinezasićena masna kiselina u svježem siru je linolna (C18:2). Ostale identificirane dugolančane zasićene masne kiseline, arahidinska (C20:0) i behenik (C22:0) kiseline u uzorcima svježeg sira tipa Quark bile su prosječno zastupljene sa 0,32% odnosno 0,10%.

5.1.7. Sadržaj proteina

Sadržaj proteina utiče na senzorna svojstva sira kao i na njegovu nutritivnu vrijednost. Proteini u siru potiču od proteina mlijeka. Sirevi koji su zreliji imaju veći sadržaj proteina u odnosu na svježije sireve. Sadržaj proteina u ispitivanim uzorcima sira se statistički značajno razlikuje ($p < 0,05$) i kreće od 20,96% kod uzorka 5, koji je proizveden u domaćinstvu, do 26,92% kod uzorka 1, koji je proizveden u industrijskim uslovima (Tabela 5.10).

Tabela 5.10. Sadržaj proteina u ispitivanim sirevima iz mješine

Uzorak	Proteini (%)
1	26,92 ^d ±0,43
2	24,12 ^b ±0,38
3	21,06 ^a ±0,13
4	26,54 ^{c,d} ±0,44
5	20,96 ^a ±0,77
6	25,06 ^{b,c} ±0,79

^{a-d} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.1.8. Titraciona kiselost

Titraciona kiselost sira se određuje titriranjem uzorka sa bazama, najčešće NaOH uz dodatak indikatora fenolftaleina. Određivanjem ove kiselosti mjeri se latentna kiselost koja potiče od nedisosovanih kiselih sastojaka koji imaju veliki puferni kapacitet. Statistički najmanja

vrijednost ($p < 0,05$) titracione kiselosti, u iznosu od $68,00^{\circ}\text{SH}$ ustanovljena je kod uzoraka 3, dok je uzorak 4 imao statistički najveću ($p < 0,05$) titracionu kiselost, u iznosu od $106,8^{\circ}\text{SH}$ (Tabela 5.11).

Tabela 5.11. Vrijednosti titracione kiselosti za ispitivine sireve iz mješine

Uzorak	Kiselost ($^{\circ}\text{SH}$)
1	$84,80^{\text{b}} \pm 0,00$
2	$94,40^{\text{d}} \pm 0,80$
3	$68,00^{\text{a}} \pm 1,60$
4	$106,80^{\text{f}} \pm 0,40$
5	$88,93^{\text{c}} \pm 0,46$
6	$98,00^{\text{e}} \pm 1,06$

^{a-f} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.1.9. pH vrijednost

pH vrijednost predstavlja aktivnu kiselost sira i ima veliki značaj u proizvodnji sira, jer utiče na elastičnost sirne mase, na senzorna svojstva sira i druge fizičke osobine sira. Na osnovu izmjerenih pH vrijednosti može se konstatovati da svi ispitivani sirevi statistički značajno razlikuju ($p < 0,05$) po izmjerenoj pH vrijednosti i nalaze se u opsegu pH vrijednosti od 4,75 (uzorak 1) do 5,19 (uzorak 3) (Tabela 5.12)

Tabela 5.12. pH vrijednosti ispitivanih sirevima iz mješine

Uzorak	pH
1	$4,75^{\text{a}} \pm 0,01$
2	$4,94^{\text{c}} \pm 0,01$
3	$5,19^{\text{e}} \pm 0,01$
4	$4,83^{\text{b}} \pm 0,02$
5	$5,08^{\text{d}} \pm 0,02$
6	$5,17^{\text{e}} \pm 0,02$

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.1.10. Aktivitet vode

Aktivitet vode je parameter pomoću kojeg se može procijeniti koliki je dio slobodne vode na raspolaganju mikroorganizmima za odvijanje njihovog metabolizma, odnosno aktivitet vode je

pogodan parameter pomoću kojeg se može kontrolisati rast i razvoj mikroorganizama. Za normalnu aktivnost bakterija potrebna je a_w vrijednost od 0,92 i 0,96. Aktivitet vode u uzorcima sira iz mješine je bio nešto niži od tih vrijednosti, i iznosio je od 0,791 (uzorak 4) do 0,886 (uzorak 5) (Tabela 5.13).

Tabela 5.13. Srednje vrijednosti aktiviteta vode za ispitivane sireve iz mješine

Uzorak	a_w
1	0,833 ^b ±0,001
2	0,844 ^c ±0,003
3	0,869 ^d ±0,001
4	0,791 ^a ±0,001
5	0,886 ^f ±0,001
6	0,876 ^e ±0,002

^{a-f} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.1.11. Instrumentalno izmjereni parametri boje

Mjerenje boje vršeno je na površini ispitivanih uzoraka sira. Pokazatelji kvaliteta boje, mjereni instrumentalnim metodama, prikazani su u CIE Lab sistemu. U tu svrhu određivana su tri parametra boje: L^* , a^* i b^* čije se vrijednosti podudaraju sa sljedećim rasponima boja:

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

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

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

U Tabeli 5.14. prikazane su vrijednosti izmjerenih parametara boje na površini ispitivanih uzoraka.

Instrumentalnim mjerenjem boje na površini sireva ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na parametre boje ispitivanih sireva iz mješine. Najveća vrijednost za svjetloću izmjerena je na površini uzorka 5 ($L^* = 88,41$). Vrijednosti za parametre L^* na površini ostalih uzoraka kretale su se od 83,19 (uzorak 2) do 85,73 (uzorak 1). Vrijednosti za parametar a^* , tj. prisustvo zelene i crvene boje, kretale su se od 0,12 (uzorak 5) do 2,34 (uzorak 3), svi uzorci su imali pozitivne vrijednosti tako da zelena boja nije prisutna. Parametri

za vrijednost b^* imaju pozitivnu vrijednost, dakle sir ima žutu boju. Najveću vrijednost za parametar b^* ima uzorak 3 ($b^*= 24,63$), što je i vizuelno uočljivo, a najmanju vrijednost ima uzorak 2 ($b^*= 18,92$).

Tabela 5.14. Parametri boje na površini ispitivanih sireva

Uzorak	L^*	a^*	b^*
1	85,73 ^b ±1,99	0,96 ^b ±0,04	20,36 ^{a,b,c} ±2,04
2	83,19 ^a ±1,38	1,02 ^b ±0,20	18,92 ^a ±1,31
3	83,31 ^a ±1,76	2,34 ^d ±0,34	24,63 ^d ±1,54
4	84,12 ^{a,b} ±1,42	1,32 ^{b,c} ±0,22	21,20 ^{b,c} ±1,30
5	88,41 ^c ±1,78	0,12 ^a ±0,42	19,20 ^{a,b} ±1,92
6	84,02 ^{a,b} ±1,51	1,62 ^c ±0,34	22,37 ^c ±1,70

^{a-d} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p<0,05$)

5.1.12. Instrumentalno izmjereni parametri teksture

U Tabeli 5.15. prikazane su vrijednosti dobijene instrumentalnim mjerenjem teksture ispitivanih uzoraka sira.

Tabela 5.15. Instrumentalne vrijednosti teksture sira

Uzorak	Tvrdoća (kg)
1	1,0614 ^c ±0,1350
2	1,2763 ^d ±0,1040
3	0,4538 ^a ±0,0971
4	1,2566 ^{c,d} ±0,1546
5	0,5640 ^a ±0,1127
6	0,8358 ^b ±0,2589

^{a-d} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p<0,05$)

Instrumentalnim mjerenjem teksture ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p<0,05$) utiču na tvrdoću ispitivanih sireva iz mješine. Najveću tvrdoću ima uzorak 2 i ona iznosi 1,2763 kg, a najmanju uzorak 3, čija je vrijednost 0,4538 kg. Uzorak 3 je pokazao gnjecavost i ljepljivost i tokom rezanja. Tvrdoća ostalih uzoraka se kreće u rasponu vrijednosti od 0,5640 kg (uzorak 5) do 1,2566 kg (uzorak 4).

5.2. Rezultati senzorne analize

Prema važećim zakonskim propisima, prehrambeni proizvodi koji se nude na tržištu treba da ispunjavaju uslove kvaliteta i bezbjednosti koji su propisani tim važećim zakonskim propisima. Proizvodi od mlijeka i njihova senzorna svojstva su specifični za svaku grupu i vrstu proizvoda. Treba da imaju odgovarajući kvalitet i svojstva, da budu kreirani i oblikovani tako da privuku pažnju potrošača i da su prijatni za konzumiranje. Na Slici 5.4. dat je grafički prikaz rezultata senzorne analize ispitivanih sireva. Deskriptivnom senzornom analizom ustanovljeno je da je uzorak 1 zadovoljio sve parametre kvaliteta sa najvećom ocjenom. Izgled je odgovarajući sa izuzetno sjajnom površinom i bez primjedbi. Boja uzorka je ujednačena i karakteristična. Miris je blag, prijatan i bez primjedbi. Ukus je prijatan, dovoljno slan, svojstven proizvodu. Konzistencija je takođe bez primjedbi, sir se lako lomi na manje komade, mrvi se. Srednja ocjena za sve pokazatelje senzornog kvaliteta (izgled, boja, miris, ukus i konzistencija) uzorka 1 iznosila je 5,00.

Srednja ocjena svih pokazatelja senzornog kvaliteta za uzorak 2 iznosila je 4,14. Izgled je za nijansu manje sjajan od očekivanog, neujednačen, te je srednja ocjena za izgled iznosila 4,50. Srednja ocjena za boju iznosila je 4,00 jer su na uzorku primjećena blaga odstupanja, primjetne su bile diskoloracije, na pojedinim dijelovima boja je bila tamnija od ostatka uzorka. Primjetan je izraženiji miris mješine, prisutan kiselkast miris (ocjena za miris 4,20). Ukus je jače izražen od očekivanog, nespecifičan sa jako izraženim naknadnim ukusom koji zaostaje u ustima, koji daje utisak gorčine, pa je srednja ocjena za ukus iznosila 3,50. Kod konzistencije primjećeno je da su prisutni sitniji komadi, sir se mrvi, a pojedini komadi na površini su bili mekani, kao plastelin.

Kod uzorka 3 srednja ocjena svih pokazatelja kvaliteta iznosila je 4,38. Izgled je bez primjedbi, karakterističan za dati proizvod, sa srednjom ocjenom 5,00. Boja i miris su intenzivniji nego što je očekivano, pa je srednja vrijednost za ove parametre iznosila 4,70. Ukus je okarakterisan kao manje slan, masniji, na kraju se javljaju kao naknadni ukusi kiselost i gorčina. Kod konzistencije su uočene nespecifičnosti, sir je izgledao kao plastelin, masnije konzistencije i nije se mrvio, pa je srednja ocjena bila 3,50.

Uzorak 4 se po svojim senzornim karakteristikama izdvojio, gdje je sa najvećom ocjenom zadovoljio parametre kvaliteta za izgled, boju, miris i konzistenciju. Uzorak je karakterističnog izgleda, prijatnog mirisa i arome, karakteristične konzistencije, sir se lako mrvi i nalazi se u manjim komadima. Srednja ocjena za ova svojstva iznosila je 5,00. Ukus je jedini parametar

kvaliteta koji je dobio nešto nižu ocjenu 4,65 jer je bio jače izražen. Na kraju srednja ocjena svih parametara kvaliteta je iznosila 4,93.

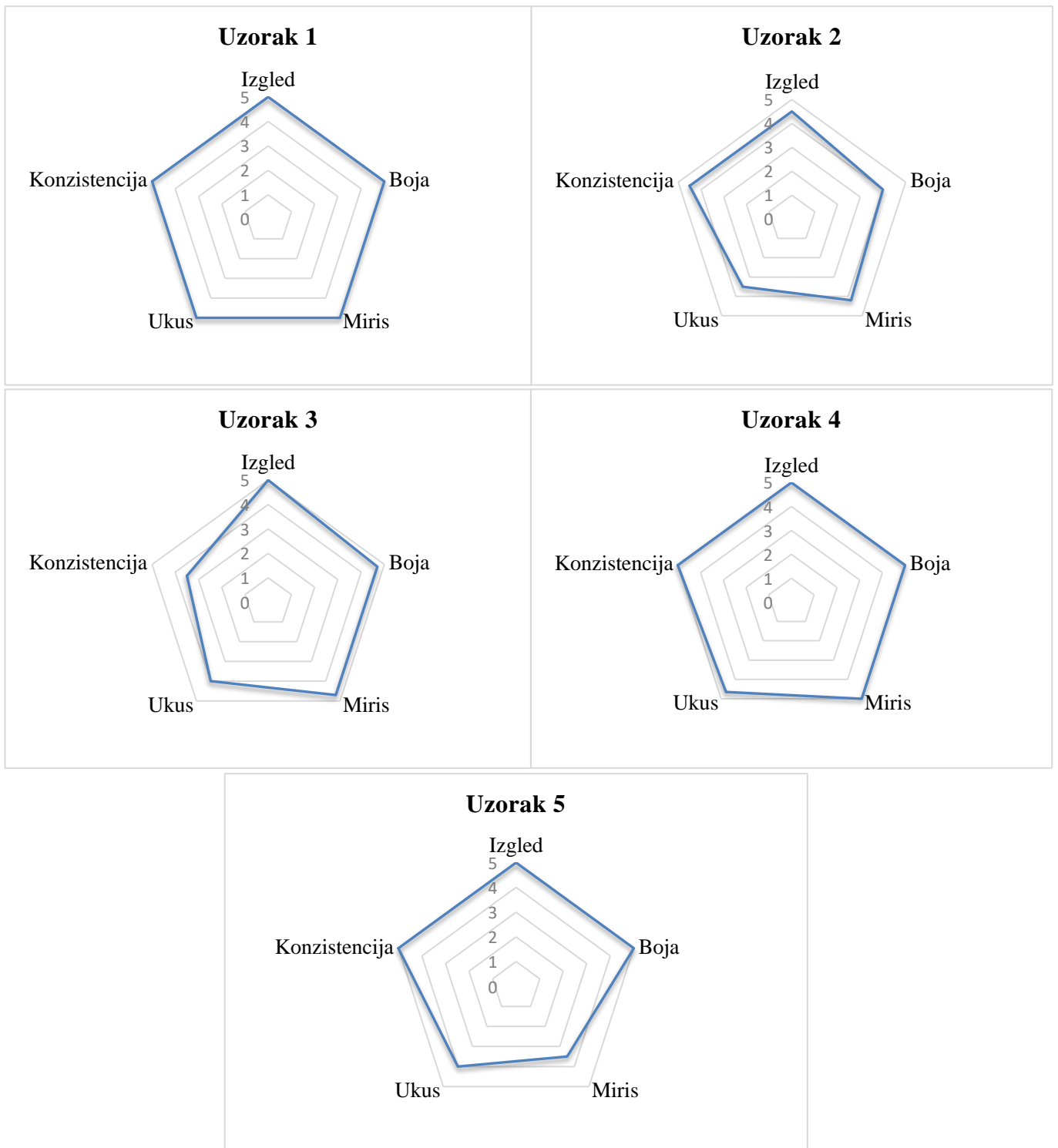
Uzorak 5 je sa najvećom osjenom zadovoljio parametre kvaliteta za izgled i boju (ocjena 5,00). Miris je bio jače izražen od očekivanog, kiseo i miris ovčijeg mesa se znatno osjetio. Srednja ocjena za miris je iznosila 3,50. Ukus je bio manje slan od ostalih uzoraka, i osjetio se gorak i kiselkast ukus. Srednja ocjena za ukus uzorka 5 je iznosila 4,00. Konzistencija je bila odgovarajuća i srednja ocjena je iznosila 5,00. Srednja ocjena za sve posmatrane parametre kvaliteta je iznosila 4,50.

Na površini uzorka 6 je bila primjetna diskoloracija, odnosno roza-crvena nijansa boje na pojedinim mjestima. Miris je bio neprijatan, kiseo i užegao. Senzorna svojstva uzorka 6 nisu ocijenjena zbog sumnje na mikrobiološku neispravnost.

Tabela 5.16. Srednje vrijednosti ocjena za posmatrana senzorna svojstva

Parametar kvaliteta	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Izgled	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	n.o.
Boja	5,00 ^c	4,00 ^a	4,70 ^b	5,00 ^c	5,00 ^c	n.o.
Miris	5,00 ^d	4,20 ^b	4,70 ^c	5,00 ^d	3,50 ^a	n.o.
Ukus	5,00 ^c	3,50 ^a	4,00 ^b	4,65 ^c	4,00 ^b	n.o.
Konzistencija	5,00 ^c	4,50 ^b	3,50 ^a	5,00 ^c	5,00 ^c	n.o.
Srednja vrijednost	5,00^c	4,14^a	4,38^{a,b}	4,93^c	4,50^b	n.o.

n.o. – nije ocijenjeno



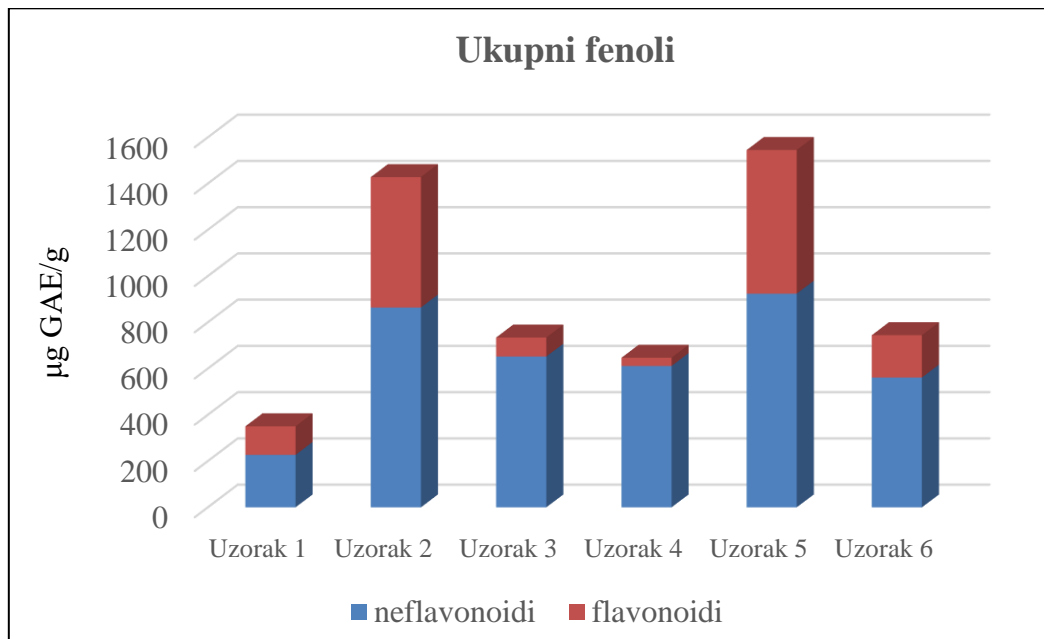
Slika 5.4. Grafički prikaz rezultata senzorne analize ispitivanih uzoraka sira

5.3. Rezultati antioksidativne aktivnosti

5.3.1. Sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u ispitivanim sirevima

Za određivanje ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u siru korištena je galna kiselina kao standard. Analizom rezultata ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u ispitivanim uzorcima sira. Najmanja količina ukupnih fenola utvrđena je u uzorku 1 (350,58 $\mu\text{g GAE/g}$), zatim u uzorku 4 sa vrijednošću od 647,03 $\mu\text{g GAE/g}$. Približne vrijednosti imaju uzorak 3 (734,32 $\mu\text{g GAE/g}$) i uzorak 6 (744,64 $\mu\text{g GAE/g}$). Izrazito visoke vrijednosti sadržaja ukupnih fenola ustanovljene su kod uzorka 2 (1428,15 $\mu\text{g GAE/g}$) i uzorka 5 (1545,23 $\mu\text{g GAE/g}$) (Slika 5.5. i Tabela 5.17.). Najmanja količina neflavonoida utvrđena je u uzorku 1 (226,90 $\mu\text{g GAE/g}$). U uzorku 6 utvrđena je veća vrijednost (561,47 $\mu\text{g GAE/g}$). Zatim slijede uzorci 4 i 3 sa približnim vrijednostima (611,37 $\mu\text{g GAE/g}$ i 652,26 $\mu\text{g GAE/g}$). U uzorku 2 je utvrđen sadržaj neflavonoida u iznosu od 864,21 $\mu\text{g GAE/g}$ i najveću vrijednost je imao uzorak 5 (924,12 $\mu\text{g GAE/g}$) (Slika 5.5. i Tabela 5.17.).

Uzorak 4 je imao najmanji sadržaj flavonoida (35,66 $\mu\text{g GAE/g}$), a zatim uzorak 3 (82,06 $\mu\text{g GAE/g}$). Nakon toga slijedi uzorak 1 (123,69 $\mu\text{g GAE/g}$) i uzorak 6 (183,17 $\mu\text{g GAE/g}$). Mnogo veću vrijednost sadržaja flavonoida imao je uzorak 2 (563,94 $\mu\text{g GAE/g}$), a najveću vrijednost imao je uzorak 5 (621,11 $\mu\text{g GAE/g}$) (Slika 5.5. i Tabela 5.17.).



Slika 5.5. Grafički prikaz sadržaja ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u ispitivanim sirevima

Tabela 5.17. Srednje vrijednosti sadržaja ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u sirevima iz mješine

Uzorak	Ukupni fenoli ($\mu\text{g GAE/g}$)	Neflavonoidi ($\mu\text{g GAE/g}$)	Flavonoidi ($\mu\text{g GAE/g}$)
1	350,58 ^a \pm 30,65	226,90 ^a \pm 17,56	123,69 ^c \pm 13,21
2	1428,15 ^d \pm 37,26	864,21 ^d \pm 19,80	563,94 ^e \pm 18,52
3	734,32 ^c \pm 22,26	652,26 ^c \pm 9,28	82,06 ^b \pm 12,99
4	647,03 ^b \pm 10,97	611,37 ^c \pm 17,13	35,66 ^a \pm 6,22
5	1545,23 ^e \pm 21,75	924,12 ^e \pm 18,39	621,11 ^f \pm 16,67
6	744,64 ^c \pm 19,63	561,47 ^b \pm 17,76	183,17 ^d \pm 18,13

^{a-f} srednje vrijednosti sa različitim slovima u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

Josipović i sar. (2015) su utvrdili sadržaj ukupnih fenola u svježem siru (Cottage) u iznosu od $2,1 \pm 0,6$ mg GAE/100 g ($21 \mu\text{g/g}$), u siru sa dodatkom 0,5% suvog peršuna sadržaj ukupnih fenola je iznosio 28,4 mg GAE/100 g ($284 \mu\text{g/g}$), a u siru sa dodatkom 1% suvog ruzmarina sadržaj ukupnih fenola je iznosio 34,5 mg GAE/100 g ($345 \mu\text{g/g}$). Gonçalves i sar. (2017) su utvrdili da se količina ukupnih fenolnih jedinjenja kretala u rasponu od 0,31 mg GAE/g ($310 \mu\text{g GAE/g}$) dobijena za kontrolni svježi sir, do 0,65 mg GAE/g ($650 \mu\text{g GAE/g}$) za sir obogaćen sa mješavinom svježe maline i borovnice.

Konzumacija prehrambenih proizvoda koji su bogati prirodnim antioksidansima poboljšava antioksidativni status organizma kroz zaštitu od oksidativnog stresa i oštećenja. Mlijeko i proizvodi od mlijeka (jogurt i sir), koji čine otprilike 25-30% prosječne ljudske ishrane, su nesumnjivo bogat izvor spojeva koji pokazuju antioksidativna svojstva. Antioksidativni kapacitet mlijeka i proizvoda od mlijeka uglavnom se odnosi na prisustvo sumpornih aminokiselina, proteina surutke (posebno β -laktoglobulina), vitamina A, E i C, ili β -karoten. Procesi fermentacije ili zrenja sira povezani su sa oslobađanjem bioaktivnih peptida, koji su odgovorni za nivo antioksidativnog statusa proizvoda. Upotreba probiotičkih sojeva značajno poboljšava antioksidativni status. Antioksidativni status mlijeka i proizvoda od mlijeka može se modifikovati upotrebom prirodnih dodataka u ishrani životinja ili tokom faza prerade mlijeka. Biljne mješavine, sjemenke, voće i otpad iz industrije voća i povrća se najčešće koriste u tom cilju. Redovna konzumacija prirodnih proizvoda od mlijeka koji sadrže antioksidanse minimizira rizik od razvoja civilizacijskih bolesti (npr. kardiovaskularne bolesti, rak ili dijabetes), a takođe usporava proces starenja u organizmu (Stobiecka i sar., 2022).

Posljednjih godina, hrana koja sadrži prirodne antioksidanse postaje popularna u cijelom svijetu jer antioksidansi mogu neutralisati i ukloniti slobodne radikale i njihove štetne efekte, koji se kontinuirano proizvode u biološkom tijelu. Nekontrolisana aktivnost slobodnih radikala može dovesti do oksidativnog stresa, koji je uključen u razgradnju vitalnih biohemijskih jedinjenja kao što su lipidi, proteini, DNK koja mogu dovesti do dijabetesa, ubrzanog starenja, karcinogeneza i kardiovaskularne bolesti. Antioksidativni kapacitet mlijeka i proizvoda od mlijeka uglavnom je posljedica sumpora koji sadrže aminokiseline, kao što su cistein, fosfat, vitamini A, E, karotenoidi, cink, selen, enzimski sistemi, superoksid dismutaza, katalaza, glutation peroksidaza, mliječni oligosaharidi i peptidi koji se proizvode tokom fermentacije i zrenja sira. Antioksidativna aktivnost mlijeka i proizvoda od mlijeka može se poboljšati suplementacija fitohemikalijama dok je prijavljeno da fermentisani mliječni proizvodi sadrže veći antioksidativni kapacitet u odnosu na nefermentisane proizvode od mlijeka (Khan i sar., 2019). Proizvodi od mlijeka sadrže antioksidanse u različitim količinama u zavisnosti od tipa proizvoda i načina proizvodnje. Ova jedinjenja uključuju i lipofilne i hidrofilne antioksidanse: kao što su proteini (posebno kazein), peptidi, antioksidativni enzimi (tj. superoksid dismutaza (SOD), katalaza i glutation peroksidaza), konjugovana linolna kiselina (CLA), koenzim Q10, laktoferin, vitamini (C, E, A i D3), karotenoidi, neki minerali i neki elementi u tragovima (Fardet i Rock, 2017).

5.3.2. Određivanje antioksidativnog kapaciteta DPPH metodom

DPPH test se zasniva na redukciji ljubičastog DPPH radikala (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), koji primanjem protona vodonika ili redukcijom sa drugim radikalom prelazi u žuto obojeni difenilpikrilhidrazin (Brand-Williams i sar., 1995).

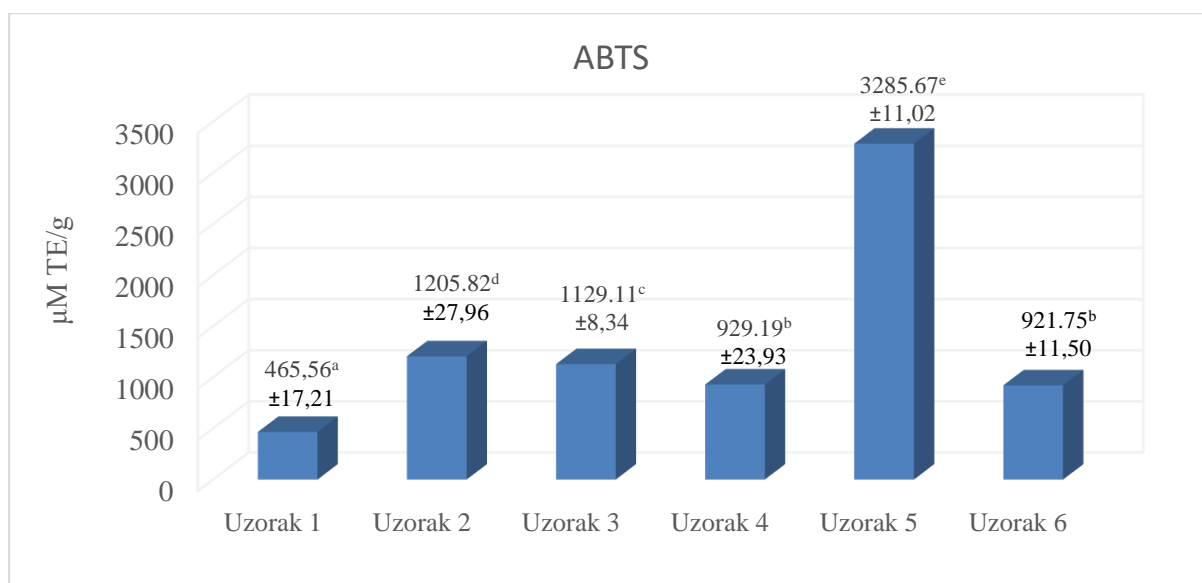
Ispitivani uzorci nisu pokazali aktivnost prema DPPH testu jer nije bilo moguće pripremiti koncentraciju u rasponu granica detekcije.

5.3.3. Antioksidativna aktivnost ispitivanih sireva – ABTS test

ABTS je organsko jedinjenje (2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina). ABTS metoda se koristi za određivanje sposobnosti uklanjanja radikala pomoću flavonoida i fenola. ABTS metoda je bolji izbor od DPPH, jer je osjetljivija. Primjenjuje se kod različitih pH vrijednosti dok se DPPH metoda primjenjuje samo kod kiselih odnosno niskih pH vrijednosti. Zbog toga se primjenjuje i kod istraživanja uticaja pH na antioksidativnu aktivnost. Takođe,

ABTS je rastvorljiv u organskim i vodenim rastvorima pa se primjenjuje za testiranje antioksidativne aktivnosti uzoraka u različitom mediju. Još jedna prednost ABTS metode je da ABTS reaguje brzo s uzorkom u vodenim rastvorima pufera i postiže stacionarno stanje u toku 30 minuta, dok se kod DPPH metode uspostavlja približno stacionarno stanje tek nakon 8 sati. Rezultati ABTS testa ispitanih uzoraka sira su prikazane na Slici 5.6. Analizom dobijenih rezultata ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na antioksidativnu vrijednost određenu ABTS testom. Najveću antioksidativnu vrijednost određenu ABTS testom imao je uzorak 5, koji je proizveden u domaćinstvu, sa vrijednošću $3285,67 \mu\text{MTE/g}$ a najmanju vrijednost uzorak 1, koji je proizveden u industrijskim uslovima ($465,56 \mu\text{M TE/g}$).

Revilla i sar. (2016) su analizom antioksidativnog kapaciteta različitih vrsta sira, referentnom ABTS metodom, utvrdili da su se vrijednosti kretale od $3,064 \mu\text{mol Trolox/mg}$ do $9,543 \mu\text{mol Trolox/mg}$. Izraženu varijabilnost u rezultatima autori objašnjavaju različitim sastavom sira, u zavisnosti od vrste, sezone i perioda zrenja sira.



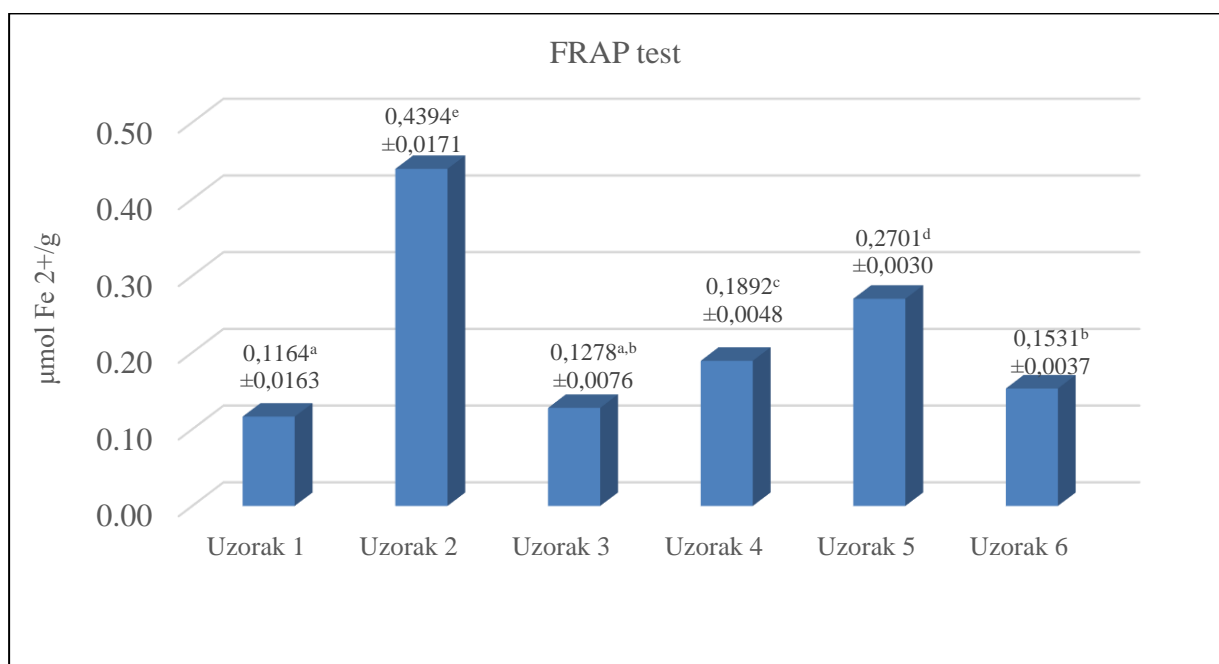
Slika 5.6. Rezultati ABTS testa

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

5.3.4. Antioksidativna aktivnost ispitivanih sireva – FRAP test

U FRAP metodi se prati redukcija žuto obojenog Fe^{3+} jona (feri oblik) u Fe^{2+} jon (fero oblik) koji je plave boje u prisutnosti antioksidansa. Nastali jon u prisutnosti TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazin) reagensa formira intenzivno obojeni kompleks koji pokazuje maksimum apsorpcije pri 593 nm (Beretta i sar., 2005).

Rezultati FRAP testa ispitivanih uzoraka prikazani su na Slici 5.7. Analizom dobijenih rezultata ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na antioksidativnu vrijednost određenu FRAP testom.



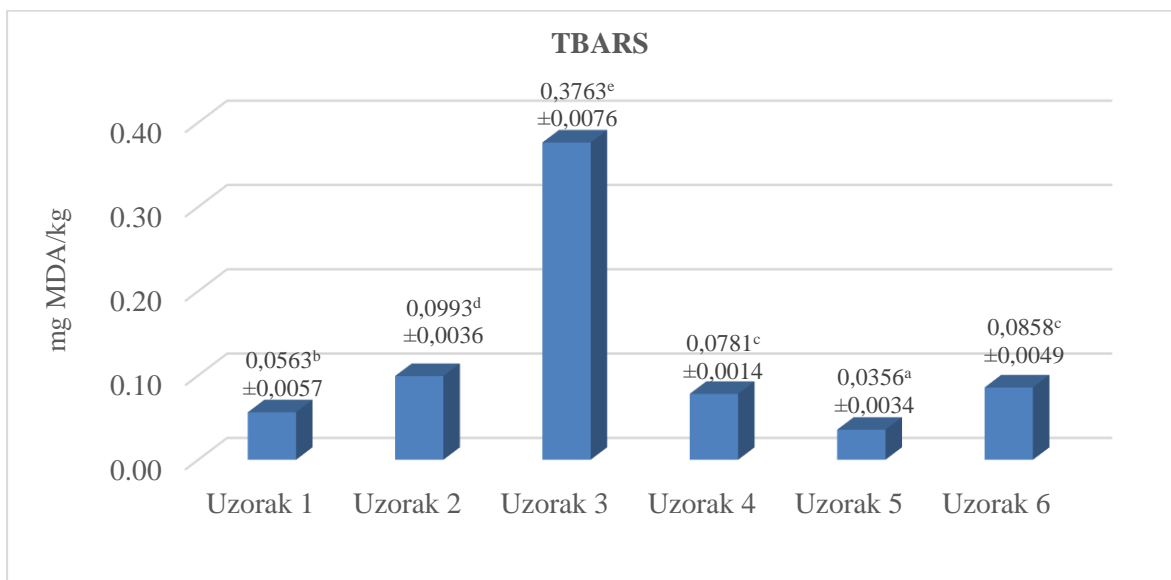
Slika 5.7. Rezultati FRAP testa

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

Statistički najmanju ($p < 0,05$) sposobnost da redukuje Fe^{3+} jon u Fe^{2+} jon ima uzorak 1 (0,1164 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$), zatim uzorci 3, 4 i 6 (0,1278; 0,1892 i 0,1531 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$). Nešto višu vrijednost imao je uzorak 5 (0,2701 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$). Najveću sposobnost da redukuje Fe^{3+} jon u Fe^{2+} jon imao je uzorak 2 (0,4394 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$).

5.3.5. TBARS test

TBARS test ima široku primjenu kao mjera oksidativne užeglosti hrane. Stepen oksidacije masti se može definisati kao TBA vrijednost i izražava se kao miligrami malondialdehida po kilogramu uzorka. Rezultati TBARS testa ispitivanih uzoraka sireva iz mješine prikazani su na Slici 5.8. Analizom dobijenih rezultata ustanovljeno je da uslovi proizvodnje statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na rezultate TBARS testa. Najveću vrijednost imao je uzorak 3 (0,376 mg MDA/kg), poslije njega je uzorak 2 sa vrijednošću 0,0993 mg MDA/kg, a zatim uzorak 6 (0,0858 mg MDA/kg) i uzorak 4 (0,0781 mg MDA/kg). Uzorak 1 je imao vrijednost 0,0563 mg MDA/kg, a najmanju vrijednost imao je uzorak 5 (0,0356 mg MDA/kg).



Slika 5.8. Rezultati TBARS testa

^{a-e} srednje vrijednosti sa različitim slovima se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p < 0,05$)

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata sprovedenih fizičko-hemijskih, senzornih i antioksidativnih analiza, statističke obrade dobijenih rezultata i poređenjem kvaliteta ispitivanih sireva iz mješine, od kojih su uzorci 1 i 2 proizvedeni u industrijskim uslovima proizvodnje, a ostali uzorci (3, 4, 5 i 6) proizvedeni u domaćinstvima, zaključuje se sljedeće:

- Da se sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira se kreće od 49,32% (uzorak 4) do 59,16% (uzorak 5) i ispitivani sirevi pripadaju grupi polutvrdih i tvrdih sireva.
- Da se sadržaj pepela kod ispitivanih uzoraka sira iz mješine kreće od 5,25% (uzorak 3) do 8,28% (uzorak 4).
- Da se sadržaj hlorida kreće u širokom rasponu vrijednosti od 3,67% (uzorak 5) do 6,90% (uzorak 4).
- Da se ukupan sadržaj makroelemenata kreće od 1395,68 mg/100g (uzorak 6) do 1975,94 mg/100g (uzorak 5), a ukupan sadržaj mikroelemenata od 5,35 mg/100g (uzorak 4) do 9,73 mg/100g (uzorak 5).
- Da sadržaj masti u suvoj materiji sira iznosi od 44,61% (uzorak 1) do 57,12% (uzorak 3) i i ispitivani sirevi pripadaju grupi masnih i punomasnih sireva.
- Da ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina iznosi od 62,89% (uzorak 3) do 76,84% (uzorak 5) s tim da najveći udio čini palmitinska kiselina (C16:0) od 3,37% (uzorak 1) do 52,58% (uzorak 5), zatim stearinska kiselina (C18:0) od 9,85% (uzorak 5) do 16,39% (uzorak 2) i miristinska kiselina (C14:0) od 5,04% (uzorak 5) do 14,20% (uzorak 2).
- Da je sadržaj mononezasićenih masnih kiselina od 13,40% (uzorak 5) do 30,84% (uzorak 3), a polinezasićenih masnih kiselina od 4,09% (uzorak 4) do 13,12% (uzorak 6)
- Da se sadržaj proteina u ispitivanim uzorcima sira kreće od 20,96% (uzorak 5) do 26,92% (uzorak 1).
- Da najmanju vrijednost titracione kiselosti, u iznosu od 68,0°SH ima uzorak 3, dok uzorak 4 imao najveću titracionu kiselost, u iznosu od 106,8°SH, a pH vrijednosti se kreće od 4,75 (uzorak 1) do 5,19 (uzorak 3).
- Da aktivitet vode iznosi od 0,791 (uzorak 4) do 0,886 (uzorak 5).
- Da se ispitivani uzorci značajno razlikuju po boji površine i tvrdoći
- Da je senzornom analizom utvrđeno da je najprihvatljiviji bio uzorak 1, dok uzorak 6 ne zadovoljava uslove senzornog kvaliteta i zbog sumnje na mikrobiološku neispravnost

senzorno nije ocijenjen. Zbog toga se preporučuje pojačati higijenske mjere pri proizvodnji ove vrste sira, naročito pri proizvodnji u domaćinstvima.

- Da uzorak 1 koji je jedini proizveden od pasterizovanog mlijeka, sadrži najmanju količinu ukupnih fenola i najmanju vrijednost određenu ABTS i FRAP testom, tj. ima najmanju antioksidativnu aktivnost, određenu ovim testovima. Prilikom zagrijavanja mlijeka, na temperaturama pasterizacije, određene materije se razgrađuju i gube neka svojstva, i samim tim smanjuju se antioksidativna svojstva ovog sira.
- Da najveći sadržaj ukupnih fenola imaju uzorak 2 (1428,15 µg GAE/g) i uzorak 5 (1545,23 µg GAE/g). Isti uzorci imaju i statistički najveći sadržaj flavonoida i neflavonoida.
- Što je veći sadržaj ukupnih fenola jače je antioksidativno svojstvo sira, pa na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da najjače antioksidativno svojstvo ima uzorak 5, dok je visoka vrijednost utvrđena i kod uzorka 2. Najveću antioksidativnu vrijednost određenu ABTS testom ima uzorak 5 (3285,67 µMTE/g) a FRAP metodom je utvrđeno da najveću vrijednost ima uzorak 2 (0,4394 µmol Fe²⁺/g).
- Kod TBARS testa uzorak 3 je imao najveću vrijednost jer ovaj uzorak ima visok sadržaj masti, dok ostali uzorci imaju približne vrijednosti, a uzorak 5 odstupa sa nešto nižom vrijednosti.

Na osnovu dobijenih rezultata mogu se potvrditi postavljene hipoteze:

- Da kontrolisani uslovi proizvodnje u industrijskim pogonima statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na kvalitet sira iz mješine.
- Da uslovi proizvodnje u domaćinstvima statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na kvalitet sira iz mješine.
- Da kvalitet sira iz mješine, koji je proizveden u industrijskim proizvodnim pogonima se statistički značajno ($p < 0,05$) razlikuje od kvaliteta sira iz mješine koji je proizveden u domaćinstvima.

7. LITERATURA

1. Alberto, M., Rinsdahl Canavosio, M., Manca de Nadra, M. (2006). Antimicrobial effect of polyphenols from apple skins on human bacterial pathogens. *Electronic Journal of Biotechnology*, North America.
2. Antunac, N., Havranek, J. (2013). *Mlijeko-kemija, fizika i mikrobiologija*. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
3. Barukčić I., Božanić R., Samir K., Jakopović L., Magdić K., Matijević V., Perko B., Rogelj B., Stručić I., D. (2015). *Sirarstvo u teoriji i praksi*, Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 29-35.
4. BAS EN ISO 5534:2006. Cheese and processed cheese - Determination of total solids content (Reference method).
5. BAS EN ISO 8968-1:2015. Milk and milk products - Determination of nitrogen content - Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation.
6. BAS ISO 11870:2012. Milk and milk products - Determination of fat content - General guidance on the use of butyrometric methods.
7. BAS ISO 19662:2019. Milk — Determination of fat content — Acido-butyrometric (Gerber method)
8. BAS ISO 22935-2:2011. Milk and milk products - Sensory analysis - Part 2: Recommended methods for sensory evaluation.
9. BAS ISO 22935-3:2011. Milk and milk products - Sensory analysis - Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring.
10. Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
11. Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Orioli, M., Maffei Facino, R. (2005) Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533, 185-191.
12. Bijeljac, S., Sarić, Z. (2005). *Autohtoni mliječni proizvodi sa osnovama sirarstva*. Poljoprivredni fakultet, Univerziteta u Sarajevu.

13. Bilandžić, N., Sedak, M., Božić, Đ., Vebić, A. (2014). Koncentracija esencijalnih elemenata u pet vrsta sira s hrvatskog tržišta, *Veterinarska stanica* 45 (1).
14. Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J., Trakatellis, A.G. (1994). Rapid, Sensitive, and Specific Thiobarbituric Acid Method for Measuring Lipid Peroxidation in Animal Tissue, Food and Feedstuff Samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 1931- 1937.
15. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Sci Technol* 1995; 28(1):25–30.
16. Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D. (2000). Standardne metode analize mlijeka i mliječnih proizvoda. Novi Sad: Prometej.
17. Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., Wilkinson, M.G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy J.* 13, 841-866
18. Dozet, N. (2004). Travnički-vlašički sir. Sirevi u salamuri. Srpsko Sarajevo. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Srpskom Sarajevu.
19. Dozet, N., Adžić, N., Stanišić, M. i Živic N. (1996). *Autohtoni mlječni proizvodi*. Izdavač: Poljoprivredni institut Podgorica i Silmir Beograd.
20. Dozet, N., Stanišić, M., Bijaljac, S. (1983). Proizvodnja i primarna obrada mlijeka. Sarajevo: NIRO „Zadruga“.
21. Fardet, A., Rock, E. (2017). In vitro and in vivo antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: a narrative review of evidence. *Nutrition Research Reviews*, 1-19.
22. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2000). Biochemistry of cheese ripening. U: *Fundamentals of cheese science* (Colilla, J., ured.), Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, SAD, str. 236-278.
23. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2000). Biochemistry of cheese ripening. U: *Fundamentals of cheese science* (Colilla, J., ured.), Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, SAD, str. 236-278.
24. Fox P. F., McSweeney P. L.H. (2017). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 3edition, Springer, New York, p. 11-25
25. Gonçalves, F.G., Leitão, S., Correia, P. M. R., Guiné, R. P. F. (2017). Study of total phenolic composition and antioxidant activity of fresh cheese with red fruits. ICEUBI 2017 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, 5-7 Dec 2017 – University of Beira Interior – Covilhã, Portugal

26. Grbavac, J. (2002). Istraživanje proizvodnje i kakvoće sira iz mješine pod nazivom Ovčji planinski sir iz Zapadne Hercegovine. Magistarski rad, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
27. Havranek, J., Kalit, S., Antunac, N., Samardžija, D. (2014). Sirarstvo. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
28. https://cdn.metro-online.com/-/media/Project/MCW/RS_Metro/Blog/2022/Deset-sireva-koje-morate-probat/Selecija-sireva-hero-2.jpg?rev=27414df0c9d74dcb709a9b06b7f6502
29. <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQV3xirn7gus3ChJiaXfo8UeT3ZYtPehqtzvK0ePYjUm2qNI5jBs2wbJxXoF-XggfRwnjM&usqp=CAU>
30. <http://naseselo.rs/wp-content/uploads/2020/09/mleko-cedjenje-preko-gaze.jpg>
31. <http://mtm-solutions.com/img/admin/proizvodi/zamene/zuCecBgN3DNrG.jpg>
32. https://slika.nezavisne.rs/2021/07/750x450/20210730134937_673973.jpg
33. <https://www.agrologistika.hr>
34. <https://www.jabuka.tv/wp-content/uploads/2021/06/sir-iz-mijeha-2-1280x720.jp>
35. https://www.kakosesprema.com/wp-content/uploads/2020/05/kako-se-pravi-domaci-sir-usirite-sami_mleko-i-napravite-mladi-ili-stari-sir-po-svom-ukusu-recept-kako-se-sprema-3.jpg
36. İnci Öztürk, H., Göktepe, Ç.K., Akin, N. (2021). Proteolysis pattern and functional peptides in artisanal Tulum cheeses produced from Mut province in Turkey, *LWT - Food Science and Technology*, 149, 111642.
37. Josipović, R., Medverec Knežević, Z., Frece, J., Markov, K., Kazazić, S., Mrvčić, J. (2015). Improved Properties and Microbiological Safety of Novel Cottage Cheese Containing Spices. *Food Technology and Biotechnology*, 53 (4), 454–462.
38. Kaić, D., Skelin, A., Mrkonjić Fuka, M., Kalit, S., Kalit Tudor, M., Redžepović, S. (2011). Prirodna mikrobna populacija u Siru iz mišine. *Proceedings of the 47.th Croatian and 7.th International Symposium on Agriculture, Opatija*, str. 697-700.
39. Kalit, S. (2002). Zrenje sireva, Četvrto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, Varaždinske toplice, 47-56.
40. Kalit, S. (2015). Opće sirarstvo u : Sirarstvo u teoriji i praksi. Veleučilište u Karlovcu. Karlovac, Hrvatska.
41. Kalit, S. (2015). Tradicionalni sirevi Hrvatske i Slovenije. Sirarstvo u teoriji i praksi. Veleučilište u Karlovcu. Karlovac, Hrvatska.

42. Kalit, T. M. (2012). Određivanje sastava i udjela slobodnih masnih kiselina sira iz mišine te njegova fizikalno-hemijska i senzorna svojstva. Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet. Doktorska disertacija.
43. Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., Jaspal, M. H. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease* , 18:41, 1-13.
44. Kiš, M., Grbavac J., Mašek T., Starčević K., Džaja P., Zdolec N. (2018). The microbiological quality and fatty acid content of cheese in a sack. *Hrvatski Veterinarski Vjesnik*, 26, 7-8.
45. Lindmark Månsson, H. (2003). Composition of Swedish dairy milk 2001. Report Nr 7025-P (In Swedish), Swedish Dairy Association.
46. Lisica, P. (2016). Utjecaj uvjeta ekstrakcije na izolaciju fenolnih spojeva iz organskog otpada u proizvodnji vina. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet.
47. Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F. (2005). Antioxidant Activity of Commercial Soft and Hard Wheat (*Triticum aestivum L.*) as Affected by Gastric pH Conditions, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53(7), 2433-2440.
48. Lukač Havranek, J., Hadžiosmanović, M., Samardžija, D., Antunac, N. (2002). Prehrambena svojstva mediteranskih sireva. *Mljekarstvo* 50(2) 141-150.
49. McSweeney, P.L. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.* 57, 127-144
50. Mikulec, N., Habuš, I., Antunac, N., Vitale, L.J., Havranek, J. (2010). Uticaj peptida i aminokiselina na formiranje arome sira. *Mljekarstvo* 60, 219-227.
51. Milin, M. (1969). Prilog poznavanju proizvodnje i kvalitete mješnog sira u okolici Knina. Magistarski rad, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
52. Öztürk, H.İ., Akın, N. (2021). Effect of ripening time on peptide dynamics and bioactive peptide composition in Tulum cheese. *Journal of Dairy Science*, 104, 4, 3832-3852.
53. Popović-Vranješ, A. (2015). Specijalno sirarstvo. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

54. Pravilnik o kvalitetu svježeg sirovog mlijeka i uslovima za rad ovlašćene laboratorije. (2015). Službeni glasnik RS, broj 81.
55. Pravilnik o proizvodima od mlijeka i starter kulturama. (2011). Službeni glasnik BiH, broj 21.
56. Pravilnik o sirovom mlijeku (2011). Službeni glasnik BiH, broj 21.
57. Prieto, B., Franco, I., Gonzalez Prieto, J., Bernardow, A., Carballo, J. (2002). Compositional and physico-chemical modifications during the manufacture and ripening of leon raw cow's milk cheese. *Journal of food composition and analysis* 15, 725–735.
58. Radonjić, V. Dušica (2019). Doktorska disertacija – Uticaj ispaše na travnjacima različitih područja Crne Gore na sadržaj masnih kiselina u kravljem mlijeku. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
59. Rako, A., Tudor Kalit, M., Rako, Z., Petrović, D., Kalit, S. (2019). Effect of composition and proteolysis on textural characteristics of Croatian cheese ripen in a lamb skin sack (Sir iz mišine), *Mljekarstvo*, 69 (1), 21-29.
60. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., (1999), Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9–10), 1231–1237.
61. Revilla, I., González-Martín, M. I., Vivar-Quintana, A. M., Blanco-López, M. A., Lobos-Ortega, I. A., Hernández-Hierro, J. M. (2016). Antioxidant capacity of different cheeses: Affecting factors and prediction by near infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 99:1–9.
62. Samardžić, S. (2009). Sir iz mijeha iz Hercegovine: stari recept – nova perspektiva. *Prehrambena industrija, Mleko i mlecni proizvodi, Časopis saveza hemičara i tehnologa*, 20(1-2), 52-56, Beograd.
63. Samardžić, S. (2012). Tipični hercegovački proizvod sir iz mijeha u funkciji ruralnog razvoj Hercegovine. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerziteta u Banjoj Luci.
64. Samardžija, D. (2015). Fermentirana mlijeka. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.

65. Sarić, Z. (2009). Analiza lokalnog proizvodnog sistema hercegovačkog Sira iz mijeha. Projekat: Zaštita i valorizacija poljoprivrednih tradicionalnih proizvoda od vrijednosti za Hercegovinu, NGO UCODEP, Sarajevo.
66. Savanović, D., Velemir, A., Mandić, S., Ritan, N., Savanović, J. (2020). Influence of coagulation conditions on the content of fatty acids in acid-coagulated cheeses. Proceedings of the XI International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2020", 100-106.
67. Slačanac, V. (2015). Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda. Osijek Prehrambeno-tehnološki fakultet.
68. Sözeri Atik, D., Akın, N., Ceren Akal, H., Koçak, C. (2021). The determination of volatile profile during the ripening period of traditional Tulum cheese from Turkey, produced in Anamur in the Central Taurus region and ripened in goatskin. International Dairy Journal, 117, 104991.
69. Stobiecka, M., Król, J., Brodziak, A. (2022). Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. Animals, 12, 245.
70. Tekin, A., Guler, Z. (2019). Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials, Food Chemistry, 286, 160-169.
71. Trajković, J., J. Baras, M. Mirić, Šiler S. (1983). Analiza životnih namirnica. Beograd, Srbija: Tehnološko-metaluški fakultet Univerziteta u Beogradu.
72. Tratnik, LJ., Božanić, R. (2012). Mlijeko i mliječni proizvodi. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
73. Tratnik, LJ., Zdolec, N., Kalit, M. T. (2015). Sirarstvo u teoriji i praksi. Veleučilište u Karlovcima.
74. Tudor Kalit, M., Lojbl, T., Rako, A., Gün, I., Kalit, S. (2020). Biochemical changes during ripening of cheeses in an animal skin. Mljekarstvo, 70 (4), 225-241.
75. Vilušić, M., Milanović, S., Jukić-Grbavac, M. (2008). Sastav masnih kiselina i sadržaj kolesterola u svježem siru tipa Quarg. Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet; Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet; Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine. Prehrambena Industrija, 1-2.

76. Vrdoljak, M. (2007). Sir iz mješine- Kako proizvesti higijenski ispravan proizvod, a zadržati njegovu autohtonost, Zagreb: Hrvatski farmer d.d., 826-834.
77. Vrdoljak, M. (2016). Probiotičke kulture *Lactobacillus plantarum* B i *Lactobacillus lactis* subsp. *Lactis* S1 u poboljšanju funkcionalnih svojstava sira iz mišine. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Agroekomski fakultet.
78. Wolfe, K., Wu, X., Liu, R.H., (2003). Antioxidant Activity of Apple Peels, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (3), 609-614.
79. Živko, T. (2012). Određivanje antioksidativnog učinka, ukupnih fenola i tanina u plodu rogača. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
80. Zamberlin, Š., Antunac, N., Havranek, J., Samaržija, D. (2012). Mineral elements in milk and dairy products, *Mljekarstvo*, 62(2), 111-125.

Biografija

• Opšti podaci:

Ime: Jovan
Prezime: Banjac
Datum i mjesto rođenja: Bosanski Petrovac, 25.12.1987. godine
Adresa: Podgorička 55c, Banja Luka
Telefon: 066/959-949
E-mail: jovanmp153@gmail.com

• Obrazovanje:

2006 – 2011 Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet
Studijski program: Biotehnoško prehrambeni, smjer - KKHIN
Zvanje: Diplomirani inženjer prehrambene tehnologije

2002 – 2006 Poljoprivredna škola, Derвента
Smjer: Opšti
Zvanje: Poljoprivredni tehničar

• Radno iskustvo:

2012 – danas: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Agencija za agrarna plaćanja, Banja Luka
Radno mjesto: Viši stručni saradnik za prehrambeno prerađivačke kapacitete

• Dodatna znanja i vještine:

Poznavanje stranih jezika:

Jezik	Čitam (1 – 5)	Pišem (1 – 5)	Govorim (1 – 5)
Engleski jezik	4	4	4

Rad na računaru: MS Office paket, MS Windows sistem.

• **Učešće u naučno-istraživačkim projektima:**

1. Član tima Projekta pod nazivom „Ispitivanje kvaliteta sireva dobijenih različitim postupcima toplotno-kiselinske koagulacije mlijeka“, Ministarstvo za naučnotehnoški razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo Republike Srpske, 2019-2021.
2. Član tima Projekta pod nazivom „Proizvodnja i karakterizacija novih proizvoda od mlijeka“, Ministarstvo za naučnotehnoški razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo Republike Srpske, 2021-2023.

Prilog 1

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
PODACI O AUTORU ODBRANJENOG MASTER RADA

Ime i prezime autora master rada: Jovan Banjac

Datum, mjesto i država rođenja autora: 25.12.1987, Bosanski Petrovac, BiH

Naziv završenog fakulteta autora i godina diplomiranja: Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, 2011.

Datum odbrane završnog/diplomskog rada autora: 28.10.2011.

Naslov završnog/diplomskog rada autora: Tehnologija proizvodnje i kvalitet sira Škripavca

Akademsko zvanje koje je autor stekao odbranom završnog/diplomskog rada: Diplomirani inženjer prehrambene tehnologije

Naziv fakulteta u kojem je master rad odbranjen: Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet

Naslov master rada i datum odbrane: „Poređenje kvaliteta sireva iz mješine proizvedenih u industrijskim pogonima i u domaćinstvima”, 22.09.2023. godine

Naučna oblast master rada prema CERIF šifarniku: T 430 – Tehnologija hrane i pića

Imena mentora i članova Komisije za odbranu master rada:

- Dr Danica Savanović, vanredni profesor, mentor
- Dr Snježana Mandić, vanredni profesor, predsjednik
- Dr Aleksandar Savić, vanredni profesor, član

U Banjoj Luci, 22.09.2023. godine

Prof. dr Borislav Malinović, dekan



[Handwritten signature of Prof. dr Borislav Malinović]

**NAUČNO - NASTAVNOM VIJEĆU
TEHNOLOŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BANJOJ LUCI**

Primljeno: 21.06.2023			PRILOGA:
ORG. JED.	BROJ	ARH. SIFRA	
15/1	1278	23	VRJEDNOST:

PREDMET: Izvještaj Komisije o ocjeni urađenog završnog (master) rada kandidata Jovana Banjca, dipl. inž. prehrambene tehnologije

Odlukom Naučno-nastavnog vijeća Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci broj 15/3.1233-9/23 od 19.06.2023. godine imenovani smo u Komisiju za ocjenu i javnu odbranu završnog (master) rada kandidata Jovana Banjca, diplomiranog inženjera prehrambene tehnologije, pod naslovom „Poređenje kvaliteta sireva iz mješine proizvedenih u industrijskim pogonima i u domaćinstvima“.

Komisija u sastavu:

1. Dr Snježana Mandić, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Prehrambene tehnologije namirnica životinjskog porijekla, predsjednik
2. Dr Danica Savanović, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Prehrambene tehnologije namirnica životinjskog porijekla, mentor i
3. Dr Aleksandar Savić, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Biohemijsko inženjerstvo, član

pregledala je dostavljeni završni (master) rad i Naučno-nastavnom vijeću Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci podnosi sljedeći

IZVJEŠTAJ

Master rad kandidata Jovana Banjca, dipl. inž. prehrambene tehnologije, napisan je na 64 stranice teksta i sadrži 12 slika i 24 tabele. U radu je korišteno 80 literaturnih navoda. Master rad je pregledno napisan i sadrži: Sažetak na srpskom i engleskom jeziku, Uvod, Teoretski dio, Hipoteze i cilj rada, Materijal i metode rada, Rezultate i diskusiju, Zaključak i Literaturu.

UVOD I TEORIJSKI DIO

U ovim poglavljima kandidat, koristeći dostupne literaturne izvore, navodi definiciju, hemijski sastav i klasifikaciju sireva. U nastavku kandidat navodi opšte karakteristike, područje proizvodnje i originalnu recepturu sira iz mješine. Dalje, kandidat detaljno opisuje sve faze tehnološkog procesa proizvodnje sira iz mješine i biohemijske procese tokom zrenja sira.

HIPOTEZE I CILJ RADA

Budući da se sir iz mješine, uz određene razlike u tehnologiji, proizvodi kako u industrijskim uslovima, tako i u domaćinstvima, u okviru ovog rada postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Kontrolisani uslovi proizvodnje u industrijskim pogonima utiču na kvalitet sira iz mješine.

H2: Uslovi proizvodnje u domaćinstvima utiču na kvalitet sira iz mješine.

H3: Kvalitet sira iz mješine, koji je proizveden u industrijskim proizvodnim pogonima se razlikuje od kvaliteta sira iz mješine koji je proizveden u domaćinstvima.

Uzimajući u obzir mogućnost proizvodnje sira iz mješine i u industrijskim uslovima i u domaćinstvima, cilj ovog rada je ispitavanje uticaja različitih uslova proizvodnje na kvalitet sira iz mješine.

MATERIJALI I METODE RADA

Za potrebe ovog rada prikupljeni su uzorci sira iz mješine sa područja Hercegovine proizvedeni u kontrolisanim uslovima, u industrijskim pogonima, i uzorci koji su proizvedeni u domaćinstvu. Analize prikupljenih uzoraka vršene su u Laboratoriji za analizu namirnica i u Laboratoriji za instrumentalne metode analize, na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci.

Navedene su metode i opisane analize koje su vršene u cilju poređenja kvaliteta ispitivanih sireva i to: određivanje sadržaja vlage i suve materije, određivanje sadržaja ukupnog pepela, određivanje sadržaja proteina, određivanje sadržaja masti, određivanje sadržaja hlorida, određivanje stepena kiselosti, mjerenje pH vrijednosti, mjerenje aktivnosti vode, mjerenje boje i teksture, određivanje mineralnog sastava, određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava masnih kiselina, senzorna ocjena odabranih pokazatelja kvaliteta proizvoda i određivanje antioksidativne aktivnosti sira (sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida, DPPH metoda, ABTS metoda i FRAP metoda). U ovom poglavlju naveden je način statističke obrade dobijenih rezultata.

REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom dijelu rada kandidat je izložio dobijene rezultate istraživanja. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički. Predstavljeni su rezultati fizičko-hemijskih analiza ispitivanih sireva: sadržaj vode i suve materije, sadržaj pepela, sadržaj hlorida, mineralni sastav, sadržaj masti, sadržaj masnih kiselina, sadržaj proteina, titraciona kiselost, pH vrijednost, aktivitet vode,

instrumentalno izmjereni parametri boje i teksture sira, rezultati senzorne ocjene odabranih pokazatelja kvaliteta proizvoda i rezultati antioksidativne aktivnosti ispitivanih sireva (sadržaj ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida, kao i rezultati DPPH metode, ABTS metode i FRAP metode).

Rezultati dobijeni u toku realizacije ovog master rada su statistički obrađeni i predstavljeni pravilno, pregledno i jasno. Diskusijom dobijenih rezultata, kandidat je na jasan način protumačio dobijene rezultate i potvrdio unaprijed postavljene hipoteze rada.

Na osnovu predočenih rezultata istraživanja vidi se da je kandidat došao do pouzdanih i originalnih zaključaka, koji su proizašli iz eksperimenata sprovedenih tokom ispitivanja i poređenja kvaliteta ispitivanih sireva koji su proizvedeni u industrijskim uslovima i u domaćinstvima, što je i navedeno u poglavlju **Zaključak**. Na osnovu dobijenih rezultata kandidat zaključuje da kontrolisani uslovi proizvodnje u industrijskim pogonima statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na kvalitet sira iz mješine, da uslovi proizvodnje u domaćinstvima statistički značajno ($p < 0,05$) utiču na kvalitet sira iz mješine, i da kvalitet sira iz mješine, koji je proizveden u industrijskim proizvodnim pogonima se statistički značajno ($p < 0,05$) razlikuje od kvaliteta sira iz mješine koji je proizveden u domaćinstvima.

ZAKLJUČAK I PRIJEDLOG KOMISIJE

Imajući u vidu sve navedeno, Komisija je jednoglasno dala svoje pozitivno mišljenje o master radu kandidata Jovana Banjca, diplomiranog inženjera prehrambene tehnologije, pod naslovom „Poređenje kvaliteta sireva iz mješine proizvedenih u industrijskim pogonima i u domaćinstvima“ i predlaže Naučno-nastavnom vijeću Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci da odobri javnu odbranu rada.

U Banjoj Luci, 21.06.2023. godine

Članovi Komisije:

1. Dr Snježana Mandić, vanredni profesor, predsjednik

S. Mandić

.....

2. Dr Danica Savanović, vanredni profesor, mentor

D. Savanović

.....

3. Dr Aleksandar Savić, vanredni profesor, član

A. Savić

.....

IZJAVA O AUTORSTVU

**Izjavljujem da je
master rad**

Naslov rada POREĐENJE KVALITETA SIREVA IZ MJEŠINE PROIZVEDENIH U
INDUSTRIJSKIM POGONIMA I U DOMAĆINSTVIMA

Naslov rada na engleskom jeziku QUALITY COMPARISON OF CHEESES IN A SUCK
PRODUCED IN INDUSTRIAL PLANTS AND IN HOUSEHOLDS

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da master/magistarski rad, u cjelini ili u dijelovima, nije bio predložen za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Banjoj Luci 13.09.2023.

Potpis kandidata



Izjava 2

Izjava kojom se ovlašćuje Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci da master/magistarski rad učini javno dostupnim

Ovlašćujem Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci da moj master/magistarski rad, pod naslovom POREĐENJE KVALITETA SIREVA IZ MJEŠINE PROIZVEDENIH U INDUSTRIJSKIM POGONIMA I U DOMAĆINSTVIMA

koji je moje autorsko djelo, učini javno dostupnim.

Master/magistarski rad sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moj master/magistarski rad, pohranjen u digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci, mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (*Creative Commons*), za koju sam se odlučio/la.

1. **Autorstvo**
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo - nekomercijalno - bez prerade
4. Autorstvo - nekomercijalno - dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo - bez prerade
6. Autorstvo - dijeliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

U Banjoj Luci 13.09.2023.

Potpis kandidata



Izjava 3

**Izjava o identičnosti štampane i elektronske verzije
master/magistarskog rada**

Ime i prezime autora: Jovan Banjac

Naslov rada: POREĐENJE KVALITETA SIREVA IZ MJEŠINE PROIZVEDENIH U
INDUSTRIJSKIM POGONIMA I U DOMAĆINSTVIMA

Mentor: prof. dr Danica Savanović

Izjavljujem da je štampana verzija mog master/magistarskog rada identična elektronskoj verziji koju sam predao/la za digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci.

U Banjoj Luci 13.09.2023.

Potpis kandidata

