Utjecaj vrste koagulanta na kemijska, senzorska i teksturalna svojstva dimljenog kuhanog sira

Novaković, Jovana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:252395

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

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

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Jovana Novaković

UTJECAJ VRSTE KOAGULANTA NA KEMIJSKA, SENZORSKA I TEKSTURALNA SVOJSTVA DIMLJENOG KUHANOG SIRA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, lipanj 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

Diplomski sveučilišni studij Prehrambenog inženjerstva

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda
Tema rada je prihvaćena na IX (devetoj) redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2015./2016. održanoj 28 lipnja 2016.
Mentor: doc. dr. sc. *Mirela Lučan*
Komentor: *doc. dr. sc. Krešimir Mastanjević*

Utjecaj vrste koagulanta na kemijska, senzorska i teksturalna svojstva kuhanog dimljenog sira

Jovana Novaković, 307-DI

Sažetak:

Domaći kuhani sir se proizvodi na području većeg dijela Hrvatske i spada pod hrvatski autohtoni proizvod. Prema udjelu vode u nemasnoj tvari spada u skupinu polutvrdih sireva, a prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari u skupinu masnih. Kuhani sir je najjednostavniji oblik iskorištenja i način konzerviranja mliječnih bjelančevina. Dimljeni sir je sir koji se tretira pomoću dima na principu stvrdnjavanja. Dimljenjem sira teži se povećanju ukupne suhe tvari u mješavini za proizvodnju sira, što će osigurati konačni željeni sastav sira, a samo sušenje gruša je u tom slučaju nepotrebno. U radu je ispitana mogućnost proizvodnje dimljenog kuhanog sira na osnovi različitih vrsta koagulanata, te analiza senzorskih svojstava, sastava, fizikalno-kemijskih svojstava i teksture dobivenih proizvoda. Dobiveni rezultati su pokazali da dimljenje pozitivno utječe na svojstva i kakvoću kuhanog sira, a najviše ocjene su dobili dimljeni kuhani sirevi proizvedeni pomoću alkoholnog i jabučnog octa, te pomoću vinske kiseline.

Ključne riječi: kuhani sir, dimljeni sir, tekstura, senzorska svojstva, koagulanti

Rad sadrži: 57 stranica
28 slika
13 tablica
1 priloga
24 literaturnih referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

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

1.	prof. dr. sc. Vedran Slačanac	predsjednik
2.	doc. dr. sc. Mirela Lučan	član-mentor
3.	doc. dr. sc. Krešimir Mastanjević	član-komentor
4.	prof. dr. sc. Vinko Krstanović	zamjena člana

Datum obrane: 21. lipnja 2017.

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

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

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

Graduate program

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Dairy technology
Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. IX (the ninth) held on June 28, 2016.
Mentor: *Mirela Lučan*, PhD, assistant prof.
Co-mentor: *Krešimir Mastanjević, PhD,* assistant prof.

Influence of coagulants chemical, senzory and textural properties of cooked smoked cheese

Jovana Novaković, 307-DI

Summary:
Domestic cooked cheese is produced in the wider area of northwestern Croatian and falls under Croatian indigenous product. According to water in non fat substance belongs to the group of semi-hard cheeses, and the dry matter content is in a group of soft. Cooked cheese is the simplest form of utilization and method of preservation of milk protein. Smoked cheese is cheese which is treated by smoke on the principle of cure. Smoked cheese tends to increase total solids in the mixture for the production of cheese, which will ensure the desired final composition of the cheese, but only drying the curd is in this case unnecessary. The thesis analyzes the optimal parameters for the production of cooked smoked cheese, and the possibility of production of dessert cheese spreads based on different types of obtaining the curd, as well as testing sensory properties, composition, physico-chemical properties and texture of the products obtained. The results show that smoking has a positive effect on the properties and quality of cooked cheese, and the highest graded smoked cooked cheeses are the ones made with alcohol vinegar, apple cider vinegar and tartaric acid.

Key words: cooked cheese, smoked cheese, texture, sensory properties, coagulants

Thesis contains: 57 pages
28 figures
13 tables
1 supplements
24 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1. Vedran Slačanac, PhD, full. prof. — chair person
2. Mirela Lučan, PhD, assistant prof. — supervisor
3. Krešimir Mastanjević, PhD, assistant prof. — co-supervisor
4. Vinko Krstanović, PhD, full. prof. — stand-in

Defense date: June 21, 2017

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

Zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Mireli Lučan na neizmjernoj pomoći, strpljenju, potpori i vremenu tijekom cijele izrade rada.

Zahvaljujem svojim roditeljima i ostaloj obitelji na povjerenju u mene svih ovih godina, odricanju i pružanju potpore i kada se sve činilo nedostižno.

Zahvaljujem i svojim prijateljima, a ponajviše onima koje sam ovdje upoznala, koji su sve ove godine učinili posebnim i za koje se nadam da će to činiti i ostatak života.

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. POJAM SIRA I PROIZVODNJA SIRA 4

2.1.1 Definicija sira 4

2.1.2 Povijest sirarstva 4

2.1.3 Proizvodnja sira 5

2.1.4 Način grušanja mlijeka 6

2.1.5 Podjela i vrste sireva 6

2.2 VRSTE I PREDSTAVNICI KUHANOG SIRA 8

2.2.1 Podjela kuhanog sira 8

2.2.2 Najpoznatiji predstavnici sira dobivenog toplinsko – kiselinskom koagulacijom 9

2.3 PROIZVODNJA KUHANOG SIRA 14

2.3.1 Domaći kuhani sir 14

2.3.2 Industrijska proizvodnja kuhanog sira 14

2.4 DIMLJENJE SIRA 16

3. EKSPERIMENTALNI DIO 18

3.1 ZADATAK 19

3.2 MATERIJAL I METODE RADA 19

3.2.1 Uzorci 19

3.2.2. Dimljenje uzoraka kuhanog sira 21

3.2.3 Određivanje sastava i fizikalno-kemijska svojstva sira 22

3.2.4 Određivanje teksturalnih svojstava 24

3.2.5 Senzorska analiza 25

3.2.7. Statistička obrada rezultata 27

4. REZULTATI I RASPRAVA 30

4.1 KEMIJSKA SVOJSTVA MLADOG I DIMLJENOG SIRA 31

4.2 OPISNA SVOJSTVA UZORKA 37

4.3. KALO 39

4.3 SENZORSKA OCJENA MLADOG I DIMLJENOG SIRA METODOM BODOVAN 40

4.5 BOJA SIRA 43

4.6. PROFIL TEKSTURE SIRA PRIJE I NAKON DIMLJENJA 47

5. ZAKLJUČCI 51

6. LITERATURA 53

7. PRILOZI 55

1. UVOD

Proizvodnja sira dopuštena je uporabom mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih enzima zgrušavanja i/ili dodatkom odgovarajućih dopuštenih kiselina za zgrušavanje. U ovom diplomskom radu istražili smo ponašanje kuhanog sira proizvedenog sa šest različitih kiselina i ponašanje kuhanog sira nakon dimljenja.

Kuhani sir je hrvatski sir koji se proizvodi tradicionalno na širem području sjeverozapadne Hrvatske (Bilogora, Zagrebačka okolica, Lika, Banovina, Gorski kotar), ali je također, uz svježi kravlji sir i škripavac, najčešći proizvod većine slavonskih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Ima oblik koluta, odnosno krnjeg stošca različitih dimenzija. Postoje dvije vrste kuhanog sira: dimljeni i nedimljeni. Kuhani sir pojedini proizvođači proizvode od kozjeg mlijeka, odnosno mješavine kravljeg i kozjeg, ali većina proizvođača ga proizvode od kravljeg (Kirin, 2006).

Razlog njegove raširenosti diljem Hrvatske je jednostavan i brz proces proizvodnje. Stoga je potrebno uspostaviti standardizaciju postupka proizvodnje kako bi kvaliteta bila ujednačena, a proizvođač mora ujednačiti i održavati postavljene parametre tijekom proizvodnje. U ovom radu će se provesti ispitivanje kuhanih sireva (dimljenih) proizvedenih uz dodatak različitih kiselina. Provest će se analiza kemijskog sastava, pH vrijednosti, aktiviteta vode i boje uzoraka sireva. Tekstura sira će se odrediti pomoću uređaja za analizu profila teksture (TPA) koji će obuhvatiti mjerenje čvrstoće, kohezivnosti, elastičnosti, odgođene elastičnosti te otpora žvakanju. Senzorska svojstva sireva će se utvrditi opisno i metodom bodovanja. Na kraju će se ponoviti analize nakon dimljenja sira. Na osnovi dobivenih rezultata napravit će se razlika između kuhanog mladog i dimljenog sira.

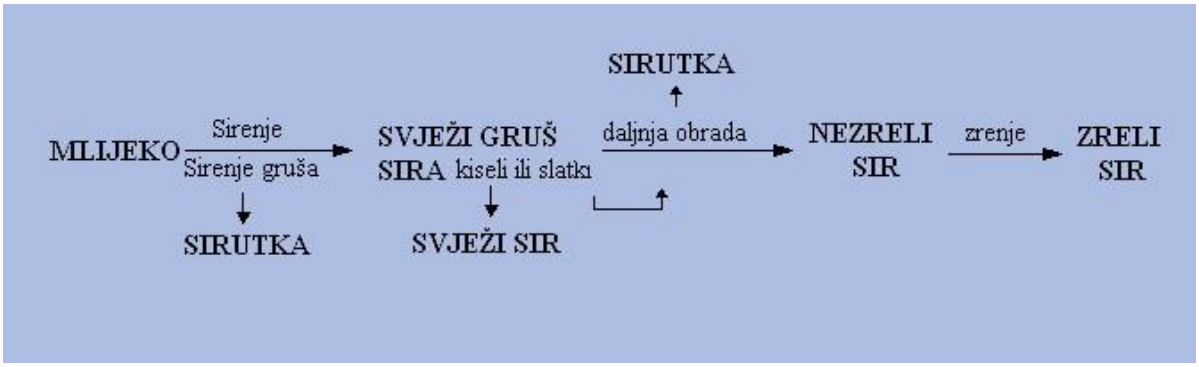
2. TEORIJSKI DIO

2.1. POJAM SIRA I PROIZVODNJA SIRA

2.1.1 Definicija sira

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (MPRRR, 2009.), sirevi spadaju pod svježe proizvode ili proizvode s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon zgrušavanja mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i/ili njihovih mješavina), vrhnja ili kombinacijom navedenih sirovina. Tijekom proizvodnje sireva dopuštena je uporaba mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih enzima zgrušavanja i/ili dopuštenih kiselina za zgrušavanje.

Cilj proizvodnje sira je provedba koagulacije proteina, tj. sirenje ili grušanje mlijeka (sirutke ili stepke) gdje dolazi do oblikovanje sirnog gruša u sirno zrno koji dovodi do izdvajanje nastale sirutke uz mogućnost soljenje sira, nakon čega se dobiva svježi ili nezreli sir (Tratnik, 1998.) **Slika 1**.



Slika 1 Shema proizvodnje svježeg i zrelog sira (Slačanac, 2015.)

2.1.2 Povijest sirarstva

Postoji vjerovanje da je prvi sir napravljen na bogatom poljoprivrednom području, između rijeka Eufrat i Tigris, u Iraku, a podatak datira od 7000-6000 godina prije Krista. Po načinu života ljudi u tom povijesnom razdoblju, moguće je pretpostaviti slučajan nastanak izrade sira. Tadašnji nomadski način života i klimatski uvjeti omogućili su grušanje kazeina djelovanjem kiseline, nastale vrenjem mlijeka pod utjecajem bakterija mliječne kiseline koje su prirodno prisutne u mlijeku. Na rast i aktivnost bakterija mliječne kiseline pogodovale su visoke temperature koje su kiselile mlijeko i pretvarale ga u gel. Međutim, ako se protrese ili mehanički razbije, dobiju se dvije faze: čvrsta faza koja se sastoji od proteina i masti (gruš) i tekuće faze koja se sastoji od vode i u vodi topljivih sastojaka mlijeka (sirutka). Upravo takav

način čuvanja mlijeka u životinjskim mješinama pogodovalo je kiseljenju mlijeka, a transport je pogodovao potresanju i razaranju stvorenog gela i odvajanju gruša od sirutke. Čuvanje mlijeka u životinjskim mješinama omogućio je spontani nastanak i drugih kategorija sireva, djelovanjem proteolitičkih enzima (sirila). Upotreba vatre u pripremi hrane dovela je do nastanka treće kategorije sireva, kod kojih se koagulacija proteina provodi pod djelovanjem topline. Prilikom zagrijavanja dolazi do grušanja i odvajanja tekuće i čvrste faze mlijeka. U ovoj situaciji čvrsta faza, osim na dnu posude, izdvojila se i na površini tekuće faze. Ljudi su sakupili izdvojenu čvrstu fazu s površine i konzumirali je u svježem stanju ili obradili (sol i/ili sušenje) i takvu čuvali duže vrijeme (Matijević, 2005).

2.1.3 Proizvodnja sira

Kazein je najvažnija bjelančevina koja se koristi u proizvodnji sira. U svom kemijskom sastavu sadrži fosfor i spada u složene bjelančevine. U proizvodnji sira vrlo važna svojstva kazeina poput elektronegativnosti, netopljivosti u vodi te njegove koagulacije u kiselom mediju kod pH 4,6. Uz kazein, u mlijeku se nalaze proteini sirutke koji potječu iz krvi i mliječnih žlijezda. Proteini sirutke su albumin (35%) i globulin (10-15%) koji su topljivi u vodi, ali ne koaguliraju kod pH 4,6. Udio kazeina u mlijeku kreće se oko 80% te bjelančevine su poznate kao netopljive u vodi te 20% proteina sirutke poznate kao topljive u vodi (Tratnik, 1998). Sir dobivamo postepenim zagrijavanjem mlijeka, pri čemu mliječni šećer uslijed fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu te dolazi do odvajanja kazeina od sirutke. Za ubrzani proces sirenja dodaje se sirilo koje sadrži renin ili kimozin.

Sirenje se može provesti na tri načina:

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

Kada završi proces grušanja ili sirenja, cijeđenjem se odvaja sirutka te dodaje sol. Sol u siru ima višestruku ulogu jer utječe na tijek zrenja i oblikovanje kore, smanjuje količinu vode,

poboljšava trajnost sira, sudjeluje pri stvaranju okusa i mirisa sira, te pospješuje bubrenje proteina. Nakon dodatka soli, sir se stavlja u kalupe gdje se oblikuje te preša i ispušta ostatka sirutke i dobivanje što kompaktnijeg gruša, a sir nakon prešanja dobiva konačni oblik i teksturu. Prešanje se provodi postepenim povećanjem tlaka, kako se kora sira ne bi naglo stvorila i spriječila daljnje otjecanje sirutke iz sira (Tratnik, 1998). Sir se ostavlja u kalupima nekoliko sati, a zatim se može konzumirati, dimiti ili staviti na zrenje. Zrenja sira zavisi o vrsti i može trajati od nekoliko dana do 1 godine i više. Zrenje se može provodi u različitim uvjetima što ovisi o vrsti sira, gdje sirevi dobiju svoja karakteristična svojstva, tvrdoću i okus.

2.1.4 Način grušanja mlijeka

Osnovna razlika u provedbi sirenja mlijeka jest način koagulacije proteina:

- ✓ djelovanjem kiseline, nastale kiseljenjem mlijeka pod utjecajem mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline (vrenje) ili/i uz pomoć dodane kiseline do pH-vrijednosti oko 4,6, pa nastaje kiseli gruš (u proizvodnji svježeg mekog sira);
- ✓ djelovanjem preoteolitičkih enzima, pod utjecajem pripravka životinjskog, biljnog ili mikrobnog podrijetla te pomoću Ca^{2+} iona, pa nastaje slatki gruš (u proizvodnji ostalih tipova sira). Tako se postiže koagulacija kazeina a proteini sirutke, koji su neosjetljivi na djelovanje kiselina ili enzima, odlaze zajedno s odvojenom sirutkom;
- ✓ Sirenjem mlijeka mogu se proizvoditi kiseli ili slatki (kazeinski) sirevi; djelovanjem topline pri optimalnoj temperaturi od 90 do 95^{o} C/10-20 minuta, pa nastaje slatki gruš (u proizvodnji sirutkinog sira), jer su proteini sirutke (albumini i globulini) osjetljivi na toplinu (Tratnik, 1998.).

2.1.5 Podjela i vrste sireva

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

Tablica 1 Podjela sireva prema određenim skupnim svojstvima (Tratnik, 1998.)

Prema vrsti proteina	-kazeinski (proizvedeni od mlijeka) -albuminski (od sirutke) -kazeinsko-albuminski (mlijeko + sirutka)
Prema vrsti mlijeka	-kravlji, ovčji, kozji, bivolji i dr. -sirevi od mješavine različitih mlijeka
Prema načinu grušanja	-kiseli (djelovanjem kiseline – mliječno-kiselo vrenje), svježi meki sirevi -slatki (djelovanjem enzimskih pripravaka, sirila), polutvrdi i tvrdi sirevi -mješoviti (djelovanje kiseline i enzima sirila)
Prema zrenju	-sirevi bez zrenja (svježi) -sirevi sa zrenjem (uz bakterije) -sirevi sa zrenjem (uz plemenite plijesni)
Prema količini vode u siru	-mala količina vode (<34%)-jako tvrdi sir -srednja količina vode (34-35%)-tvrdi sir -velika količina vode (45-55%)-polutvrdi sir -jako velika količina vode (55-80%)-meki sir

Prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva (MPRRR, 2009.), sireve možemo podijeliti i načinom navedenim u **Tablici 2.**

Tablica 2 Naziv sira obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira i Vrste sira obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari

Naziv sira obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira	**Udio vode u bezmasnoj tvari sira (%)**	**Vrsta sira obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari**	**Udio mliječne masti u suhoj tvari (%)**
Ekstra tvrdi sir	<51	Ekstra masni	≥60
Tvrdi sir	49 – 56	Punomasni	≥45 i <60
Polutvrdi sir	54 – 69	Masni	≥25 i <45
Meki sir	>67	Polumasni	≥10 i <25
Svježi sir*	69 – 85	Posni	<10

2.2 VRSTE I PREDSTAVNICI KUHANOG SIRA

2.2.1 Podjela kuhanog sira

Kirin (2006.) je kuhani sir podijelio na:

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

Sirutkin ili albuminski sir

Proizvodi se od sirutke koja zaostaje nakon proizvodnje sirišnih sireva. U sirutku se može dodati obrano mlijeko ili vrhnje zbog većeg iskorištenja, te u svrhu poboljšanja i raznolikosti svojstava. Sirutka, ili njezina mješavina zagrijava se 30 minuta na 90°- 95°C, zakiseljena na pH 4,5. Tijekom tog perioda dolazi do flokulacije sirutkinih i mliječnih bjelančevina koje se tada odvajaju i oblikuju u različite vrste sirutkinih sireva (Kirin, 2006).

Kuhani sir od mlijeka

Kuhani sir se proizvodi zagrijavanjem sirovog mlijeka na 90°- 95°C i direktnim zakiseljavanjem kiselom sirutkom, mlaćenicom ili kiselinom. Tako dobiveni gruš možemo miješati s određenim dodacima, ili se najčešće soli, oblikuje u kalupima, preša, čime dobivamo konzistenciju sira za rezanje. Kuhani sir se može konzumirati odmah nakon proizvodnje, čak i nakon dužeg vremena čuvanja. Većoj hranjivoj vrijednosti i prinosu sira doprinosi da osim kazeina koagulira i sirutkine bjelančevine.

Kuhani sir od svježeg sira

Tehnologija kuhanog sira od svježeg sira je posebna jer se sir kuha u sirutki. Jedan od glavnih predstavnika takvog sira je Halloumi. On je polutvrdi sir konzerviran u slanoj sirutki, proizveden iz ovčjeg, kozjeg ili kravljeg mlijeka. Proizvodi se na način da pasterizirano mlijeko koaguliramo sirilom 40-50 minuta na 33±1°C. Skuta se ekstrahira, a sirutka i dalje zagrijava na 80°- 90°C kroz 30 minuta da se koaguliraju proteini sirutke. Skutu režemo na kockice veličine 1-2 cm3 te ih prenosimo u kalup i prešamo 1 sat. Oblikovani sir režemo na kockice dimenzija 10x15x5 cm i stavljamo ih u vruću sirutku (94°- 96°C) te se kuhaju približno 1 sat. Ohlađeni sir suho solimo i obično se posipa, sušenim i smrvljenim, listićima mente (Papademas i Robinson, 1998).

2.2.2 Najpoznatiji predstavnici sira dobivenog toplinsko – kiselinskom koagulacijom

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

Kuhani sir

Domaći kuhani sir se proizvodi na širem području sjeverozapadne Hrvatske i spada pod hrvatski autohtoni proizvod. Prema udjelu vode u nemasnoj tvari spada u skupinu polutvrdih

sireva, a prema udjelu suhe tvari spada u skupinu mekih (Kirin, 2006). Dobre osobine kuhanog sira su:

- relativna dugotrajnost,
- prihvatljiva organoleptička svojstva,
- dobar prinos.

Kuhani sir predstavlja najjednostavniji oblik iskorištenja i način konzerviranja mliječnih bjelančevina.

Skuta

U primorskom i dinarskom pojasu Hrvatske, sir dobiven od sirutke naziva se puina, a u Hercegovini urda (Kirin, 1980.). Skuta je vrsta sira koji se naziva i puina ili pujina. To je specifični mliječni proizvod koji izgledom podsjeća na domaći sir od kravljeg mlijeka. Iako, skuta zapravo nije sir. Ona se razlikuje od sira u nekoliko svojstava:

- ✓ svojim sastojcima,
- ✓ velikom količinom mliječne masti,
- ✓ bjelančevinastoj komponenti koju čine gotovo isključivo laktoalbumini i laktoglobulini.

Bjelančevinastu komponentu sira čini kazein ili parakazein. Skuta je domaći proizvod koji kvalitetom varira od domaćinstva do domaćinstva (Lukač-Havranek, 1995.)



Slika 2 Skuta

Kalenderovački sir

Proizvodi se na području Majevice i Motajica u Bosni i Hercegovini. Obrano ili punomasno kravlje mlijeko se koristi u proizvodnji koje zagrijavamo do vrelišta, te se dodaje jogurt i octena kiselina (ili vinska kiselina).Nakon zagrijavanja sporim miješanjem mlijeko se polagano koagulira te se pričeka dok se sav gruš se sakupi na površini. Sirni gruš se zatim prenese u kalup te preša da se izdvoji zaostala sirutka. Tijekom oblikovanja na sobnoj temperaturi vrši se soljenje. Sir se može konzumirati mlad, pa i nakon zrenja od nekoliko dana ili se može sušiti na zraku, u hladnoj i prozračenoj, prostoriji. Kalenderovački sir odlikuje kompaktnom i zbijenom strukturom sirnog tijesta, kora mu je žutosmeđe boje, a miris prijatan i specifičan (Bijeljac i Sarić, 2005).



Slika 3 Kalendarovački sir

Vareni sir

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



Slika 4 Vareni sir

Ricotta

Svježi albuminski sir odnosno sirutkin sir koji dosta sliči skuti koja se proizvodi u našim krajevima. Tradicionalno Ricotta se proizvodi kao mješavina sirutke i mlijeka na temperaturu od 40°- 45°C, pri čemu se dodaje sol i nastavlja zagrijavanje u otvorenom kotlu sve dok se ne dosegne temperatura od 80°- 85°C. Tijekom zagrijavanja dodaje se kiselina za zakiseljavanje (mliječna, octena ili limunska kiselina) da se smanji kiselost na pH 6 i potakne koagulacija proteina. Na površini se skuplja koagulirani gruš, i odlaže u perforirane obruče. Tako dobiven gruš se ostavlja hladiti preko noći i onda preša (Modler, 1988). Tekstura Ricotte je lagano slatkastog okusa, kremasta, nimalo zrnata ni rastresita (Barukčić, 2015).



Slika 5 Ricotta

Queso blanco

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



Slika 6 Queso blanco

Paneer

Paneer se proizvodi iz bivoličijeg mlijeka i je domaći mliječni proizvod u Indiji, a sličan je nezrelim mekim sirevima. Bivoličije mlijeko sadrži 6% mliječne masti zagrijava se na 82°C 5 minuta i hladi do 70°C. Polako uz miješanje dodaje se limunska kiselina (1% otopina) dok se gruš i sirutka ne razdvoje. Zatim se gruš puni i skuplja u kalup (35 x 28 x10 cm) na koji se stavlja uteg od 45 kg kroz 15-20 minuta. Gruš se izrezuje nakon prešanja na kockice i uranja u pasteriziranu hladnu vodu (4°- 6°C) na 2-3 sata. Na drvenu dasku se stavljaju ohlađene

kockice da se ocijedi višak vode. Zatim se omotavaju u pergament papir i čuvaju na temperaturi 4±1°C (Kumar i sur., 2014).



Slika 7 Paneer

2.3 PROIZVODNJA KUHANOG SIRA

2.3.1 Domaći kuhani sir

Kirin (2006.) opisuje postupak proizvodnje domaćeg kuhanog sira u bjelovarskom kraju po principu da se punomasno mlijeko (večernje i jutarnje) procijedi i zagrijava u loncu, uz miješanje, do vrenja. U mlijeko se dodaje 2% soli, s ciljem sprječavanja naglog stvaranja pjene i kipljenja mlijeka. Mlijeko se ponovno zagrijava nakon dodavanja soli do vrenja i dodaje mu se 1% alkoholnog octa (6%). Gruš koji se počinje oblikovati na površini, nastavlja se zagrijavati do pojave bistre zelenkaste sirutke. Na površini stvoreni gruš se grabi kutljačom i prenosi na vlažne gaze koje su stavljene u kalupe. Kalupi se pokrivaju i prešaju. Tijekom prešanja kalupi se okreću 2-3 puta, a prešanje traje 3-4 sata. Nakon prešanja, potrebni je sir izvaditi iz kalupa i zatim se ostavlja da se kora osuši i dobije žućkastu boju. Kuhani sir se može dimiti jače ili slabije koristeći bjelogorično drvo (bukva, grab, hrast).

2.3.2 Industrijska proizvodnja kuhanog sira

Štefekov (1990.) je pomoću podataka prikupljenih o varijantama kuhanog sira na području Bilogorsko-podravske regije odabrao načine za polu industrijsku proizvodnju sira zakiseljavanjem kuhanog mlijeka octom. Zagrijavanjem procijeđenog svježeg, punomasnog

mlijeka počinje postupak proizvodnje kuhanog sira na temperaturu do 98-99°C uz neprekidno miješanje, zatim se dodaje 2,5% kuhinjske soli te 2-3% octa (9%-tnog) i nastavlja miješanje do koagulacije bjelančevina.

Nakon što se masa umirila, kreće se s drugim zagrijavanjem (88° do 98°C) u trajanju od 10-20 minuta, što ovisi o kiselosti i jačini zagrijavanja. U vodom navlaženu sirnu maramu ostavi se sirna masa da se ocijedi oko 10 minuta. Nakon cijeđenja sirna masa se prenese u kalupe zatim preša 115 minuta te tri puta okreće.

Tijekom prešanja potrebno je postepeno povećavati tlak od prvog do trećeg okretanja (1 do 3 kg/cm2). Kod industrijske proizvodnje sira, u uvjetima 6°- 8°-18°C sir se može očuvati 2-3 mjeseca, a uz odgovarajuće uvijete i na temperaturi od 6°C i do 10-12 mjeseci (Štefekov, 1990).

U sljedećoj tablici je prikazan prosječni sastav polu industrijski proizvedenog kuhanog sira.

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

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

U sljedećoj tablici je prikazan prosječni randman polu industrijski proizvedenog kuhanog sira.

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

	Minimum	Maximum
prosječni randman	10,32 %	11,41 %

2.4 DIMLJENJE SIRA

U prošlosti je glavna svrha dimljenja sira bilo konzerviranje, no danas se ono koristi za postizanje:

- ✓ specifičnog okusa,
- ✓ mirisa,
- ✓ boje proizvoda.

Glavni uspjeh dimljenja je ovisan o:

- ✓ čimbenicima koji uvjetuju osmozu i difuziju,
- ✓ strukturi,
- ✓ kemijskom sastavu sira,
- ✓ temperaturi,
- ✓ vlažnosti,
- ✓ koncentraciji dima (Lukač, 1991.).

Na obiteljskim seoskim gospodarstvima sir se dimi u prostoriji, tzv. pušnici koja je primarno i izgrađena radi dimljenje mesa i kobasica.

Dimljeni sir je sir koji se tretirana pomoću dima na principu stvrdnjavanja. Dimljenjem sira teži se povećanju ukupne suhe tvari u mješavini za proizvodnju sira, što će osigurati konačni željeni sastav sira, a samo sušenje gruša je u tom slučaju nepotrebno. On obično ima žućkasto-smeđu vanjsku koru koja je rezultat procesa stvrdnjavanja.

Stvrdnjavanje se obično obavlja na jedan od dva načina: hladno-strujanje zraka i toplo strujanje zraka. Hladna metoda (koja može potrajati i do mjesec dana) dimi sir na temperaturi između 20 ° C do 30 ° C (68 ° do 86 ° F). Topla metoda djelomično ili potpuno kuha sir obradom pri temperaturi od 40 ° C do 90 ° C (104 ° do 194 ° F). Drugi način "očvršćivanja" koja se koristi u proizvodnji jeftinijih sireva upotrebljava umjetnu aromu za dim koji će siru dati aroma i boja. Neki dimljeni sirevi najčešće se prodaju uključuju dimljenu Gruyère, dimljeni Gouda (rookkaas), provolone, Rauchkase, Scamorza, Sulguni, Oscypek i dimljeni cheddar.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1 ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je ispitati utjecaj dimljenja na kemijska, senzorska i teksturalna svojstva kuhanih sireva proizvedenih pomoću različitih organskih kiselina: octene (alkoholni i jabučni ocat), askorbinske, mliječne, vinske i limunske kiseline.

U tu svrhu provedena su sljedeća ispitivanja mladih i uzoraka sireva nakon dimljenja:

• kemijska analiza dobivenog sira,

• aktivitet vode dobivenog sira,

• pH vrijednost dobivenog sira,

• boja dobivenog sira,

• svojstva teksture (čvrstoća, elastičnost, kohezivnost, otpor žvakanju, odgođena elastičnost, gumenost),

• senzorska svojstva.

3.2 MATERIJAL I METODE RADA

3.2.1 Uzorci

Za potrebe ovog diplomskog rada korišteni su uzorci kuhanog sira dobiveni pomoću različitih kiselina na sljedeći način:

Svježe pasterizirano mlijeko s 3,2% mliječne masti je zagrijano na temperaturu 98-99 °C.



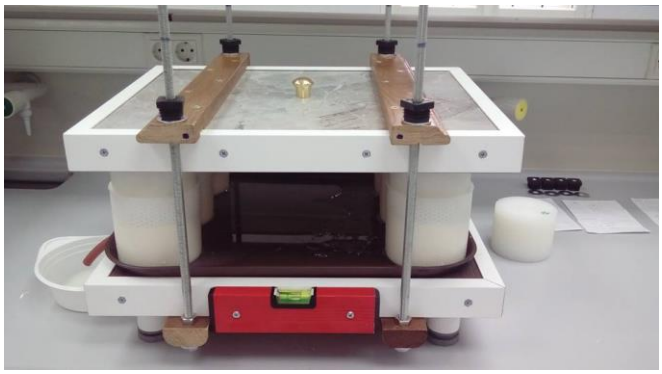
Slika 8 Zagrijavanje mlijeka

U zagrijano mlijeko su dodane 9%-tne otopine vinske, limunske, mliječne, askorbinske, octene i jabučnog octa.

Tablica 5 Količina dodanih kiselina

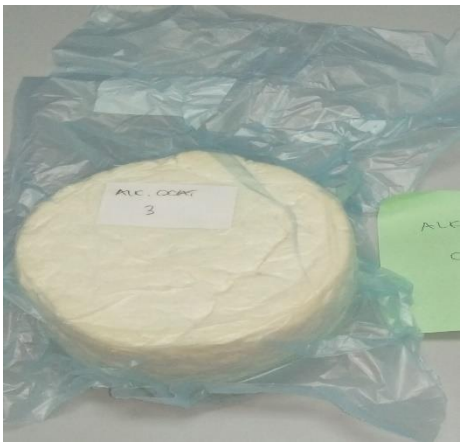
Uzorak	A	O	M	J	L	V
količina kiseline u 100 ml vode	22,5ml	9ml	8,8ml	150 ml	10,5ml	10,5ml

U **Tablica 5** prikazana količina dodanih kiselina na 6 L mlijeka za svaki pojedini uzorak. Koagulacija je trajala 5 min, a zatim je slijedilo mirovanje mase 5 min. Nakon odvajanja sirutke, u gruš je dodana sol u udjelu 2,5%, a još vruća sirna masa je prebačena u kalupe i opterećena ručno napravljenom prešom.



Slika 9 Prešanje sirne mase

Prešanje je trajalo 3 sata tijekom čega je kolut okrenut tri puta. Uzorci su nakon prešanja čuvani u PE vrećicama u hladnjaku na temperaturi 4 °C.



Slika 10 Sir nakon zatvaranja u PE vrećice

3.2.2. Dimljenje uzoraka kuhanog sira

Prije dimljenja, provedeno je sušenje mladog sira na temperaturi 20-21 °C pri relativnoj vlažnosti 70-75% tijekom 24 sata, uz okretanje 3 puta.



Slika 11 Uzorci sira prije stavljanja na sušenje

Nakon sušenja, uzorci sira stavljeni su na rešetke u automatiziranu dimnu komoru i u komoru je doveden dim od piljevine bukovog drveta. Uvjeti u komori su bili 20-25 °C i relativna vlažnost 80-85%, a dimljenje je trajalo 10 sati.



Slika 12 Uzorci sira u dimnoj komori



Slika 13 Dimna komora

Uzorci su nakon dimljenja čuvani u PE vrećicama u hladnjaku na temperaturi 4 °C.



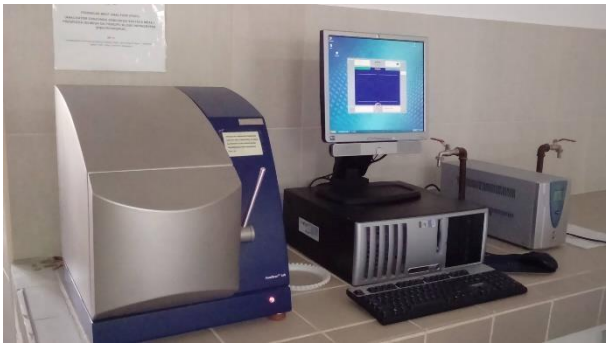
Slika 14 Sira nakon dimljenja

3.2.3 Određivanje sastava i fizikalno-kemijska svojstva sira

KEMIJSKI SASTAV

Sastav sireva određivan je prema metodi predloženoj od Webb i sur. (1974), a koja je danas uobičajena za određivanje sastava polutvrdih i tvrdih sireva. Uzorci sira rezani su na male kockice (cca 1x1 cm) te homogenizirani u laboratorijskom mlinu za usitnjavanje (Retsch, Njemačka) na 5000 okr/min u vremenu od 20 sekundi.

Sastav sireva određivan je uređajem FoodScanAnalyser (Foss, Danska). Mjerno tijelo uređaja napuni se do vrha s 80 g sira i umetne u posebnu komoru za uzorke. Komora se nakon toga zatvara i pokrene mjerenje. U sirevima je određivan udio vode, proteina, mliječne masti i NaCl. **(Slika 15)**.



Slika 15 Food ScanTMLab

pH VRIJEDNOST

pH vrijednost sira određivana je pH metrom (MA 235, pH/Ion Analyzer, METTLER TOLEDO, **Slika 16**), prema službenoj metodi AOAC 962.19**.** Uzorci sira su usitnjeni i homogenizirani mikserom. Deset grama sira razrijeđeno je u 100 ml destilirane vode, homogenizirano na magnetnoj miješalici te je potom određena pH vrijednost.



Slika 16 pH metar

AKTIVITET VODE

Aktivitet vode (aw) određen je uređajem RotronicHygrolab 3 (Rotronic AG, Bassersdorf, Switzerland, **(Slika 17)**). Sir je narezan na kockice, usitnjen laboratorijskim mlinom za usitnjavanje, a aw je određen pri sobnoj temperaturi. Nakon izračunavanja udjela suhe tvari

u siru, udjela vode u bezmasnoj suhoj tvari te udjela mliječne masti u suhoj tvari sirevi su podijeljeni u skupine prema Pravilniku o sirevima i proizvodima od sira (MPRRR, 2009).



Slika 17 HygroLab 3 (uređaj za određivanje aktiviteta vode)

3.2.4 Određivanje teksturalnih svojstava

Faktori koji određuju promjene u teksturi u svim sirevima su uglavnom isti. To je zbog toga jer komponente sira (gruš, prirodni mliječni enzimi, kazein, voda, mliječna kiselina, natrijev klorid, mliječna mast, kalcij) su iste u svim vrstama sira i razlikuju se prema udjelu tih komponenata. Analiza teksture deskriptivnim senzorskim metodama koristi termine koji se odnose na osjećaj dobiven nakon prvog ugriza tijekom žvakanja i gutanja. Stoga su razvijene metode koje simuliraju žvakanje, tzv. analiza teksturalnog profila (engl. Texture Profile Analysis, TPA) ili metoda dvostrukog zagriza. Ova metoda ima dobru korelaciju sa senzorskim podacima, a obuhvaća primjenjivanje dva kompresijska ciklusa na hranu na taj način da se simulira početna faza žvakanja (Muir i sur., 1997; Drake i sur., 1999). Za određivanje teksturalnih svojstava uređaj koji se koristio je TA.XT2i Plus (SMS Stable Micro Systems Texture Analyzer, Surrey, England). Profil teksture dobivenog sira se određivao modificiranom metodom prema Jeon i sur. (2012). Mjerenja su obavljena pri sobnoj temperaturi (20 ± 2°C). Na temelju dobivenih rezultata moguće je iz krivulje očitati:

- čvrstoću (*hardness*) – visina prvog pika izražena u jedinicama sile (N) ili mase (g);
- kohezivnost (*cohesiveness*) – predstavlja snagu unutrašnjih veza materijala potrebnih da zadrže uzorak koherentnim pri deformaciji, a definirana je omjerom površina ispod drugog i prvog pika (Površina 2AiB/Površina 1AiB);
- elastičnost (*resilience*) – predstavlja tzv. trenutnu elastičnost, odnosno mjeru oporavka uzorka od deformacije pri prvoj kompresiji, a definirana je omjerom 3. Eksperimentalni dio

32 površine ispod krivulje tijekom prve dekompresije i površine ispod krivulje tijekom prve kompresije (Površina 1B/Površina 1A);

• odgođena elastičnost (*springiness*) – omjer visina uzorka do koje se on vraća tijekom vremena koje prođe između kraja prve kompresije i početka druge kompresije i početne visine uzorka;

• otpor žvakanju (*chewiness*) – predstavlja energiju koju je potrebno utrošiti za žvakanje uzorka, odnosno otpor uzorka žvakanju, a izračunava se kao umnožak čvrstoće, kohezivnosti i odgođene elastičnosti i izražava u jedinicama sile (N) ili mase (g).



Slika 18 Plus Texture Analyser

3.2.5 Senzorska analiza

Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja tumači one reakcije hrane koje opažaju osjetila vida, mirisa, okusa i sluha. Za senzorsku kakvoću proizvoda koriste se sva ljudska osjetila jer ne postoji tehnički mjerni instrument (Mandić i Perl, 2006.). Pri određivanju senzorskih svojstava novog proizvoda, senzorska analiza je najčešća, pri izboru novih sirovina, te utjecaja zamjene jednog sastojka drugim. Senzorska svojstva na temelju kojih se određuju svojstva sireva su:

•aroma:

- ♦ miris,
- ♦ okus;

• tekstura:

- ♦ kompaktnost,
- ♦ šupljikavost,
- ♦ zrnatost;

• izgled površine:

- ♦ kora,
- ♦ boja,
- ♦ hrapavost/glatkoća,
- ♦ oblik.

OPISNI PARAMETRI

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

METODA BODOVANJA

Najčešće se koristi senzorska metoda bodovanja za određivanje ocjene kvalitete gotovih proizvoda. Pomoću nje se određuje u kojoj mjeri svojstva ispitivanog proizvoda zadovoljavaju postavljene zahtjeve. Metoda zahtijeva prethodni izbor svojstava (parametara kvalitete) koji su važni za kvalitetu proizvoda, također zahtjeva definiranje broja bodova za svako svojstvo razmjerno njegovoj važnosti za ukupnu kvalitetu proizvoda (**Prilog 1**).

Svako od tih svojstava ispitivanog proizvoda ocjenjuje se skalom ocjena od 1 do 5, a pomoću faktora značajnosti se korigira nedostatak takve procjene. Ponderirani bodovi dobivaju se množenjem ocjena s faktorom značajnosti.

Oni imaju veliki utjecaj u ukupnoj kvaliteti proizvoda u onom postotku u kojem to svojstvo sudjeluje u ukupnoj kvaliteti proizvoda. Prema postignutom zbroju ponderiranih bodova, proizvodi se svrstavaju u određene kategorije kvalitete prema **Tablici 6**.

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

Tablica 6 Kategorije kvalitete prema rasponu ponderiranih bodova (Primorac, 2006.)

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

3.2.7. Statistička obrada rezultata

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

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1 KEMIJSKA SVOJSTVA MLADOG I DIMLJENOG SIRA

U **Tablici 7** je prikazan kemijski sastav sira prije i nakon dimljenja.

Tablica 7 Kemijski sastav mladog i dimljenog sira

	mladi	dimljeni	mladi	dimljeni
Uzorak	AK		AO	
mast [%]	20,56 ± 0,16^{b}	22,62 ± 0,12^{a}	22,37 ± 0,33^{a}	21,61 ± 0,25^{a}
voda [%]	56,68 ± 0,28^{c}	52,78 ± 0,27^{d}	53,87 ± 0,52^{d}	54,47 ± 0,32^{d}
proteini [%]	16,18 ± 0,04^{b}	18,12 ± 0,22^{a}	18,1 ± 0,13^{a}	17,02 ± 0,22^{a}
sol [%]	1,97 ± 0,15^{a}	1,68 ± 0,17^{d}	1,41 ± 0,01^{b}	1,78 ± 0,04^{d}
suha tvar [%]	43,32 ± 0,28^{b}	47,22 ± 0,27^{a}	46,13 ± 0,52^{a}	45,53 ± 0,32^{a}
masti u s. t. [%]	47,48 ± 0,68^{ab}	47,90 ± 0,14^{b}	48,49 ± 0,17^{a}	47,48 ± 0,35^{a}
bezmasna tvar (BST) [%]	79,44 ± 0,16^{d}	77,38 ± 0,16^{c}	77,63 ± 0,33^{e}	78,34 ± 0,33^{c}
voda u BST [%]	71,36 ± 0,50^{c}	68,20 ± 0,12^{c}	69,39 ± 0,38^{d}	69,50 ± 0,25^{c}
pH	5,9 ± 0,00	5,69 ± 0,00	5,89 ± 0,00	5,68 ± 0,00
aw	0,96 ± 0,00^{c}	0,95 ± 0,00^{c}	0,97 ± 0,00^{a}	0,96 ± 0,00^{a}
Uzorak	VK		LK	
mast [%]	19,01 ± 0,19^{d}	19,16 ± 0,12^{c}	19,94 ± 0,35^{c}	19,96 ± 0,50^{b}
voda [%]	57,96 ± 0,27^{b}	57,63 ± 0,24^{a}	57,73 ± 0,13^{b}	56,18 ± 1,03^{c}
proteini [%]	15,32 ± 0,13^{d}	15,05 ± 0,09^{c}	15,63 ±0,12^{cd}	15,07 ±0,20^{b}
sol [%]	1,98 ± 0,10^{a}	2,29 ± 0,10^{ab}	1,73 ± 0,18^{a}	2,25 ± 0,05^{bc}
suha tvar [%]	42,04 ± 0,27^{c}	45,22 ± 0,24^{d}	42,27 ± 0,13^{c}	43,82 ± 1,03^{b}
masti u s. t. [%]	45,22 ± 0,36^{c}	45,22 ± 0,24^{e}	47,18 ± 0,98^{ab}	45,51 ± 0,12^{d}
bezmasna tvar (BST) [%]	80,99 ± 19^{c}	80,84 ± 19^{a}	80,06 ± 0,35^{c}	80,04 ± 0,35^{b}
voda u BST [%]	71,57 ± 0,27^{c}	71,29 ± 0,12^{a}	72,11 ± 0,48^{bc}	70,17 ± 0,50^{b}
pH	5,93 ± 0,00	5,84 ± 0,00	5,96 ± 0,00	5,75 ± 0,00
aw	0,96 ± 0,00^{d}	0,96 ± 0,00^{bc}	0,96 ± 0,00^{b}	0,96 ± 0,00^{b}
Uzorak	MK		JO	
mast [%]	16,82 ± 0,10^{c}	19,51 ± 0,31^{c}	19,65 ±0,24^{e}	20,49 ±0,04^{b}
voda [%]	61,71 ± 0,29^{a}	56,63 ± 0,70^{ab}	58,28 ± 0,22^{b}	56,40 ± 0,05^{bc}
proteini [%]	13,47 ± 0,17^{e}	15,25 ± 0,30^{c}	15,76 ± 0,33^{c}	15,89 ± 0,01^{b}
sol [%]	1,92 ± 0,06^{a}	2,36 ± 0,17^{a}	1,86 ± 0,12^{a}	2,02 ± 0,04^{c}
suha tvar [%]	38,29 ± 0,29^{d}	43,37 ± 0,70^{cd}	41,27 ± 0,22^{c}	43,60 ± 0,05^{bc}
masti u s. t. [%]	43,93 ± 0,39^{c}	44,97 ± 0,07^{f}	47,1 ± 0,82^{b}	46,98 ± 0,13^{c}
bezmasna tvar (BST) [%]	83,18 ± 0,10^{a}	80,49 ± 0,10^{a}	80,35 ± 0,24^{b}	79,52 ± 0,24^{b}
voda u BST [%]	74,19 ± 0,35^{a}	70,36 ± 0,31^{ab}	72,54 ± 0,48^{b}	70,93 ± 0,04^{ab}
pH	6,12 ± 0,00	5,82 ± 0,00	6,02 ± 0,00	5,90 ± 0,00
aw	0,97 ± 0,00^{a}	0,96 ± 0,00^{a}	0,96 ± 0,00^{b}	0,96 ± 0,00^{c}

Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) tri ponavljanja.^{abc} Fisherovim testom je potvrđena statistička značajnost razlike između srednjih vrijednosti (± SD) uzoraka.

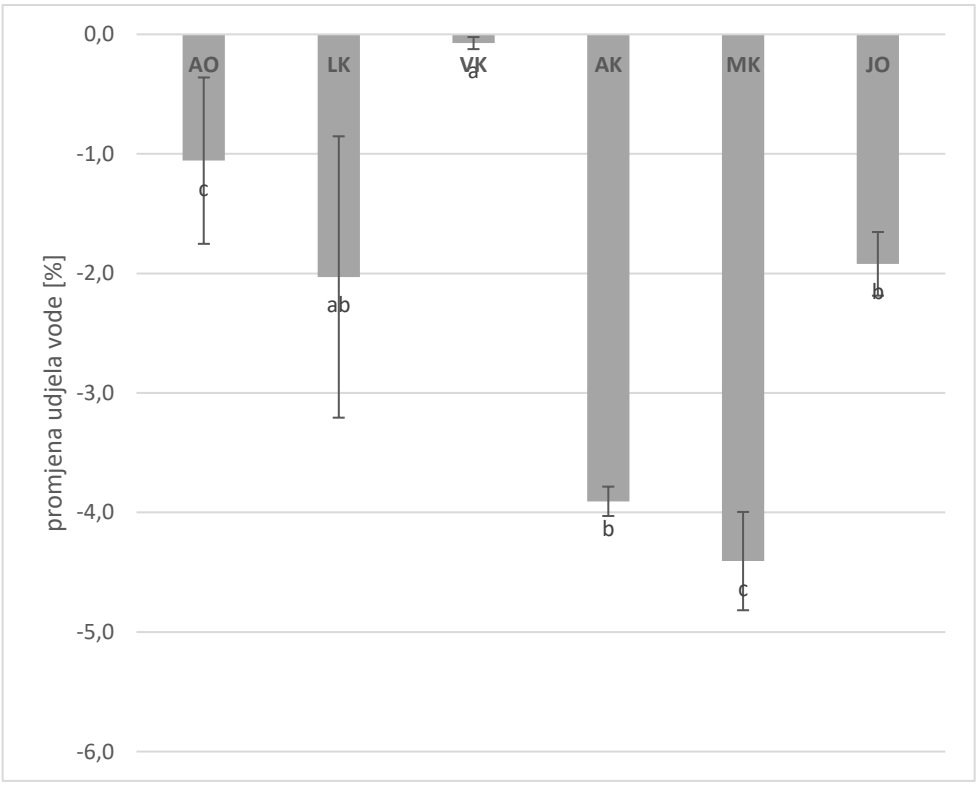
Prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari sira (43,40-48,94%), proizvedeni uzorci se mogu svrstati u skupinu masnih, odnosno punomasnih sireva, a prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira (67,90-74,68%), u skupinu mekih i polutvrdih sireva.

Najveći udio suhe tvari ima kontrolni uzorak mladog sira proizveden primjenom alkoholnog octa, koji je imao i najveći udio bjelančevina i mliječne masti. Između ovih parametara postoji i statistički značajna pozitivna korelacija **Tablica 7**.

Najviše vode izmjereno je u uzorku proizvedenom pomoću mliječne kiseline, čak 61,71%, koji je zbog toga poprimio kremastu teksturu, karakterističnu za meki sir.

Pronađena je statistički značajna korelacija (**Tablica 7** 0,833) između udjela soli u siru i zbrojenih udjela masti i vode koji zapravo predstavljaju punilo u matriksu koaguliranih proteina u siru. Može se zaključiti da što je viši udio soli to je veća količina zadržane vode i mliječne masti.

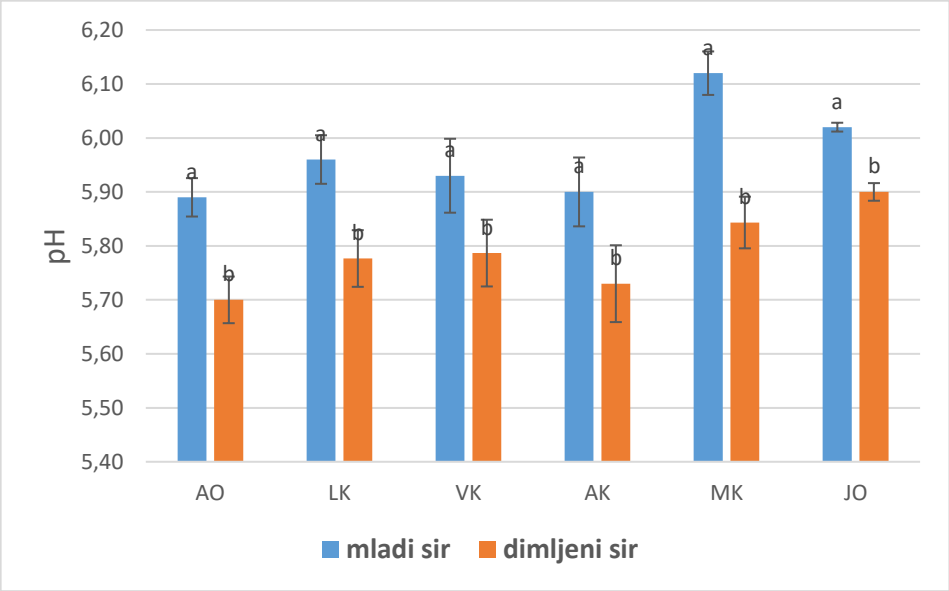
Iz rezultata prikazanih (**Slikom 19)** vidljivo je da se procesom dimljenja smanjuje udio vode u proizvedenim sirevima. Najveći gubitak je zabilježen u uzorku kod kojeg je koagulacija provedena mliječnom kiselinom, a koji je nakon proizvodnje imao najveći udio vode.



Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat).

Slika 19 Gubitak vode dimljenjem

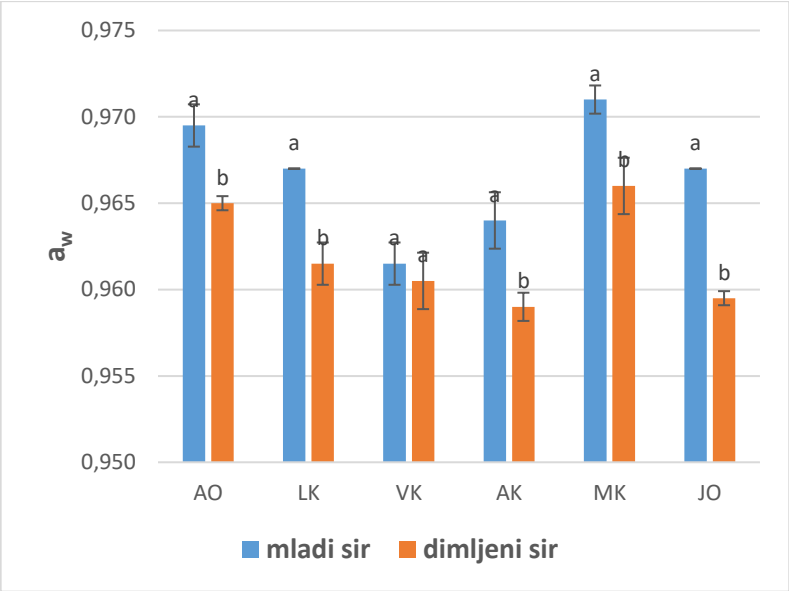
Gubitak vode tijekom dimljenja utječe na promjene udjela ostalih sastojaka sira (ukupna suha tvar, mast, protein i sol), ali i senzorska svojstva sira.



Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) tri ponavljanja.^{abc} Fisherovim testom je potvrđena statistička značajnost razlike između srednjih vrijednosti (± SD) prije i poslije dimljenja.

Slika 20 Promjene pH vrijednosti nakon dimljenja

Dimljenjem je također došlo do smanjenja pH vrijednosti (**Slika 20**) i aktiviteta vode (**Slika 21**) u uzorcima sireva, što je također posljedica promjena osnovnog kemijskog sastava sira, odnosno gubitka vlage u siru. Ove promjene, zajedno s bakteriocidnim djelovanjem sastojaka dima, utječu na trajnost sira.



Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) tri ponavljanja.^{abc} Fisherovim testom je potvrđena statistička značajnost razlike između srednjih vrijednosti (± SD) prije i poslije dimljenja.

Slika 21 Promjena aktiviteta vode nakon dimljenja

Tablica 8 Pearsonova korelacijska matrica podataka dobivenih ispitivanjem kemijskog sastava sira

varijable		mladi sir												dimljeni sir											
		w(mm)	w(H2O)	w(bjel)	w(NaCl)	w(s.t.)	w(mm/s.t.)	w(BMT)	w(H2O/BMT)	pH	aw	punilo(M+V)	NaCl/voda	omjer P:M	w(mm)	w(H2O)	w(bjel)	w(NaCl)	w(s.t.)	w(mm/s.t.)	w(BMT)	w(H2O/BMT)	pH	aw	punilo(M+V)	NaCl/voda	omjer P:M
mladi sir	w(mm)	**1**	**-0,986**	**0,990**	-0,703	**0,986**	**0,954**	**-1,000**	**-0,939**	**-0,858**	-0,113	-0,654	-0,679	0,642	**0,947**	**-0,864**	**0,817**	**-0,933**	0,612	**0,902**	**-0,947**	-0,616	-0,641	-0,189	-0,604	-0,670	0,605
	w(H2O)		**1**	**-0,988**	0,689	**-1,000**	**-0,892**	**0,986**	**0,983**	**0,902**	0,183	0,695	0,704	-0,660	**-0,943**	**0,871**	**-0,838**	**0,938**	-0,727	**-0,879**	**0,943**	0,639	0,646	0,155	0,622	0,709	-0,650
	w(bjel)			**1**	-0,737	**0,988**	**0,919**	**-0,990**	**-0,957**	**-0,833**	-0,083	-0,682	-0,705	0,654	**0,956**	**-0,848**	**0,843**	**-0,965**	0,638	**0,934**	**-0,956**	-0,574	-0,589	-0,123	-0,625	-0,675	0,597
	w(NaCl)				**1**	-0,689	-0,644	0,703	0,667	0,366	-0,512	**0,833**	**0,941**	**-0,857**	-0,661	0,590	-0,505	0,661	-0,233	-0,651	0,661	0,393	0,513	-0,495	**0,851**	**0,816**	-0,658
	w(s.t.)					**1**	**0,892**	**-0,986**	**-0,983**	**-0,902**	-0,183	-0,695	-0,704	0,660	**0,943**	**-0,871**	**0,838**	**-0,938**	0,727	**0,879**	**-0,943**	-0,639	-0,646	-0,155	-0,622	-0,709	0,650
	w(mm/s.t.)						**1**	**-0,954**	-0,795	-0,740	-0,037	-0,531	-0,553	0,557	**0,876**	-0,773	0,705	**-0,849**	0,376	**0,872**	**-0,876**	-0,512	-0,565	-0,292	-0,484	-0,545	0,490
	w(BMT)							**1**	**0,939**	**0,858**	0,113	0,654	0,679	-0,642	**-0,947**	**0,864**	**-0,817**	**0,933**	-0,612	**-0,902**	**0,947**	0,616	0,641	0,189	0,604	0,670	-0,605
	w(H2O/BMT)								**1**	**0,911**	0,228	0,720	0,723	-0,662	**-0,913**	**0,858**	**-0,841**	**0,919**	**-0,823**	**0,831**	**0,913**	0,650	0,639	0,089	0,641	0,733	-0,675
	pH									**1**	0,546	0,555	0,476	-0,501	-0,784	0,786	-0,713	0,759	**-0,864**	-0,656	0,784	0,665	0,632	0,400	0,394	0,610	-0,640
	aw										**1**	-0,076	-0,398	0,162	-0,018	0,010	-0,054	0,062	-0,567	-0,007	0,018	0,017	-0,098	0,796	-0,496	-0,069	-0,139
	punilo(M+V)											**1**	**0,853**	**-0,988**	-0,492	0,431	-0,306	0,531	-0,465	-0,488	0,492	0,282	0,398	-0,270	0,635	**0,976**	**-0,947**
	NaCl/voda												**1**	**-0,859**	-0,655	0,685	-0,541	0,614	-0,428	-0,527	0,655	0,598	0,696	-0,551	**0,944**	**0,890**	-0,738
	omjer P:M													**1**	0,463	-0,413	0,249	-0,483	0,352	0,456	-0,463	-0,278	-0,421	0,286	-0,645	**-0,974**	**0,941**
dimljeni sir	w(mm)														**1**	**-0,938**	**0,953**	**-0,973**	0,634	**0,919**	**-1,000**	-0,704	-0,682	-0,075	-0,673	-0,516	0,393
	w(H2O)															**1**	**-0,920**	**0,841**	-0,672	-0,725	**0,938**	**0,906**	**0,883**	-0,020	0,766	0,526	-0,395
	w(bjel)																**1**	**-0,926**	0,690	**0,840**	**-0,953**	-0,726	-0,646	-0,031	-0,630	-0,335	0,194
	w(NaCl)																	**1**	-0,640	**-0,972**	**0,973**	0,540	0,510	0,105	0,584	0,505	-0,399
	w(s.t.)																		**1**	0,474	-0,634	-0,619	-0,519	-0,165	-0,391	-0,505	0,514
	w(mm/s.t.)																			**1**	**-0,919**	-0,366	-0,355	-0,168	-0,470	-0,428	0,331
	w(BMT)																				**1**	0,704	0,682	0,075	0,673	0,516	-0,393
	w(H2O/BMT)																					**1**	**0,975**	-0,121	0,741	0,448	-0,333
	pH																						**1**	-0,191	0,804	0,566	-0,448
	aw																							**1**	-0,627	-0,282	0,092
	punilo(M+V)																								**1**	0,711	-0,510
	NaCl/voda																									**1**	**-0,965**
	omjer P:M																										**1**

Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat).

4.2 OPISNA SVOJSTVA UZORKA

Tablica 9 Opisna svojstva mladog i dimljenog sira

	AO		LK		VK		AK		MK		JO	
uzorak	**mladi**	**dimljeni**	**mladi**	**dimljeni**	**mladi**	**dimljeni**	**mladi**	**dimljeni**	**mladi**	**dimljeni**	**mladi**	**dimljeni**
oblik	koluti		izobličeni koluti		koluti		koluti		koluti		koluti	
promjer (cm)	9,2		gornji-9 srednji-10,5		9,2		8,9		gornji-9,2 donji-11,5		9	
visina(cm)	4,3		4,2		4,9		5		4,6		5,1	
masa(g)	329,21		377,97		374,31		366,17		444,53		396,18	
boja	blijedo žuta		blijedo žuta		blijedo žuta		blijedo žuta		blijedo žuta		blijedo žuta	
kora	gruba, tragovi gaze		glatka , tragovi gaze, malo napuknuta		glatka , tragovi gaze		glatka , tragovi gaze		glatka , tragovi gaze		glatka , tragovi gaze	
prerez tijesto	povezan s rupicama		nepravilno		nepravilno		povezano s rupicama		nepravilno, nepovezano s rupicama		povezano s rupicama	

konzistencija	lako reziv, homogen		lako reziv, mrvljiv, značajno se lijepi na nož		mrvičasta, lijepi se na oštricu noža		lako reziv, homogen		lako reziv, mekan, značajno se lijepi za nož		lako reziv, homogen	
miris	kiselkast		ugodan		ugodan		nekarakterističan strani moris		nekarakterističan		karakterističan po jabučnom octu, prenaglašen	
okus	blago kiselkast		neutralan		kremast, neutralan		nekarakterističan		kremast, slan		jako izražen jabučni ocat	

Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat).

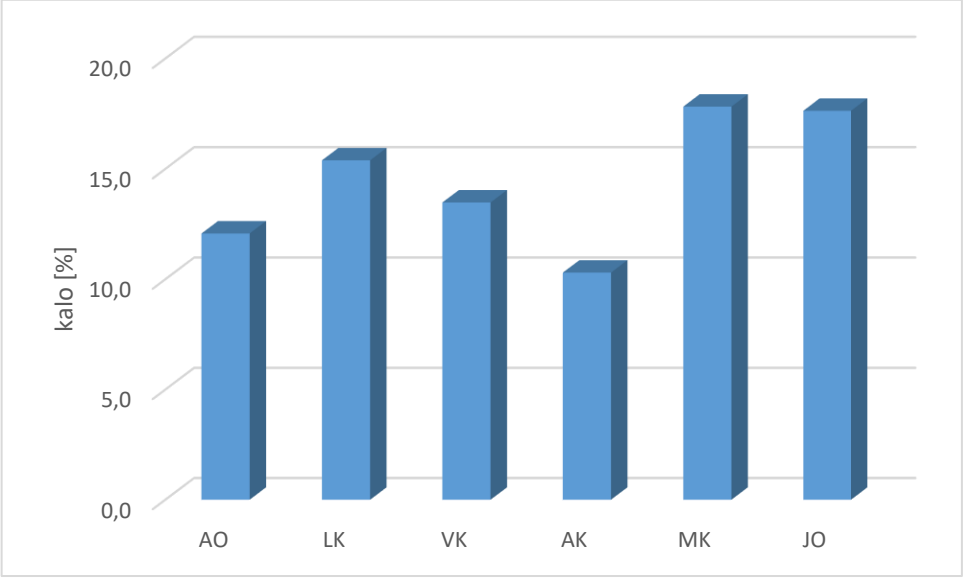
Uzorci proizvedenog kuhanog sira imaju oblik koluta koji potječe od oblika kalupa u kojem je sir prešan. Uzorci proizvedeni pomoću kiselina kod kojih je zadržana veća količina vode svrstani su u skupinu mekih sireva, te su imali nepravilan oblik.

Prosječna masa mladog kuhanog sira je iznosila 381,40 g, a dimljenog kuhanog sira 325,54 g.

Boja mladog sira je bila blijedožuta, dok je boja dimljenih sireva bila žuto-zlatna. Kora većine sireva je bila glatka i ravna.

4.3. KALO

Slika 22 prikazuje gubitak mase proizvedenih uzoraka kuhanih sireva dimljenjem.

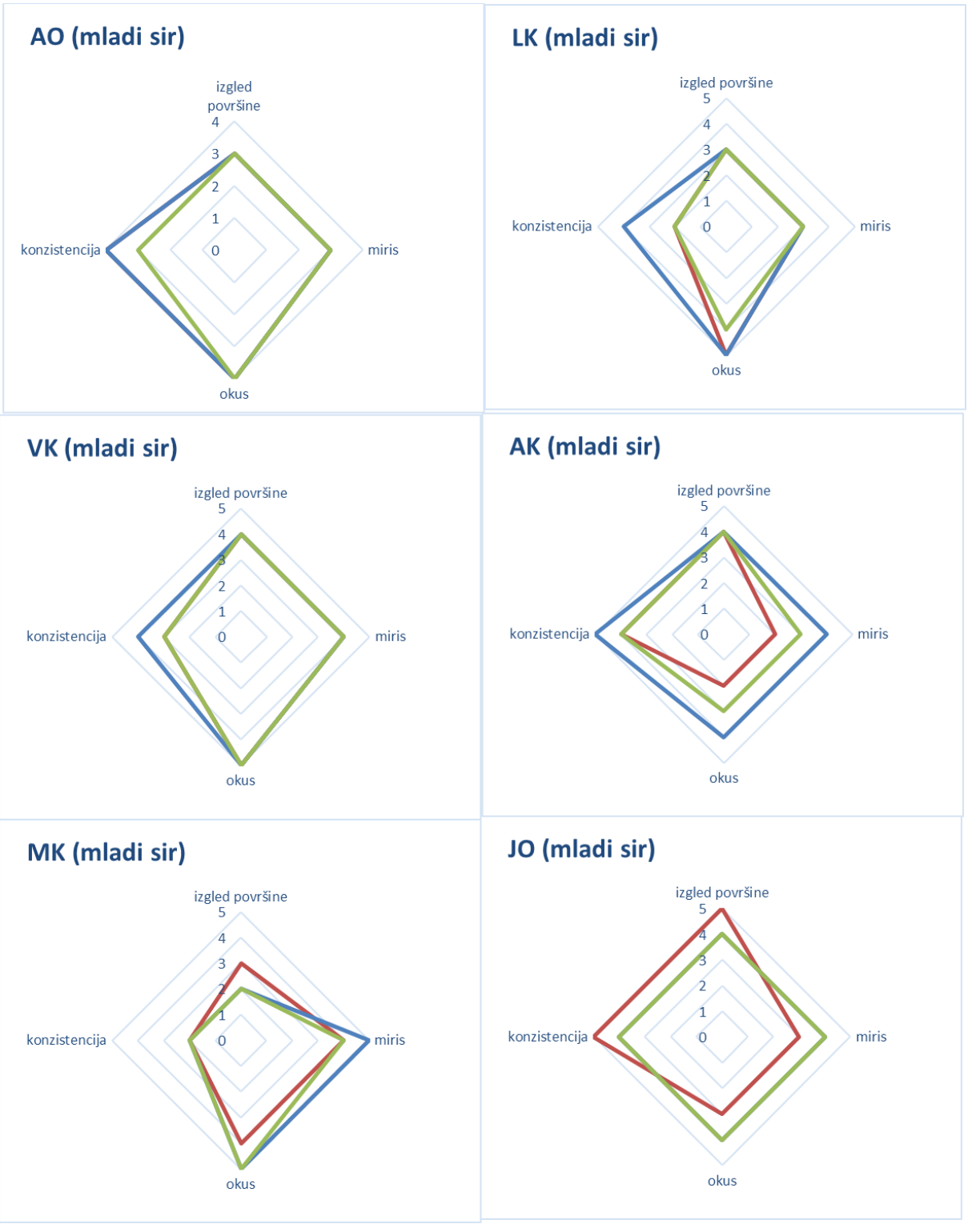


Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat).

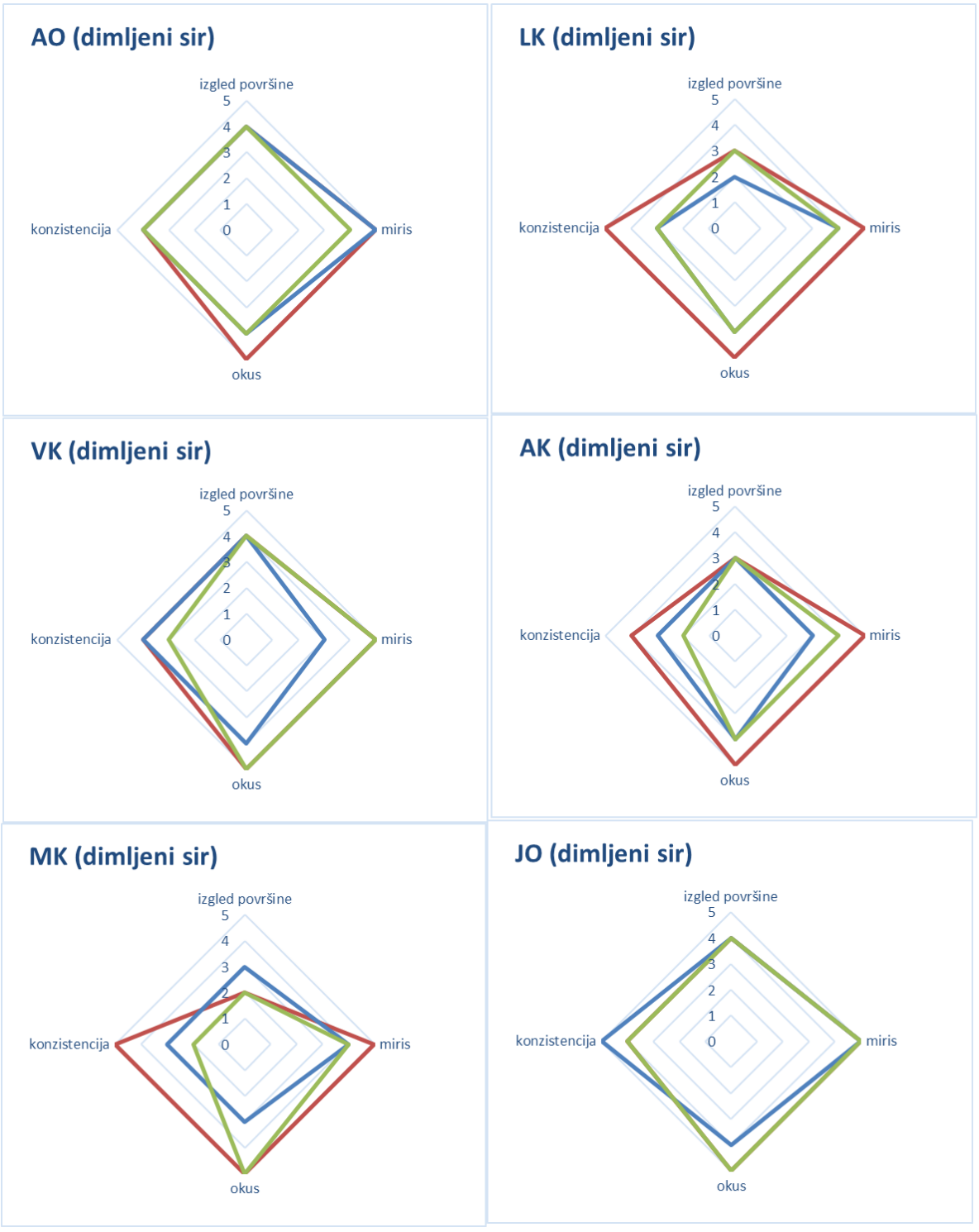
Slika 22 Kalo dimljenja

Kalo dimljenja proizvedenih uzoraka (**Slika 22**) kretao se u granicama 10-18%. Najveći kalo zabilježen je kod uzoraka MK i JO, kod kojih je gubitak vlage bio najviši.

4.3 SENZORSKA OCJENA MLADOG I DIMLJENOG SIRA METODOM BODOVANJA



Slika 23 Senzorska ocjena uzoraka mladih kuhanih sireva

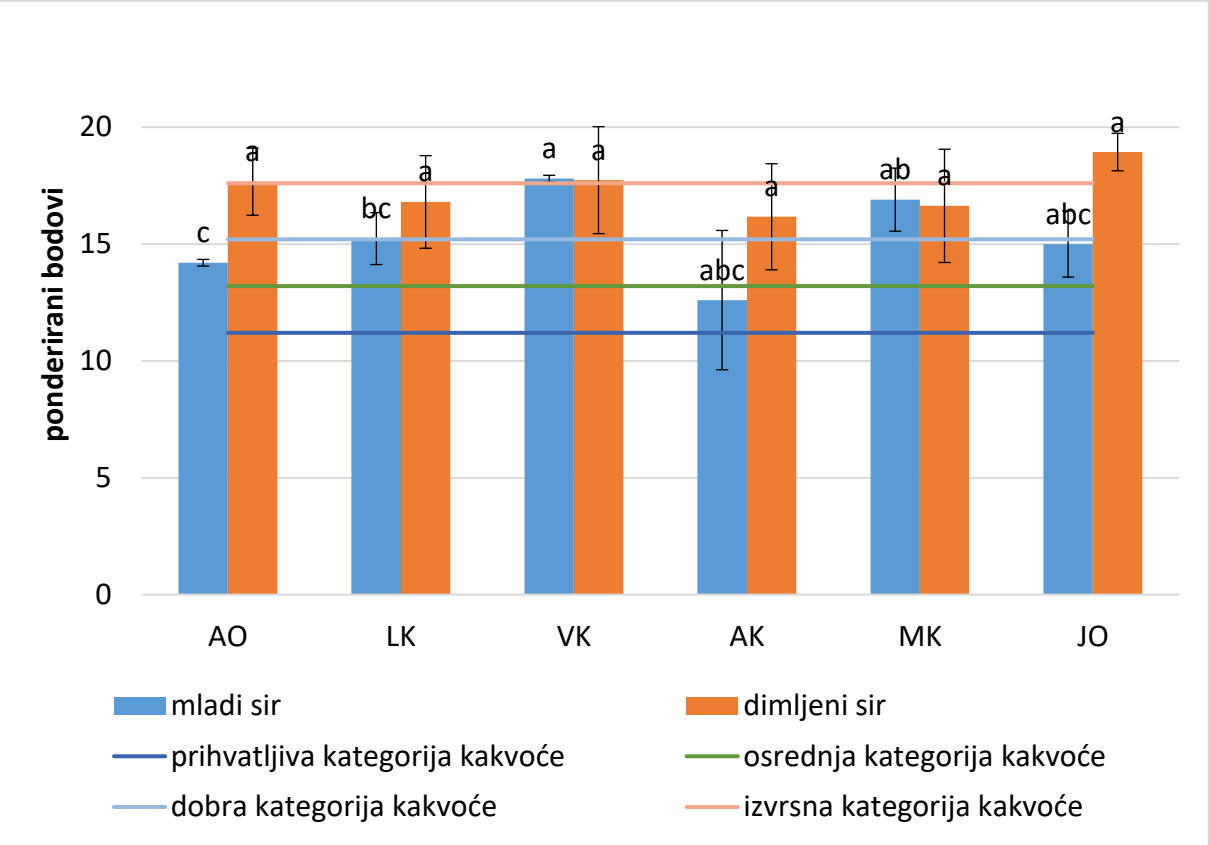


Slika 24 Senzorska ocjena uzoraka dimljenih kuhanih sireva

Senzorske ocjene dobivene su na temelju ocjena tri ocjenjivača. Kiselina je značajno utjecala na senzorske ocjene kuhanih sireva. Tako su mladi sirevi proizvedeni pomoću askorbinske kiseline i jabučnog octa dobili niže ocjene za okus (**Slika 22**; prosječno 3,0; odnosno 3,7), zbog stranog mirisa nekarakterističnog za kuhani sir. Vrlo niske prosječne ocjene su dobivene i za konzistenciju, odnosno izgled uzoraka MK (2,0; odnosno 2,3) koji je zbog većeg udjela vode imao kremastu strukturu, nekarakterističnu za ovu vrstu sira.

Dimljenjem sira, uzorci su dobili više ocjene. Najveći utjecaj proces dimljenja je imao očekivano na miris, čije su se ocjene povećale za 0,9 boda; ali veće ocjene su podijeljene nakon dimljenja i za okus i konzistenciju. Najveći pozitivni učinak dimljenja na senzorske ocjene primijećen je kod uzoraka AK i JO, koji su imali strani miris i aromu, što je dimljenje vrlo uspješno prikrilo. Između ocjena različitih ocjenjivača nije postojala statistički značajna razlika, jedino su veća odstupanja primijećena kod ocjena za konzistenciju.

Na temelju senzorskih ocjena izračunati su ponderirani bodovi (**Slika 24**), kod kojih je uzet u obzir čimbenik značajnosti pojedinog svojstva za ukupnu kakvoću proizvoda.



Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) 2 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

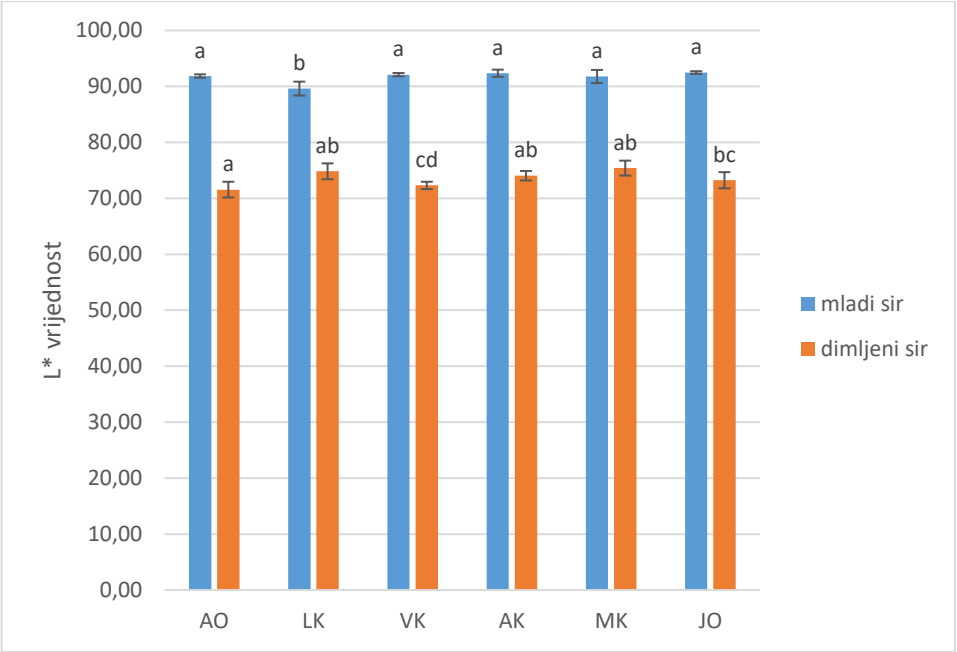
Slika 24 Ponderirani bodova mladog i dimljenog sira

Najviše ocjene između mladih sireva skupio je uzorak proizveden pomoću vinske kiseline, koji je dobio visoke ocjene za sva promatrana svojstva. Ovaj uzorak se jedini od uzoraka mladih sireva može svrstati u izvrsnu kategoriju kakvoće. Najmanje ponderiranih bodova skupio je mladi sir AK, koji se prema njima svrstava u osrednju kategoriju kakvoće. Dimljeni sirevi su dobili više ocjene za senzorska svojstva, što je utjecalo i na više ukupne ponderirane bodove. Tako osim uzorka AO, u kategoriju izvrsnih proizvoda može se svrstati i dimljeni sir VK i JO.

4.5 BOJA SIRA

Slikom 25 su prikazane L* vrijednosti boje prije i nakon dimljenja uzoraka sireva. Prije dimljenja ne postoje statistički značajne razlike L* vrijednosti između svih uzoraka, osim uzorka LK, koji ima statistički značajno najnižu L* vrijednost (vrijednosti su niže od 90). Sve ostale vrijednosti su vrlo visoke i kreću se u rasponu 90,52-93,26 što znači da su svi uzorci svijetli (L*=100 znači potpuno svijetlo).

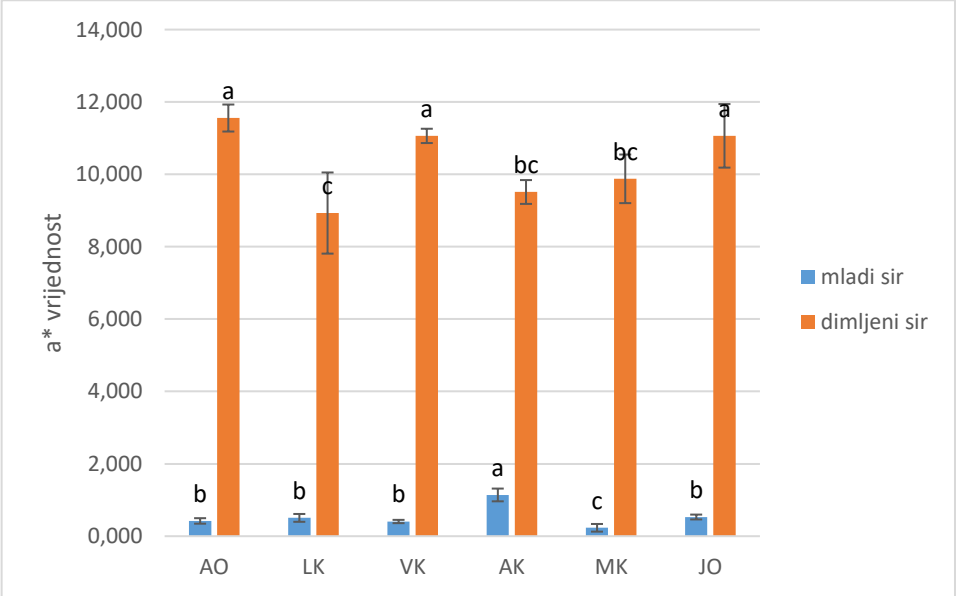
Nakon dimljenja je došlo do promjene boje, odnosno tamnjenja uzorka i smanjenja L* vrijednosti ispod 77,41. Najnižu vrijednost i najtamniju boju je poprimio kontrolni uzorak.



Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 25 L* komponenta svjetline sirnih namaza

L* komponenta boje dimljenog sira je u negativnoj korelaciji s ocjenom za izgled dimljenog kuhanog sira (**Tablica 10**; -0,932), što znači da su više ocjene izgleda dobili sirevi s nižom L* vrijednošću, odnosno tamnije boje.

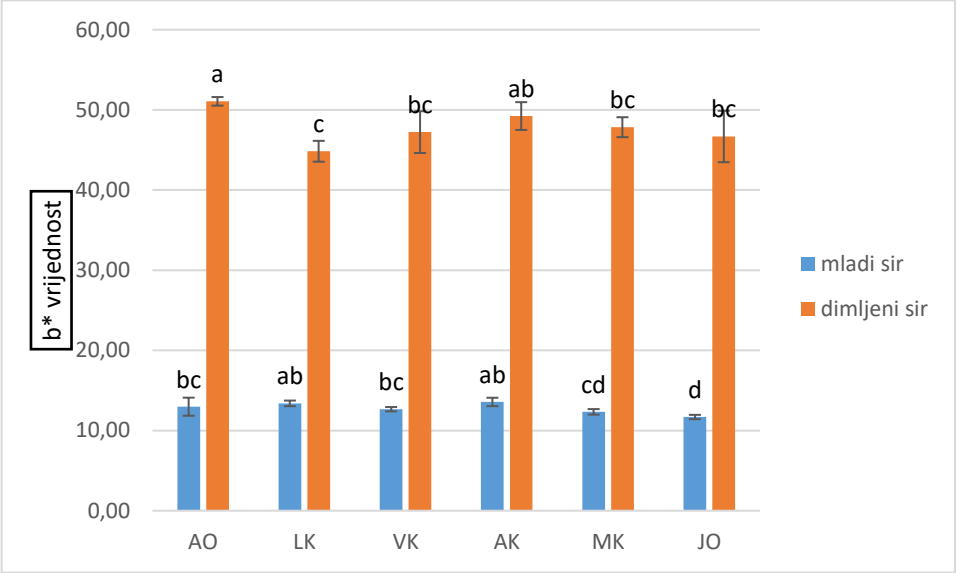


Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene

istim slovom nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 26 Graf komponente a*

Parametar a* odgovara rasponu boja zelena (-a*) ili crvena (+a*). Prije dimljenja vrijednosti a* komponente boje su vrlo blizu nule – sve vrijednosti su ispod 0,10. Nakon dimljenja a* vrijednosti se blago kreću prema crvenoj nijansi (7,63-12,44), a najviše vrijednosti su zabilježene kod uzoraka AO, VK i JO.



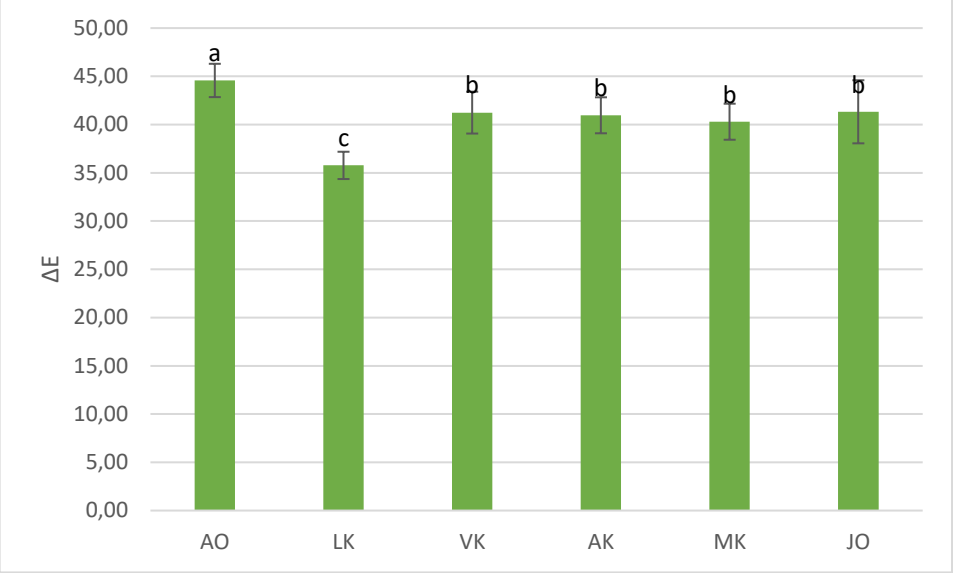
Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat). Podaci predstavljaju srednje vrijednosti (±SD) 5 ponavljanja. Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Slika 27 Graf komponente b*

Dimljeni sirevi koji su imali višu vrijednost a* komponente (kod kojih je više prevladavala crvenkasta nijansa) dobili su i veće senzorske ocjene za izgled sira. Ova korelacija je i statistički značajna (**Tablica 10**; 0,874).

Između b* vrijednosti prije dimljenja postoje vrlo male razlike, te se one kreću u rasponu 11,33-14,95. Nakon dimljenja došlo je do povećanja b* vrijednosti. Budući da parametar b* odgovara rasponu boja žuto (+b*) ili plavo (-b*), možemo zaključiti da u svim uzorcima, i prije i nakon dimljenja, prevladavaju žuti tonovi (b* vrijednosti su u oba slučaja pozitivne).

Postoji statistički značajna pozitivna korelacija između vrijednosti parametara L*, a* i b* dimljenog sira i povećanja vrijednosti ovih parametara izazvanih dimljenjem (**Tablica 10**; 0,894; 0,969; 0,947),



Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat).

Slika 28 Ukupna promjena boje dimljenjem

Slika 28 prikazuje rezultate ukupne promjene boje uzoraka kuhanog sira procesom dimljenja. Budući da su najveće promjene vrijednosti svih komponenata boje (L*, a*, b*) zabilježene kod kontrolnog uzorka proizvedenog pomoću alkoholnog octa, kod njega je zabilježena i statistički značajno najveća ukupna promjena boje. Korelacija ukupne promjene boje dimljenjem i vrijednosti a* odnosno b* kod dimljenog sira su statistički značajne (**Tablica 10**; 0,845; odnosno 0,873). Statistički značajno najniža ukupna promjena boje dogodila se kod uzorka LK.

Tablica 10 Pearsonova korelacijska matrica podataka dobivenih ispitivanjem senzorskih svojstava sira

varijable		ocjena za izgled (mladi)	ocjena za izgled (dimljeni)	mladi sir			dimljeni sir			promjena			
				L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*
ocjena za izgled (mladi)		**1**	0,638	0,498	0,542	-0,168	-0,424	0,293	-0,084	0,174	-0,537	0,114	-0,029
ocjena za izgled (dimljeni)			**1**	0,493	-0,037	-0,338	**-0,932**	**0,874**	0,306	0,646	**-0,886**	0,778	0,416
mladi sir	L*			**1**	0,219	-0,448	-0,416	0,618	0,575	0,782	-0,779	0,486	0,721
	a*				**1**	0,545	0,037	-0,341	0,193	-0,019	-0,082	-0,563	0,017
	b*					**1**	0,085	-0,534	0,165	-0,262	0,279	-0,613	-0,160
dimljeni sir	L*						**1**	**-0,861**	-0,531	-0,740	**0,894**	-0,766	-0,560
	a*							**1**	0,512	**0,845**	**-0,898**	**0,969**	0,686
	b*								**1**	**0,873**	-0,649	0,399	**0,947**
promjena	ΔE									**1**	**-0,895**	0,748	**0,959**

L*				**1**	-0,767 -0,741
a*					**1** 0,598
b*					**1**

4.6. PROFIL TEKSTURE SIRA PRIJE I NAKON DIMLJENJA

Tablica 11 prikazuje teksturalni profil mladog i dimljenog kuhanog sira. Postoji statistički značajna razlika između svih uzoraka mladog sira u vrijednostima parametra čvrstoće, a najveću čvrstoću pokazuje kontrolni uzorak, koji je imao najveći udio suhe tvari. Pronađena je statistički značajna pozitivna korelacija (**Tablica 12**) između udjela suhe tvari u mladom siru i parametra čvrstoće (0,896), ali i parametra gumenosti (0,837) i otpora žvakanju (0,910). Ovi parametri su također međusobno u statistički značajnoj pozivnoj korelaciji (**Tablica 12**).

Čvrstoća kuhanog sira proizvedenog koagulacijom pomoću drugih koagulanata (osim pomoću alkoholnog octa) se dimljenjem značajno povećala. Također je dimljenje utjecalo na povećanje vrijednosti gumenosti, otpora žvakanju i odgođene elastičnosti većine ispitivanih sireva, a nije imalo statistički značajnog utjecaja na kohezivnost i elastičnost.

Tablica 11 Rezultati teksturalnih svojstava uzoraka mladog i dimljenog sira

	SVOJSTVA TEKSTURE	AK	JO	LK
MLADI SIR	Čvrstoća*m	554,24 ± 109,33^{b}	480,13 ± 139,87^{bc}	316,49 ± 34,79^{de}
	Ljepljivost*m	63,51 ± 30,42^{a}	45,2 ± 35,22^{a}	41,96 ± 81,31^{a}
	Odgođena elastičnost*m	0,55 ± 0,07^{a}	0,48 ± 0,17^{a}	0,49 ± 0,04^{a}
	Kohezivnost*m	0,31 ± 0,04^{b}	0,46 ± 0,21^{ab}	0,44 ± 0,06$^{a/b}$
	Gumenost*m	168,37 ± 25,61^{b}	203,59 ± 53,68^{b}	138,94 ± 10,48^{b}
	Otpor žvakanju*m	95,28 ± 26,45^{b}	94,18 ± 35,88^{b}	94,18 ± 35,88^{b}
	Elastičnost*m	0,1 ± 0,01^{b}	0,21 ± 0,13^{ab}	0,12 ± 0,02^{b}
DIMLJENI SIR	Čvrstoća*d	1083,01± 153,87^{a}	1081,99±164,86^{a}	785,26 ± 250,75^{b}
	Ljepljivost*d	-170,41 ± 30,42^{c}	-124,66± 35,22^{abc}	-132,36 ± 81,31^{bc}
	Odgođena elastičnost*d	0,68 ± 0,07^{c}	0,62 ± 0,08^{abc}	0,52 ± 0,05^{bc}
	Kohezivnost*d	0,25 ± 0,02^{b}	0,31 ± 0,04^{ab}	0,47 ± 0,15^{a}
	Gumenost*d	272,59 ± 26,77^{ab}	343,03 ± 61,92^{a}	316,58 ± 192,92^{ab}
	Otpor žvakanju*d	184,42 ± 9,30^{a}	213,07 ± 41,32^{a}	169,48 ± 101,14^{a}
	Elastičnost*d	0,09 ± 0,00^{b}	0,12 ± 0,01^{b}	0,24 ± 0,15^{a}
MLADI SIR	SVOJSTVA TEKSTURE	MK	AO	VK
	Čvrstoća*m	248,7 ± 44,97^{e}	917,93 ± 112,11^{a}	404,16 ± 28,65^{cd}
	Ljepljivost*m	34,24 ± 13,33^{a}	54,87 ± 34,96^{a}	125,86 ± 106,89^{b}
	Odgođena elastičnost*m	0,34 ± 0,03^{a}	0,51 ± 0,16^{a}	0,46 ± 0,01^{b}
	Kohezivnost*m	0,39 ± 0,07^{ab}	0,53 ± 0,26^{a}	0,42 ± 0,03^{ab}

	Gumenost*m	95 ± 4,76^{b}	504,51 ± 282,76^{a}	171,7 ± 15,46^{b}
	Otpor žvakanju*m	33,11 ± 4,56^{c}	215,16 ± 54,14^{a}	79,58 ± 6,67^{bc}
	Elastičnost*m	0,11 ± 0,04^{b}	0,27 ± 0,16^{a}	0,11 ± 0,02^{b}
DIMLJENI SIR	Čvrstoća*d	493,28 ± 156,35^{c}	932,2 ± 206,71^{ab}	778,64 ± 162,16^{b}
	Ljepljivost*d	-336,78 ± 13,33^{a}	-68,38 ± 34,96^{ab}	-28,21 ± 106,89^{abc}
	Odgođena elastičnost*d	0,44 ± 0,05^{a}	0,69 ± 0,17^{ab}	0,46 ± 0,02^{abc}
	Kohezivnost*d	0,36 ± 0,00^{ab}	0,33 ± 0,21^{ab}	0,45 ± 0,05^{a}
	Gumenost*d	176,93 ± 51,13^{b}	283,67 ± 123,79^{ab}	356,86 ± 79,35^{a}
	Otpor žvakanju*d	78,17 ± 21,56^{b}	178,36 ± 39,33^{a}	165,16 ± 42,00^{a}
	Elastičnost*d	0,1 ± 0,01^{b}	0,15 ± 0,12^{ab}	0,14 ± 0,03^{ab}

Legenda: AK – askorbinska kiselina, AO – octena kiselina (alkoholni ocat), VK – vinska kiselina, LK – limunska kiselina, MK – mliječna kiselina, JO – jabučna kiselina (jabučni ocat).

Prikazani podaci predstavljaju srednje vrijednosti (± SD) tri ponavljanja. Vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$), prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Tablica 12 Pearsonova korelacijska matrica dobivena ispitivanjem teksturalnih svojstava mladog sira

Variables	čvrstoćaM	odg.el.M	kohez.M	gumenostM	otpor žv.M	elastič.M
masti (%)	**0,879**	**0,869**	0,405	0,811	**0,890**	0,660
vlaga(%)	**-0,896**	**-0,838**	-0,412	**-0,837**	**-0,910**	-0,635
proteini(%)	**0,925**	0,811	0,486	**0,877**	**0,940**	0,734
soli(%)	-0,733	-0,290	-0,787	**-0,868**	**-0,828**	**-0,819**
% suhe tvari	**0,896**	**0,838**	0,412	**0,837**	**0,910**	0,635
čvrstoćaM	**1**	0,607	0,473	**0,954**	**0,982**	0,798
odg.el.M		**1**	0,011	0,436	0,575	0,294
kohez.M			**1**	0,693	0,611	**0,835**
gumenostM				**1**	**0,986**	**0,884**
otpor žv.M					**1**	**0,848**
elastič.M						**1**

Tablica 13 Pearsonova korelacijska matrica dobivena ispitivanjem teksturalnih svojstava dimljenog sira

Variables	čvrstoćaD	odg.el.D	kohez.D	gumenostD	otpor žv.D	elastič.D
čvrstoćaD	**1**	**0,847**	-0,550	0,409	0,798	-0,105
odg.el.D		**1**	-0,728	0,042	0,549	-0,142
kohez.D			**1**	0,528	0,017	0,719
gumenostD				**1**	**0,844**	0,698
otpor žv.D					**1**	0,484
elastič.D						**1**

5. ZAKLJUČCI

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

1. I koagulanti upotrijebljeni u procesu proizvodnje i proces dimljenja sireva su značajno utjecali na promatrana svojstva: osnovni kemijski sastav sira, organoleptička svojstva, profil teksture i boju sireva.

2. Prema udjelu mliječne masti u suhoj tvari sira (43,40-48,94%), proizvedeni sirevi se mogu svrstati u skupinu masnih, odnosno punomasnih sireva, a prema udjelu vode u bezmasnoj tvari sira (67,90-74,68%), u skupinu mekih i polutvrdih sireva.

3. Dimljenje je značajno utjecalo na kemijski sastav. Najveća promjena je zabilježena u udjelu suhe tvari sira. Tako je i kalo dimljenja bio najveći kod uzoraka kod kojih je zabilježen najveći gubitak vlage.

4. Najveći pozitivan utjecaj dimljenja je, očekivano, imao na ocjene za svojstvo mirisa, ali je također povećao ocjene za okus i konzistenciju. Dimljeni sirevi su dobili i veći ukupan zbroj ponderiranih bodova, a u kategoriju izvrsne kakvoće se mogu svrstati, osim kontrolnog i dimljeni kuhani sir proizvedene pomoću vinske kiseline i jabučnog octa.

5. Tijekom procesa dimljenja dolazi do tamnjenja kore sireva, što su pokazale i manje vrijednosti L* komponente boje kod dimljenih sireva. Dimljenje je značajno povećalo vrijednosti a* i b* komponente boje, što znači da je boja dimljenih sireva bila više u crvenom, odnosno žutom spektru.

6. Također je dimljenje utjecalo na povećanje vrijednosti čvrstoće, gumenosti, otpora žvakanju i odgođene elastičnosti većine ispitivanih sireva.

7. Sumarno, dimljenje je pozitivno utjecalo na promatrana svojstva i kakvoću kuhanog sira. Osim na okus i miris dimljenje je utjecalo i na povećanje nekih parametara teksture (čvrstoća, gumenost, otpor žvakanju) te su najviše ocjene dobili dimljeni kuhani sirevi proizvedeni, osim koagulacijom alkoholnim octom, i oni proizvedeni pomoću vinske kiseline i jabučnog octa.

6. LITERATURA

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

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

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

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

Kalit, S. Opće sirarstvo: tradicionalni sirevi Hrvatske i Slovenije; Higijena i sanitacija u proizvodnji sira u: Sirarstvo u teoriji i praksi (ur. B. Matijević, Napredak, Veleučilište u Karlovcu, 2015.

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

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

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

Lukač, J: Tounjski sir (Autohtoni proizvodi Hrvatske). *Mljekarstvo* 41, 7-18, 1991.

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

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

MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: Pravilnik o mesu i mesnim prerađevinama. Narodne novine 131/12.

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

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

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

Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva. Narodne Novine br. 20/09, 2009.

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

Pripravljanje sira u kućanstvu, http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/20/pripravljanje-sira-u-kuanstvu/7881#.V_o5JdSLRDA9, [10. listopada 2016.]

Sarić Z: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda 2. dio. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo, 2007. http://www.sraspopovic.com/Baza%20znanja%20dokumenti/Polj.i%20prehr/IV%20razred/tehn.mlijeka.PDF [10. listopada 2016.]

Sirilo,kalupi i podloge, http://www.hic.hr/vrt10.htm [08. listopada 2016.]

Slačanac V: Sirarstvo (nastavni materijali za kolegij Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda). Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015. http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_mlijeka_i_mlijecnih_proizvoda/2014-2015/predavanja/ [11. listopada 2016.]

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

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

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

7. PRILOZI

Prilog 1 Obrazac za senzorsko ocjenjivanje sira

PARAMETAR KAKVOĆE	zahtjev za senzorsku kakvoću	ocjena	čimbenik značajnosti
IZGLED	jednoličan izgled, nezamjetna sinereza	4 - 5	0,2
	slabije jednoličan izgled, slabo do umjereno izražena sinereza	2 - 3	
	nejednoličan izgled, jako zamjetna sinereza	1	
BOJA	jednolika boja, odgovara upotrijebljenim sirovinama	4-5	0,4
	nejednolika boja	2-3	
	boja nekarakteristična za proizvod	1	
KONZISTENCIJA	kompaktan, homogen proizvod, cijela masa jednolična i bez grudica, visoka mazivost	5	0,8
	zamjetne male nehomogenosti, nedovoljna mazivost	3 - 4	
	nejednolika granulacija, odvajanje faza, grudičast, nehomogen, slaba mazivost	1 - 2	
MIRIS	ugodan, niti presnažan niti preslab, karakteristično po dodacima, diskretni miris, bez ikakvih stranih mirisa	4 - 5	0,6
	prenaglašeni miris, nedovoljno izražen okus, slabije se osjeti miris dodataka	3	
	potpuno nekarakterističan za proizvod, prejaka aroma	1 - 2	
OKUS	jasno izražen, karakterističan za dodatke, bez stranih okusa, umjerena aroma	4 - 5	2,0
	preizražen okus po dodacima, preslaba ili prejaka aroma, tragovi kiselosti, gorčine i užeglosti, tragovi stranih okusa	3	
	proizvod stranog okusa, nekarakterističan okus, užegao, kiseo, gorak, preslan, potpuno neslan (bljutav), preintezivna aroma	1 - 2	

Prilog 1 Obrazac za senzorsko ocjenjivanje sira

PARAMETAR KAKVOĆE	zahtjev za senzorsku kakvoću	ocjena	čimbenik značajnosti
IZGLED	jednoličan izgled, nezamjetna sinereza	4 - 5	0,2
	slabije jednoličan izgled, slabo do umjereno izražena sinereza	2 - 3	
	nejednoličan izgled, jako zamjetna sinereza	1	
BOJA	jednolika boja, odgovara upotrijebljenim sirovinama	4-5	0,4
	nejednolika boja	2-3	
	boja nekarakteristična za proizvod	1	
KONZISTENCIJA	kompaktan, homogen proizvod, cijela masa jednolična i bez grudica, visoka mazivost	5	0,8
	zamjetne male nehomogenosti, nedovoljna mazivost	3 - 4	
	nejednolika granulacija, odvajanje faza, grudičast, nehomogen, slaba mazivost	1 - 2	
MIRIS	ugodan, niti presnažan niti preslab, karakteristično po dodacima, diskretni miris, bez ikakvih stranih mirisa	4 - 5	0,6
	prenaglašeni miris, nedovoljno izražen okus, slabije se osjeti miris dodataka	3	
	potpuno nekarakterističan za proizvod, prejaka aroma	1 - 2	
OKUS	jasno izražen, karakterističan za dodatke, bez stranih okusa, umjerena aroma	4 - 5	2,0
	preizražen okus po dodacima, preslaba ili prejaka aroma, tragovi kiselosti, gorčine i užeglosti, tragovi stranih okusa	3	
	proizvod stranog okusa, nekarakterističan okus, užegao, kiseo, gorak, preslan, potpuno neslan (bljutav), preintezivna aroma	1 - 2	