UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Biljana K. Aleksić

ANALIZA HIGIJENSKO-SANITARNIH USLOVA I STAVOVA UČESNIKA KRATKIH LANACA SNABDEVANJA U FUNKCIJI POBOLJŠANJA BEZBEDNOSTI I KVALITETA PROIZVODA OD MLEKA U REPUBLICI SRBIJI

doktorska disertacija

Beograd, 2025

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Biljana K. Aleksić

ANALYSIS OF HYGIENIC AND SANITARY CONDITIONS AND ATTITUDES OF PARTICIPANTS IN SHORT SUPPLY CHAINS IN THE FUNCTION OF IMPROVING THE SAFETY AND QUALITY OF DAIRY PRODUCTS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2025

Podaci o mentorima i članovima Komisije za odbranu doktorske disertacije:

Mentori:	dr. Nada Šmigić, redovna profesorka Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet dr. Jelena Miočinović, redovna profesorka Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
Članovi komisije:	dr. Ilija Đekić, redovni profesor Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet dr. Nikola Tomić, redovni profesor Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet dr. Snežana Jovanović, redovna profesorka Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet dr. Vladimir S. Kurćubić, redovni profesor Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku dr. Milica Mirković, vanredna profesorka Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Datum odbrane:_____

Zahvalnica

Izražavam veliku zahvalnost svojim mentorima prof. dr. Nadi Šmigić i prof. dr. Jeleni Miočinović na svesrdnoj podršci, razumevanju i velikom trudu uloženom u vođenje ovih doktorskih akademskih studija, bez kojih ni ova disertacija ne bi postojala. Posebno svojim mentorima zahvaljujem na strpljenju i što su verovale u moje sposobnosti.

Veliku zahvalnost izražavam svim članovima komisije na pomoći i podršci u svim segmentima doktorskih akademskih studija, korisnim savetima i sugestijama, zahvaljujući kojima je ova disertacija dobila konačan oblik.

Posebnu zahvalnost dugujem svojim kolegama, kolektivu JPS Zavod za mlekarstvo, na razumevanju i podršci kada mi je bila najpotrebnija. Zahvaljujem direktoru dipl. ing. Milanu Rakiću na podršci u realizaciji laboratorijskog dela istraživanja i svakoj saglasnosti za moje odsustvovanje sa posla. Tehničarima Marini Radenković, Nataši Milovanović, Stevu Trikiću i Bojani Joksimović zahvaljujem na pomoći u realizaciji mikrobioloških i fizičko-hemijskih analiza proizvoda od mleka.

Zahvalnost dugujem i tehničarima sa Katedre za tehnologiju animalnih proizvoda Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu na svim urađenim analizama sireva i kajmaka.

Zahvaljujem se dr. Božidaru Udovički na pomoći tokom realizacije molekularnih ispitivanja primenjenih u ovom istraživanju.

Zahvalnost dugujem i dr. Nemanji Zdravkoviću na pomoći u statističkoj analizi podataka.

Zahvaljujem se dipl. ing. Marijani Jovanović na pomoći u realizaciji instrumentalnih metoda primenjenih u istraživanju.

Na ukazanom gostoprimstvu, ljubaznosti, korisnim savetima, podeljenom znanju i iskustvu u proizvodnji sireva i kajmaka zahvaljujem malim proizvođačima i prodavcima proizvoda od mleka koji su učestvovali u ovom istraživanju i učinili da rad na ovoj disertaciji bude dinamičniji i lepši.

Zahvaljujem se svim studentima osnovnih i master akademskih studija koji su učestvovali u pojedinim delovima istraživanja.

Hvala svim kolegama i prijateljima koji su mi pružali svakodnevnu podršku i pomoć tokom izrade ovog za mene izuzetno važnog projekta.

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj porodici, ocu, suprugu, bratu, snaji i bratanicama Milici i Aleksandri, jer su bili uz mene.

S ljubavlju i poštovanjem ovaj rad posvećujem mojim roditeljima ocu Kirilu i pok. majci Slobodanki Naumovski.

Analiza higijensko-sanitarnih uslova i stavova učesnika kratkih lanaca snabdevanja u funkciji poboljšanja bezbednosti i kvaliteta proizvoda od mleka u Republici Srbiji

REZIME

Osnovni cilj ove doktorske disertacije je utvrđivanje rizika po bezbednost i kvalitet proizvoda od mleka u kratkim lancima snabdevanja u Republici Srbiji, analizom higijensko-sanitarnih uslova proizvodnje i prodaje, stavova prerađivača mleka i potrošača, karakteristika gotovih proizvoda, kao i identifikacijom faktora koji mogu uticati na kvalitet i bezbednost hrane, koristeći metodu analiza neuspeha i njihovih efekata (engl. Failure Mode Effect Analysis, FMEA).

Higijensko-sanitarni uslovi su analizirani kod 60 malih prerađivača mleka primenom kontrolne liste, a rezultati ukazuju na varijabilnost u primenjenim higijenskim praksama. Iako je značajan broj objekata registrovan ili odobren, mnogi nisu u potpunosti usklađeni sa zakonskim zahtevima, što ukazuje na potrebu za unapređenjem znanja prerađivača mleka i prilagođavanjem zakonskih okvira poslovnim uslovima malih prerađivača. Stavovi i navike 20 malih prerađivača mleka pokazuju da, uprkos dugogodišnjem iskustvu, postoje nedostaci u poznavanju i doslednoj primeni određenih higijenskih mera.

Higijensko-sanitarni uslovi su analizirani na 43 pijace, odnosno na 297 prodajna mesta, korišćenjem kontrolne liste i upitnika za prodavce proizvoda od mleka. Iako većina prodavaca realizuje transport u kratkom vremenskom periodu, značajan broj njih ne koristi vozila sa kontrolom temperature, što povećava rizik od narušavanja bezbednosti i kvaliteta proizvoda. Dok su prodajna mesta u zatvorenim prostorima većinom u skladu sa higijenskim zahtevima, veliki broj prodajnih mesta na otvorenom nema odgovarajuću infrastrukturu, što povećava rizik od kontaminacije neupakovanih proizvoda od mleka.

Istraživanje o stavovima i navikama potrošača u vezi sa proizvodima od mleka sprovedeno je korišćenjem upitnika, a podaci su prikupljeni od 386 ispitanika. Dobijeni rezultati pokazuju da potrošači koji kupuju neupakovane proizvode od mleka na pijacama ili u supermarketima imaju manju sklonost ka primeni adekvatnih praksi čuvanja i rukovanja proizvodima, u poređenju sa potrošačima koji preferiraju upakovane proizvode.

Ispitivanja 81 uzorka sira u salamuri različitog stepena zrelosti, 29 svežih sireva i 36 uzoraka kajmaka, koji se distribuiraju na pijacama i u specijalizovanim prodavnicama, su ukazala na postojanje velike varijabilnosti fizičko hemijskih parametara, boje i teksturalnih svojstava, najverovatnije kao posledica nestandardizovanog postupka proizvodnje ovih proizvoda. Senzorna ocena navedenih uzoraka proizvoda od mleka je ukazala na postojanje defekata koji su posledica nepridržavanja higijenskih praksi tokom proizvodnje, zrenja i skladištenja.

U cilju provere mikrobiološkog kvaliteta, ukupno je uzorkovano 302 uzorka sira i kajmaka sa pijaca i specijalizovanih prodavnica. Rezultati su pokazali da su uzorci sireva od sirovog i termički tretiranog mleka imali nezadovoljavajuće vrednosti bakterije *Escherichia coli*, dok nijedan uzorak nije sadržao *Salmonella* spp. Međutim, u jednom uzorku sira od sirovog mleka i pet uzoraka kajmaka detektovana je *Listeria monocytogenes*, što ukazuje na potrebu za poboljšanjem higijenskih praksi i strožijom kontrolom u svim fazama proizvodnje i distribucije proizvoda.

Za procenu rizika u kratkom lancu snabdevanja mlečnim proizvodima primenjena je metoda FMEA, koja je pokazala da su najveći rizici biološke i hemijske prirode, dok su higijenske mere i edukacija proizvođača ključne za njihovo smanjenje.

Ključne reči: sir, kajmak, kratak lanac snabdevanja, bezbednost hrane, higijena hrane, mali proizvođači, zelene pijace, navike i ponašanje potrošača, svojstva kvaliteta proizvoda od mleka, mikrobiološki kvalitet proizvoda od mleka

Naučna oblast: Tehnološko inženjerstvo

Uža naučna oblast: Upravljanje bezbednošću i kvalitetom hrane

UDK: 351.77:339.372.84]:637.1(497.11)(043.3)

Analysis of hygienic and sanitary conditions and attitudes of participants in short supply chains in the function of improving the safety and quality of dairy products in the Republic of Serbia

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to determine the risk to the safety of dairy products in short supply chains in Serbia by analyzing the hygienic conditions of production and sales, the attitude of milk processors and consumers, the characteristics of final products, as well as identifying factors that may affect the quality and safety of food using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method.

The hygiene conditions in 60 small dairy farms were analyzed using a checklist, and the results show that hygiene practices vary. Although a significant number of establishments are registered or aproved, many do not fully comply with the legal requirements, indicating the need to improve the training of milk processors and to adapt the legal framework to the business conditions of small processors. The attitudes and habits of 20 small dairy processors show that, despite many years of experience, there are deficits in the knowledge and consistent application of certain hygiene measures.

The hygienic conditions at 43 markets, i.e. 297 points of sale, were analyzed using a checklist and a questionnaire for dairy product sellers. Although most sellers realize transportation in a short time, a significant number of them do not use temperature-controlled vehicles, which increases the risk of food safety violations. While indoor selling places usually meet the hygiene requirements, a large number of their outdoor counterparts do not have the appropriate infrastructure, which increases the risk of contamination of unpackaged dairy products. A questionnaire was used to investigate consumer attitudes and habits in relation to dairy products and data was collected from 386 respondents. The results show that consumers who buy unpackaged dairy products at markets or supermarkets are less likely to use appropriate storage and handling practices than consumers who prefer pre-packaged products.

The analysis of 81 brine cheese samples of different ripeness levels, 29 fresh cheese samples and 36 kajmak samples sold in markets and specialty stores revealed a large variability in physical and chemical parameters, color and textural properties, which is probably due to the non-standardized production process of these products. The sensory evaluation of said samples of dairy products indicated the presence of defects probably due to non-compliance with hygiene measures during production, ripening and storage.

To check the microbiological quality, a total of 302 samples of cheese and kajmak were taken from markets and specialty stores. The results showed that samples of raw milk cheese and heat-treated milk cheese had unsatisfactory *Escherichia coli* levels, while none of the samples contained *Salmonella* spp. However, *Listeria monocytogenes* was detected in one sample of raw milk cheese and five samples of kajmak, indicating the need for improved hygiene practices and stricter controls at all stages of product manufacture and distribution.

The FMEA method was used to assess the risks in the short supply chain of dairy products. It was found that the main risks are biological and chemical, while hygiene measures and producer education are key to reducing them.

Key words: cheese, kajmak, short supply chain, food safety, food hygiene, small scale producers, green markets, consumers´ habits and behavior, quality attributes of dairy products, microbiological quality of dairy products

Scientific field: Technological engineering

Scientific subfield: Food safety and quality management

UDK: 351.77:339.372.84]:637.1(497.11)(043.3)

Sadržaj

1. UVOD 1
2. PREGLED LITERATURE 3
2.1. Proizvodnja i promet mleka i proizvoda od mleka u Republici Srbiji 3
2.2. Higijena proizvodnje i distribucije mleka i proizvoda od mleka 4
2.2.1. Zakonodavstvo Republike Srbije u oblasti bezbednosti hrane 4
2.2.2. Uslovi higijene hrane 5
2.2.3. Uslovi higijene hrane u sektoru malih proizvođača 7
2.2.4. Promet proizvoda od mleka na zelenim pijacama 11
2.3. Alati za procenu higijenskih uslova: Kontrolne liste, upitnici i opservacione studije 13
2.4. Higijenske prakse i znanje rukovalaca hranom 15
2.5. Uloga potrošača u osiguranju higijene hrane 15
2.6. Proizvodnja, sastav i senzorna svojstva sireva i kajmaka 16
2.6.1. Klasifikacija sireva i kajmaka prema Pravilniku 17
2.6.2. Postupak proizvodnje sireva i kajmaka 18
2.6.3. Kvalitet sireva i kajmaka 20
2.6.3.1. Komponenete sastava sireva i kajmaka 21
2.6.3.2. Boja sireva i kajmaka 23
2.6.3.3. Tekstura sireva i kajmaka 24
2.7. Opasnosti u preradi mleka 27
2.7.1. Biološke opasnosti u mleku i proizvodima od mleka 27
2.7.1.1. *Salmonela* spp. u mleku i proizvodima od mleka 30
2.7.1.2. Koagulaza pozitivne stafilokoke u mleku i proizvodima od mleka 30
2.7.1.3. *Escherichia coli* u mleku i proizvodima od mleka 31
2.7.1.4. *Listeria monocytogenes* u mleku i proizvodima od mleka 32
2.7.1.5. Antibiotska rezistancija *L. monocytogenes* 34
2.7.2. Hemijske opasnosti u mleku i proizvodima od mleka 35
2.7.3. Fizičke opasnosti u mleku i proizvodima od mleka 36
2.8. Analiza neuspeha i njihovih efekata – Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) 36
3. CILJEVI RADA 38
4. METODE I MATERIJAL ISTRAŽIVANJA 39
4.1. Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom proizvodnje proizvoda od mleka u domaćinstvima i malim mlekarama 39
4.1.1. Kontrolna lista za ocenu ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje proizvoda od mleka (objekti u domaćinstvu i male mlekare) 40
4.1.1.1. Statistička analiza 41
4.1.2. Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom 41

4.1.2.1. Mikrobiološke metode za uzorke briseva sa površina koji dolaze u kontakt sa hranom 42
4.1.2.2. Utvrđivanje prisustva Listeria monocytogenes i *Listeria* spp. u uzorcima briseva sa površina koje dolaze u kontakta sa hranom 42
4.1.2.3. Određivanje broja indikatora higijene i mikroorganizama uzročnika kvara u uzorcima briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom 42
4.1.2.4. Statistička analiza 42
4.1.3. Proizvodne prakse, stavovi i znanje malih prerađivača mleka u domaćinstvu i malim objektima za preradu mleka o pitanjima bezbednosti hrane 43
4.1.4. Upitnik za ocenjivanje proizvodnih praksi, stavova i znanja o bezbednosti hrane među rukovaocima hranom u sektoru malih prerađivača mleka 43
4.1.4.1. Statistička analiza 43
4.2. Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom prodaje proizvoda od mleka na zelenim pijacama 44
4.2.1. Kontrolna lista za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestu prodaje proizvoda od mleka 44
4.2.2. Upitnik za prodavce proizvoda od mleka 45
4.2.2.1. Statistička analiza 46
4.3. Ispitivanje stavova i navika potrošača koji mogu da utiču na bezbednost hrane 46
4.3.1. Upitnik za ispitivanja stavova i navika potrošača 46
4.3.1.1. Statistička analiza 47
4.4. Ispitivanje svojstava proizvoda od mleka 47
4.4.1. Analiza kvaliteta sireva i kajmaka 48
4.4.1.1. Analiza fizičko-hemijskih svojstava sireva i kajmaka 48
4.4.1.2. Određivanje teksturalnih svojstava sireva i kajmaka 49
4.4.1.3. Određivanje boje sireva 49
4.4.1.4. Statistička analiza 50
4.4.1.5. Senzorna analiza 50
4.4.1.6. Statistička analiza 50
4.4.2. Određivanje indeksa ukupnog kvaliteta kajmaka 51
4.4.2.1. Statistička analiza 52
4.4.3. Analiza mikrobiološkog kvaliteta sireva i kajmaka 52
4.4.3.1. Utvrđivanje prisustva *Salmonella* spp. 52
4.4.3.2. Utvrđivanja prisustva *Listeria monocytogenes* i *Listeria* spp 53
4.4.3.3. Određivanje broja indikatora higijene i mikroorganizama uzročnika kvara 55
4.4.3.4. Statistička analiza 55
4.4.3.5. PCR serotipizacija izolata *Listeria monocytogenes* izolovanih iz kajmaka i sira 55
4.4.3.6. Antimikrobna rezistencija izolata *Listeria monocytogenes* 56
4.5. Utvrđivanje nivoa rizika u kratkom lancu snabdevanja sirevima primenom metode FMEA 57

5. REZULTATI I DISKUSIJA 60
5.1. Higijensko-sanitarni uslovi tokom proizvodnje proizvoda od mleka u domaćinstvima i u malim mlekarama 60
5.1.1. Higijensko-sanitarni uslovi u objektima za preradu mleka u domaćinstvima i malim mlekarama 60
5.1.2. Higijena površina u objektima za preradu mleka 66
5.1.3. Proizvodne prakse, stavovi i znanja malih prerađivača mleka u domaćinstvu i malim objektima za preradu mleka o pitanjima bezbednosti hrane 68
5.1.4. Demografske karakteristike malih prerađivača mleka 68
5.1.5. Samoprijavljene prakse malih prerađivača mleka 69
5.1.6. Stavovi malih prerađivača mleka povezani sa pitanjima bezbednosti hrane 71
5.2. Higijensko-sanitarni uslovi tokom prodaje proizvoda od mleka na zelenim pijacama 73
5.2.1. Demografske karakteristike prodavaca proizvoda od mleka 74
5.2.2. Asortiman proizvoda od mleka na zelenim pijacama 74
5.2.3. Higijenski uslovi tokom skladištenja i prevoza proizvoda od mleka 75
5.2.4. Uslovi higijene na mestima prodaje proizvoda od mleka 76
5.2.4.1. Opšti uslovi higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka 78
5.2.4.2. Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom 78
5.2.4.3. Kontrola temperature, način pakovanja i obeležavanja proizvoda 79
5.2.4.4. Lična higijena prodavaca proizvoda od mleka na zelenim pijacama 79
5.2.5. Ukupna ocena uslova higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka 80
5.3. Stavovi i navike potrošača koje mogu da utiču na bezbednosti i kvalitet proizvoda od mleka 83
5.3.1. Demografske karakteristike potrošača 83
5.3.2. Samoprijavljene prakse i ponašanje potrošača u vezi sa proizvodima od mleka 86
5.3.3. Stavovi i navike potrošača u vezi sa proizvodima od mleka 87
5.4. Sastav i svojstva proizvoda od mleka 91
5.4.1. Sastav i svojstva sireva 91
5.4.1.1. Hemijski sastav sireva 91
5.4.1.2. pH i a_w vrednosti sireva 95
5.4.1.3. Boja sireva 96
5.4.1.4. Teksturalna svojstva sireva 99
5.4.1.5. Senzorna svojstva sireva 101
5.4.2. Sastav i svojstva kajmaka 103
5.4.2.1. Fizičko-hemijska svojstva kajmaka 103
5.4.2.2. Teksturalna svojstva kajmaka 106
5.4.2.3. Senzorna svojstva kajmaka 106
5.4.2.4. Indeks ukupnog kvaliteta kajmaka 107
5.5. Mikrobiološki kvalitet proizvoda od mleka 107

5.5.1. Prisustvo patogenih mikroorganizama u sirevima i kajmaku 108
5.5.2. Serotipovi izolata *L. monocytogenes* izolovanih iz sireva i kajmaka 109
5.5.3. Antimikrobna rezistencija izolata *L. monocytogenes* izolovanih iz sireva i kajmaka 109
5.5.4. Indikatori higijene i kvarenja u sirevima i kajmaku 111
5.5.4.1. Kontaminacija sireva i kajmaka koagulaza pozitivnim stafilokokama (KPS) ... 111
5.5.4.2. Kontaminacija sireva i kajmaka bakterijom *Esherichia coli* 112
5.5.4.3. Kvasci i plesni u sirevima i kajmaku 113
5.6. Utvrđivanje nivoa rizika u kratkom lancu snabdevanja proizvodima od mleka 113
5.6.1. Analiza bioloških opasnosti u kratkom lancu snabdevanja sirevima 114
5.6.2. Analiza hemijskih opasnosti u kratkom lancu snabdevanja sirevima 115
5.6.3. Analiza fizičkih opasnosti u kratkom lancu snabdevanja sirevima 117
6. ZAKLJUČCI 118
7. LITERATURA 121
8. PRILOZI 157
9. BIOGRAFIJA 189
10. IZJAVE 190

Lista skraćenica

°Hue	Tonalitet boje
a*	Crveno/zelena komponenta boje
AF	Sila prijanjanja/lepljivost (engl. Adhesive force)
AMP	Ampicilin
AMR	Antimikrobna rezistencija
a_w	Aktivnost vode
b*	Žuto/plava komponenta boje
C	Zasićenost boje
CCP	Kritična kontrolna tačka (engl. Critical Control Point)
CLI	Klindamicin
CTA	Cefotaksim
D	Mogućnost detekcije (engl. Detection)
DAEC	difuzno adhezivna *E. coli* (engl. diffusely adherent *E. coli*)
DP	Deformacija na piku (engl. Deformation at peak)
EAEC	enteroagregativna *E. coli* (engl. enteroaggregative *E. coli*)
ECDC	Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti (engl. European center for Diseases and Control)
EFSA	Evropska agencije za bezbednost hrane (engl. European Food Safety Authority)
EHEC	enterohemoragična *E. coli* (engl. enterohaemorrhagic *E. coli*)
EIEC	enteroinvazivna *E. coli* (engl. enteroinvasive *E.coli*)
EPEC	enteropatogena *E. coli* (engl. enteropathogenic *E. coli*)
ETEC	enterotoksogena *E. coli* (engl. enterotoxigenic *E.coli*)
FMEA	Analiza neuspeha i njihovih efekata (engl. Failure Mode and Effect Analysis)
GEN	Gentamicin
GHP	Dobra higijenska praksa (engl. Good Hygene Practice)
GMP	Dobra proizvođačka praksa (engl. Good Manufacturing Practice)
HACCP	Analiza opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (engl. Hazard analysis and critical control point)
HACCP	Analiza opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (engl. Hazard Analysis and Critical Control Point)
IARC	Međunarodna agencija za istraživanje raka (engl. International Agency for Research on Cancer)

Lista skraćenica

KAP	Ocena znanja, stavova i praksi (engl. Knowledge, Attitudes and Practices)
KKT	Kritična kontrolna tačka
KPS	Koagulaza pozitivne stafilokoke
L*	Osvetljenost
MALDI-TOF	MALDI-TOF masena spektrometrija (engl. matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry)
MKTTn	Muller-Kauffman tetrationatni bujon sa novobiocinom
MM	Mlečna mast
MSM	Mlečna mast u suvoj materiji
O	Učestalost pojavljivanja (engl. Occurrence)
OXA	Oksacilin
P	Ukupni proteini
PEN	Penicilin G
PHAS	Ocena higijene u proizvodnji (engl. Production Hygiene Assessment score)
PL	Tvrdoća, čvrstoća (engl. Peak load)
PPV	Puferizovana peptonska voda
PSM	Ukupni proteini u suvoj materiji
RPN	Broj prioritetnog rizika (engl. Risk Priority Number)
RVS	Rappaport-Vassiliadis bujon sa sojom
S	Ozbiljnost posledica (engl. Severity)
SHAS	Ocena higijene u prodaji (engl. Sale Hygiene Assessement Score)
SM	Suva materija
ST	shiga toksin produkujuće *E. coli*
TET	Tetraciklin
TPA	Analiza profila teksture (engl. Texture Profile Analysis)
TQI	Ukupan indeks kvaliteta (engl. Total Quality Index)
TRS	Trimetoprim-sulfametoksazol
TSYEA	Tripton soja agar sa ekstraktom kvasca (engl. Triptone Soya Yeast Extract Agar)
VAN	Vankomicin
VBMS	Voda u bezmasnoj materiji sira
WHO	Svetska zdravstvana organizacija (engl. World Health Organization)

Lista skraćenica

WI	Indeks bele boje (engl. Whiteness index)
XLD	Ksiloza-lizin deoksiholatni agar (engl. Xylose–Lysine Deoxycholate agar)
YI	Indeks žute boje (engl. Yellowing index)

Lista tabela

Tabela 1. Naziv sira u odnosu na MSM (Srbija, 2014). 17
Tabela 2. Naziv sira u odnosu na VBMS (Srbija, 2014). 17
Tabela 3. Parametri kvaliteta mladog i zrelog kajmaka prema Pravilniku (Srbija, 2014). 18
Tabela 4. Najčešći uzročnici bolesti izazvanih konzumiranjem mleka i priozvoda od mleka, prilagođeno iz (Adley & Ryan, 2016). 29
Tabela 5. Mikrobiološki kriterijumi za procenu mikrobiološkog kvaliteta proizvoda od mleka 54
Tabela 6. PCR ciljani geni, sekvence prajmera i veličina amplikona za molekularnu serotipizaciju izolata *L. monocitogenes* (prema Doumith et al., 2004). 56
Tabela 7. Skala za ocenjivanje ozbiljnosti posledica (S), verovatnoće pojavljivanja (O) i mogućnost otkrivanja (D), korišćena za FEMA analizu prema (Đekić et al., 2019.) 59
Tabela 8. Pregled posećenih objekata za preradu mleka malog kapaciteta (n=60) 60
Tabela 9. Osnovne karakteristike malih objekata za preradu mleka, n=60. 62
Tabela 10. Ispunjenost specifičnih higijenskih zahteva u objektima za preradu mleka malog kapaciteta raspoređenih u dva identifikovana klastera. 63
Tabela 11. Primenjeni mikrobiološki kriterijumi za predmete i površine koje dolaze u kontakt sa hranom, prilagođeno iz (Srbija, 2011c). 67
Tabela 12. Usaglašenost higijene površina sa primenjenim mikrobiološkim kriterijumuma. 67
Tabela 13. Demografske karakteristike lica koja rukuju sa hranom u domaćinstvima i malim mlekarama, n=20. 68
Tabela 14. Samoprijavljene prakse lica koja rukuju sa hranom u domaćinstvima i malim mlekarama, n=20. 69
Tabela 15. Stavovi i mišljenja lica koja rukuju sa hranom u gazdinstvima/malim mlekarama (stavovi povezani sa bezbednošću hrane), n=20. 71
Tabela 16. Pregled prodajnih mesta na zelenim pijacama. 74
Tabela 17. Demografske karakteristike prodavaca mlečnih proizvoda na pijacama (n=279). 74
Tabela 18. Samoprijavljene prakse prodavaca proizvoda od mleka tokom čuvanja proizvoda u domaćinstvima, transportu i tokom prodaje na pijacama (n=279). 76
Tabela 19. Usaglašenost prodajnih mesta proizvoda od mleka sa higijenskim zahtevima (n=293). 77
Tabela 20. Ukupna ocena higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka. 80
Tabela 21. Korelacija između stepena ispunjenosti higijenskih zahteva između ispitivanih oblasti. 81
Tabela 22. Ocena ispunjenosti higijenskih uslova na mestima prodaje proizvoda od mleka raspoređenih u dva identifikovana klastera. 82
Tabela 23. Demografske karakteristike potrošača između dva identifikovana klastera. 84
Tabela 24. Distribucija potrošača između dva identifikovana klastera u pogledu mesta kupovine proizvoda od mleka. 85
Tabela 25. Samoprijavljene prakse potrošača u pogledu bezbednosti delikatesnih proizvoda od mleka 87
Tabela 26. Stavovi i navike potrošača o bezbednosti delikatesnih proizvoda spremnih za konzumiranje. 88
Tabela 27. Zbirni prikaz stavova, mišljenja i znanja potrošača i samoprijavljenih praksi u pogledu ključnih rizika po bezbednost hrane. 91
Tabela 28. Klasifikacija sireva prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura (Srbija, 2014). 92
Tabela 29. Hemijski sastav belih sireva u salamuri i svežeg (sremskog) sira. 94
Tabela 30. pH i a_w belih sireva u salamuri i svežeg (sremskog) sira. 95
Tabela 31. Boja belih sireva u salamuri i svežeg (sremskog) sira. 98
Tabela 32. Teksturalna svojstva belih sireva u salamuri. 99
Tabela 33. Teksturalna svojstva svežih sireva. 101
Tabela 34. Prikaz rezultata senzorne analize sireva. 101

Tabela 35. Pregled rezultata ukupnog kvaliteta uzoraka kajmaka, n=36. 104
Tabela 36. Pregled svojstava kvaliteta kajmaka u odnosu na mesto prodaje, n=36. 105
Tabela 37. Uporedni prikaz svojstava kvaliteta različitih grupa kajmaka, n=36. 105
Tabela 38. Pregled uzoraka proizvoda od mleka kontaminiranih sa *Listeria* spp. 109
Tabela 39. Rezistencija na antibiotike sojeva *L. monocitogenes* (n=6) izolovanih iz sira i kajmaka. 110
Tabela 40. Antimikrobna rezistencija različitih serotipova *L. monocytogenes* izolovanih iz sira i kajmaka. 111
Tabela 41. Zbirni prikaz nivoa kontaminacije indikatorima higijene i kvarenja proizvoda od mleka. 112
Tabela 42. Usaglašenost ispitivanih proizvoda od mleka sa definisanim kriterijumima. 113

Lista grafikona

Grafikon 1. Tehnološki postupak proizvodnje belog sira u salamuri (Miočinović, 2020). 19
Grafikon 2. Tehnološki postupak proizvodnje kajmaka (Puđa et al., 2008). 20
Grafikon 3. Šematski prikaz faza istraživanja u doktorskoj disertaciji 39
Grafikon 4. Kratak lanac snabdevanja za beli sir u salamuri (Popović – Vranješ, 2015; Miočinović, 2020). 58
Grafikon 5. Prikaz analize podataka iskazanih na deklaraciji proizvoda objekata malog obima proizvodnje svrstanih u dva klastera.. 66
Grafikon 6. Zastupljenost proizvoda od mleka na prodajnim mestima obuhvaćenim ovim istraživanjem (%). 75
Grafikon 7. Asortiman drugih namirnica životinjskog porekla na prodajnim mestima obuhvaćenim istraživanjem 75
Grafikon 8. Vrsta mleka koja se koristi za proizvodnju sira. 75
Grafikon 9. Relativne frekvencije kajmaka klasifikovanih u grupe prema TQI (I-VI, najbolji kvalitet - najlošiji kvalitet). 107

Lista priloga

Prilog 1. Kontrolna lista za ocenu ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje proizvoda od mleka (objekti u domaćinstvu i male mlekare). 157
Prilog 2. Kontrolna lista za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestu prodaje proizvoda od mleka. 161
Prilog 3. Upitnik za prodavce proizvoda od mleka. 164
Prilog 4. Upitnik za ocenjivanje stavova, praksi i znanja o bezbednosti hrane među licima koja rukuju hranom u sektoru malih prerađivača mleka. 166
Prilog 5. Upitnik za ocenu stavova, praksi i znanja potrošača o bezbednosti hrane. 169
Prilog 6. Uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta belih sireva u salamuri (kriška). 172
Prilog 7. Uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta svežeg sira. 174
Prilog 8. Uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta kajmaka. 176
Prilog 9. Ukupan kvalitet uzoraka kajmaka, n=36. 178
Prilog 10. FMEA primenjena u kratkom lancu snabdevanja belim sirevima u salamuri. 181

1. UVOD

U Republici Srbiji, proizvodi od mleka, uključujući sireve i kajmak, tradicionalno se proizvode vekovima i predstavljaju kulturno nasleđe koje se prenosi sa generacije na generaciju. Tradicionalni postupci u proizvodnji sireva u našoj zemlji zadržali su se sve do 20. veka, kada je zahvaljujući nadogradnji znanja iz različitih oblasti nauke o mleku, otpočela industrijska proizvodnja prateći širu industrijalizaciju koja je ranije otpočela širom sveta. Ipak, bez obzira na nagli napredak industrijske proizvodnje sireva, u našoj zemlji tradicionalni način proizvodnje u domaćinstvima ima značajnu ulogu i danas (Savić-Radovanović et al., 2020). U prošlosti su mleko i proizvodi od mleka bili važan uzrok bolesti koje se prenose hranom. Uvođenje pasterizacije, napredak u zdravstvenoj zaštiti životinja i primena higijenskih postupaka u lancu proizvodnje mleka i proizvoda od mleka doprineli su bezbednosti ovih proizvoda (Grace et al., 2020). U kulturi i navikama konzumiranja sireva u našoj zemlji i globalno, sirevi proizvedeni od sirovog mleka zbog svojih specifičnih senzornih svojstava i dalje imaju veliki značaj (Miloradović et al., 2021).

Oko polovine od ukupno proizvedene količine sirovog mleka u našoj zemlji prerađuje se u domaćinstvima i distribuira u kratkom lancu snabdevanja, direktnom prodajom krajnjim potrošačima na zelenim pijacama (Tomić et al., 2020). Različiti varijeteti sireva koji su prisutni na našim pijacama uglavnom pripadaju grupi mekih sireva bez zrenja, koji se proizvode od sirovog i/ili termički tretiranog mleka i/ili njihove mešavine (Savić-Radovanović et al., 2020), što može da predstavlja povećan rizik po zdravlje potrošača. Kajmak, tradicionalno proizveden mlečni proizvod zbog svojih specifičnih senzornih svojstava zauzima takođe značajno mesto u ishrani ljudi u našoj zemlji (Puđa et al., 2008). Ipak važno je napomenuti da i pored velikog značaja ovih proizvoda tradicionalni postupci proizvodnje takođe su povezani sa brojnim rizicima po bezbednost hrane.

Činjenica da se oko 50% proizvedenog mleka u našoj zemlji prerađuje na gazdinstvima i distribuira u kratkim lancima snabdevanja ukazuje na značaj ovog vida snabdevanja potrošača. Sirevi i kajmak smatraju se hranom spremnom za konzumiranje što znači da se ne podvrgavaju dodatnoj preradi i/ili termičkim tretmanima pre konzumiranja. Najčešće epidemije nastale nakon konzumiranja sireva povezane su sa mladim sirevima pretežno proizvedenim od sirovog mleka, a uzročnici su bili *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, itd. Uzimajući u obzir da kontaminacija hrane može da nastupi u bilo kojoj fazi proizvodnje i prometa, poznavanje ključnih faktora u lancu hrane kojima se postiže snabdevanje potrošača bezbednom i kvalitetnom hranom je od suštinskog značaja (de Oliveira et al., 2017).

U zemljama članicama Evropske Unije, kao i u Republici Srbiji, najveću odgovornost za proizvodnju hrane snosi subjekat u poslovanju hranom, odnosno proizvođač hrane (Srbija, 2010b). Proizvodnja bezbedne hrane zasniva se na primeni sistema za osiguranje bezbednosti hrane koji se zasniva na ispunjenju preduslovnih programa, koji zavisi od uloge proizvođača u lancu hrane, kao što su principi dobre higijenske prakse (engl. good hygiene practice), dobre proizvođačke prakse (engl. good manufacturing practice) i sistema analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (engl. hazard analysis critical control point – HACCP), izuzimajući nivo primarne proizvodnje. Podaci iz literature pokazuju da se mali proizvođači hrane suočavaju sa brojnim poteškoćama usled nedostatka infrastrukturnih, tehničkih i finansijskih resursa kao i nerazumevanja komplikovanih zakonskih zahteva (Taylor, 2001; Ceballos et al., 2020). U našoj zemlji usvojen je Pravilnik kojim se definišu nacionalne mere kojima se dozvoljava fleksibilnost, odnosno određeni nivo isključenja, prilagođavanja i odstupanja od opštih i posebnih zahteva o higijeni hrane (Srbija, 2017a), kako bi se prevazišle poteškoće u implementaciji sistema za osiguranje hrane, samo pod uslovom da odstupanja ne ugrožavaju bezbednost finalnog proizvoda.

U naučnoj literaturi, manji broj studija se bavio sagledavanjem fleksibilnosti higijenskih mera malih proizvođača hrane u pojedinim zemljama Evropske Unije (Panisello & Quantick, 2001; Ceballos et al., 2020). Takođe, nekoliko studija je imalo za cilj da ispita mikrobiološki sastav mleka i proizvoda od mleka malih proizvođača, uz delimično sagledavanje i procenu ispunjenosti higijenskih uslova na

mestima proizvodnje (Carrascosa et al., 2016) i prodaje (Teng et al., 2004). Trenutno ne postoje dostupni naučni podaci o nivou ispunjenosti nacionalnih mera za odstupanje od uslova higijene hrane u kratkim lancima snabdevanja proizvodima od mleka, uključujući sireve i kajmak, u objektima malog kapaciteta i na mestima prodaje proizvoda od mleka u Republici Srbiji.

Uloga potrošača kao poslednje linije odbrane za obezbeđivanje bezbednosti hrane u kućnim uslovima je važna karika u lancu (Redmond & Griffith, 2003). Primena dobrih praksi, kao što su provera roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda spremnih za konzumiranje, konzumiranje proizvoda tokom preporučenog perioda i kontrolisana temperatura čuvanja namirnica u kućnim uslovima su od ključnog značaja u prevenciji bolesti koje se prenose hranom (FSA, 2008). Današnji potrošači zahtevaju bezbednu hranu visokog kvaliteta, sa odgovarajućim senzornim svojstvima, nutritivnim sastavom i relativno dugim rokom trajanja. Međutim, postavlja se pitanje u kojoj meri svakodnevne navike i ponašanje potrošača u domaćinstvima mogu uticati na bezbednost i kvalitet prehrambenih proizvoda, uključujući proizvode od mleka (Planzer et al., 2009; Ergönül, 2013).

S obzirom na značaj tradicionalne proizvodnje proizvoda od mleka, rizike povezane sa ovim proizvodima i specifičnosti malih prerađivača mleka, postoji potreba za detaljnim istraživanjem nivoa ispunjenosti higijenskih zahteva u kratkim lancima snabdevanja u Srbiji, kako bi se unapredila bezbednost i kvalitet hrane i zaštitilo zdravlje potrošača.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Proizvodnja i promet mleka i proizvoda od mleka u Republici Srbiji

Poljoprivreda predstavlja najstariju privrednu delatnost ljudskog društva. Prema definiciji iz 1960. godine poljoprivreda je: „grana proizvodnje sirovih proizvoda u kojoj se ekonomski proces proizvodnje obavlja kao prirodan proces“ (Đurić, 2015). Novije definicije poljoprivredu svrstavaju u oblast proizvodnje u kojoj se primarni proizvodi biljnog ili životinjskog porekla proizvode, dorađuju i prerađuju radi ispunjavanja određenih potreba ljudi (Zakić & Stojanović, 2008). Doprinos poljoprivrede opštem privrednom i ekonomskom razvoju neke zemlje je od velikog značaja (Užar & Radojević, 2019). Republiku Srbiju karakteriše velika površina obradivog zemljišta i malih seoskih gazdinstava na kojima je dominantna poljoprivredna delatnost (Stevanović et al., 2016). Prema Popisu poljoprivrede iz 2023. godine većina poljoprivrednih gazdinstava (99,6%) pripadala je sektoru porodičnih poljoprivrednih gazdinstava, od kojih je 8,4% specijalizovano za uzgoj goveda, među kojima je 46% gazdinstava specijalizovano za proizvodnju mleka (Srbija, 2024a). U pogledu proizvodnje i spoljnotrgovinskog prometa mleka i proizvoda od mleka naša zemlja smatra se liderom u regionu (Veljković et al., 2015).

U Srbiji se godišnje proizvede oko 1500 miliona litara mleka uglavnom na malim porodičnim farmama, koje imaju mali broj muznih životinja (Tomić et al., 2020; Srbija, 2021c, 2022). Proizvodnja mlečnih proizvoda u našoj zemlji obavlja se u industrijskim uslovima (mlekarama) ili na gazdinstvima u kućnim uslovima i objektima malog kapaciteta (Aleksić et al., 2020). Prema podacima iz literature, oko 50% od ukupno proizvedene količine sirovog mleka ostaje neotkupljeno na gazdinstvima na kojima je proizvedeno (Vlahović et al., 2018), gde se konzumira kao takvo ili prerađuje u mlečne proizvode, čime se značajno povećava vrednost i rentabilnost proizvodnje mleka (Drašković et al., 2010; Popović Vranješ et al., 2017; Tomić et al., 2020).

Prerada mleka u industrijskim uslovima obavlja se u registrovanim i odobrenim objektima različitih proizvodnih kapaciteta. U industrijskoj preradi mleka najzastupljeniji su pasterizovano i UHT (engl. ultra-high-temperature) mleko (43%), fermentisani proizvodi od mleka (40%), dok je udeo proizvodnje sireva oko 11% (Srbija, 2020). Prema podacima, oko 66% od ukupno proizvedene količine sira proizvodi se u industrijskim uslovima (Vlahović et al., 2018), a najzastupljeniju grupu sireva u Srbiji predstavljaju beli sirevi u salamuri (Popović-Vranješ, 2015). U industrijskim uslovima se danas pretežno proizvode sveži sirevi i proizvodi od sira (sirni namazi, krem sirevi i dr.), sirevi od ultrafiltriranog mleka, koji su slični sirevima u salamuri i u znatno manjoj meri, polutvrdi i tvrdi sirevi sa zrenjem (Vlahović et al., 2018).

Promet mleka i proizvoda od mleka obavlja se putem različitih distributivnih kanala. Oni se mogu definisati kao skupovi povezanih organizacija putem kojih se proizvod ili usluga stavljaju na raspolaganje ili za upotrebu krajnjem korisniku tj. potrošaču (Yu M. & Nagurney, 2013; Petković & Užar, 2020). U Srbiji se proizvodnja i plasman tradicionalnih proizvoda od mleka najčešće odvija preko zelenih pijaca (Petković & Užar, 2020), koje uglavnom organizuju primarni proizvođači koji imaju manje od deset muznih grla (Drašković et al., 2010). Procenjuje se da se oko 15% od ukupno proizvedene količine mleka prerađuje u sir na gazdinstvima i distribuira putem zelenih pijaca (Vlahović et al., 2018). Ovakav vid distribucije hrane u kome postoji direktna veza između proizvođača i potrošača naziva se kratak lanac snabdevanja hranom (Malak-Rawlikowska et al., 2019).

Kao simbol identiteta tradicionalna hrana predstavlja deo kulturnog nasleđa neke zemlje koji se prenosi sa generacije na generaciju (Savić-Radovanović et al., 2020). Zato zanatska proizvodnja i distribucija u kratkim lancima snabdevanja zauzima značajno mesto i u pojedinim zemljama Evropske Unije (EU) (Kneafsey et al., 2013; Malak-Rawlikowska et al., 2019), što je predviđeno i merama ruralnog razvoja (EU, 2013), kao i u drugim zemljama (Götz et al., 2009; Sekovska et al., 2015). Kratak lanac snabdevanja proizvodima od mleka sastoji se od sledećih učesnika: farma

(gazdinstvo) na kojoj se proizvodi sirovo mleko, prerada mleka na gazdinstvu odnosno u kućnim uslovima, transport i direktna prodaja na zelenim pijacama, koje najčešće obavljaju sami proizvođači. Podaci Republičkog zavoda za statistiku pokazuju da promet poljoprivrednih proizvoda na zelenim pijacama raste poslednjih godina (Srbija, 2021b, 2022c). U prvih devet meseci 2022. godine u odnosu na isti period prethodne godine, ukupna vrednost prometa poljoprivrednih proizvoda viša je za 22,8% (Srbija, 2023a). Udeo mleka i proizvoda od mleka u odnosu na druge vrste poljoprivrednih proizvoda (povrće, voće i grožđe, živina i jaja) iznosio je 12,5%, što je približno udelu zabeleženom u prethodnim godinama (Srbija, 2021b, 2022c).

2.2. Higijena proizvodnje i distribucije mleka i proizvoda od mleka

Prema definiciji, mleko je sekret mlečne žlezde, bez kolostruma koji se dobija redovnom, neprekidnom i pravilnom mužom jedne ili više zdravih, pravilno hranjenih mlečnih životinja (krava, ovaca, koza i bivolica), pri čemu mu ništa nije dodato ili oduzeto (EU, 2004a; Srbija, 2011b). Zbog svog sastava (sadržaj vode, pH, laktoza, proteini, prirodno prisutni enzimi) sirovo mleko predstavlja složen sistem koji pogoduje umnožavanju različitih vrsta mikroorganizama, koji mogu da dovedu, ne samo do kvara mleka i prozvoda od mleka, već i da izazovu ozbiljne zdravstvene posledice kod ljudi (Oliver et al., 2009; Quigley et al., 2013). Jedan od načina konzervisanja ove lako kvarljive namirnice jeste prerada u odgovarajuće proizvode (Zhao, 2003; Walther et al., 2008).

Proizvodi od mleka imaju značajno mesto u ishrani ljudi u našoj zemlji (Mikulec et al., 2012) i u svetu (Walther et al., 2008). Zahtevi potrošača u pogledu kvaliteta i bezbednosti hrane koja se nudi na tržištu postavljaju određene zahteve prehrambenoj industriji, a posebno proizvođačima tradicionalno i zanatski proizvedenih proizvoda (Bulajić et al., 2017), imajući u vidu da je poslednjih decenija potražnja za ovom vrstom proizvoda u porastu (Miloradović et al., 2021). U Republici Srbiji beli sirevi u salamuri i kajmak predstavljaju najčešće konzumirane proizvode od mleka proizvedene tradicionalnim postupcima (Aleksić et al., 2023; Miloradović et al., 2024). Najznačajniju grupu sireva čine beli sirevi u salamuri, među kojima su najpoznatiji Sjenički, Zlatarski, Svrljiški, Srpski beli sir, kao i drugi sirevi (Terzić-Vidojević et al., 2007; Radulović et al., 2011). Kajmak je tradicionalni srpski proizvod koji se zbog svojih specifičnosti izdvaja od ostalih proizvoda od mleka (Puđa et al., 2008) i zauzima značajno mesto u kulturi našeg naroda (Bugarčić & Bugarčić, 2019). Proizvodnja tradicionalnih proizvoda često je povezana sa različitim rizicima vezanim za bezbednost i kvalitet hrane (Bulajić et al., 2017; Fonseca et al., 2020). U skladu sa zakonskom regulativom u proizvodnji proizvoda od mleka, rizike po bezbednost hrane potrebno je dovesti na najmanju moguću meru (Walther et al., 2008; Mikulec et al., 2012).

2.2.1. Zakonodavstvo Republike Srbije u oblasti bezbednosti hrane

Bezbednost hrane u Republici Srbiji regulisana je Zakonom o bezbednosti hrane, koji je usvojen 2009. godine, a izmena i dopuna ovog zakona usvojena je 2019. godine (Srbija, 2009b). Potreba za usvajanjem ovakvog zakona proistekla je iz Sporazuma za stabilizaciju i pridruživanje EU, u cilju usaglašavanja sa evropskom Uredbom (EC) 178/2002. Imajući u vidu da je mleko proizvod koji se dobija mužom zdravih životinja, za ovu namirnicu primenjuju se i odredbe Zakona o veterinarstvu (Srbija, 2005) i Zakona o dobrobiti životinja (Srbija, 2009c). Prema Zakonu o bezbednosti hrane, bezbednost hrane podrazumeva svojstvo hrane da je zdravstveno–higijenski i kvalitativno ispravna za ishranu ljudi, u skladu sa namenom (Srbija, 2005, 2009b).

U Republici Srbiji, u skladu sa propisima EU, usvojeni su opšti i posebni propisi kojima su uređeni uslovi higijene hrane i hrane za životinje poznati pod zajedničkim nazivom „higijenski paket“ ili „paket propisa o higijeni“, kojim je obuhvaćen niz zakonskih propisa kojima se uređuje higijena hrane od nivoa primarne proizvodnje do krajnjeg potrošača (Karabasil et al., 2015). Najvažniji pravilnici kojima se reguliše oblast higijene hrane životinjskog porekla u našoj zemlji su:

a) Pravilnik o uslovima higijene hrane (Srbija, 2010b), koji je usaglašen sa Uredbom (EC) 852/2004 Evropskog Parlamenta i Veća od 29 aprila 2004 o higijeni hrane;

b) Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima, odnosno opštim i posebnim uslovima za higijenu hrane životinjskog porekla, kao i uslovima higijene hrane životinjskog porekla (Srbija, 2011b), koji je usaglašen sa Uredbom (EC) 853/2004 Evropskog Parlamenta i Veća od 24 aprila 2004 kojom su određena specifična pravila za higijenu hrane životinjskog porekla;
c) Pravilnik o načinu i postupku sprovođenja službene kontrole hrane životinjskog porekla i načinu vršenja službene kontrole životinja pre i posle njihovog klanja (Srbija, 2022b), koji je usaglašen sa kasnije povučenom Uredbom (EC) 854/2004 Evropskog Parlamenta i Veća od 24 aprila 2004 kojom se uređuju specifična pravila organizovanja službene kontrole proizvoda životinjskog porekla, koji su namenjeni za ishranu ljudi (Katić & Bulajić, 2018; Šmigić, 2019).

U Republici Srbiji, kao i u zemljama članicama EU, najveću odgovornost za bezbednost hrane snosi subjekat u poslovanju hranom (EU, 2004b; Srbija, 2009b, 2010b). Na nivou primarne proizvodnje, odgovornost snosi proizvođač na gazdinstvu gde se proizvodi sirovo mleko, dok su na nivou prerade odgovorni oni koji prerađuju mleko, što obuhvata gazdinstva za preradu mleka, male mlekare i mlekare velikog kapaciteta. Takođe, odgovornosti za bezbednost hrane podležu i nadležna ministarstva (Ministarstvo, poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede i Ministarstvo zdravlja) i laboratorije (Srbija, 2009b, 2010b).

Preduslovni programi čine skup postupaka koji predstavljaju osnovne uslove i aktivnosti kojima se postižu uslovi za održavanje higijenskog okruženja, neophodnog za proizvodnju bezbedne hrane (Srbija, 2009a; Papademas & Bintsis, 2010; Panghal et al., 2018). U sektoru prerade i proizvodnje hrane ključni preduslovni programi uključuju dobru proizvođačku praksu i dobru higijensku praksu, koje čine osnovu za osiguravanje higijenskih uslova u proizvodnji bezbedne hrane. Pored preduslovnih programa, zakonodavac propisuje i obaveznu primenu sistema analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka za sve subjekte u poslovanju hranom (EU, 2004b; Srbija, 2010b).

HACCP sistem je preventivni pristup koji se zasniva na naučnim saznanjima kojim se identifikuju opasnosti i procenjuju rizici od identifikovanih opasnosti, uspostavljaju odgovarajuće kontrolne mere kako bi se sprečilo da nebezbedna hrana dođe do potrošača i vrši kontinuirano praćenje usaglašenosti sa unapred definisanim granicama. Primena HACCP sistema obavezujuća je za sve proizvođače hrane (izuzimajući nivo primarne proizvodnje) (Srbija, 2010b). Međutim, stroga primena procedura zasnovanih na ovom sistemu nije uvek moguća u sektoru malih proizvođača i reguliše se primenom nacionalnih mera kojima je dozvoljen određeni nivo isključenja, prilagođavanja i odstupanja od opštih i posebnih uslova higijene hrane (Srbija, 2017a), o čemu će kasnije biti više reči.

Jedan od značajnih elemenata sistema bezbednosti hrane, predstavlja i uspostavljanje sistema sledljivosti. On podrazumeva skup podataka vezanih za hranu uključujući lokaciju i sastojke hrane u celom lancu snabdevanja. Primenom principa sledljivosti omogućeni su identifikacija i praćenje proizvoda u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa (Allata et al., 2017).

2.2.2. Uslovi higijene hrane

Uslovi u pogledu okruženja i prostora na kome se nalazi objekat u kome se proizvodi hrana mogu predstavljati potencijalni izvor kontaminacije (Rosengren et al., 2010; Lokuruka, 2016). Uslovi kojima se postiže bezbednost hrane se odnose na infrastrukturne uslove i konstrukcione karakteristike trajnih, pokretnih i privremenih objekata u kojima se obavljaju različite faze proizvodnje, prerade i prometa hrane. Takođe, zakonodavac je predvideo i uslove koji se moraju postići tokom prevoza hrane. Bezbednost hrane postiže se i ispunjenošću higijenskih uslova vezanih za opremu, upravljanjem otpadom, snabdevanjem vodom, ličnom higijenom lica koja rukuju hranom, omotavanjem i pakovanjem hrane, termičkom obradu i obukom zaposlenih (Srbija, 2010b).

Uređenje objekta u pogledu konstrukcije i rasporeda treba da omogući primenu dobre higijenske prakse i zaštitu od kontaminacije. Objekti moraju da budu povezani na odgovarajuće infrastrukturne

mreže (saobraćajnice, strujna mreža, snabdevanje vodom), obraća se pažnja na lokaciju objekta u pogledu ruže vetrova, postojanja klizišta, podzemnih voda, blizine drugih industrijskih objekata, deponija i sl. Takođe, kapacitet objekta mora da omogući rukovanje i skladištenje hrane u odgovarajućem temperaturnom režimu. Značajno je da se objekat prilagodi obimu i vrsti poslova koji se obavljaju obezbeđivanjem zasebnih prostorija za određene aktivnosti ili vremenskim razdvajanjem operacija koje se obavljaju u istoj prostoriji. U objektima mora da postoji odgovarajući broj toaleta koji ne smeju da budu otvoreni direktno prema prostorijama u kojima se rukuje hranom i imaju obezbeđenu tekuću vodu odgovarajućeg kvaliteta. Neophodno je da postoji dovoljan broj opreme za održavanje higijene ruku sa obezbeđenom toplom, hladnom vodom, sredstvima za higijenu ruku. Objekti moraju da imaju odgovarajuće prirodno ili veštačko osvetljenje koje treba da bude ujednačenog intenziteta, koje ne izaziva zagrevanje, lako se održava u pogledu higijene da ne bi predstavljalo izvor kontaminacije, zatim dovoljan broj garderoba, odgovarajući sistem otpadnih voda kojim se postiže da voda teče iz čistog u nečisti deo, nikako obrnuto pri čemu se koriste odgovarajući nagibi podova, slivnici kojima se sprečava povraćaj vode ili neprijatnih mirisa (Srbija, 2009a, 2010b).

Prostorije u kojima se rukuje sa hranom moraju da budu tako raspoređene da je moguće primenjivati dobru higijensku praksu i zaštitu hrane od kontaminacije tokom i između postupaka. U tom smislu podovi i zidovi treba da budu od materijala koji se lako čiste, održavaju i dezinfikuju. Dobra drenaža podova je neophodna i postiže se upotrebom nepropusnih, neotrovnih materijala koji ne upijaju i sa odgovarajućim nagibom. Na zidove mogu da se postave pločice, vodootporne boje ili plastične ploče. Plafoni ili ako nema plafona, unutrašnja površina krova, ne smeju da nakupljaju nečistoće, posebno plesni i kondenzat, što se može postići upotrebom plastičnih obloga ili obloženog betona. Prozori takođe ne smeju da zadržavaju prljavštinu, a ako se otvaraju dozvoljeno je otvaranje prema spoljašnjoj sredini uz postavljanje zaštitnih mreža, ako je to potrebno, da bi se sprečio ulazak insekata i moraju da se lako skidaju da bi se očistili. Sve površine u prostorijama gde se manipuliše hranom, moraju da budu od glatkog, perivog i netoksičnog materijala koji je otporan na koroziju, lako se čisti, pere i dezinfikuje, osim ako se ne dokaže da mogu i drugi materijali da se koriste. Na ovim površinama ne smeju da postoje oštećenja, pukotine, spojevi i uglovi ne smeju da budu oštri (najčešće se koriste nerđajući čelik, polimeri) (Srbija, 2009a, 2010b; EHEDG, 2018).

Bezbednost hrane zavisi i od uslova koji postoje tokom transporta (Sharma et al., 2019). Zato konstrukcija prevoznog sredstva treba da omogući adekvatno čišćenje i po potrebi dezinfekciju, da bi se smanjio rizik od kontaminacije. Hrana mora da bude smeštena na odgovarajući način u zavisnosti od vrste hrane i ako je potrebno održava se odgovarajući temperaturni režim koji može da se prati. Dozvoljeno je da se istim prevoznim sredstvom prevoze različite vrste hrane, ali je neophodno da budu dobro razdvojene. Između pojedinih faza utovara mora da se sprovede postupak čišćenja. Hrana koja je neupakovana i u velikoj količini (tečna, granulirana ili u prahu prevozi se cisternama, kontejnerima koji su namenjeni samo za prevoz hrane i obeleženi su trajno i vidljivo da služe za hranu ili oznakom „SAMO ZA HRANU“ (Srbija, 2009a, 2010b).

Otpad od hrane, nejestivi sporedni proizvodi i ostali otpaci moraju da se što je brže moguće uklone iz prostora i prostorija u kojima se rukuje hranom da bi se smanjio rizik od kontaminacije. Otpad se odlaže u odgovarajuće kontejnere koji mogu da se zatvore. Kontejneri moraju da budu smešteni u odgovarajućem prostoru koji je zaštićen od ulaska životinja i koji može da se održava u čistom stanju. Oni moraju da budu napravljeni od pogodnih materijala, bez oštećenja, oštrih unutrašnjih ivica da bi se mogli higijenski održavati (Srbija, 2009a, 2010b). Uklanjanje otpada sprovodi se u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom (Srbija, 2023c).

Jedna od najznačajnijih higijenskih mera koja treba da bude ispunjena u poslovanju hranom životinjskog porekla je održavanje odgovarajuće temperature u lancu hrane, odnosno ispunjavanje uslova u pogledu temperature hrane i održavanje hladnog lanca (Srbija, 2010b; Perveen et al., 2011; Fusco et al., 2020). Uticaj temperaturnih režima na hranu ogleda se u inaktivaciji i redukciji prisutne mikrobiote primenom termičke obrade (Shamloo et al., 2019), kao i sprečavanjem rasta i

razmnožavanja prisutne mikrobiote održavanjem temperature hlađenja (Mercier et al., 2018). Takođe, neodgovarajuće održavanje hladnog lanca ima uticaja na bezbednost i kvalitet hrane i skraćivanje roka upotrebe proizvoda (Ndraha et al., 2018).

Voda koja dolazi u kontakt sa hranom i koja se ugrađuje u hranu mora da ispunjava odredbe pravilnika koji se odnosi na vodu za piće (Srbija, 2019a). U industriji hrane dozvoljeno je i korišćenje vode koja se označava kao čista voda koja ne sadrži mikroorganizme ili štetne materije, ali se ne može kvalifikovati kao voda za piće i koja se koristi za potrebe gašenja požara, hlađenje, proizvodnju pare pri čemu mora da bude u odvojenom cevovodu i da na jasan način bude obeležena pri čemu ne sme da dolazi do mešanja vode za piće i čiste vode. Led koji dolazi u kontakt sa hranom mora da bude proizveden od vode za piće, a led koji se koristi za hlađenje može da bude napravljen od čiste vode. Para koja je u neposrednom kontaktu sa hranom ne sme da sadrži štetne materije ako se hrana obrađuje toplotom u hermetički zatvorenim kontejnerima. Voda koja se koristi za hlađenje nakon termičke obrade (npr. u pasterizatorima) ne sme da predstavlja izvor kontaminacije. Snabdevanje vodom može da se odvija iz javnog vodovoda ili iz sistema sopstvenog snabdevanja, pri čemu je neophodno redovno kontrolisati vodu (Srbija, 2009a, 2010b, 2019a).

Osobe koje rukuju hranom imaju značajnu ulogu u prevenciji kontaminacije hrane (Lee et al., 2017), ali istovremeno ove osobe mogu da bude i izvor kontaminacije. Poznato je da su epidemije patogenim mikroorganizmima nastajale usled neadekvatne higijene ruku zaposlenih ili njihovog neodgovarajućeg zdravstvenog stanja (Greig et al., 2007; Young et al., 2018). Da bi se osigurali uslovi higijene hrane kojima se postiže proizvodnja bezbedne hrane lična higijena i zdravlje zaposlenih koji rukuju hranom regulisani su zakonskim propisima (Srbija, 2010b, 2017b). Lica koja rukuju hranom dužna su da vode računa o higijeni, nose čistu odeću, nije dozvoljeno nošenje nakita i sl., kao ni pušenje, unošenje hrane i pića u proizvodne pogone. Zaposleni moraju da budu zdravi, ne smeju da imaju ozlede, kožne infekcije, boluju od bolesti koja može da se prenese hranom (kao na primer dijareja, povraćanje, žutica). Za zaposlene u subjektima koji posluju hranom obavezan je zdravstveni pregled čiji rezultati se upisuju u sanitarnu knjižicu (Srbija, 2017b).

Pravilnikom o uslovima higijene hrane takođe je predviđeno da zaposleni moraju da budu upućeni ili obučeni za poslove higijene hrane, kao i da lica koja su odgovorna za sprovođenje HACCP sistema budu obučena za primenu tih principa pri čemu svi programi obuke moraju da budu usklađeni sa važećim propisima (Srbija, 2009a, 2010b).

2.2.3. Uslovi higijene hrane u sektoru malih proizvođača

Brojne studije pokazuju da se proizvođači hrane proizvedene tradicionalnim postupcima suočavaju sa različitim poteškoćama vezanim za uspostavljanje uslova higijene hrane (Le et al., 2014; Buckley, 2015; Dubrova Mateva et al., 2015; Ceballos et al., 2020). Da bi se ove poteškoće savladale, u našoj zemlji je 2017. godine donet Pravilnik o malim količinama primarnih proizvoda koje služe za snabdevanje potrošača, području za obavljanje tih delatnosti, kao i odstupanja koja se odnose na male subjekte u poslovanju hranom životinjskog porekla (Mali pravilnik) (Srbija, 2017a). Ovim pravilnikom su bliže propisani uslovi kojima se dozvoljava određeni nivo isključenja, odstupanja i prilagođavanja od opštih i posebnih uslova higijene hrane u pogledu infrastrukture i opreme, kao i vođenja odgovarajuće dokumentacije pod uslovom da ovakva prilagođavanja ne utiču na bezbednost krajnjeg proizvoda. Takođe, ministarstvo nadležno za poslove poljoprivrede je 2019. godine objavilo Vodič za proizvodnju i preradu mleka u objektima malog kapaciteta, koji može da se koristi kao pomoćna literatura radi lakšeg razumevanja i primene zakonskih zahteva (Srbija, 2019c).

U sektoru proizvođača i prerađivača mleka čiji je obim proizvodnje mali mogu se identifikovati dve vrste malih subjekata u proizvodnji hrane, i to prerada u domaćinstvu i male mlekare. Proizvodnja i/ili prerada malih količina primarnih proizvoda može da se obavlja na domaćinstvu, koji se na zahtev proizvođača, registruju upisivanjem u Registar objekata bez prethodne provere ispunjenosti veterinarsko–sanitarnih uslova, odnosno opštih i posebnih uslova za higijenu hrane životinjskog

porekla (Srbija, 2017a, 2019b). Ipak, zakonodavac propisuje da se službena kontrola mora obaviti prilikom prvog dolaska nadležne komisije veterinarske inspekcije kako bi se proverila usklađenost objekta i opreme sa propisanim uslovima, kao i obavezna dokumentacija (Srbija, 2019c).

Značajno je da se napomene da je na registrovanom gazdinstvu dozvoljena isključivo prerada sirovog mleka koje je na tom domaćinstvu i proizvedeno. Količina sirovog mleka koja može da se preradi u domaćinstvu je 200 litara nedeljno. Tako proizvedeni proizvodi prodaju se direktno krajnjem potrošaču u domaćinstvu ili na lokalnoj pijaci, lokalnom maloprodajnom objektu ili domaćoj trpezi (pružanje ugostiteljskih usluga u uslovima domaće radinosti ili seoskog turizma). Proizvođač može da proizvede i veću količinu sirovog mleka, ali maksimalna proizvedena količina ne sme da bude viša od 400 litara, od čega 200 litara sirovog mleka može da se distribuira u kratkom lancu snabdevanja potrošača (Srbija, 2017a). Odstupanja u pogledu količine proizvedenog i/ili prerađenog mleka, kao i područja na kome je dozvoljen promet ovih proizvoda isključuju fleksibilne postulate Pravilnika (Srbija, 2017a) i tada se primenjuju strožiji principi definisani propisima kojima se regulišu oblasti veterinarstva i bezbednosti hrane (Srbija, 2005, 2009b).

Uslovi koje objekat za preradu mleka na gazdinstvu treba da ispuni podrazumevaju postojanje prostora za preradu smeštenog odvojeno od prostora u kome se nalaze životinje. Prostorije, oprema i pribor koji se koriste za potrebe prerade sirovog mleka ne smeju istovremeno da se upotrebljavaju za potrebe stambenog dela domaćinstva. U pogledu broja prostorija nije neophodno da se različite operacije obavljaju u različitim prostorijama, ali moraju da se vremenski razdvoje. U objektu na gazdinstvu potrebno je da postoji prostor za skladištenje u kome se održava hladni lanac. Voda kojom se objekat snabdeva mora da bude kvaliteta vode za piće, radi održavanja higijene objekta, površina i opreme koje dolaze u kontakt sa hranom, kao i pranja ruku zaposlenih (snabdevanje vodom može biti i iz sopstvenih bunara, ako je uslov za kvalitet vode ispunjen). S tim u vezi najmanje u neposrednoj blizini prostorije za preradu neophodno je da postoji oprema za pranje ruku. Manipulacije koje se odnose na pranje, čišćenje, dezinfekciju i čuvanje posuđa, pribora i opreme mogu da se obavljaju u proizvodnom prostoru. Kućni toalet i prostor za presvlačenje mogu da se koriste ako se nalaze u neposrednoj blizini prostorije za preradu. Čuvanje gotovih proizvoda i sirovog mleka može da se obavlja u istoj komori za hlađenje pod uslovom da su fizički odvojeni (u odgovarajućim sudovima) čime se sprečava kontaminacija iz okoline ili unakrsna kontaminacija (Srbija, 2017a).

Drugu vrstu malih proizvođača čine male mlekare u kojima se prerađuje mleko proizvedeno na tom gazdinstvu i/ili sakuplja i prerađuje mleko lokalnih proizvođača. Mala mlekara predstavlja objekat za preradu sirovog mleka koji mora biti odobren i registrovan u Registru odobrenih objekata, odnosno male mlekare podležu prethodnom utvrđivanju ispunjenosti opštih i posebnih uslova higijene hrane (Srbija, 2010b, 2011b, 2019b). Mala mlekara u skladu sa Pravilnikom, nedeljno može da preradi do 5000 litara mleka i 250 000 litara mleka godišnje, pri čemu prodaja proizvoda može da se obavlja na teritoriji Republike Srbije (Srbija, 2017a). Uslovi koje objekat za preradu sirovog mleka (Mala mlekara) treba da ispuni su:

a) Postojanje prostora i opreme za prijem sirovog mleka;

b) Može da se koristi isti ulaz/izlaz za sirovinu, ambalažu, gotov proizvod, sporedni proizvod;

c) Nije neophodno da postoje odvojene prostorije za različite tehnološke faze u proizvodnji, ali je neophodno vremensko razdvajanje ovih postupaka, a između dve različite tehnološke faze obavezno se sprovedi postupak čišćenja, pranja i dezinfekcije. Takođe, dozvoljeno je i da se u istoj prostoriji obavljaju operacije narezivanja, umotavanja, pakovanja gotovog proizvoda, ali samo pod uslovom vremenskog razdvajanja i postojanja procedure kojom se dokazuje da su preduzete sve mere kojim je sprečena unakrsna kontaminacija;

d) U istom prostoru mogu da se čuvaju i sirovina i gotov proizvod, ali moraju biti odvojeni/izdvojeni međusobno da ne može da dođe do kontaminacije. Sporedni proizvodi

mogu da budu skladišteni u istom prostoru, ali je neophodno njihovo fizičko izdvajanje u smislu da su upakovani i zatvoreni i jasno obeleženi kao sporedni proizvodi;

e) U istom proizvodnom prostoru mogu da se vrše i operacije čišćenja, pranja i dezinfekcije opreme, posuđa i pribora po završetku proizvodnih operacija i sprečavanju kontaminacije gotovog proizvoda;

f) Ambalaža, sredstva za čišćenje, pranje i dezinfekciju moraju da budu smeštena unutar kruga objekta ali nije neophodno da bude u samom objektu za proizvodnju;

g) Potrebno je da postoji jedna garderoba za presvlačenje radnika i najmanje jedan toalet gde postoji i oprema za pranje i dezinfekciju ruku (Srbija, 2017a).

Zakonodavac je predvideo da proizvodi proizvedeni u domaćinstvima moraju da budu na vidljiv način i jasno obeleženi, a oznaka mora da sadrži podatke o proizvođaču i objektu, nazivu proizvoda, datumu proizvodnje, roku upotrebe i uslovima čuvanja proizvoda. (Srbija, 2017a). Mali proizvođač je takođe dužan da vodi evidenciju o podacima vezanim za datum muže i dnevnu količinu proizvedenog i prerađenog sirovog mleka, uslovima skladištenja proizvoda, podatke o isporuci proizvoda krajnjem kupcu i količini i načinu upotrebe sporednih proizvoda (na primer surutke) (Srbija, 2019c).

Odstupanja u pogledu samokontrole u malim mlekarama takođe su određena propisom (Srbija, 2017a). Samokontrola malog subjekta u proizvodnji podrazumeva postojanje sledeće dokumentacije:

a) Praćenje uslova higijene hrane;
b) Temperatura procesa proizvodnje;
c) Kriterijumi bezbednosti i kvaliteta hrane;
d) Preduzete korektivne mere.

Malim proizvođačima omogućena je fleksibilnost u frekvenciji laboratorijskih ispitivanja sirovog mleka i proizvoda. Uzimanje uzoraka vrši se najmanje dva puta godišnje ili jednom u proizvodnoj sezoni, ako bezbednost proizvoda time nije narušena. U slučaju da se dobije nezadovoljavajući rezultat, primenjuju se odgovarajuće korektivne mere o kojima mora da postoji dokumentacija i uzorkovanje se ponavlja sve do dobijanja prihvatljivih rezultata. Jednom u četiri meseca vrši se uzorkovanje sirovog mleka na ukupan broj bakterija i broj somatskih ćelija, za područja gde postoje geografska ograničenja obavezno je uzorkovanje sirovog mleka na ukupan broj mikroorganizama i broj somatskih ćelija pre sezonskog kretanja životinja sa jednog na drugo područje ispaše (Srbija, 2017a).

Obezbeđivanje uslova kojima se postiže bezbednost hrane u sektoru malog obima poslovanja hranom u najvećoj meri oslanja se na primenu dobre higijenske i dobre proizvođačke prakse, ali i primeni HACCP sistema koje su specifične za proizvodnju određenog proizvoda (Karabasil et al., 2018). Ipak primena principa HACCP u ovom sektoru nije uvek u potpunosti neophodna (Panisello & Quantick, 2001), jer u određenim slučajevima analiza opasnosti može da pokaže da nema potrebe za određivanjem kontrolnih tačaka i da se uslovi bezbednosti hrane mogu postići adekvatnom primenom preduslovnih programa (De Boeck et al., 2020), što je predviđeno i zakonskim propisima (Ceballos et al., 2020). Fleksibilnost u primeni principa HACCP sistema zavisi od vrste i obima proizvodnje subjekta u proizvodnji hrane (EC, 2022).

Kao što je napomenuto, ispunjenost uslova higijene hrane neophodna je i tokom prevoza hrane. Mali prerađivači mleka su zakonski obavezni da namirnice transportuju u adekvatnim higijenskim uslovima i temperaturnom režimu. Mali pravilnik dozvoljava odstupanja od održavanja hladnog lanca u slučajevima kada vreme trajanja prevoza ne prelazi dva sata (Srbija, 2017a).

Većina malih proizvođača predstavljena je porodičnim poslovanjem koje uključuje veoma mali broj zaposlenih koje najčešće čine članovi porodice (Taylor, 2001; Rosengren et al., 2010). Tradicija koja se prenosi kroz porodični posao čini da se mali proizvođači, iako imaju iskustva u pogledu

proizvodnje svojih proizvoda (Karabasil et al., 2018), često suočavaju sa izazovima kao što su niži nivo obrazovanja (Rosengren et al., 2010) i nedostatak znanja o bezbednosti hrane (Baş et al., 2006a; Karaman, 2012). U ovoj vrsti poslovanja, većina aktivnosti koje se sprovode uglavnom je ograničena na jednog člana porodice, što ne ostavlja mnogo vremena i mogućnosti za obavljanje drugih poslova koje iziskuje implementacija preduslovnih programa i HACCP sistema (Taylor, 2001).

Ograničene mogućnosti za angažovanje stručnih lica, takođe doprinose problemu, jer mali proizvođači često nemaju pomoć u tumačenju složenih zakonskih zahteva (Taylor, 2001; Walker E. et al., 2003). Brojne studije ističu nedostatak vremena i novca kao glavne prepreke prilagođavanju zahtevima regulatornih propisa o bezbednosti hrane (Taylor & Kane, 2005; Baş et al., 2006a; Fotopoulos et al., 2009; Karaman et al., 2012; Le et al., 2014; Machado & Cutter, 2017). Takođe, mali proizvođači često smatraju da nema potrebe za uvođenjem promena u postojeće procedure, jer se godinama bave proizvodnjom „bezbednih proizvoda" (Panisello & Quantick, 2001). Međutim, jasno se vide pozitivni efekti obuka proizvođača i drugih radnika u oblasti hrane na uspešnost u implementaciji preduslovnih programa i HACCP sistema u cilju smanjenja kontaminacije (Karaman, 2012; Domenech et al., 2013; Carrascosa et al., 2016), o čemu će kasnije biti više reči.

Osim toga, dobro izgrađeni i struktuirani objekti i oprema koja je u skladu sa zahtevima (Srbija, 2010b) predstavljaju neophodan preduslov u zaštiti hrane od kontaminacije, lakšem i efikasnijem održavanju higijene i kontroli štetočina (Baş et al., 2007; Domenech et al., 2013). Nedostatak ispunjenosti uslova vezanih za opšte uslove higijene hrane i preduslovne programe identifikovani su kao najslabije karike u lancu u različitim istraživanjima (Panisello & Quantick, 2001; Costa Dias et al., 2012; Karaman, 2012; Cusato et al., 2013; Barría et al., 2020).

Pravilna i potpuna implementacija sistema za osiguranje bezbednosti hrane zahteva vođenje odgovarajuće dokumentacije (Srbija, 2010b, 2017a). Nedostatak pisanih procedura, vođenje i čuvanje odgovarajuće dokumentacije spominju se kao najčešće neusaglašenosti u istraživanjima sprovedenim u Čileu (Barría et al., 2020), Brazilu (Cusato et al., 2013), Ujedinjenom Kraljevstvu (Taylor, 2001; Taylor & Kane, 2005) i drugim zemljama (Panisello & Quantick, 2001), kao i prepreka za uspostavljanje ovog sistema u sektoru malih proizvođača (Le et al., 2014).

Iako su neki autori izrazili stav da su zakonski zahtevi u sektoru malih proizvođača suvišni, smatrajući da manja proizvodnja nosi manji rizik po bezbednost hrane (Holloway & Kneafsey, 2000; Paxson, 2008), većina stručnjaka se slaže da se uvođenjem i primenom preduslovnih programa i HACCP sistema mogu poboljšati poverenje potrošača, usaglašenost sa zakonskim zahtevima, smanjenje rizika od trovanja hranom i olakšati inspekcijski nadzor (Taylor, 2001; Baş et al., 2007; Le et al., 2014; Machado & Cutter, 2017; Ceballos et al., 2020). Kvalitet i bezbednost proizvoda od mleka direktno zavise od ispunjenosti uslova higijene hrane na mestu proizvodnje (Carrascosa et al., 2016). U istraživanjima sprovedenim u Španiji i Brazilu utvrđeno je da primena dobre proizvođačke prakse i higijenske prakse utiče na smanjenje nivoa prisutne mikrobiote u proizvodima i radnom okruženju (Costa Dias et al., 2012; Carrascosa et al., 2016). Slično, nezavisna studija sprovedena u Brazilu pokazala je pozitivan uticaj implementacije sistema za osiguranje bezbednosti hrane u proizvodnji jogurta u pogledu značajnog smanjenja nivoa kontaminacije u krajnjem proizvodu (Cusato et al., 2013) i poboljšanje mikrobiološkog kvaliteta sirovog mleka na farmama za proizvodnju sireva (D'Amico & Donnelly, 2010). U istraživanju koje je sprovedeno u Švedskoj utvrđena je značajna povezanost između primene dobre higijenske i dobre proizvođačke prakse na farmama i kvaliteta i bezbednosti proizvoda od mleka (Rosengren et al., 2010). Takođe, rezultati istraživanja sprovedeni u jednoj mlekari u Republici Srbiji pokazali su pozitivne efekte primenjenog sistema kojim se osigurava bezbednost hrane na mikrobiološki kvalitet sirovog i pasterizovanog mleka (Šmigić et al., 2012).

U literaturi je dostupno veoma malo podataka o proizvodnji proizvoda od mleka u sektoru malih proizvođača u Republici Srbiji. Skorašnje istraživanje pokazalo je da mali proizvođači uglavnom imaju registrovana poljoprivredna gazdinstva, koja nisu u potpunosti prilagođena zahtevima za preradu mleka na gazdinstvima (Miloradović et al., 2024). U ovom sektoru najčešće se proizvode beli

sirevi u salamuri i kajmak uglavnom od mleka koje je proizvedeno na tom gazdinstvu. Proizvodnja se najčešće obavlja u kuhinjama, posebnim prostorijama u okviru stambenog objekta, ili u posebnom objektu na gazdinstvu. U većini gazdinstava koristi se kuhinjska oprema i posuđe, a za održavanje higijene koristi se komercijalno dostupna kućna hemija. Poseban značaj ima činjenica da su beli sirevi u salamuri i sveži sir proizvedeni od sirovog mleka često zastupljeni u asortimanu proizvoda malih proizvođača što povećava rizike po zdravlje potrošača, pogotovo ako se ima u vidu da u našoj zemlji ne postoji zakonska obaveza označavanja i posebnog deklarisanja proizvoda proizvedenih od sirovog mleka. Takođe, većina proizvođača sireva u salamuri, svežih sireva i kajmaka ne deklariše proizvode u skladu sa propisom (Miloradović et al., 2024). Iz prethodno spomenutog, može da se zaključi da i pored fleksibilnih mera predviđenih pravilnikom (Srbija, 2017a), postoje određene prepreke za uspostavljanje sistema bezbednosti hrane među malim proizvođačima.

2.2.4. Promet proizvoda od mleka na zelenim pijacama

U kratkom lancu proizvodnje i distribucije proizvoda od mleka, mali proizvođači koji su najčešće i prodavci svojih proizvoda, odgovorni su za ispunjenost uslova bezbednosti hrane. Vreme koje protekne do isporučivanja proizvoda krajnjem potrošaču utiče kako na kvalitet tako i na bezbednost (Lokuruka, 2016), pa se zato promet proizvoda od mleka sa gazdinstava obavlja na lokalnom području (Srbija, 2017a). Na pijacama se često uspostavlja dobra komunikacija i veza između prodavaca i potrošača zasnovana na poverenju koje se prenosi sa generacije na generaciju, a direktna prodaja proizvoda potrošačima omogućava da se stekne uvid u zahteve i potrebe potrošača (Black, 2005; Petković & Užar, 2020).

Smatra se da su zelene pijace objektivna nužnost poljoprivrede Republike Srbije sa potencijalom dugog opstanka. Dominirajuće učešće imaju u prometu povrća (prosek za 5 godina -76,32%), proizvoda od mleka (prosek za 5 godina -19,01%), voća i grožđa (prosek za 5 godina -39,01%), dok je kod drugih grupa proizvoda zanemarujuće (Miljković & Alčaković, 2015). Kvalitet proizvoda i podrška lokalnim proizvođačima predstavljaju važne faktore za potrošače, kada prosuđuju o razlozima kupovine na ovakvim mestima prodaje (Yu H. et al., 2017). U našoj zemlji prodaja namirnica životinjskog porekla uključujući i proizvode od mleka proizvedenih na gazdinstvima i malim objektima obavlja se u specijalizovanim delovima pijaca koji mogu biti organizovani kao „mlečne hale“ (zatvoreni objekti) ili kao izdvojeni otvoreni prostori na pijacama koji su prilagođeni rukovanju sa hranom životinjskog porekla (prisustvo nadstrešnica, postojanje rashladnih uređaja i sl.). Ova mesta prodaje proizvoda od mleka nalaze se u nadležnosti lokalnih samouprava, a uslovi bezbednosti hrane postižu se primenom odgovarajućih propisa (Srbija, 2010b, 2011b) i odnose se na higijenu okruženja oko prodajnog prostora, unutrašnju konstrukciju zatvorenih objekata, kao i održavanje hladnog lanca.

Imajući u vidu činjenicu da u lancu hrane kontaminacija može da nastupi u bilo kojoj fazi, uključujući i prodaju (Boatemaa et al., 2019), moguće je reći da pijace predstavljaju mesta povećanog rizika imajući u vidu da se na njima mogu naći različite vrste hrane, kao što su proizvodi od mleka, mesa, ribe, itd. (Sirsat et al., 2015). Unakrsna kontaminacija proizvoda na pijacama može da nastupi zbog nepravilnog rukovanja hranom, korišćenja kontaminirane opreme, neodgovarajuće lične higijene prodavaca, itd. (Greig et al., 2007; Behnke et al., 2012; Monammad et al., 2020). Ispunjenost uslova higijene hrane na pijacama je teško kontrolisati (Black, 2005), jer su to mesta kroz koja dnevno prođe veliki broj ljudi, vrši se promet različitih vrsta prehrambenih i drugih vrsta proizvoda, stvara se velika količina otpada, kao i da postoji direktan uticaj uslova spoljašnje sredine.

Iako su podaci o ispunjenosti uslova higijene hrane na mestima prodaje hrane životinjskog porekla na pijacama veoma oskudni, kako u našoj zemlji, tako i globalno, važno je razmotriti postojeće informacije o higijeni i bezbednosti hrane tokom distribucije poljoprivrednih proizvoda. U ovom kontekstu, pažnju treba posvetiti uslovima higijene hrane koji prate prodaju hrane na privremenim prodajnim mestima (engl. farmers' markets), koja su karakteristična za područje SAD, Velike Britanije, Irske, Kanade. Ove lokacije često nude proizvode lokalnih proizvođača i predstavljaju

značajan kanal za distribuciju hrane životinjskog porekla. Ovo su privremena mesta prodaje najčešće sezonskog karaktera, i njihov broj se povećava poslednjih decenija (Behnke et al., 2012; Pollard et al., 2016). Ova tržišta imaju prilagođene propise koji regulišu promet hrane, omogućavajući određena odstupanja u odnosu na trajne prodajne objekte. Ipak, promet visoko rizičnih proizvoda kao što su sirovo mleko, razne vrste sireva i drugi lako kvarljivi proizvodi zahteva dozvole nadležnih inspekcija, odgovarajuće obeležavanje proizvoda i uspostavljanje uslova higijene hrane kako bi se zaštitilo zdravlje potrošača (USA, 2021).

Brojne studije su imale za predmet istraživanja higijenske prakse i kvalitet proizvoda na farmerskim pijacama (Teng et al., 2004; Behnke et al., 2012; Harrison et al., 2013), otkrivajući da su najveći nedostaci povezani sa nedovoljnim poznavanjem bezbednosti hrane i nedostatkom formalnih obuka lokalnih proizvođača i prodavaca (Harrison et al., 2013; Sirsat et al., 2015; Monammad et al., 2020). Takođe, infrastruktura često ne ispunjava osnovne zahteve neophodne za održavanje higijene ruku, zaštitu od kontaminacije i održavanje hladnog lanca (Monammad et al., 2020). Takođe, u studiji sprovedenoj u tri savezne američke države utvrđeno je da oko polovine proizvođača hrane ne sprovodi dezinfekciju površina koje dolaze u kontakt sa hranom, a svega 33% čisti kontejnere za transport hrane između dve upotrebe (Harrison et al., 2013), što povećava mogućnosti za kontaminaciju hrane. Opservaciona studija sprovedena na farmerskim pijacama u Kanadi pokazala je da se prodavci sireva na otvorenim tržištima suočavaju sa nedostatkom odgovarajućih uslova za rukovanje ovim visoko rizičnim proizvodima zbog nedostatka rashladnih jedinica i mogućnosti za zaštitu od unakrsne kontaminacije. Iako su radne površine bile vidljivo čiste i napravljene tako da se lako čiste i održavaju, prodavci su primenjivali nezadovoljavajuće prakse tokom rukovanja hranom, uključujući odsustvo korišćenja zaštitne opreme (Teng et al., 2004).

Loša lična higijena i sanitarni uslovi u rukovanju hranom predstavljaju kritične faktore rizika za bezbednost hrane (Bartlett, 2004), stoga je obezbeđivanje obuka prodavaca ključno za poboljšanje bezbednosti proizvoda (Sirsat et al., 2015; Monammad et al., 2020). Priprema vodiča za primenu dobre higijenske prakse na farmerskim pijacama može značajno doprineti smanjenju rizika (Worsfold et al., 2004). U istraživanju sprovedenom u Teksasu ispitivani su uslovi na otvorenim tržištima u pogledu: 1) dostupnosti vode za pranje ruku ili proizvoda, 2) opšte bezbednosti hrane na pijaci, 3) ponašanja i higijene prodavaca i 4) metoda transporta (Norwood et al., 2019). Na osnovu rezultata opservacione studije razvijeni su edukativni materijali koji naglašavaju važnost održavanja higijene i pravilnog rukovanja hranom, čime se poboljšava bezbednost hrane na ovim tržištima (Norwood et al., 2019). Na zelenim pijacama, farmerskim marketima i u prodaji ulične hrane, gde se uglavnom prodaje neupakovana hrana, izvori kontaminacije uglavnom su vezani za okruženje, pribor koji se koristi, osoblje (Little et al., 2008; Tsaloumi et al., 2021). Istraživanja pokazuju da rizik od nastanka listerioze usled konzumiranja neupakovanih proizvoda spremnih za konzumiranje je skoro pet puta veći nego kod prethodno upakovanih proizvoda (Endrikat et al., 2010). Dnevne fluktuacije zaposlenih, potrošača i promet robe predstavljaju razloge povećanog rizika u maloprodajnim objektima koji se mogu smanjiti pravilnom primenom preduslovnih programa i kontrolom temperature (Lakićević & Nastasijević, 2017). Stoga je od ključnog značaja unaprediti higijenske prakse na mestima prodaje neupakovane hrane kako bi se zaštitilo zdravlje potrošača.

U Poljskoj je ispitana higijena na mestima prodaje sveže ribe, proizvoda od ribe spremnih za konzumiranje i druge vrste proizvoda od ribe kao i plodova mora (Trafialek et al., 2016b). Dobijeni rezultati pokazali su da primena dobrih higijenskih praksi, kao što su čiste radne površine, fizičko odvajanje svežih, obrađenih i proizvoda spremnih za konzumiranje, značajno smanjuju rizik od kontaminacije. Ipak, zabrinutost ostaje zbog održavanja hladnog lanca i neodgovarajuće upotrebe iste opreme bez dezinfekcije između korišćenja. Najniži nivo usaglašenosti po pitanju lične higijene i rukovanja hranom zaposlenih ukazuje na potrebu za dodatnim obukama i jačanjem svesti o bezbednosti hrane (Trafialek et al., 2016b).

Takođe, uslovi higijene koji se odnose na prodaju hrane sa ulice uključujući tezge i kioske (engl. street vended foods) zaslužuju posebnu analizu. Ova vrsta prodaje postaje sve popularnija u urbanim sredinama, a može se primetiti određena sličnost sa prodajnim mestima na otvorenom na pijacama. Ulična prodaja hrane predstavlja važan deo savremenog života, ali istovremeno nosi značajne rizike po bezbednost potrošača, jer prakse rukovanja hranom u ovim okruženjima često su podložne unakrsnoj kontaminaciji. Istraživanja su pokazala da se ulični prodavci hrane suočavaju sa brojim izazovima u održavanju higijenskih standarda, uključujući blizinu čvrstog otpada i neadekvatne sisteme za odvod otpadnih voda, što dovodi do nezadovoljavajućih uslova oko prodajnih mesta. Osim toga, hrana je često izložena insektima, zbog neadekvatnog pokrivanja (Barro et al., 2003), a prodavci koriste lako dostupne komercijalne deterdžente i insekticide bez dovoljno znanja o uticaju na bezbednost hrane, što može izazvati zdravstvene probleme za potrošače. Uobičajena praksa držanja hrane na zemlji u polupokrivenim ili nepokrivenim posudama, dodatno povećava rizik od kontaminacije, dok korišćenje istog pribora za različite vrste hrane doprinosi njihovoj unakrsnoj kontaminaciji (Rakha et al., 2022), uključujući nenamerno unošenje alergena (Añíbarro et al., 2007). U studijama sprovedenim u Južnoj Africi i Etiopiji identifikovani su faktori povećanog rizika za bezbednost hrane, kao što je nedovoljno poznavanje bezbednosti hrane među prodavcima, neusaglašeni infrastrukturni uslovi u objektima za prodaju i nedostatak adekvatnog nadzora od strane nadležnih organa (Bereda et al., 2016; Nkosi & Tabit, 2021).

Prepoznajući socijalni i ekonomski značaj prodaje hrane na ulici, zemlje poput Malezije, Indije i Filipina prilagodile su svoje zakonodavstvo ovoj oblasti (Alamo-Tonelada et al., 2018). Studija sprovedena na Filipinima, imala je za predmet istraživanja sanitarne uslove i prakse prodavaca proizvoda od ribe, kuvanih i pečenih jaja, različitih jela od mesa sa roštilja i lokalnih specijaliteta (Alamo-Tonelada et al., 2018). Rezultati pokazuju da se ova vrsta prodaje hrane odvija u relativno dobrim uslovima higijene, što se nesumnjivo može dovesti u vezu sa postojanjem odgovarajućih zakonskih zahteva. Međutim, autori navode da većina prodavaca nije imala obuku o bezbednosti hrane i nije upoznata sa propisima kojima se reguliše. Ipak, primena zadovoljavajućih higijenskih praksi implicira da se mnogi prodavci oslanjaju na sopstveno znanje i imaju razvijenu svest da održavanje lične i higijene radnog okruženja mogu da smanje rizike po bezbednost hrane, što ne umanjuje značaj preporučenih obuka proizvođača i prodavaca ulične hrane.

2.3. Alati za procenu higijenskih uslova: Kontrolne liste, upitnici i opservacione studije

U lancu hrane „od njive do trpeze" ispunjenost ulova higijene hrane ispituje se pomoću različitih istraživačkih metoda (Redmond & Griffith, 2003; Behnke et al., 2012). U tom smislu razvijeni su alati kojima se vrši procena efikasnosti implementacije sistema za osiguranje bezbednosti hrane u industrijskim (Sampers et al., 2012; Ledo et al., 2020) i zanatskim uslovima proizvodnje proizvoda od mleka (Karaman et al., 2012; Carrascosa et al., 2016), tokom prodaje hrane (Teng et al., 2004; Trafialek et al., 2016b). Često se ispituju znanja i primenjene prakse rukovaoca hranom (Green et al., 2006; Richard et al., 2013; Carrascosa et al., 2016; Alamo-Tonelada et al., 2018; Nkosi & Tabit, 2021), uključujući i potrošače (Redmond & Griffith, 2003; Brewer & Rojas, 2008; Singh A., 2017; Ruby et al., 2019).

U prikupljanju podataka o ispunjenosti uslova higijene mogu da se koriste kvalitativni (nestruktuirani upitnici i istraživanja ciljnih grupa) i kvantitativni (struktuirani upitnici, kontrolne liste i intervjui) alati (Redmond & Griffith, 2003). Metode istraživanja mogu da budu usmerene na samoprijavljene prakse učesnika u lancu hrane (korišćenjem intervjua i upitnika), i opservacione studije (skriveno-diskretno posmatranje i korišćenje struktuiranih kontrolnih lista) (Richard et al., 2013; Zanin et al., 2017; Trafialek et al., 2016b). Prema podacima u istraživanjima vezanim za ulogu potrošača, koji se smatraju poslednjom linijom odbrane u prevenciji bolesti koje se prenose hranom, upitnici i intervjui su najčešće korišćeni alati (Redmond & Griffith, 2003; Singh A., 2017).

Pregled literature pokazuje da ograničavajući činilac u primeni metoda kao što su samoprijavljene prakse može da bude pristrasnost, jer učesnici u istraživanju ponekad preuveličavaju svoje poželjno

ponašanje vezano za određene prakse. Ova preuveličavanja su često u suprotnosti sa rezultatima opservacionih studija koja ispituju ista ponašanja (Green et al., 2006; Behnke et al., 2012). Među ograničenjima opservacionih studija navodi se činjenica da se oslanjaju na vizuelnu percepciju određene aktivnosti (Trafialek et al., 2016b). Takođe, pristrasnost posmatrača se smatra faktorom koji negativno utiče na opservacije (Redmond & Griffith, 2003), zato u studijama učestvuju obučeni posmatrači koji imaju odgovarajući kredibilitet, obrazovanje, stručnost i iskustvo (Richard et al., 2013; Trafialek et al., 2016b). Osim toga, kada se najavi posmatranje određenih aktivnosti, ponašanje posmatrane osobe može da bude promenjeno usled takozvanog „Hautornovog efekta“ (engl. Hawthorne effect) zbog saznanja da se njene aktivnosti posmatraju (Behnke et al., 2012; Norwood et al., 2019). Ovaj efekat se može znatno umanjiti kada se posmatranje ne najavi (Redmond & Griffith, 2003; Behnke et al., 2012) ili kada se koriste drugačiji pristupi (Clayton et al., 2002; Green et al., 2006).

U razvijanju i osmišljavanju pomenutih dijagnostičkih alata od značaja je da se postigne uvid u stvarni efekat primene sistema kojim se osigurava bezbednost hrane, kao i postojeće prakse rukovanja hranom. Iz tog razloga dizajniranje prilagođenih instrumenata kojima se ocenjuju uslovi higijene hrane su od najvećeg značaja (Ledo et al., 2020). Važno je da se utvrde ciljevi istraživanja, odredi struktura upitnika, format i način analize podataka, kao i da se utvrdi pouzdanost i validnost (Singh A., 2017).

Struktura, pitanja i kriterijumi sadržani u upitnicima i kontrolnim listama koji su korišćeni u mnogobrojnim istraživanjima najčešće su prilagođeni zahtevima iznetim u zakonskoj regulativi, preporukama iz vodiča i smernica (Teng et al., 2004; Green et al., 2006; Trafialek et al., 2016b ; Alamo-Tonelada et al., 2018), upotpunjeni prilagođenim pitanjima i kriterijumima iz alata korišćenih u prethodnim studijama (Worsfold et al., 2004; Brewer & Rojas, 2008; Behnke et al., 2012; Carrascosa et al., 2016; Đekić et al., 2018a; Nkosi & Tabit, 2021). Osim toga, u razvijanju ovih dijagnostičkih instrumenata istraživači koriste lična iskustva (Trafialek et al., 2016b), kao i iskustva i znanja inspektora i drugih članova zvaničnih i nadzornih organa (Norwood et al., 2019; Nkosi & Tabit, 2021). Jedan od opšte prihvaćenih modela u oceni efikasnosti sistema kojim se postižu higijenski uslovi u poslovanju hranom jeste ocena znanja, stavova i praksi (engl. Knowledge, Attitudes and Practices, KAP). Brojnim istraživanjima procenjivana su znanja, mišljenja, stavovi i prakse rukovaoca hranom u različitim sektorima poslovanja hranom u Indiji (Anuradha & Dandekar, 2014), Sloveniji (Jevšnik et al., 2008b), Maleziji (Lee et al., 2017), Velikoj Britaniji (Walker E. et al., 2003) i drugim zemljama (Baş et al., 2006b; Karaman, 2012; Le et al., 2014).

Da bi se smanjila mogućnost dobijanja netačnih rezultata istraživanja potrebno je utvrditi pouzdanost i validnost osmišljenih istraživačkih instrumenata. Pouzdanost je definisana kao: „stepen do kog su merenja konzistentna“. Validnost se definiše kao: „mera u kojoj procedura meri ono što treba da meri“. „Adekvatna pouzdanost se smatra preduslovom za validnost i potrebna je da bi se istraživačima dalo poverenje u podatke i sprečilo prikupljanje bezvrednih i obmanjujućih podataka” (Redmond & Griffith, 2003). Dobro dizajniran istraživački alat potrebno je da bude pouzdan i primenljiv pod istim uslovima ispitivanja u ponovljenom istraživanju nakon kratkog vremena, odgovori na slična pitanja treba da budu dosledni, a uslov pouzdanosti ispunjen i kada ih koriste različiti istraživači (Singh A., 2017).

Validnost dijagnostičkih alata najčešće se testira pilot testiranjem/studijom na uzorku manjeg obima. Dobijeni podaci koriste se kao povratne informacije u cilju eventualne modifikacije upitnika/kontrolne liste ili potvrđivanja njihove efikasnosti, i isključuju se iz analize podataka dobijenih u istraživanju (Alamo-Tonelada et al., 2018; Nkosi & Tabit, 2021; Norwood et al., 2019; Ruby et al., 2019).

2.4. Higijenske prakse i znanje rukovalaca hranom

Planiranje odgovarajućih strategija za podsticanje pozitivnih stavova i ponašanja osoba koji rukuju hranom zavisi od postojećih praksi i znanja o bezbednosti hrane (Ledo et al., 2020). Prema definiciji rukovalac hranom je osoba koja se bavi poslovanjem sa hranom ili koja je profesionalno povezana sa njom u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade, pakovanja ili distribucije, uključujući i sirovo mleko za direktnu potrošnju, piće i led (WHO, 1989; Clayton et al., 2002). Sa aspekta bezbednosti hrane, ponašanje ljudi koji rukuju hranom je od suštinskog značaja jer direktno utiče na pojavu bolesti koje se prenose hranom, često zbog primene neodgovarajućih praksi u održavanju lične higijene, higijene opreme, temperature hrane spremne za konzumiranje, itd. (Green et al., 2006; Zanin et al., 2017). Osobe koje imaju kontakt sa hranom mogu da budu i asimptomatski nosioci patogena, što može da dovede do kontaminacije hrane (Scavia et al., 2008).

Prema preporukama Codex Alimentarius–a (WHO, 2013) osobe koje rukuju hranom moraju da imaju odgovarajuća znanja i veštine u poslovanju hranom, kao i razvijenu svest o svojoj ulozi u obezbeđivanju bezbednosti hrane. U našoj zemlji propisi takođe naglašavaju važnost obuka za postizanje uslova higijene hrane (Srbija, 2010b). Poznavanje uslova bezbednosti hrane pozitivno utiče na primenjenu praksu, ali u velikoj meri zavise i od stavova rukovaoca hranom (Ko, 2013). S obzirom na to, obuke su neophodne kako bi se povećala svest radnika o opasnostima vezanim za bezbednost hrane i unapredile veštine u vezi sa bezbednošću hrane (Karaman, 2012).

Iako obuke mogu pozitivno da utiču na znanje o bezbednosti hrane, one nisu uvek praćene i pozitivnom promenom u ponašanju tokom rukovanja hranom (Baş et al., 2006b; Jevšnik et al., 2008b; Anuradha & Dandekar, 2014). Negativni stavovi prema bezbednosti hrane (Jevšnik et al., 2008b), kao i „efekat plafona" (engl. ceiling effect) koji nastaje kada obuke nisu efikasne zbog prethodnog znanja učesnika (Richard et al., 2013; Machado et al., 2017), mogu ograničiti njihov uticaj. Sociodemografski činioci kao što su nivo obrazovanja, starost i drugi društveni faktori mogu da utiču na znanje i stavove povezane sa bezbednošću hrane i potrebno ih je uzeti u obzir kako bi došlo do promene u ponašanju rukovaoca hranom (Clayton et al., 2002; Green et al., 2006; Anuradha & Dandekar, 2014).

Utvrđen je nedostatak osnovnih znanja o bezbednosti hrane koji utiču na pojavu neodgovarajućih praksi u rukovanju hranom (Baş et al., 2006b), posebno u poslovanju hranom u objektima sa malim brojem zaposlenih (Walker E. et al., 2003). Takođe, istraživanja pokazuju da rukovaocima hranom često nedostaju osnovna znanja o bezbednosti hrane, jer na primer smatraju da se na osnovu senzornih svojstava hrane može utvrditi da li je hrana kontaminirana bakterijama koje izazivaju bolesti koje se prenose hranom. Rezultati pokazuju nezadovoljavajuće rezultate u pogledu sanitarnih praksi, uključujući uslove skladištenja proizvoda od mleka, higijenu osoblja i opšte higijenske zahteve (Walker E. et al., 2003; Karaman, 2012). Međutim, opisani su i pozitivni stavovi rukovaoca hranom povezani sa higijenskim praksama kao što su održavanje higijene ruku, korišćenje zaštitne opreme (rukavice, kape, kecelje, odeća) (Baş et al., 2006b; Green et al., 2006; Anuradha & Dandekar, 2014). Brazilski istraživači utvrdili su da iako postoji, pozitivan efekat obuka malih prerađivača mleka protokom vremena primetno slabi, što naglašava značaj kontinuiranih obuka (Cusato et al., 2013).

2.5. Uloga potrošača u osiguranju higijene hrane

U lancu hrane, koji se proteže od proizvođača do potrošača, svaki član ima važnu ulogu u prevenciji bolesti koje se prenose hranom. Potrošači predstavljaju kariku koja se najmanje može kontrolisati u smislu navika i ponašanja (Odeyemi et al., 2019). Dok su zaposleni u proizvodnji i distribuciji hrane zakonski obavezni da poštuju higijenske prakse (Srbija, 2010b ; Ruby et al., 2019), zakonski nije moguće regulisati ponašanje potrošača (Frewer & Fischer, 2005). Higijenske prakse u domaćinstvu imaju važnu ulogu u prevenciji bolesti i smatraju se poslednjom linijom odbrane od bolesti koje se prenose hranom (Murray et al., 2017). Iz tog razloga je neophodno da se potrošačima obezbede odgovarajuće informacije koje bi pomogle u usvajanju higijenskih praksi, čime bi se smanjio rizik od

kontaminacije hrane u domaćinstvima (Jevšnik et al., 2008a; Taché & Carpentier, 2014). Različite studije pokazale su da potrošači često nisu svesni svoje uloge u očuvanju bezbednosti hrane i da smatraju zakonodavce, inspekcije i proizvođače najviše odgovornima za osiguranje bezbednosti hrane (Jevšnik et al., 2008a ; Đekić et al., 2022).

Istraživanja ponašanja potrošača za bezbednost hrane uglavnom se zasnivaju na ispitivanju samoprijavljenih praksi (Ruby et al., 2019). Potrošači veruju da imaju kontrolu nad svojom ličnom izloženošću nekoj opasnosti, što utiče na primenu preventivnih postupaka kojima se sprečava pojava trovanja hranom i može biti odraz lične prijemčivosti na oboljevanje (Redmond & Griffith, 2004; Frewer & Fischer, 2005; Taché & Carpentier, 2014; Niewczas-Dobrowolska, 2022).

Bezbednost hrane zavisi i od ponašanja potrošača nakon kupovine. Faktori poput prekida hladnog lanca, unakrsne kontaminacije i nepravilne pripreme hrane mogu negativno uticati na bezbednost proizvoda (Planzer et al., 2009; Ergönül, 2013; Taché & Carpentier, 2014). Praksa provere proizvoda tokom kupovine poput pregleda ambalaže, čitanja deklaracije, provere roka trajanja, smatra se pozitivnom. Stariji potrošači češće sprovode ovu praksu od mlađih (Ergönül, 2013; Taché & Carpentier, 2014). Istraživanje među albanskim potrošačima pokazalo je da potrošači koriste ambalažu kao indikator kvaliteta hrane, a neupakovani sirevi se preferiraju zbog mogućnosti vizuelne procene (Zhllima et al., 2021).

Održavanje hladnog lanca je od suštinskog značaja za visoko rizičnu hranu spremnu za konzumiranje, kojoj pripadaju gotovo svi proizvodi od mleka (Planzer et al., 2009; Šmigić et al., 2023). Faktori povećanog rizika mogu biti duže zadržavanje rashlađene hrane na ambijentalnim temperaturama tokom kupovine i transporta do kuće, što se može umanjiti kupovanjem rizičnih proizvoda na kraju kupovine i korišćenjem rashladnih kesa tokom transporta (Jevšnik et al., 2008a). Potrošači retko proveravaju temperaturu u svojim frižiderima (Ergönül, 2013; Jovanović J. et al., 2022), što doprinosi rastu i razmnožavanju *Listeria monocytogenes,* poznate po sposobnosti da kolonizuje kućne frižidere (Maktabi et al., 2013; Mercier et al., 2018), zbog toga je ovo escenijalno važno i u domaćinstvima i u maloprodajnim objektima (Šmigić et al., 2023).

U EU i Srbiji, obavezno je deklarisanje proizvoda sa navedenim uslovima čuvanja i rokom trajanja (Srbija, 2022a). Razlikuje se označavanje proizvoda koji se ne smeju konzumirati nakon roka upotrebe (upotrebiti do) i onih koji su bezbedni uz odgovarajuće uslove čuvanja (najbolje upotrebiti do) (Maio et al., 2020). Međutim, obaveza označavanja uslova čuvanja i roka trajanja otvorenih prethodno upakovanih proizvoda ne postoji i proizvođačima je data mogućnost da odluče kada i gde je prikladno navesti ove informacije (Šmigić et al., 2023), ali mnoge zemlje, kao što su Velika Britanija i SAD, daju preporuke za period čuvanja delikatesnog mesa nakon otvaranja (USDA-FSIS, 2015; FSA, 2023). Rok trajanja neupakovane hrane koja se seče i pakuje u prodavnicama na zahtev potrošača, a sa mikrobiološkog aspekta je brzo kvarljiva potrebno je da bude deklarisan i istaknut jasno, vidljivo i čitljivo na prodajnom mestu ili na posebnoj ambalaži ako se hrana na prodajnom mestu drži u njoj (Srbija, 2022a) ali se postavlja pitanje da li i u kojoj meri potrošači obraćaju pažnju na takve informacije.

Rizik od unakrsne kontaminacije kod pripreme hrane u kućnim uslovima, može se smanjiti pravilnim higijenskim praksama, poput upotrebe deterdženata i dezinficijenasa u održavanju higijene, pravilnom raspodelom namirnica u frižideru, itd. (Jevšnik et al., 2008a; Taché & Carpentier, 2014; Ruby et al., 2019). Efikasna komunikacija i obrazovanje o rizicima ključni su za prevenciju bolesti prenosivih hranom (Frewer & Fischer, 2005), a mnoge zemlje razvile su informativne materijale kako bi podstakle pozitivne prakse rukovanja hranom.

2.6. Proizvodnja, sastav i senzorna svojstva sireva i kajmaka

U ovoj doktorskoj disertaciji značajan deo se odnosi na preradu mleka na gazdinstvima i malim mlekarama koja se najviše zasniva na proizvodnji sireva i kajmaka. S tim u vezi, ovaj deo rada se pretežno odnosi na ove grupe proizvoda u okviru porodice proizvoda od mleka.

2.6.1. Klasifikacija sireva i kajmaka prema Pravilniku

Sir se, prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura (Srbija, 2014), definiše kao svež ili proizvod različitog stepena zrenja koji se dobija odvajanjem surutke nakon koagulacije mleka poreklom od različitih životinjskih vrsta (krava, ovaca, koza, bivolica) ili mešavinom mleka ovih životinja, pavlake, surutke ili njihovom kombinacijom, ili primenom tehnoloških postupaka kojima se postiže koagulacija mleka primenom bakterija mlečne kiseline, sirila i/ili drugih koagulišućih enzima. Takođe, sir može da se posmatra i kao proizvod kojim se konzerviše mleko imajući u vidu da se tehnološkim postupkom proizvodnje sira najčešće postiže smanjenje broja mikroorganizama kao i smanjuje sadržaj vode što utiče na duži rok trajanja (Zhao, 2003).

Klasifikacija sireva prema istom propisu izvršena je na osnovu nekoliko parametara kvaliteta. Na osnovu stepena zrenja sirevi se mogu podeliti na sireve sa zrenjem i sireve bez zrenja. Na osnovu dužine trajanja procesa zrenja sirevi sa zrenjem dele se na: ekstra tvrdi sir koji ima period zrenja od najmanje pola godine, tvrdi sir koji zri najmanje pet nedelja, polutvrdi sir čiji period zrenja ne sme biti kraći od dve nedelje i meki sir koji zri najmanje sedam dana (Srbija, 2014). Sirevi bez zrenja konzumiraju se neposredno nakon proizvodnje i dele se na sveže sireve i sveže sireve parenog testa kao što je mocarela (Srbija, 2014; Tsany et al., 2017).

Kvalitet sira i način označavanja u prometu izražava se i na osnovu udela mlečne masti u suvoj materiji sira (MSM) (Tabela 1) i sadržaja vode u bezmasnoj materiji sira (VBMS) (Tabela 2).

Tabela 1. Naziv sira u odnosu na MSM (Srbija, 2014).

Naziv sira u odnosu na udeo mlečne masti u suvoj materiji	**Udeo mlečne masti u suvoj materiji (%)**
Ekstramasni	≥ 60
Punomasni	≥ 45 i < 60
Polumasni	≥ 25 i < 45
Niskomasni	≥ 10 i < 25
Obrani	< 10

Tabela 2. Naziv sira u odnosu na VBMS (Srbija, 2014).

Naziv sira u odnosu na sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira	**Sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira (%)**
Ekstra tvrdi sir	<51
Tvrdi sir	49 - 56
Polutvrdi sir	54 - 69
Meki sir	>67

Suva materija u svežim sirevima u prometu mora da iznosi najmanje 20%, osim u sirevima proizvedenim od obranog mleka (min. 18% SM) (Srbija, 2014).

Pored sireva, kajmak predstavlja jedan od važnijih tradicionalnih proizvoda od mleka na našem području, koji se izdvaja zbog jedinstvene kremaste i mazive teksture i specifičnih senzornih svojstava (Puđa et al., 2008). Osim u našoj zemlji kajmak se proizvodi i u nekim zemljama Jugoistočne Evrope i Azije (Đerovski et al., 2006; Miočinović et al., 2011). Prema definiciji kajmak–skorup proizvodi se odvajanjem gornjeg sloja tokom dugog hlađenja termički obrađenog mleka (kravljeg, ovčijeg, kozjeg i bivoljeg ili njihovih mešavina), pri čemu nastaje masni sloj ili kora koji sadrži veliku količinu agregirane mlečne masti i proteina (Srbija, 2014; Barać et al., 2022). Istorijski, proizvodnja kajmaka je povezana sa toplijim krajevima i smatra se jednim od načina konzervisanja spontano izdvojene mlečne masti iz kuvanog mleka (Đorđević, 1978). Kajmak se u promet stavlja kao mladi kajmak ili skorup (odmah nakon proizvodnje ili posle perioda zrenja do 7 dana) ili kao

zreli kajmak (nakon zrenja do 30 dana na 3-18°C) (Puđa et al., 2008; Srbija, 2014; Milićević et al., 2022) (Tabela 3).

Tabela 3. Parametri kvaliteta mladog i zrelog kajmaka prema Pravilniku (Srbija, 2014).

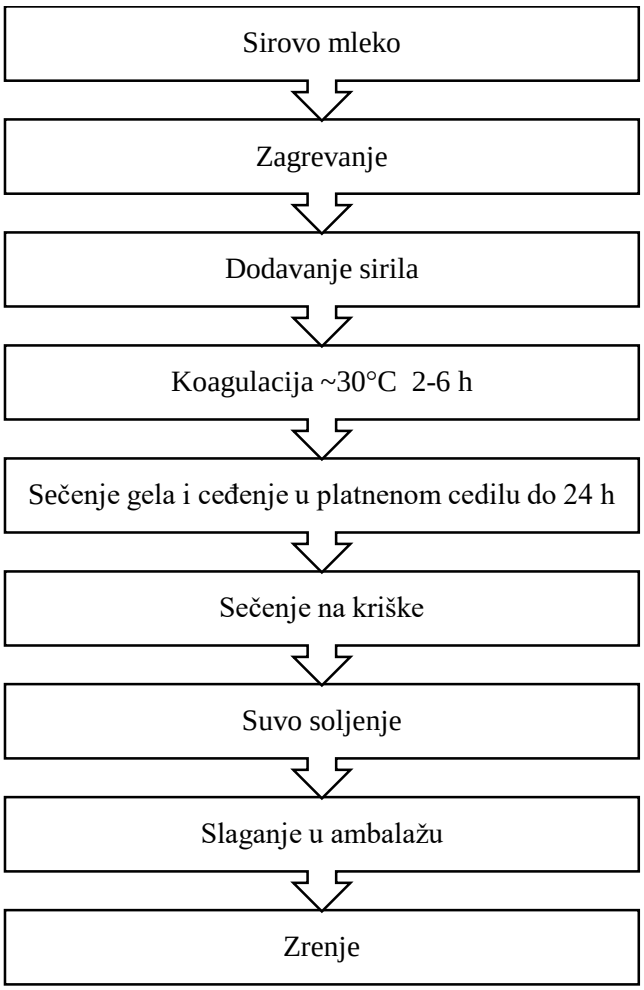
Parametar kvaliteta	**Mladi kajmak**	**Zreli kajmak**
Suva materija (%)	min. 60	min. 65
Mlečna mast u suvoj materiji (%)	min. 65	min. 75
Kuhinjska so (%)	max. 2	max. 3,5
pH	max. 4,8	max. 3,8
Senzorne karakteristike	Da je bele do svetlo žute boje, svojstvenog prijatnog mirisa i blagog ukusa i slojevite strukture sa delićima mekanog neoceđenog testa.	Da je svetlo žute boje, izraženog svojstvenog mirisa i ukusa zrelog kajmaka ili skorupa, zrnaste ili slojevite strukture i da ima dobru mazivost.

2.6.2. Postupak proizvodnje sireva i kajmaka

Sa aspekta tehnologije proizvodnje sireva, a na osnovu mehanizma koagulacije mleka sirevi se mogu podeliti na sirišnokoagulišuće (slatkokoagulišuće ili enzimskikoagulišuće) sireve koji čine najzastupljeniju grupu sireva u svetu (preko 80%), kiselokoagulišuće i toplotnokoagulišuće sireve (Katić & Bulajić, 2018; Miočinović, 2020).

U tradicionalnoj i maloj preradi mleka u našoj zemlji najzastupljeniji su beli sirevi u salamuri, koji predstavljaju veliku grupu sirišnokoagulišućih sireva sa brojnim varijetetima koji se često označavaju prema nazivu geografskog područja iz koga potiču (Popović-Vrenješ, 2015; Miočinović, 2020). Istorijski gledano, proizvodnja sireva u salamuri vezuje se za područje jugozapadne Azije, gde su bile razvijene stare civilizacije. Većina autora smatra da je centar proizvodnje sireva u salamuri područje jugozapadne Azije, područje između Crnog mora i Kaspijskog jezera, Sredozemlje i zemlje Balkana, a ređe se spominju i Rusija i zemlje Istočne Evrope (Dozet & Maćej, 2006). Iako postoje razlike u tradicionalnim postupcima proizvodnje što uslovljava različita svojstva ovih sireva, sirevi iz ove grupe proizvode se pretežno od sirovog kravljeg, ovčijeg ili kozjeg mleka ili njihove mešavine i sazrevaju u salamuri u anaerobnim uslovima. Najpoznatiji sirevi koji pripadaju ovoj grupi u Srbiji su Sjenički, Zlatarski, Svrljiški, Srpski beli sir i dr., dok su grčki Feta sir, kiparski Halumi, egipatski Domijati poznati širom sveta. Kada se za proizvodnju ovih sireva koristi sirovo mleko postiže se jedinstveni senzorni kvalitet, zbog prisustva autohtone mikrobiote, jer vrste autohtonih bakterija mlečne kiseline (BMK) koje su prisutne u mleku zavise od ekoloških karakteristika klime u kojoj se sir proizvodi a svojom aktivnošću doprinose formiranju različitih aromatskih jedinjenja (Terzić-Vidojević et al., 2007; Radulović et al., 2011).

U ovoj disertaciji beli sir u salamuri, koji se još naziva i sir „kriška", korišćen je kao primer sira iz grupe sirišnokoagulišućih sireva koji se proizvodi na gazdinstvima. Grafikon 1 daje prikaz dijagrama toka postupka proizvodnje sira od sirovog mleka (Miočinović, 2020).



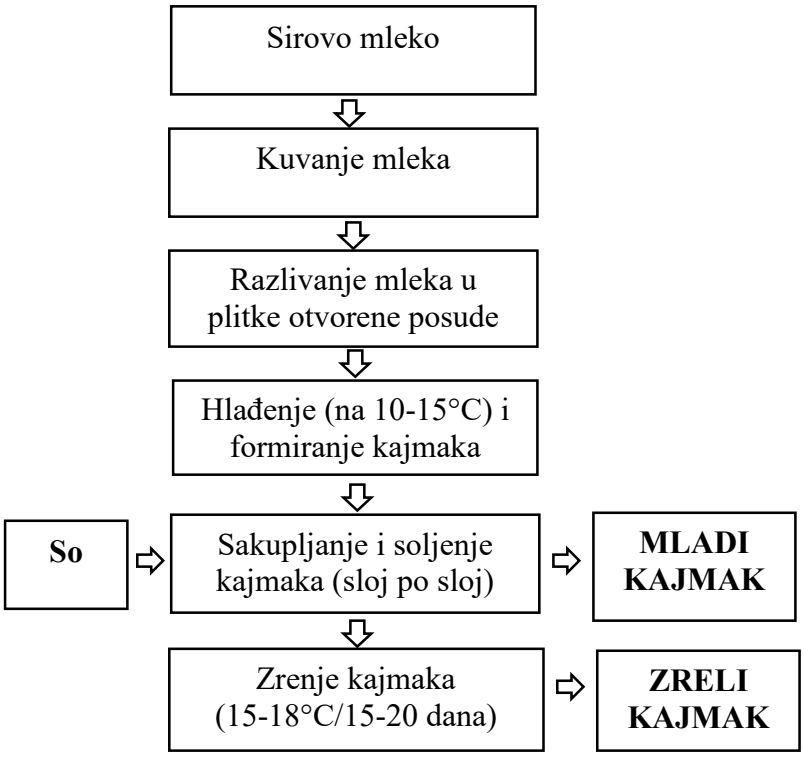
Grafikon 1. Tehnološki postupak proizvodnje belog sira u salamuri (Miočinović, 2020).

U tradicionalnoj proizvodnji se sir uglavnom proizvodi od sirovog kravljeg mleka, koje se zagreva leti na 18–20° C, zimi 25–30° C i pri toj temperaturi u mleko se dodaje sirilo. Nakon faze formiranja gruša sirna gruda se stavlja u platneno cedilo i potom okači da se ocedi. Potrebno je napomenuti da je u proizvodnji sireva u salamuri vreme koagulacije produženo da bi se dobio gruš odgovarajuće strukture. Presovanje sira postiže se drvenom daskom preko koje se stavlja kamen (pritisak treba da bude od 2 kg/1 kg sirne grude, kasnije se povećava na 4-5 kg/kg sirne mase). Ceđenje i presovanje traju najčešće do 24 sata dok se ne dobije masa željene čvrstine. Oceđena sirna gruda se iseče u kriške, soli suvom solju i ređa u drvene čabrice, plastične kantice ili zemljane ćupove. Zrenje sira se obavlja pod opterećenjem najčešće četiri do osam nedelja, nakon čega rok trajanja ovih sireva može da bude i nekoliko meseci (Popović-Vranješ, 2015; Miočinović, 2020). Jedan od najvažnijih uslova tokom proizvodnje ove grupe sireva jeste adekvatan tok fermentacije odnosno opadanje pH vrednosti ispod 5,0, s obzirom na činjenicu da se zrenje obavlja u salamuri. Ukoliko pH vrednost nije adekvatna može da dođe do raspadanja kriški sira usled upijanja salamure u sir (Miočinović, 2020). U tradicionalnoj proizvodnji i kada se sirevi proizvode od sirovog mleka fermentacija se odvija aktivnošću autohtonih bakterija mlečne kiseline, dok ukoliko se sirevi proizvode od termički tretiranog mleka poželjno je dodavanje starter kultura kako bi se upravljao procesom fermentacije (Popović-Vranješ, 2015).

Druga grupa sireva koja se često proizvodi na gazdinstvima i malim mlekarama, posebno u severnim krajevima naše zemlje, su kiselokoagulišući sveži sirevi. Mehanizam koagulacije kod ovih sireva je zasnovan na fermentaciji odnosno sniženju pH vrednosti usled aktivnosti bakterija mlečne kiseline. Za proizvodnju ovih sireva tradicionalno se koristi sirovo mleko, a fermentacija se odvija delovanjem autohtone mikrobiote, dok se u organizovanim sistemima kao što su male mlekare najčešće primenjuje termički tretman mleka i dodaju se selekcionisane BMK kao starter kulture. Nakon kisele koagulacije koja traje 12-18 h i formiranja gela vrši se ceđenje odnosno odvajanje surutke nakon čega

se dodaje so (1%). Sveži sirevi se konzumiraju neposredno nakon proizvodnje a usled velikog sadržaja vode često imaju relativno kratak rok trajanja od 2-3 nedelje (Miočinović, 2020).

Kao što smo napomenuli važan tradicionalni proizvod od mleka koji je karakterističan za naše područje je kajmak. Grafikon 2 prikazuje tradicionalni postupak proizvodnje kajmaka (Puđa et al., 2008). Kao što se uočava, sirovo mleko se kuva a potom razliva u plitke posude. Proces formiranja kajmaka zasniva se na površinskoj aktivnosti gornjeg sloja kuvanog mleka. Tokom prvog sata, u vrelom mleku koje se sipa u plitke otvorene sudove, mlečna mast i proteini koncentrišu se na vrhu gde formiraju tanku početnu koru odnosno pokožicu. Dalje, tokom hladne faze koja traje 12-18h dolazi do povećanja sloja pokožice kajmaka uglavnom zbog isplivavanja i ugrađivanja masti u formiranu pokožicu. Kajmak koji se formira na površini mleka sakuplja se, soli i slaže u odgovarajuće posude, a potom konzumira neposredno nakon proizvodnje (mladi kajmak) ili nakon određenog perioda zrenja (zreo kajmak) (Puđa et al., 2008; Radovanović M. et al., 2020). Mleko preostalo nakon sakupljanja kajmaka tradicionalno se najćešće koristi za proizvodnju polumasnog belog sira u salamuri (Puđa et al., 2008).



Grafikon 2. Tehnološki postupak proizvodnje kajmaka (Puđa et al., 2008).

2.6.3. Kvalitet sireva i kajmaka

Kvalitet prehrambenih proizvoda, uključujući proizvode od mleka, je veoma složen i može se posmatrati kroz nekoliko različitih aspekata koji će biti opisani u narednom tekstu. Važan segment kvaliteta svakako je hemijski sastav odnosno komponente sastava mleka i proizvoda od mleka koje determinišu i nutritivnu vrednost hrane. Pored toga, senzorna svojstva koja obuhvataju spoljni izgled uključujući boju, ukus, miris i teksturalna svojstva su takođe veoma značajni atributi kvaliteta proizvoda od mleka.

Kvalitet proizvoda od mleka zavisi od brojnih faktora kao što su kvalitet sirovog mleka, specifični uslovi prozvodnje, primenjena tehnologija, prirodno prisutna mikrobiota i enzimi, kao i uslovi spoljašnje sredine (Jokanović et al., 2021; Barać et al., 2022).

Sastav i svojstva sirovog mleka su krucijalni za dobijanje proizvoda od mleka adekvatnog kvaliteta. Sastav sirovog mleka varira u zavisnosti od rase mlečnih životinja, starosti, faze laktacije, sezone i drugih faktora. Pojedine komponente sastava mleka utiču na njegova tehnološka svojstva i kvalitet proizvoda od mleka kao i ekonomičnost proizvodnje. Pored toga, kvalitet sirovog mleka se određuje na osnovu broja somatskih ćelija i ukupnog broja bakterija u mleku, što ukazuje na zdravstveno stanje životinja kao i higijenske uslove na mestu dobijanja i u postupcima pre, tokom i nakon muže (Murphy et al., 2016; Aleksić et al., 2022). Promene u mlečnoj žlezdi dovode do povećanja sadržaja proteina u mlečnom serumu i smanjenja sekrecije različitih komponenti mleka, kao što su kazein, mast i laktoza i količine mleka, a sve ovo utiče na tehnološka svojstva odnosno pogodnost mleka za dalju preradu (Memiši et al., 2011).

2.6.3.1. Komponenete sastava sireva i kajmaka

Sastav sireva i kajmaka je veoma značajan i sa jedne strane mora da ispunjava zahteve pravilnika definisanih za dati proizvod, a sa druge strane mora da bude adekvatan kako bi doprinosio kvalitetu proizvoda.

Tradicionalna proizvodnja proizvoda od mleka karakteriše se empirijskim pristupom i manuelnim postupcima koji variraju u zavisnosti od regiona, što dovodi ponekad i do neujednačenog i nestandardizovanog kvaliteta (Đerovski et al., 2006; Terzić-Vidojević et al., 2007). Pored toga, sir i kajmak su biološki i biohemijski dinamični sistemi, u kojima se tokom proizvodnje i zrenja odvija niz složenih transformacija. Ove promene, koje nastaju pod uticajem prisutne mikrobiote i/ili dodatih starter kultura u sirevima, odnosno rezidualne i ambijentalne mikrobiote u kajmaku, deluju na proteine mleka, ugljene hidrate i mlečnu mast, čime se formiraju karakteristična senzorna svojstva ovih proizvoda (Khattab et al., 2019; Najib et al., 2020).

U osnovi proizvodnja sira je proces dehidracije, tokom kojeg dolazi do koncentrovanja mlečne masti i kazeina (Fox P.F. & McSweeney, 2017), pri čemu sadržaj vode varira i utiče na bezbednost i kvalitet proizvoda, posebno na teksturu i boju (Sánchez-Macías et al., 2010; Najib et al., 2020).

Sirevi u salamuri najčešće pripadaju grupi mekih sireva, a sadržaj suve materije sireva varira u zavisnosti od sastava mleka i postupka proizvodnje odnosno vrste sira. Sadržaj vode sireva u salamuri se najčešće kreće u intervalu 50–58%. Sveži odnosno kiselokoagulišući sirevi se generalno odlikuju sa većim sadržajem vode i on se kreće čak do 80%. Ovo je jedan od razloga zašto ovi sirevi imaju kraći rok trajanja u odnosu na sireve sa manjim sadržajem vode (Miočinović, 2020).

Prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura sadržaj suve materije odnosno vode nije propisan ali se za klasifikaciju sireva sa zrenjem u koje se ubrajaju sirevi u salamuri koriste parametar kao što je sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira. Prema ovom parametru sirevi u salamuri se najčešće ubrajaju u grupu mekih sireva (Srbija, 2014).

Sadržaj proteina, koji čini najveći deo suve materije bez masti u mleku, igra ključnu ulogu u kvalitetu proizvoda od mleka, posebno sireva (Mijačević & Babić, 1990; Popović Vranješ et al., 2017; Najib et al., 2020). Proteini u mleku dele se na proteine mlečnog seruma (proteine surutke) i kazein, koji se nalazi u stabilnoj koloidnoj suspenziji u obliku koloidnih čestica koje se nazivaju kazeinske micele. U proizvodnji sirišnokoagulišućih sireva osnovni mehanizam koagulacije se sastoji od hidrolize molekula κ–kazeina delovanjem enzima himozina ili drugih koagulanata, što dovodi do destabilizacije kazeinskog micelarnog sistema, njegovog agregiranja i formiranja gela (Horne & Lucey, 2017). U tehnologiji proizvodnje sireva, proteini mleka daju osnovnu strukturu proizvodu i značajno utiču na randman, te na taj način varijacije u sadržaju proteina utiču i na kvalitet proizvoda i ekonomičnost proizvodnje (Popović Vranješ et al., 2017).

U uobičajenoj proizvodnji sirišnokoagulišućih sireva proteini mlečnog seruma ne učestvuju u formiranju gela i izdvajaju se sa surutkom. Zadržavanje proteina surutke u sirišnokoagulišućim

sirevima se može postići primenom strogih režima termičke obrade mleka (>85°C) koji doprinose formiranju koagregata proteina mleka (Jovanović S., 2001).

Za razliku od proizvodnje sirišnokoagulišućih sireva u kojima je uobičajeni tretman srednje pasterizacije u proizvodnji kiselokoagulišućih sireva je uobičajeno korišćenje strožijih termičkih tretmana te stoga proteini surutke ulaze u formiranje kiselokoagulisanog gela i strukturu svežih sireva. Generalno, usled različitog mehanizma koagulacije kiselokoagulišući gel i sirevi se odlikuju potpuno drugačijom strukturom u odnosu na sirišnokoagulišuće sireve (Miočinović, 2020).

Sadržaj proteina sireva je važan i sa aspekta proteolitičkih promena koje se odvijaju tokom zrenja sireva, a značajno doprinose formiranju adekvatne teksture i ukusa i mirisa proizvoda (Tunick, 2007).

U proizvodnji kajmaka sadržaj proteina mleka je veoma značajan sa aspekta formiranja inicijalne pokožice koja čini osnovu strukture budućeg kajmaka. Tokom intenzivne termičke obrade mleka u proizvodnji kajmaka dolazi do denaturacije proteina surutke, stvaranja koagregata proteina mleka i reakcije između denaturisanih proteina surutke sa proteinima iz adsorpcionog sloja globula mlečne masti. Zbog površinske aktivnosti masti i proteina vrelog mleka dolazi do njihove difuzije i koncentrisanja u površinskom sloju mleka pri čemu nastaje složen matriks koji utiče na strukturu kajmaka (Radovanović M., 2012). Puđa i sar. (2005) navode da se sadržaj proteina mladog kajmaka kreće u intervalu 5-15% dok se kod zrelog kajmaka sadržaj kreće 2-10%.

Mlečna mast je važna komponenta sastava proizvoda od mleka. U proizvodnji sireva mlečna mast se uklapa u proteinski matriks tokom koagulacije. Sadržaj mlečne masti u siru nije definisan ali je značajan sa aspekta klasifikacije sireva prema sadržaju masti u suvoj materiji (Srbija, 2014).

U proizvodnji kajmaka mlečna mast tokom sekundarne hladne faze isplivava na površinu i sjedinjuje se sa formiranom pokožicom. Sadržaj masti kao i masti u suvoj materiji kajmaka veoma varira i za mladi kajmak se kreće u interval 35-55% MM i 60 -75 % MSM, a za zreli kajmak od 45 -70 % MM i 75 – 90% MSM (Puđa et al., 2005).

Kao što je poznato, mlečna mast se sastoji pretežno od triglicerida a njeno prisustvo značajno doprinosi senzornim svojstvima proizvoda (Walker G. et al., 2004; Zheng et al., 2016; Najib et al., 2020). Veće prisustvo mlečne masti doprinosi kremoznosti, mekšoj teksturi kao i specifičnom ukusu i mirisu proizvoda.

Pored toga, tokom perioda zrenja sireva i kajmaka može doći do razgradnje masti delovanjem lipolitičkih enzima – lipaza koje dovode do formiranja slobodnih masnih kiselina, kao i produkata njihove transformacije koji doprinose kreiranju karakterističnog i često veoma intenzivnog ukusa i mirisa proizvoda (Georgala et al., 2005; Radin et al., 2005).

U mleku, najzastupljeniji ugljeni hidrat je laktoza, koja se tokom proizvodnje sireva velikim delom metaboliše u čitav niz različitih jedinjenja. Jedan od najznačajnijih procesa tokom proizvodnje svih vrsta sireva je fermentacija laktoze koja se odvija bilo pod dejstvom autohtonih bakterija mlečne kiseline i/ili dodatih starter kultura. Fermentacija laktoze različitim putevima doprinosi povećanju kiselosti ali i formiranju različitih jedinjenja koja doprinose ukusu i mirisu sireva. Kao što smo napomenuli, sadržaj laktoze i procese fermentacije su ključni faktori u proizvodnji kiselokoagulišužih sireva. Kod sirišnokoagulišućih sireva sa većim stepenom zrelosti laktoza se skoro u potpunosti razlaže (Tunick, 2007).

Značajan parametar sastava sireva i kajmaka je i sadržaj soli koji ima višestruki značaj za kvalitet. Naime, sadržaj soli u proizvodima od mleka doprinosi formiranju adekvatnog ukusa proizvoda, utiče na promene tokom zrenja a ima i konzervišući efekat odnosno doprinosi očuvanju i stabilnosti proizvoda. U tradicionalnoj proizvodnji sireva i kajmaka sadržaj soli često pokazuje veoma visoku varijabilnost (Jovanović S. et al., 2004a; Maćej et al., 2006). Sirevi u salamuri se generalno odlikuju sa većim sadržajem soli u poređenju sa brojnih drugim vrstama sireva. S tim u vezi, njihov sadržaj soli u vodenoj fazi sira se kreće u intervalu 6 – 9 %, dok se kod većine drugih vrsta kreće 3,5 – 5%

(Miočinović, 2020). Sadržaj soli mladog kajmaka se kreće u intervalu 0,5 – 2 % dok kod zrelog kajmaka iznosi 1 – 3,5% (Jovanović S. et al., 2004b).

2.6.3.2. Boja sireva i kajmaka

Izgled i boja hrane su jedna od prvih senzacija koje potrošači prilikom kupovine doživljavaju i imaju značajnu ulogu u njenom izboru. Poznato je da su ljudi vizuelna bića, odnosno ono što vidimo može uticati i na percepciju drugih senzornih svojstava proizvoda (Drake & Delahunty, 2017). Naime, istraživanja pokazuju da potrošači percipiraju veći intenzitet ukusa proizvoda kao što su voćni jogurti kod kojih je boja intenzivnija ili poželjnija teksturalna svojstva kao što je mazivost maslaca koga odlikuje izraženija žuta boja (Chudy et al., 2020). Osim toga određivanjem boje mogu se indirektno oceniti i druga svojstva kvaliteta (León et al., 2006; Milovanović et al., 2021).

Objektivna analiza boje hrane u današnje vreme postiže se upotrebom instrumenata za merenje boje (kolorimetara) pomoću prostora boja i numeričkih vrednosti koje se koriste za njihovo predstavljanje i vizuelizaciju u dvo i trodimenzionalnom prostoru. Najčešće se boja meri u L*a*b* ili CIELAB instumentalnom prostoru koji je 1976. godine usvojila Međunarodna komisija za osvetljenje (CIE-The International Commission on Illumination/the Commission Internationale de l´Eclairage) (León et al., 2006).

L*a*b* prostor je podesan jer u njemu rastojanje između dve različite boje približno odgovara razlici u boji koju opaža ljudsko oko (León et al., 2006). U ovom prostoru kao što smo napomenuli boja se izražava pomoću tri koordinate: L*, a* i b*. Koordinata L* može da se predstavi kao nezavisna vertikalna linija na kojoj se vrednosti kreću od 0 (crna) do 100 (bela), pri čemu je sredina predstavljena sivom bojom. Drugim rečima parametar L* predstavlja osvetljenost uzorka ili tamno/svetlo (Chudy et al., 2020; Gebreyowhans et al., 2020). Kada se vrednosti a* i b* predstave u koordinatnom sistemu može da se definiše tačka X (a*, b*) koja se nalazi u ravni u kojoj se boje nalaze u crvenom (+a*), žutom (+b*), zelenom (-a*) i plavom (-b*) kvadrantu. Povezivanjem date tačke sa koordinatnim početkom dobija se segmentna linija čija dužina se definiše kao hroma ili zasićenost boje (C). Što je vrednost C viša, odnosno udaljenjija od koordinatnog početka to je boja intenzivnija, i obrnuto (Chudy et al., 2020; Milovanović et al., 2020).

Ugao koji zaklapaju pozitivan deo a* ose i segmentna linija naziva se tonalitet boje i označava sa (°Hue), odnosno simbol ima oznaku stepena ugla (engl. sexagesimal degree – (°)). Tonalitet boje predstavlja stepen dominantne spektralne komponente pri čemu su uglovi 0° i 360° povezani sa crvenom komponentom, prav ugao predstavlja žutu, ravan ugao zelenu, a ugao od 270° plavu komponentu (El-Nimr et al., 2010; Milovanović et al., 2021).

Karakteristike boje mleka i proizvoda od mleka hroma i ugao nijanse izračunavaju se matematičkim kombinovanjem koordinata L*, a* i b*. Osim toga u određivanju boje mleka i proizvoda od mleka izračunavaju se indeks bele (engl. whiteness indeks – WI) i indeks žute (engl. yellowing indeks – YI) boje kao značajne komponente kvaliteta (Milovanović et al., 2020, 2021).

Bela boja mleka nastaje odbijanjem svetlosti o dispergovane masne globule, kazeinske micele i soli kalcijuma. Na koordinate a* i b* utiče količina prirodno prisutnih pigmenata u mleku (Milovanović et al., 2020, 2021). U mleku se nalaze pigmenti rastvorljivi u vodi (termostabilni riboflavin ili laktoflavin) koji daje žutu boju sa zelenom fluorescencijom mlečnom serumu, i grupa pigmenata rastvorljivih u mastima poznatih pod nazivom karotenoidi (β – karoten, retinol, lutein i zeaksantin) koji su odgovorni za žutu boju mleka i proizvoda bogatih mlečnom mašću (Cadwallader, 2010). Značajno je da se napomene da sadržaj karotena u mleku zavisi od sadržaja ovog pigmenta u stočnoj hrani, jer se ne može sintetisati u organizmu životinja. Osim toga, na sadržaj karotena utiču vrsta muzne životinje (ovce i koze transformišu β – karoten u vitamin A koji je bezbojan), rase, faze laktacije, zdravstvenog stanja (Milovanović et al., 2021; Pădureţ, 2021).

Heterogeni sastav sireva, kao i prisustvo vazduha i šupljika utiču na prelamanje svetlosnih talasa različite talasne dužine. Svetlost koja se odbija od nekih komponenti sira može da bude većeg intenziteta nego svetlost koja se odbija od drugih komponenti (Chudy et al., 2020; Milovanović et al., 2021). U proizvodima od mleka koji sadrže visok sadržaj mlečne masti, kao što su punomasni sirevi i maslac žuta boja (koordinata +b*) zavisi od koncentracije ove komponente (Pădureţ, 2021).

Utvrđeno je da primena termičke obrade na mleko dovodi do povećanja svetle nijanse mleka najverovatnije jer se denaturacijom proteina iz membrana masnih globula, proteina surutke i kazeina povećavaju količine dispergovanih komponenti, koje odbijaju svetlosne talase (Milovanović et al., 2021).

Tokom zrenja sireva dolazi do lipolitičkih i proteolitičkih promena, gubitka vode i promena pH koji utiču na formiranje konačne boje sireva (Saldo et al., 2002; Sánchez-Macías et al., 2010). Uopšteno, vrednosti koordinata L* i b* se povećavaju tokom zrenja sireva dok se vrednosti za koordinatu a* smanjuju, što za posledicu dovodi do smanjenja indeksa bele i povećanja indeksa žute boje, kao i smanjenja intenziteta boja (C) (El-Nimr et al., 2010; Gebreyowhans et al., 2020). Grupa autora je takođe utvrdila povezanost sadržaja masti u sirevima sa smanjenjem osvetljenosti sira i negativan uticaj sadržaja vode na proporcije crvene i zelene (koordinata a) i žute i plave (koordinata b) boje, a samim tim i na smanjenje nijanse boje (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020).

2.6.3.3. Tekstura sireva i kajmaka

U određivanju kvaliteta proizvoda od mleka, tekstura se smatra jednim od najvažnijih senzornih svojstava (Vukić et al., 2022) i uključuje fizička svojstva koja se opažaju čulom vida, sluha i dodira (Foegeding & Drake, 2007). Teksturalna svojstva se mogu ocenjivati metodama senzorne analize a poslednjih godina sve više su u primeni instrumentalne tehnike određivanja ovog važnog svojstva kvaliteta.

Pojedini autori navode dobru korelaciju između instrumentalnih merenja i senzorne ocene pri analizi teksture proizvoda od mleka (Drake et al., 1999; Zheng et al., 2016). U zavisnosti od vrste proizvoda vrši se odabir alata za instrumentalno merenje teksture kao i podešavaju parametri tokom samog procesa merenja. Radi poređenja rezultata merenja veoma je važno da su navedeni parametri kao i uslovi merenja (npr. temperature uzorka) ujednačeni.

Najčešće korišćena metoda kojom se dobija dobra korelacija između senzorne analize i instrumentalnih merenja je analiza profila teksture proizvoda (engl. texture profile analysis–TPA) koju su predložili Szczesniak i Bourne, a zasnovana je na testu koji simulira dva zagrižaja (engl. two–bite test, double compression test) (Nishinari et al., 2019; Peleg, 2019). U ispitivanju karakteristika hrane značajnih za obradu zalogaja u ustima mehanička svojstva su ključna i mogu da se predstave primarnim i sekundarnim svojstvima teksture. Primarna mehanička svojstva teksture jesu: tvrdoća, kohezivnost, viskozitet, elastičnost i adhezivnost (Szczesniak, 1963), a zavise od privlačnih sila između čestica hrane, i suprotnih, koje izazivaju njihovu dezintegraciju. Adhezivnost je povezana sa svojstvima površine hrane (Szczesniak, 1963). U analiziranju teksture proizvoda od mleka, tvrdoća (engl. hardness) je najčešće ispitivano svojstvo (Uprit & Mishra, 2004). Tvrdoća (N ili g) predstavlja intenzivno svojstvo materijala koje ne zavisi od veličine predmeta i definiše se kao maksimalna sila potrebna za sabijanje hrane između zuba i održavanje određene deformacije (Peleg, 2019). U testu dvostruke kompresije beleže se vrednosti za tvrdoću 1 i tvrdoću 2 koje predstavljaju silu koja nastaje prilikom obrade hrane u ustima tokom prva dva zagrižaja (Brookfield Ametek, 2011).

Kohezivnost (engl. cohesiveness) je mehanička osobina koja se definiše kao stepen do koga materijal može da se deformiše pre nego što nastupi njegovo kidanje i zavisi od jačine unutrašnjih veza, tj. opisuje količinu deformisanja uzorka komprimovanog molarima pre razaranja (Di Monaco et al., 2008). Matematički, predstavlja količnik između vrednosti sile kompresije drugog i prvog ciklusa (prva dva zagrižaja) i stoga je neimenovana veličina. Kada je struktura uzorka potpuno uništena pri

prvoj kompresiji, ova karakteristika je nula. Savršeno elastični uzorci koji ostaju neoštećeni posle prve kompresije daju vrednost kohezivnosti jednak jedinici (Brookfield Ametek, 2011).

Elastičnost (engl. springiness) se definiše se kao stepen do koga se deformisani materijal može da se vrati u svoje prvobitno stanje nakon uklanjanja sile koja je dovela do njegove deformacije (Uprit & Mishra, 2004), odnosno pokazuje dužinu koju hrana pređe kada se vraća u prvobitni oblik nakon delimične kompresije između nepca i jezika (Zheng et al., 2016), izraženu u milimetrima (mm).

Adhezivnost / Lepljivost / Sila prijanjanja (engl. adhesiveness) predstavlja rad koji je potreban za prevazilaženje sila privlačenja između površine hrane i drugih površina sa kojima hrana dolazi u kontakt (npr. jezik, zubi, nepce, itd.) (Nishinari et al., 2019), odnosno rad potreban da se sonda koja se koristi kao alat pri merenju odvoji od ispitivanog uzorka tokom povratnog hoda (Brookfield Ametek, 2011) i izražava se u mJ. Adhezivnost se često opisuje kao lepljivost materijala.

Na funkcionalna i teksturalna svojstva tradicionalnih proizvoda od mleka utiče hemijski sastav, naročito sadržaj proteina, mlečne masti i vode, tehnologija proizvodnje, proces zrenja kao i temperatura skladištenja (Miočinović et al., 2011; Wang & Li, 2012; Zheng et al., 2016). Shodno tome a i imajući u vidu veliki broj različitih proizvoda u okviru grupe sireva i kajmaka dodatno usložnjava razmatranje teksturalnih svojstava ovih proizvoda. Pored toga, važno je istaći da su rezultati merenja teksturalnih svojstava često teško uporedivi s obzirom na korišćenje različitih metoda i parametara prilikom analize.

Poznato je da sir predstavlja gel sistem koji nastaje formiranjem proteinskog matriksa nakon delovanja himozina na κ–kazein i agregiranja destabilizovanih kazeinskih micela u trodimenzionalnu mrežu u koju se uklapaju vodena faza sa rastvorljivim komponentama (laktoza, mineralne materije) i masne globule. Osim međusobne interakcije proteini reaguju i sa vodom, mastima i solima što zavisi od jonskih sila prisutnih u sistemu što utiče na teksturu sireva (Pastorino et al., 2003).

Tvrdoća sireva je veoma važno teksturalno svojstvo i zavisi od brojnih faktora. Generalno, sa povećanjem sadržaja suve materije povećava se i tvrdoća sireva (Miočinović et al., 2011; Miloradović et al., 2018a; Jain et al., 2020; Vukić et al., 2022).

Važno je napomenuti da je pored samog sadržaja suve materije veoma važno i sagledavanje komponenti koje ulaze u njen sastav. Poznato je da najveći deo suve materije sira čine proteini i mlečna mast i oni u najvećoj meri utiču na strukturu i teksturalna svojstva ovih proizvoda. Osnovu strukture kao što smo napomenuli čini proteinski matriks u koji je uklopljena mlečna mast i kao takva delimično doprinosi teksturi sira. Drugim rečima, sirevi sa velikim sadržajem SM i velikim sadržajem masti mogu imati i nešto mekšu teksturu, dok sirevi sa manjim sadržajem masti, i pored manjeg sadržaja SM, mogu se odlikovati veoma čvrstim i tvrdim sirnim testom. Ovo je i jedan od razloga zašto se za klasifikaciju sireva prema čvrstini sirnog testa koristi parametar VBMS jer podjednako uvažava i sadržaj i karakter suve materije sira (Puđa, 2009).

Poznato je da su sirevi koji sadrže više vode mekši od sireva sa manjim sadržajem vode, a samim tim imaju manju tvrdoću (Little et al., 2008). Niža vrednost ovog parametra povezana je sa većim sadržajem proteina i većim brojem međumolekulskih veza i stoga se smatra da sadržaj kazeina i vode značajno utiču na svojstva sireva (Wang & Li, 2012; Zheng et al., 2016). Pojedini autori navode da povećan sadržaj vode u proizvodu povećava kohezivnost, najverovatnije povećanjem privlačnih sila u gelu (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020).

Mlečna mast je važan parametar sastava i utiče na teksturu sireva. Generalno, sirevi sa većim sadržajem masti se odlikuju mekšom teksturom dok oni sa većim sadržajem su tvrđi i krti.

Mlečna mast dovodi se u vezu sa povećanom adhezivnošću i posebno je podložna promenama uslovljenim temperaturama skladištenja (Zheng et al., 2016). Veću adhezivnost u sirevima sa povećanim sadržajem masti utvrđena je u tradicionalnom egipatskom belom siru od kravljeg mleka

(Al Katheeri et al., 2021). Neki autori smatraju da se adhezivnost može objasniti interakcijama između proteina i vode u sirevima (Pastorino et al., 2003).

U proteinskom matriksu smanjenje sadržaja mlečne masti dovodi do povećanja kompaktnosti proteinske mreže usled smanjenja broja masnih globula koje se nalaze dispergovane unutar mreže što utiče na teksturu (Uprit & Mishra, 2004; Zheng et al., 2016). Potrebno je da se napomene da uticaj mlečne masti na adhezivnost proizvoda od mleka nije najjasniji i da je utvrđena i negativna korelacija ovih svojstava kvaliteta (Chakraborty et al., 2021).

Na tvrdoću sira najviše utiču sadržaj α_s–kazeina u odnosu na ostale frakcije kazeina iz mleka, što je jedan od razloga razlike u teksturi sireva proizvedenih od mleka različitih vrsta životinja. Primera radi, kravlje mleko sadrži više ove frakcije kazeina od kozjeg mleka pa se često sirevi proizvedeni od ove vrste mleka odlikuju manjom tvrdoćom u odnosu na sireve od kravljeg mleka (Gebreyowhans et al., 2020).

Značajnost ove frakcije kazeina na teksturalna svojstva sireva se može sagledavati i tokom perioda zrenja. Naime, tokom perioda zrenja kada dolazi do proteolitičkih promena najintenzivnije se razgrađuje upravo ova frakcija kazeina što dovodi do omekšavanja sirnog testa. Povezanost između tvrdoće i sadržaja α_s-kazeina utvrđeno je i u kozjem belom siru u salamuri (Kljajević et al., 2024). Smanjenje kohezivnosti usled proteolitičkih promena tokom zrenja sireva u salamuri ustanovili su i Miloradović i sar. (2018b). Ipak, i uticaj promena tokom zrenja na teksturalna svojstva ovih sireva zavisi i od drugih parametara.

Tokom zrenja tvrdoća proizvoda od mleka najpre se povećava zbog gubitka vode, ali se tokom vremena smanjuje zbog proteolitičkih promena i to prvenstveno α_{s1}–kazeinu, promena pH i solubilizacije koloidnog kalcijum fosfata (Al-Otaibi & Wilbey, 2004; Gebreyowhans et al., 2020). Rezultati istraživanja sprovedenog u našoj zemlji pokazuju da se u početku perioda zrenja sireva u salamuri usled smanjenja pH i migracije soli između sira i salamure tvrdoća sireva povećava, zatim se smanjuje usled smanjenja sadržaja suve materije i ostaje konstantna do kraja perioda zrenja (Miloradović et al., 2018b). Važno je da se napomene da uticaj, koji neki od parametara fizičko-hemijskog kvaliteta sira ima na teksturu, ogleda se u međusobnoj zavisnosti različitih svojstava kvaliteta koji takođe utiču na ovo senzorno svojstvo (VBMS, pH, sadržaj kazeina) i različit je u zavisnosti od vrste sira (Kljajević et al., 2024).

Kada se govori o sirevima u salamuri značajno je da se napomene da smanjenje pH na početku zrenja utiče na povećanje sadržaja suve materije, a samim tim i sadržaja proteina i masti što utiče na promene teksturalnih svojstava (Miočinović et al., 2022). Povećanje tvrdoće tokom početnih 20 dana zrenja sireva u salamuri je najvećim delom posledica opadanja pH vrednosti kao i usvajanja soli u sir u salamuri (Miloradović et al., 2018b). Niska pH vrednost ovih sireva, zajedno sa relativno velikim sadržajem soli, značajno doprinosi izostanku njihove elastičnosti ali i izraženoj krtosti odnosno mrvljivosti. Mladi sirevi u salamuri koji se odlikuju višom pH vrednošću, a često i većim sadržajem vode, su elastičniji i manje krti u poređenju sa zrelim sirevima. Neadekvatna acidifikacija kao i povećan sadržaj mineralnih materija može doprineti stvaranju peskovite i zrnaste teksture (Miočinović, 2020).

Sirevi u salamuri odlikuju se izraženom kiselošću i slanošću (Miočinović et al., 2022). Soljenje ovih sireva može se vršiti salamurenjem ili postupkom suvog soljenja koji je zastupljen u proizvodnji sireva u domaćinstvima (Miočinović, 2020). Soljenje daje sirevima karakterističan ukus i utiče na biohemijske promene tokom zrenja. Osim toga utiče i na kapacitet vezivanja vode u proteinskoj mreži, podstiče solubilizaciju kazeina i samim tim utiče na teksturu (Pastorino et al., 2003; Guinee, 2004; Cankurt, 2019). Miloradović i sar. (2018b) su pokazali da sadržaj soli u salamuri ima značajan uticaj na tvrdoću i kohezivnost sira. Ovi autori su pokazali da sa smanjenjem sadržaja soli sirevi su bili manje tvrdoće ali izraženije kohezivnosti. Ipak sa odmicanjem perioda zrenja značajne razlike u teksturalnim svojstvima sireva salamurenih sa različitim sadržajem soli nisu ustanovljene. Kljajević

i sar. (2024) su ustanovili negativan uticaj sadržaja soli u sirevima u salamuri na kohezivnost, elastičnost (Kljajević et al., 2024) što je najverovatnije rezultat smanjenja interakcija između proteinskih molekula (Miloradović et al., 2018b). Ipak važno je istaći da uticaj soli na teksturalna svojstva je veoma kompleksan i zavisi i od sadržaj vode u siru, količine dodate soli, načina soljenja i drugih faktora, kao što je na primer hemijski sastav sireva (Pastorino et al., 2003).

Teksturalna svojstva kajmaka su do sada veoma malo izučavane s obzirom na ograničenost područja proizvodnje ovog specifičnog mlečnog proizvoda. Za ispitivanje teksture kajmaka mogu se koristiti posebni alati koji pre svega mere stepen čvrstoće, kao i mazivost koji i predstavljaju najznačajnija svojstva ove vrste proizvoda. Teksturalna svojstva kajmaka u velikoj meri zavise od sastava proizvoda koji je uslovljen početnom sirovinom i tehnološki postupkom proizvodnje (Miočinović et al., 2011).

U formiranju strukture i teksture kajmaka veoma su značajne promene na proteinima indukovane termičkom obradom mleka koje dovode do stvaranja proteinske pokožice u koji su pored kazeina uključeni proteini surutke i proteini masnih globula. Sastav i struktura ovih kompleksa zavise od primenjenog režima termičke obrade mleka tokom proizvodnje kajmaka. Utvrđeno je da se u gornjem sloju kajmaka nalazi 7% proteina, dok se u donjem sloju nalazi 2% što utiče na mikrostrukturu. Osim na strukturu, denaturacija proteina mleka i uspostavljanje kompleksa na bazi disulfidnih veza, utiču na ukus kajmaka (Puđa et al., 2008; Radovanović M. et al., 2020).

Svež, mladi kajmak odlikuje meka, kremasta konzistencija i dobra mazivost, (Miočinović et al., 2011). Tradicionalno proizveden mladi kajmak usled specifičnog postupka proizvodnje se odlikuje izraženom listastom strukturom. Struktura i tekstura kajmaka se menjaju tokom zrenja. Tokom zrenja u kajmaku dolazi do smanjenja sadržaja vode i proteina i povećanja masti, kao i promena u strukturi proteinskog matriksa, što rezultira formiranjem zrnaste strukture i laganim izdvajanjem mlečnog seruma. Ovakve promene strukture povećavaju mazivost zrelog kajmaka (Puđa et al., 2008).

Kao što je ranije napomenuto proizvodnja tradicionalnih mlečnih proizvoda povezana je sa nestandardizovanim tehnološkim postupcima koji dovode ponekad do neujednačenog kvaliteta. Iz tog razloga kada se govori o kvalitetu ovih proizvoda, posebno kajmaka, izazov predstavlja proučavanje i definisanje parametara njihovog kvaliteta (Puđa et al., 2008).

Iako kvalitet hrane može da se odredi korišćenjem objektivnih indeksa (Araújo et al., 2017), u određivanju ukupnog kvaliteta nekog proizvoda teško je da se definiše jedno svojstvo koje je važnije od drugog, jer ne postoji jedinstven sistem jedinica u kojima različita svojstva hrane mogu da se izraze (Đekić et al., 2016b). Različita svojstva kvaliteta, kao što su tekstura, boja, mikrobiološki kvalitet i senzorni profil mogu da se kvantifikuju i objedine u zajednički opšti parametar (Finotti et al., 2007; Đekić et al., 2018b), koji se naziva indeks ukupnog kvaliteta (engl. total quality index – TQI) (Finotti et al., 2011).

2.7. Opasnosti u preradi mleka

Po definiciji „opasnost/hazard“ označava biološki, hemijski ili fizički agens ili stanje hrane koje potencijalno može da izazove neželjene posledice po zdravlje ljudi (FAO & WHO, 1995). Od primarne proizvodnje hrane do potrošača mogu se identifikovati različite opasnosti (Motarjemi & Lelieveld, 2013; Shirani & Demichela, 2015), koje su podeljene u tri glavne grupe: biološke, hemijske i fizičke (Shirani & Demichela, 2015; Bevilacqua et al., 2023).

2.7.1. Biološke opasnosti u mleku i proizvodima od mleka

Najznačajnija sirovina u preradi mleka je sirovo mleko, koje se dobija direktnom mužom životinja. Tokom ovog procesa, neizbežno dolazi do prenosa mikroorganizama sa životinja i iz okruženja na sirovinu. Sirovo mleko predstavlja složen sistem, koji zbog svog sastava pogoduje umnožavanju različitih mikroorganizama (Singh H. & Bennett, 2002; Quigley et al., 2013). Iako se smatra da je mleko zdravih krava sterilno unutar mlečne žlezde, određene bolesti poput mastitisa, mogu

povećavati broj patogenih bakterija unutar vimena, kao što su *Streptococcus* spp. i *Staphylococcus aureus*. Kontaminacija mleka se može dogoditi i tokom muže sa spoljašnjih površina vimena i sisa, iz spoljašnje sredine (zemlja, prostirka, pašnjak, voda, digestivni trakt toplokrvnih životinja itd.), kao i putem pribora za mužu i opreme za prihvatanje mleka i samog muzača (Elmoslemany et al., 2010; Quigley et al., 2013). Loša higijena tokom muže može dovesti do povećanja ukupnog broja bakterija u mleku, ali i do kontaminacije patogenim mikroorganizmima kao što su *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., eneterohemoragična *Escherichia coli* (Zastempowska et al., 2016; de Oliveira et al., 2017).

Iako su mleko i proizvodi od mleka zbog svog sastava povoljna sredina za rast patogenih i mikroorganizama uzročnika kvara (Grace et al., 2020), procenjeno je da u različitim zemljama Evrope, kao i u SAD njihovo učešće u bolestima prenosivim hranom relativno nisko (De Buyser et al., 2001). Bezbednost proizvoda od mleka postiže se zahvaljujući aktivnosti BMK koje doprinose snižavanju pH vrednosti, koja ne pogoduje patogenim mikroorganizmima (Choi et al., 2016; Stefanou et al., 2022). Istorijski gledano, temelji mikrobiološke bezbednosti mleka i proizvoda od mleka postavljeni su 1890. godine uvođenjem postupka pasterizacije tokom prerade sirovog mleka, dok su najraniji međunarodni standardi za mleko i proizvode od mleka uspostavljeni od strane Međunarodne mlekarske Federacije (engl. International Dairy Federation) još davne 1903. godine (Motarjemi et al., 2013). Iako se pasterizacija smatra efikasnim postupkom u uništavanju patogenih i drugih mikroorganizama, literatura beleži slučajeve bolesti izazvanih konzumiranjem mlečnih proizvoda koji su rezultat neadekvatne pasterizacije ili kontaminacije do koje je došlo nakon pasterizacije (Oliver et al., 2005; Gaulin et al., 2012b).

Procenjuje se da se oko 10% sireva u Evropi proizvodi od sirovog mleka (Rola et al., 2016), što povećava rizike povezane sa bezbednošću hrane (Ergönül, 2013; Fonseca et al., 2020). Tradicionalno proizvedeni sirevi od sirovog mleka poznati su po svojim jedinstvenim senzornim svojstvima u čijem nastajanju suštinsku ulogu imaju mikroorganizmi. Međutim, kontrola rasta mikroorganizama u sirevima je kritična i mora da se kontroliše kako bi se sprečilo pojavljivanje patogena (Millet et al., 2006). Tradicionalni postupci proizvodnje nisu standardizovani, fermentacija se zasniva na aktivnosti prirodno prisutne mikrobiote, postupci kao što su vreme koagulacije, način soljenja i koncentracija soli, izdvajanje surutke, faza presovanja i uslovi zrenja su veoma varijabilni (Pinto et al., 2009). Proizvodnja sireva od sirovog mleka predstavlja rizik po bezbednost hrane jer je utvrđeno da je verovatnoća pojavljivanja *L. monocytogenes* 50 do 160 puta veća u mekim sirevima proizvedenim od nepasterizovog mleka (Choi et al., 2016; de Oliveira et al., 2017). Suprotno tome, termički tretman mleka i primena starter kultura omogućava kontrolisanje proizvodnje i samim tim doprinosi smanjenju rizika po bezbednost proizvoda. Ipak sirevi proizvedeni od pasterizovanog mleka takođe nose određeni rizik, jer se pasterizacijom uništava kompetitivna mikrobiota koja može da inhibira rast patogenih mikroorganizama (Bulajić et al., 2017; Lahou & Uyttendaele, 2017; Gérard et al., 2018).

Pregled literature pokazuje da su najčešći uzročnici epidemija povezanih sa proizvodima od mleka uključujući i sireve: *L. monocytogenes*, enterohemoragična *E. coli* (od kojih je najviše zastupljena O157:H7), *Salmonella* spp. i *Staphylococcus aureus*. Sporadično u epidemijama su izolovani i *Brucella* spp., *Clostridium botulinum* i *Campylobacter jejuni* (Cummings et al., 2012; Gould et al., 2014; Fox P. et al., 2016). Pregled patogenih mikroorganizama koji su najčešći uzročnici bolesti izazvanih konzumiranjem mleka i proizvoda od mleka prikazan je tabelarno (Tabela 4).

Tabela 4. Najčešći uzročnici bolesti izazvanih konzumiranjem mleka i priozvoda od mleka, prilagođeno iz (Adley & Ryan, 2016).

Infektivni agens	**Oboljenje koje izaziva**	**Simptomi bolesti**	**Hrana koja je uzročnik bolesti**
Brucella spp.	Bruceloza	Profuzno znojenje, bolovi u zglobovima i mišićima.	Sirovo mleko i meki sirevi proizvedeni od sirovog kozjeg ili kravljeg mleka.
Campylobacter jejuni	Kampilobakterioza	Dijareja, grčevi, groznica, povraćanje, krv u stolici.	Sirovo i nedovoljno kuvano živinsko meso, sirovo mleko, kontaminirana voda.
Enterohemoragična *Escherichia coli*	Trovanje hranom	Vodena ili krvava dijareja, abdominalni grčevi, sa ili bez groznice, hemoragični uremični sindrom.	Voda i hrana kontaminirane fecesom ljudi ili životinja.
Listeria monocytogenes	Listerioza	Groznica, bolovi u mišićima. mučnina, dijareja, trudnice mogu imati simptome slične gripu a infekcija može da dovede do pobačaja ili prevremenog porođaja, kod starijih i imunokompromitovanih osoba mogu da se razviju bakterijemija ili meningitis.	Sirovo mleko, meki sirevi proizvedeni od sirovog mleka, delikatesni proizvodi od mesa spremni za konzumiranje.
Mycobacterium bovis	Goveđa tuberkuloza	Simptomi slični simptomima tuberkuloze.	Sirovo mleko, meki sirevi proizvedeni od sirovog kravljeg mleka.
Salmonella spp.	Salmoneloza	Dijareja, groznica, grčevi u stomaku, povraćanje.	Jaja, živina, meso, sirovo mleko, nepasterizovani sokovi, sir, kontaminirano sirovo voće i povrće.
Shigella spp.	Šigeloza, Bacilarna dizenterija	Abdominalni grčevi, groznica, dijareja, u stolici mogu biti prisutni krv i sluz.	Sirovi proizvodi, kontaminirana voda za piće, nekuvana hrana ili hrana koja je kuvana ali ne i ponovo zagrejana nakon kontakta sa inficiranim osobama koje rukuju sa hranom.
Staphylococcus aureus	Stafilokokno trovanje hranom	Iznenadna pojava mučnine i povraćanja, abdominalni grčevi, dijareja, groznica.	Proizvodi od mleka, meso, krompir, razne vrste salata od jaja i krompira, peciva sa kremovima.

2.7.1.1. Salmonela spp. u mleku i proizvodima od mleka

Salmonella spp. je jedan od najčešćih uzročnika gastroenteritisa izazvanih hranom (Choi et al., 2016; Oh & Park, 2017), koji godišnje izazove 93,8 miliona slučajeva bolesti i 155 000 smrtnih slučajeva (Gong et al., 2022). Iako je *Salmonella* spp. najčešće prisutna u gotovim proizvodima od mesa, začinima i začinskom bilju (EU, 2022), često se povezuje i sa epidemijama izazvnim konzumiranjem sireva (van Cauteren et al., 2009; van Duynhoven et al., 2009). Ova bakterija je široko rasprostranjena u prirodi i može da bude prisutna u digestivnom traktu toplokrvnih životinja i ljudi (Carrasco et al., 2012). Epidemije izazvane salmonelama često su povezane sa unakrsnom kontaminacijom hrane (Russo et al., 2013), međutim kada su u pitanju mleko i proizvodi od mleka, *Salmonella* spp. najčešće potiče iz sirovog mleka (Oliver et al., 2005; Zastempowska et al., 2016).

Ova bakterija raste pri pH vrednostima između 4,0 i 9,0, pri čemu vrednosti < 4 i > 9 imaju baktericidno dejstvo. Može rasti u temperaturnom opsegu od 7 do 48°C, sa optimalnom temperaturuom od 37°C. Iako se umnožavanje zaustavlja na temperaturama ispod 7°C, ona može da preživi i niske temperature, uključujući i temperature zamrzavanja. Temperatura pasterizacije uništava salmonelu, ali efikasnost termičke obrade može biti smanjena u hrani sa visokim sadržajem masti i niskom aktivnošću vode. Minimalna a_w vrednost za rast salmonele iznosi 0,94 (Harris et al., 2003; de Oliveira et al., 2017). *Salmonella* spp. pokazuju sposobnost da aktiviraju adaptivne odgovore na različite vrste stresora kojima mogu da budu izložene u hrani, kao što su kiseline, soli i temperature, čime se povećava otpornost kada se nađe u nepovoljnim uslovima sredine (Leyer & Johnson, 1992; De Lamo-Castellvi et al., 2007).

Iako se salmoneloza najčešće dovodi u vezu sa mekim sirevima proizvedenim od sirovog mleka, postoje i podaci o epidemijama izazvanim konzumiranjem tvrdih zrelih sireva. U Holandiji je zabeležena epidemija sa 224 potvrđena slučajeva infekcije retkim fagotipom *Salmonella typhimurium* (STM DT 7), koje su izolovane iz tvrdog sira sa zrenjem proizvedenog od sirovog mleka u kome su se salmonele nalazile u vrlo malom broju (4,2 cfu/kg). Ova epidemija ukazala je da se opasnosti vezane za tvrde sireve, koji imaju dugi period zrenja, ne mogu u potpunosti zanemariti (van Duynhoven et al., 2009). Sir sa zrenjem proizveden od sirovog mleka izazvao je epidemiju u kojoj je obolelo 85 ljudi u SAD (*Salmonella enterica* serovar Newport). Zabeležene su i epidemije izazvane retkim sojevima ovog patogena. U Francuskoj je 2006. godine zabeležena epidemija salmoneloze izazvane *S. enterica* serovar Montevideo nakon konzumiranja sira proizvedenog od sirovog mleka, gde je uzročnik bio prisutan u broju ispod nivoa detekcije metode određivanja (Dominguez et al., 2009). Dve godine kasnije izbila je epidemija izazvana još jednim neuobičajenim serotipom (*S. enterica* serovar Muenster) u kojoj je obolelo 25 ljudi nakon konzumiranja kozjeg sira proizvedenog od sirovog mleka (van Cauteren et al., 2009). U SAD-u je zabeleženo 147 slučajeva oboljenja nakon konzumiranja sira mocarela, izazvanih serotipovima Javiana i Oranienburg (Hedberg, 1992), dok se u Kanadi razbolelo 1500 ljudi nakon konzumiranja čedar sira, pri čemu je nivo kontaminacije bio 0,36-9,3 cfu/100 g (Choi et al., 2016).

2.7.1.2. Koagulaza pozitivne stafilokoke u mleku i proizvodima od mleka

Koagulaza pozitivne stafilokoke (KPS) obuhvataju *Staphylococcus aureus*, *S. intermedius*, *S. schleiferi* subsp. *coagulans*, *S. hyicus*, *S. lutrae*, *S.delphini*, i *S. pseudintermedius*, od posebnog su značaja za higijenu mleka. Ove bakterije sintetišu više od 20 termostabilnih enterotoksina (SE), koji uzrokuju intoksikacije kod ljudi (Sasaki et al., 2010; Hennekinne et al., 2012). KPS su Gram pozitivne, fakultativno anaerobne, nepokretne koke. Glavni izvor stafilokoka su životinje i ljudi, ali mogu biti prisutne i u vazduhu, prašini i vodi, odakle se prenose na različite vrste hrane (Rajkovic, 2015). Oko 20–60% ljudske populacije može biti asimptomatski prenosilac (de Oliveira et al., 2017). *S. aureus* raste na temperaturama između 7 i 47,8°C (optimalno 37°C), dok se stvaranje toksina odvija u temperaturnom rasponu od 10°C do 46°C (optimalno 40-45°C). Ovaj patogen toleriše širok raspon pH vrednosti, od 4,0 do 9,8, sa optimalnim vrednostima između 6,0 i 7,0 (de Oliveira et al., 2017).

Kontrola temperature, snižavanje pH tokom proizvodnje sira i higijena tokom proizvodnje ključni su za sprečavanje rasta i razmnožavanja ove bakterije (Radulović et al., 2011; Laslo & György, 2018).

Trovanja izazvana stafilokoknim enterotoksinima predstavljaju jednu od najčešćih bolesti uzrokovanih hranom (Balaban & Rasooly, 2000). Prvi zabeleženi slučaj trovanja stafilokokama dogodio se u SAD-u 1884. godine u Mičigenu, nakon konzumiranja sira (Hennekinne et al., 2012). Kasnije je potvrđeno trovanje mlekom obolele mlečne žlezde, zbog prethodno sintetisanih SE (Barber, 1914). Termostabilni SE se stvaraju u proizvodima od mleka, tek kada je broj KPS $>10^5$ cfu/g (Baran et al., 2017). Konzumiranjem hrane u kojoj su stvoreni SE dolazi do intoksikacije, koja se manifestuje naglim simptomima kao što su mučnina, hipersalivacija, bolovi u stomaku i dijareja, koji traju kratko (2-8 h) (Rola et al., 2016). Mali broj stafilokoka u sirovom mleku može brzo dostići kritičan nivo, zbog brzog eksponencijalnog rasta i kratkog generacijskog vremena (Le Marc et al., 2009) tokom rane faze proizvodnje sira.

KPS ulaze u lanac prerade mleka putem sirovog mleka (Johler et al., 2018), posebno ako mleko potiče od životinje sa mastitisom (Oliver et al., 2005). KPS mogu biti prisutne, ne samo u proizvodima od sirovog mleka (D'Amico & Donnelly, 2010; Choi et al., 2016), već i u proizvodima od termički obrađenog mleka, najčešće usled rekontaminacije tokom prerade, zbog loše higijene u objektima za preradu mleka (Kümmel et al., 2016) ili zbog kliconoša koje rukuju hranom (Johler et al., 2016). Zanatska proizvodnja sireva, posebno onih dobijenih od sirovog mleka, povećava rizik od stafilokoknog trovanja. U Brazilu 1999. godine zabeležene su dve velike epidemije povezane sa sirevima od sirovog mleka (Minas), gde su uzorci sira bili kontaminirani KPS iznad kritičnog nivoa (10^5 cfu/g), a dokazano je prisustvo SEA, SEB i SEC toksina (Simeão Do Carmo et al., 2002). Slično, meki sir proizveden od sirovog mleka (Tomme) izazvao je trovanje u jednom švajcarskom internatu, gde je utvrđeno prisustvo tri soja *S. aures* u količini > 10^6 cfu/g. Analize su pokazale da je samo jedan soj odgovoran za izbijanje epidemije (Johler et al., 2015).

2.7.1.3. Escherichia coli u mleku i proizvodima od mleka

U higijeni mleka i proizvoda od mleka, *Escherichia coli* služi kao indikator kontaminacije životinjskim fecesom, ali i potencijalnog prisustva drugih mikroorganizama fekalnog porekla, uključujući patogene. Različiti sojevi *E. coli* najčešće su deo normalne mikrobiote digestivnog trakta ljudi i životinja. Međutim, pojedini sojevi mogu biti nosoci gena virulencije i ispoljiti patogenost (Baylis, 2009; Yoon et al., 2016). Procena nivoa generičke *E. coli,* kao indikator mikroorganizma tokom proizvodnje sira sastavni je deo srpskog i EU zakonodavstva (EC, 2005; Srbija, 2010a). Pravilnom primenom higijenskih postupaka osigurava se smanjenje kontaminacije na prihvatljiv nivo (Laslo & György, 2018).

Patogene *E. coli* mogu se podeliti u dve grupe. Ekstraintestinalna patogena *E. coli* (engl. extraintestinal pathogenic - EkPEC) uzročnik je infekcija urinarnog trakta i meningitisa novorođenčadi, dok je crevna patogena *E. coli* (engl. intestinal pathogenic - IPEC) uzročnik stomačnih oboljenja i predstavljena je sa šest različitih grupa ovog mikroorganizma koji se mogu preneti hranom: enteropatogena *E. coli* (engl. enteropathogenic *E. coli* - EPEC), enterohemoragična *E. coli* (engl. enterohaemorrhagic *E. coli* - EHEC) u kojoj se nalaze shiga toksin (ST) odnosno verotoksin (VT) produkujuće *E. coli*, enterotoksogena *E. coli* (engl. enterotoxigenic *E.coli* - ETEC), enteroagregativna *E. coli* (engl. enteroaggregative *E. coli* - EAEC), enteroinvazivna *E. coli* (engl. enteroinvasive *E.coli* - EIEC) i difuzno adhezivna *E. coli* (engl. diffusely adherent *E. coli* - DAEC) (Kaper et al., 2004).

Infekcije izazvane VTEC, naročito sojevima O157:H7 smatraju se posebno ozbiljnim zbog težine bolesti koju izazivaju (Kaper et al., 2004; Baylis, 2009). Iako je poznato da se tokom zrenja sireva nivo ovih bakterija smanjuje (Metz et al., 2020), period zrenja ponekad nije dovoljan da spreči pojavu bolesti. Smatra se da je mali broj bakterija koji je preživeo period zrenja i ostao aktivan tokom skladištenja izazvao epidemiju u pokrajini Kvebek u Kanadi 2008. godine. Tada je zabeleženo ukupno

16 slučajeva infekcije *E. coli* O157:H7 poreklom iz zanatski proizvedenog sira od sirovog mleka iz grupe mekih sireva sa površinskim zrenjem (Gaulin et al., 2012a).

Pregled literature takođe pokazuje da je *E. coli* O157:H7 pronađena u tvrdom siru proizvedenom od sirovog mleka i to 104-tog dana proizvodnje. U epidemiji koja se dogodila 2002. godine u Kanadi ukupno 12 osoba je obolelo nakon konzumiranja malih porcija sira koji su bili ponuđeni kao „besplatni uzorci" na lokalnoj pijaci ili u kućnim uslovima nakon kupovine sira na lokalnoj pijaci ili direktno od proizvođača na farmi. Epidemiju je pratila teška klinička slika kod dvoje obolele dece. Dostupni podaci ukazuju na to da je proizvod pre distribucije bio podvrgnut redovnom mikrobiološkom ispitivanju i da je ispunjavao propisane kriterijume. Naime, sir je sadržao 40 cfu/g generičke *E. coli,* što je znatno niže od dozvoljenih 500 cfu/g za tvrde sireve od sirovog mleka koji su podvrgnuti zrenju najmanje 60 dana, prema kanadskim propisima. Ova epidemija ukazala je na potrebu revizije zakonskih propisa vezanih za sireve proizvedene od sirovog mleka, koji imaju određeni period zrenja, jer iako je proizvod ispunjavao zahtevane zakonske norme, to nije bilo dovoljno da spreči epidemiju (Honish et al., 2004).

VTEC *E. coli* O121 uzročnik je epidemije koja se dogodila u Kanadi 2018. godine, nakon konzumiranja sira po tipu gaude sa dodatkom začina, proizvedenog od sirovog mleka sa periodom zrenja od najmanje tri meseca. Mlekara je ispunjavala uslove predviđenje kanadskim zakonodavstvom, a proizvod je takođe ispunjavao propisane mikrobiološke kriterijume pre distribucije. Imajući u vidu da su slične epidemije već bile zabeležene ranije, autori sugerišu unapređenje uslova proizvodnje gauda sira i sireva po tipu gaude uvođenjem najmanje termizacije (termizacijom sirovog mleka na 64,4°C u trajanju od 17,5 sekundi može se postići smanjenje od najmanje 5 log cfu/g bakterije *E. coli* O157:H7) sirovog mleka, čime bi se smanjio broj mikroorganizama u sirovom mleku, a zadržala autentična senzorna svojstva. Takođe, predlažu obavezno obeležavanje proizvoda koje bi jasno naznačilo da li je korišćeno sirovo ili termički obrađeno mleko (Boyd et al., 2021).

Dve epidemije gastroenteritisa dogodile su se u okviru od deset dana tokom proslava organizovanih u restoranu po tipu „domaće trpeze" u Italiji 2006. godine, gde je kao uzročnik oboljenja identifikovana EAEC *E. coli* O92:H23. Ovi slučajevi ukazuju na značaj oboljenja izazvanih enteroagregativnim sojevima *E. coli* koji često ostaju nedijagnostikovani, jer se ovaj patogen ne može izolovati uobičajenim laboratorijskim ispitivanjima, uz dodatno nedovoljno poznavanje njegove epidemiologije. U jednoj od spomenutih epidemija, zanatski proizveden sir od sirovog ovčijeg mleka, koji je sadržavao *E. coli* iznad 10^6 cfu/g, identifikovan je kao verovatni uzrok, što ukazuje na neodgovarajuće uslove higijene tokom proizvodnje sira. Takođe, utvrđeno je da je jedan od zaposlenih koji je posluživao hranu bio asimptomatski nosilac ovog patogena. Iako zoonotsko poreklo nije dokazano, autori ne isključuju mogućnost unakrsne kontaminacije sirovog mleka ili sira tokom proizvodnje. U zaključku, autori ističu značaj edukacije zdravstvenih radnika i predlažu ciljano ispitivanje uzoraka na prisustvo enteroagregativnih sojeva *E. coli* u slučajevima kada prisustvo drugih patogena koji mogu da izazovu alimentarno oboljenje nije utvrđeno (Scavia et al., 2008).

2.7.1.4. Listeria monocytogenes u mleku i proizvodima od mleka

Listeria monocytogenes je uzročnik listerioze, bolesti koja, iako ima nisku prevalenciju u zdravoj populaciji u poređenju sa bolestima izazvanim drugim uzročnicima (Churchill et al., 2019; Wu et al., 2022), zbog visoke stope hospitalizacije i mortaliteta (Melo et al., 2015; Buchanan et al., 2017) smatra se jednim od najvažnijih patogena povezanih sa hranom spremnom za konzumiranje (Iannetti et al., 2016), uključujući i sireve (van Asselt et al., 2017; Costanzo et al., 2020). Na infekciju su posebno osetljive imunokompromitovane osobe, starija populacija, trudnice i deca (Gandhi & Chikindas, 2007; Arslan & Özdemir, 2008). Simptomi listerioze variraju od blagih, gripu sličnih infekcija do teških slučajeva invazivne infekcije koje može dovesti do septikemije, infekcije centralnog nervnog sistema, kao i intrauterinih infekcija koje kod trudnica mogu rezultirati pobačajima i mrtvorođenošću (Todd, 2014).

L. monocytogenes je gram-pozitivna fakultativno anaerobna bakterija, pokretna na temperaturama od 22°C do 28°C, koja raste pri temperaturama od -0,4°C do 45°C (optimalna temperatura rasta je 37°C). Može da preživi pri relativno niskoj aktivnosti vode (a_w < 0,90) i širokom pH rasponu između 4,6 i 9,5, kao i da toleriše koncentracije soli do 20%, što omogućava da preživi i umnožava se u nepovoljnim uslovima sredine, koji su često prisutni u objektima za proizvodnju hrane (Osek et al., 2022).

Na osnovu somatskih (O) i flagelarnih (H) antigena *L. monocytogenes* je klasifikovana u četrnaest serotipova koji su grupisani u četiri genetske različite loze (I do IV) koje se sastoje od specifičnih serotipova. Linija I čine serotipovi 1/2b, 3b, 4b, 4d, 4e i 7 najčešće izolovani iz kliničkih uzoraka humanog porekla. Linija II obično potiče iz izolata poreklom iz hrane, životne sredine, ali i ljudi i životinja i čine je serotipovi 1/2a, 1/2c, 3a i 3c. Linije III (serotipovi 1/2a, 4a, 4b i 4c) i IV (serotipovi 4a i 4c, kao i atipični serotipovi 4b) su ređe i uglavnom potiču od životinja (Hoelzer et al., 2011; Ribeiro et al., 2023). Prema podacima iz literature serotip 4b izazvao je više epidemija, kao i slučajeva povezanih sa epidemijama, povećanu incidenciju hospitalizacija i smrtnih slučajeva nego serotipovi 1/2a i 1/2b. Takođe je utvrđeno da većina izolata *L. monocytogenes* poreklom iz hrane pripada serotipu 1/2a (Lundén et al., 2004; Cartwright et al., 2013; Amato et al., 2017).

Iako su prevalencija i koncentracija *L. monocytogenes* u hrani, uključujući i sireve, obično niske (Martinez-Rios & Dalgaard, 2018), neodgovarajući uslovi higijene tokom prerade i distribucije mogu dovesti do povećanja broja bakterije u hrani (Osek et al., 2022; Ribeiro et al., 2023). Visoka a_w vrednost i povoljna pH vrednost omogućavaju da *L. monocytogenes* raste u mekim i polutvrdim sirevima (Falardeau et al., 2021). Međutim, utvrđeno je da ne postoji značajna razlika u prevalenciji ovog patogena između sireva proizvedenih od sirovog ili pasterizovanog mleka (Martinez-Rios & Dalgaard, 2018).

Sirovo mleko se smatra primarnim putem unošenja *L. monocytogenes* u objekte za proizvodnju mleka, jer su brojne studije pokazale da su *L. monocytogenes* i *Salmonella* spp. najčešće izolovane patogene bakterije iz sirovog mleka (Oliver et al., 2005; Quigley et al., 2013). U smanjenju početne kontaminacije sirovog mleka pasterizacija predstavlja efikasnu meru (Sauders et al., 2009; Sauders & D'Amico, 2016), međutim efikasnost termičkog tretmana zavisi od početnog broja patogena u sirovom mleku, kao i primenjenog režima, stoga je primena higijenskih postupaka u proizvodnji sirovog mleka od suštinskog značaja (Fleming et al., 1985; Linnan et al., 1988). Neadekvatno sprovedena pasterizacija sirovog mleka korišćenog za proizvodnju svežeg sira dovela je do epidemije u SAD 1985. godine kada se razbolelo ukupno 142 osobe, od kojih je 48 izgubilo život (Linnan et al., 1988).

L. monocytogenes je široko rasprostranjena u prirodi i ima sposobnost rasta u nepovoljnim uslovima, u kojima drugi patogeni ne mogu da opstanu, što je čini jednim od vodećih mikroorganizama prenosivih hranom (Akrami-Mohajeri et al., 2018; Gupta & Adhikari, 2022). Zbog svojih osobina, ova bakterija može da opstane veoma dugo, kada dospe u sredine kao što su farme za proizvodnju mleka i mlekare, stvarajuću potencijalni rizik za unakrsnu kontaminaciju hrane (Wagner et al., 2006; D'Amico & Donnelly, 2008; de Oliveira et al., 2017). Perzistencija *L. monocytogenes* u objektima za preradu mleka povezana je sa njenim različitim genotipskim i fenotipskim karakteristikama (Melero et al., 2019). Često kolonizuje teško dostupna mesta za čišćenje i dezinfekciju, u objektima za preradu mleka, kao što su pukotine u zidovima i podovima, slivnici, zamrzivači i druga mesta (Ferreira et al., 2014). Na tim mestima može formirati biofilmove, koji je štite od nepovoljnih uslova spoljašnje sredine (Møretrø & Langsrud, 2004). Formiranje biofilmova može da se očekuje, kako u velikim mlekarama, tako i u preradama mleka malih proizvođača i na gazdinstvima (Olofsson, 2010).

U sprečavanju kontaminacije proizvoda primena strogih higijenskih postupaka je od najvećeg značaja. Povezanost uslova higijene na farmama i učestalosti nalaza *L. monocytogenes* pokazana je tokom dvogodišnjeg perioda istraživanja prisustva i ekologije sojeva *L. monocytogenes* u objekatima za proizvodnju sireva na farmama u Irskoj (Fox E. et al., 2011). U zanatskoj proizvodnji sireva,

naročito onih koji su proizvedeni od sirovog mleka, rizik od listerioze je povećan (Wagner et al., 2006; Kousta et al., 2010; Jackson et al., 2011). Epidemiološki podaci pokazuju da su loši uslovi higijene na farmi doveli do pojave febrilnog gastroenteristisa u Švedskoj 2001. godine usled konzumiranja svežeg sira, koji je zajedno sa maslacem posluživan posetiocima kao uzorak za probu. Osim *L. monocytogenes* sirevi su sadržavali i visok nivo KPS i *E. coli*. Stoga je važno da se utvrdi prisustvo *L. monocytogenes* u lancu proizvodnje i distribucije proizvoda od mleka, kao i da se primene odgovarajuće mere kojima se sprečava ulazak patogena u lanac hrane (Almeida et al., 2013; Kara & Aslan, 2021).

U više saveznih država u SAD 2012. godine izbila je epidemija povezana sa sirom Ricotta dobijenog od pasterizovanog ovčijeg mleka koji je uvezen iz Italije kada je obolelo 22 ljudi, od kojih je četvoro preminulo. Epidemiološki podaci pokazuju da je zbog unakrsne kontaminacije poluproizvoda u mlekari u kojoj su utvrđeni loši uslovi higijene došlo do prenošenja patogena u druge objekte u kojima su pomenuti poluproizvodi dalje prerađivani sa posledičnom kontaminacijom finalnih proizvoda, kao što su sir Ricotta salata i druge vrste začinjenih sireva koji su dalje distribuirani na domaćem i inostranom tržištu (Acciari et al., 2016). U Portugaliji je u periodu između marta 2009. godine i februara 2012. godine došlo do epidemije koju je izazvao sveži sir proizveden od pasterizovanog mleka proizveden u mlekari u neodgovarajućim uslovima higijene hrane, koji je tokom distribucije u prodavnicama doveo do kontaminacije i drugih sireva poreklom od drugih proizvođača (Magalhães et al., 2015). Nalaz i drugih *Listeria* spp., osim *L. monocytogenes* takođe je pokazatelj loših uslova higijene hrane (Akrami-Mohajeri et al., 2018). U istraživanju sprovedenom u mlekarama u Brazilu utvrđena je visoka stopa kontaminacije sa *L. innocua*, a takođe i prisustvo *L. monocytogenes* (Silva I. et al., 2003).

2.7.1.5. Antibiotska rezistancija L. monocytogenes

Zbog visoke stope oboljevanja i smrtnosti od listerioze *L. monocytogenes* se svrstava u najvažnije patogene mikroorganizame koji se dovode u vezu sa hranom spremnom za konzumiranje (Kovačević et al., 2012; Buchanan et al., 2017; Costanzo et al., 2020). U lečenju infektivnih bolesti pravovremena upotreba antibiotika je od ključnog značaja (Filiousis et al., 2009). Pravovremeno lečenje listerioze uglavnom je ključno i obično se sprovodi kombinacijom β-laktamskih antibiotika (ampicilin ili penicilin G) i aminoglikozida (gentamicin). Kod osoba alergičnih na penicillin, koristi se trimetoprim sulfametoksazol (Luque-Sastre et al., 2018; Olaimat et al., 2018). Međutim, efikasnost ovog tretmana je sve više ugrožena zbog pojave antimikrobne rezistencije (AMR). AMR nastaje kada *L. monocytogenes,* ili drugi infektivni agens postane otporan na delovanje antibiotika, što otežava lečenje i povećava rizik od širenja bolesti sa ozbiljnim posledicama (WHO, 2024). Poslednjih decenija pojava sojeva otpornih na različite antimikrobne supstance i njihovo prenošenje u lancu hrane predstavlja jedan od vodećih problema u očuvanju javnog zdravlja (Lungu et al., 2011).

Razvoj rezistencije bakterije *L. monocytogenes* na antibiotike je složen proces koji se može povezati s različitim faktorima. Iako je *L. monocytogenes* osetljiva na većinu antibiotika koji se koriste u lečenju infekcija izazvanih Gram-pozitivnim bakterijama (Morvan et al., 2010), zloupotreba antibiotika u lečenju bolesti ljudi i životinja, njihova profilaktička upotreba, kao i primena kao promotera rasta u odgajivanju životinja u stočarstvu, često se navode kao glavni uzroci razvoja stečene otpornosti (Charpentier & Courvalin, 1999; Rahimi et al., 2010b).

Međutim, faktori koji doprinose rezistenciji nisu samo oni zasnovani na direktnoj upotrebi antibiotika. U lancu hrane uticaj različitih stresora kojima su izloženi mikroorganizmi, kao što su fizički (primena toplote, visokog pritiska, isušivanje i zračenje), hemijski (kiseline, soli i oksidanti), biološki (mikrobni antagonizam) faktori može doprineti razvoju AMR (Lungu et al., 2011; Ulusoy & Chirkena, 2019). Smatra se da subletalni nivoi različitih faktora, poput niske aktivnosti vode, nižih temperatura ili primene biocida u subletalnim koncentracijama, mogu doprineti nastanku i selekciji rezistentnih sojeva *L. monocytogenes* (Kovačević et al., 2013; Komora et al., 2017; Olaimat et al., 2018).

Podaci iz literature govore da sojevi *L. monocytogenes* iz hrane, uključujući mleko i proizvode od mleka, mogu biti rezistentni na različite antibiotike koji se uobičajeno koriste u lečenju listerioze kod ljudi (Ulusoy & Chirkena, 2019). U istraživanju sprovedenom u Iranu, 4,03% uzoraka sirovog mleka iz tradicionalno proizvedenih mlečnih proizvoda sadržavalo je *L. monocytogenes*, a svi izolati su bili otporni na najmanje jedan antibiotik, sa najvećom prevalencom prema tetraciklinu, hloramfenikolu i penicilinu (Akrami-Mohajeri et al., 2018). Slično tome, istraživanje u Turskoj je identifikovalo prisusto *L. monocytogenes* u 9,2% uzoraka domaćeg belog sira, pri čemu su izolati pokazali nisku stopu rezistencije, uglavnom prema cefalosporinu i tetraciklinu (Arslan & Özdemir, 2008).

Značajno je i istraživanje iz 2018. godine, kada je utvrđeno prisustvo *L. monocytogenes* u 15% uzoraka sirovog mleka, belog sira i maslaca sa pijaca. U ovom slučaju, sojevi su pokazali rezistenciju na trimetoprim/sulfametoksazol (26,7%), a pojedinačni sojevi su bili otporni na penicillin G, meropenem, amikacin i vankomicin. Ovi nalazi ukazuju na ozbiljan rizik po zdravlje potrošača, s obzirom na to da su mnogi od ovih antibiotika ključni u terapiji listerioze, što dodatno podvlači zabrinutost zbog rastuće antimikrobne rezistencije (Aksoy et al., 2018).

2.7.2. Hemijske opasnosti u mleku i proizvodima od mleka

Hemijska kontaminacija podrazumeva prisustvo neželjenih supstanci u hrani, bilo da se one obično ne nalaze u hrani ili su prisutne u nedozvoljenim količinama (Rather et al., 2017). U lancu hrane do kontaminacije može doći u bilo kojoj fazi, od primarne proizvodnje do potrošača (Gizaw, 2019). Najčešći izvori su okruženje, proces prerade hrane, upotreba neodobrenih supstanci i aditiva, ili migracija iz materijala za pakovanje (van Asselt et al., 2017). U proizvodnji i preradi mleka, hemijske opasnosti uglavnom nastaju na nivou primarne proizvodnje, najčešće usled kontaminirane stočne hrane, ispaše na kontaminiranim pašnjacima, ili upotrebe veterinarskih lekova (van Asselt et al., 2013, 2016). Falsifikovanja hrane nedozvoljenim sredstvima je takođe čest uzrok hemijske kontaminacije hrane (Đekić et al., 2018a; Gizaw, 2019). Ključne hemijske opasnosti u preradi mleka uključuju mikotoksine, polihlorovane bifenile, dioksine, ostatke veterinarskih lekova, ostatke sredstava za čišćenje i dezinfekciju, itd.

Mikotoksini predstavljaju sekundarne metabolite gljiva koje dospevaju u mleko muznih životinja preko kontaminirane hrane. Najznačajniji su aflatoksini (van Asselt et al., 2016), koje proizvode gljivice iz roda *Aspergillus* i to najčešće *A. flavus*, *A. parasiticus* i ređe *A. nomius* (Ardic et al., 2009). U mlekarstvu je ključan aflatoksin M1, koji nastaje metabolisanjem aflatoksina B1 iz stočne hrane pod uticajem enzima citohrom P450 u jetri životinja i izlučuje se u sirovo mleko (Kos et al., 2014). Najpodložniji kontaminaciji su kukuruz i krmne smeše koje ga sadrže, naročito u povoljnim klimatskim uslovima (Prandini et al., 2009; Rahimi et al., 2010a). Međunarodna agencija za istraživanje raka (engl. International Agency for Research on Cancer - IARC) klasifikovala je aflatoksin B1 i aflatoksin M1 u grupu 1, odnosno kao kancerogene za ljude (IARC, 2012).

Zakonodavstvo EU propisuje strožije kriterijume za aflatoksina M1 u mleku (0,05 mg/l), dok je u drugim zemljama dozvoljena koncentracija do 0,5 mg/l (Polovinski-Horvatović et al., 2009; EU, 2010a ; Srbija, 2024b). Istraživanja su pokazala da su u našoj zemlji u periodu od 2007-2008 godine uzorci sirovog mleka i mlečnih proizvoda ispunjavali nacionalne propise, ali 30,4% uzoraka sa malih individualnih farmi nije bilo usaglašeno sa evropskim standardima (Polovinski-Horvatović et al., 2009). U studiji sprovedenoj 2014. godine, 76% uzoraka je sadržavalo ovaj mikotoksin u koncentraciji iznad 0,05 mg/l, iako nijedan nije prelazio vrednosti propisane srpskim propisom. Poseban problem predstavlja činjenica da su aflatoksini termostabilna jedinjenja koja se ne uništavaju režimom pasterizacije mleka i mogu da se prenesu u mlečne proizvode. Na primer, utvrđeno je da se povećanje koncentracije aflatoksina u sirevima povećava od 3 do 5 puta u odnosu na mleko zbog vezivanja za kazeinske micele (Ardic et al., 2009; Prandini et al., 2009).

Toksini biljaka kao što su pirolizidinski alkaloidi, sredstva za zaštitu biljaka, organski zagađivači, teški metali i i druge neželjene supstance u lancu proizvodnje i distribucije mleka i proizvoda od

mleka, takođe mogu da potiču sa nivoa primarne proizvodnje, pogotovo u industrijski razvijenim područjima (Kurt & Ozilgen, 2013; van Asselt et al., 2017). Zato je primena dobre poljoprivredne i dobre odgajivačke prakse od suštinskog značaja za smanjenje hemijske kontaminacije sirovog mleka (Kos et al., 2014; Rather et al., 2017). Tokom prerade kontaminiranog mleka, koncentracija neželjenih supstanci može da se poveća, u zavisnosti od vrste proizvoda. Na primer, lipofilni dioksini i polihlorovani bifenili koncentrišu se u maslacu, dok su radionuklidi, rastvorljivi u vodi, prisutni u nižoj koncentraciji u finalnom maslacu nego u početnom sirovom mleku (Prandini et al., 2009).

U lečenju muznih životinja najčešće se koriste antibiotici koji se koriste u kontroli mastitisa (Kurt & Ozilgen, 2013), mada sirovim mlekom mogu da se izlučuju i drugi veterinarski lekovi, poput analgetika i antiparazitika (van Asselt et al., 2016). U primeni veterinarskih lekova neophodno je poštovanje propisanog perioda karence (EC, 2004) kako bi se sprečila pojava rezidua antibiotika i drugih veterinarskih lekova iznad maksimalno propisanih nivoa (EU, 2010b). U našoj zemlji ne postoji analogni zakonski propis kojim se regulišu maksimalno dozvoljene koncentracije rezidua farmakološki aktivnih supstanci u hrani i primenjuju se odredbe pravilnika (Srbija, 2011a), prema kome prisustvo rezidua antibiotika koje je dokazano propisanim ili priznatim metodama nije dozvoljeno. Antibiotici se u mlekarstvu posmatraju sa aspekta uticaja koji ispoljavaju na zdravlje potrošača zbog razvijanja alergijskih reakcija, razvoja bakterijske rezistencije i uticaja na mikrobiotu digestivnog trakta (Oliver et al., 2011; Modi et al., 2014), kao i tehnološke aspekte u proizvodnji fermentisanih proizvoda od mleka zbog inhibicije aktivnost bakterija mlečne kiseline (Fox P. & McSweeney, 2017).

2.7.3. Fizičke opasnosti u mleku i proizvodima od mleka

U mlekarstvu, fizičke opasnosti se uglavnom javljaju tokom prerade mleka, iako se mogu primetiti i na nivou primarne proizvodnje (van Asselt et al., 2017). Ove opasnosti, poznate kao strana tela, uključuju materije koje nisu deo hrane, kao što su kosti mesa, koštice voća ili materijali poput stakla, plastike i metala (Trafialek et al., 2016a). Iako često izazivaju samo gađenje, strana tela mogu da izazovu veoma ozbiljne povrede, poput povrede usne duplje, gušenje ili oštećenje digestivnog trakta (Trafialek et al., 2016a; Aguiar et al., 2018). Pojava stranih predmeta u hrani povezana je sa lošim uslovima higijene i nesavesnim radom (Singh P. et al., 2019). Kontrolisanje fizičkih opasnosti u hrani uglavnom se postiže primenom vizuelnih provera (Le et al., 2014) i metodama kao što je primena metal detektora (Trafialek et al., 2016a), što naglašava značaj pravilne primene preduslovnih programa i HACCP sistema (Trafialek et al., 2016a; Aguiar et al., 2018), kao i obuka zaposlenih (Kurt & Ozilgen, 2013). Podaci iz literature pokazuju da su fizičke opasnosti češće u preradi mleka gde se primenjuju manuelne operacije i zastarele tehnologije, dok su strana tela u hrani često uzrok žalbi potrošača, zbog njihove vidljivosti (Kenner, 2001; Kurt & Ozilgen, 2013; Trafialek et al., 2016a).

2.8. Analiza neuspeha i njihovih efekata[1] – Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Procena rizika zasniva se na identifikaciji, verovatnoći pojavljivanja i ozbiljnosti posledica štetnog efekta ili događaja koji utiču na čoveka ili životnu sredinu nakon izlaganja izvoru rizika. Ovakav pristup omogućava sveobuhvatno sagledavanje potencijalnih opasnosti i njihovog uticaja, čime se osigurava donošenje adekvatnih preventivnih mera. Stoga, proces procene rizika obuhvata nekoliko faza: identifikaciju opasnosti, karakterizaciju opasnosti, procenu izloženosti i karakterizaciju rizika (Varzakas, 2011). U okviru ovog procesa, postoji niz metoda i alata koji se mogu primeniti, kao što su analiza opasnosti i kritične kontrolne tačke (HACCP), analiza neuspeha i njihovih efekata, preliminarna analiza opasnosti (engl. Preliminary Hazard Analysis - PHA), rangiranje rizika (engl. Risk Ranking), i druge (ICH, 2005). Svaki od ovih pristupa doprinosi proceni i smanjenju rizika na različite načine, omogućavajući prilagođavanje specifičnim potrebama proizvodnje i distribucije.

[1] U skladu sa standardom SRPS EN IEC 60812:2018 Failure More and Effect Analysis se prevodi kao Analiza vrsta otkaza i njihovih efekata. U ovoj disertaciji koristi se prilagođeni naziv Analiza neuspeha i njihovih efekata.

FMEA je posebno koristan alat, jer predstavlja sistematski pristup poboljšavanju proizvodnih linija, omogućavajući identifikaciju, eliminaciju ili smanjenje potencijalnih neuspeha pre nego što se proizvodni proces nastavi u sledeću fazu (Scipioni et al., 2002; Trafialek et al., 2016a). Ovaj inženjerski alat se koristi za detaljnu analizu svakog koraka u procesu, pri čemu se izračunava broj prioritetnog rizika (engl. Risk Priority Number - RPN) za svaki potencijalni neuspeh, čime se osigurava sveobuhvatna kontrola i proaktivno delovanje (Scipioni et al., 2002; Ozilgen, 2012; Đekić et al., 2018c).

FMEA metodologija se sastoji iz nekoliko faza, uključujući pripremu dijagrama toka procesa, identifikaciju potencijalnih neuspeha, identifikaciju mogućih uzroka i efekata svakog neuspeha, kvantitativnu procenu nivoa rizika za svaki identifikovani neuspeh. Na osnovu ovih podataka, definišu se korektivne mere koje imaju za cilj smanjenje i otklanjanje potencijalnih neuspeha, a zatim se ponovo procenjuje nivo rizika nakon njihove primene (Ozilgen, 2012; Özilgen & Özilgen, 2017). Na ovaj način, FMEA ne samo da pruža mogućnost za unapređenje procesa, već omogućava i kontinuiranu procenu efikasnosti korektivnih mera. Ova metodologija zasniva se na konceptu odozdo prema gore (engl. „bottom-up-approach"), kojim se rizik ocenjuje kao proizvod tri ključne vrednosti: ozbiljnost posledica (S), mogućnost detekcije (D) i učestalost pojavljivanja (O) mogućih neuspeha (Scipioni et al., 2002; Đekić et al., 2019). Ove procene se oslanjaju na naučne podatke i epidemiološke studije, kako bi se osigurao precizan uvid u moguće rizike i posledice po zdravlje potrošača.

FMEA metodologija je našla široku primenu u analizi proizvodnih procesa kako bi se unapredio kvalitet i smanjili rizici po bezbednost hrane. Primenjena je, između ostalog u proizvodnji vafli (Scipioni et al., 2002), proizvodnji čipsa (Arvanitoyannis & Varzakas, 2007), peciva (Varzakas, 2011), dimljene pastrmke (Arvanitoyannis et al., 2009), ratluka (Ozilgen, 2012), začinske crvene paprike (Ozilgen et al., 2013), proizvoda od mleka (Kurt & Ozilgen, 2013), hleba (Frunză & Pop, 2022) i mnogim drugim prehrambenim proizvodima. Konkretno, u proizvodnji tradicionalnog sira halumi, FMEA metodologija je identifikovala ključne biološke rizike, poput bioloških opasnosti iz okruženja tokom faze kalupljenja i formiranja gruša, dok su fizički i hemijski rizici bili manji (Kapshakbayeva et al., 2019).

Dalja istraživanja u primeni FMEA metodologije pokazala su slične rezultate u proizvodnji mocarele, gde su biološke opasnosti, posebno kontaminacija tokom formiranja gruša, predstavljale najveći rizik (Tsany et al., 2017), kao i prilikom proizvodnje sira za grilovanje (Frunză, 2022). Slični zaključci doneseni su i u dugačkom lancu snabdevanja sirevima od ultrafiltriranog mleka, gde su visoke RPN vrednosti utvrđene za prisustvo patogenih mikroorganizama i hemijskih kontaminanata poput teških metala i pesticida (Aleksić et al., 2022). Značaj obuke proizvođača i kontrola mleka naglašeni su kao ključne mere za poboljšanje bezbednosti. Na kraju, provera mlekara u Turskoj ukazala je na dominaciju bioloških rizika u proizvodnim procesima, dok su hemijske i fizičke opasnosti bile manje izražene (Kurt & Ozilgen, 2013). Sve ove studije ukazuju na važnost FMEA metodologije u prepoznavanju i smanjenju rizika u različitim fazama proizvodnje proizvoda od mleka.

3. CILJEVI RADA

Osnovni cilj istraživanja je utvrđivanje mesta povećanog rizika po bezbednost proizvoda od mleka, tačnije sireva i kajmaka, u kratkim lancima snabdevanja u Republici Srbiji. Istraživanje se zasniva na analizi higijensko-sanitarnih uslova tokom proizvodnje i prodaje, ispitivanju stavova potrošača i oceni svojstava gotovih proizvoda, sa ciljem sticanja uvida u faktore koji mogu uticati na bezbednost hrane.

Istraživanje ima za cilj procenu higijensko-sanitarnih uslova na mestima proizvodnje proizvoda od mleka u objektima malog obima poslovanja, uključujući domaćinstva i male mlekare. Takođe, ovaj deo istraživanja obuhvata i analizu higijene površina koje dolaze u kontakt sa hranom i utvrđivanje samoprijavljenih praksi, mišljenja i znanja malih proizvođača o pitanjima bezbednosti hrane. Osim toga, cilj istraživanja je ispitivanje ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom prodaje neupakovanih proizvoda od mleka na zelenim pijacama, uključujući analizu navika i ponašanja prodavaca proizvoda od mleka koji mogu da utiču na bezbednost hrane.

Pored uslova proizvodnje i prodaje, istraživanje se bavi ispitivanjem navika i stavova potrošača u vezi sa prethodno upakovanim i neupakovanim proizvodima od mleka, uključujući proizvode proizvedene u domaćinstvima i malim mlekarama. Cilj je identifikacija faktora koji mogu direktno i indirektno da utiču na kvalitet i bezbednost hrane, u kućnim uslovima.

Takođe, analiza karakteristika gotovih proizvoda od mleka obuhvata ispitivanje mikrobioloških, fizičko-hemijskih i senzornih svojstava sireva i kajmaka proizvedenih u domaćinstvima i malim mlekarama, pri čemu se rezultati upoređuju sa postojećim podacima iz literature i zakonskim zahtevima, kako bi se sagledao njihov kvalitet i nivo usaglašenosti sa kriterijumom bezbednosti hrane u kratkom lancu snabdevanja. Cilj ovog istraživanja je utvrđivanje nivoa rizika u kratkom lancu snabdevanja proizvodima od mleka primenom metode za analizu neuspeha i njihovih efekata (FMEA).

Osnovna hipoteza od koje se polazi u istraživanju jeste da se u Republici Srbiji prerada mleka u proizvode, uključujući sireve i kajmak, odvija u registrovanim i odobrenim objektima koji ispunjavaju higijenske uslove, sa odstupanjima koja su dozvoljena u objektu za preradu sirovog mleka koje vrši fizičko lice kao proizvođač u domaćinstvu, a koja omogućavaju dobijanje proizvoda adekvatnog nivoa bezbednosti i kvaliteta.

Posebne hipoteze koje se mogu postaviti su:

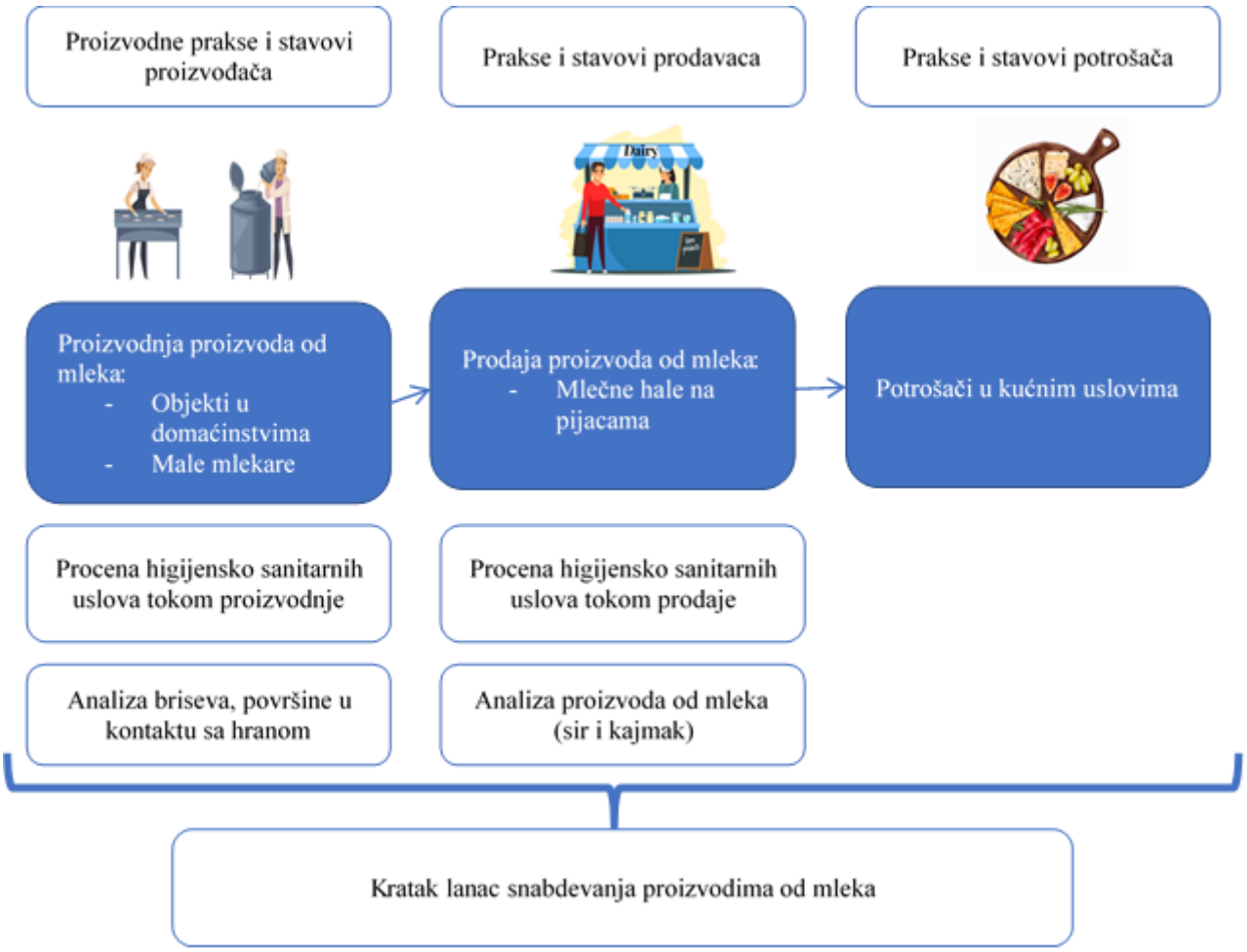
- Nivo (samo)kontrole učesnika u kratkom lancu snabdevanja može da utiče na bezbednost i kvalitet proizvoda od mleka.
- Znanje, stavovi i ponašanje prerađivača mleka u domaćinstvu i u malim objektima za preradu mleka mogu da utiču na bezbednost i kvalitet proizvoda od mleka.
- Postoje različiti nivoi usaglašenosti sa higijensko-sanitarnim uslovima proizvodnje u domaćinstvu i u malim objektima za preradu mleka koji mogu da utiču na bezbednost i kvalitet proizvoda.
- Postoje različiti nivoi usaglašenosti sa higijensko-sanitarnim uslovima proizvodnje, na mestima prodaje proizvoda od mleka, uključujući sireve i kajmak, koji mogu da utiču na bezbednost i kvalitet proizvoda.
- Navike i ponašanje potrošača nakon kupovine utiču na bezbednost i kvalitet proizvoda od mleka.

4. METODE I MATERIJAL ISTRAŽIVANJA

Istraživanja sprovedena u okviru ove doktorske disertacije mogu se podeliti u nekoliko faza:

- Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom proizvodnje proizvoda od mleka u domaćinstvima i malim mlekarama, koja je sprovedena kroz posete, realizaciju upitnika i mikrobiološke analize briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom;
- Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova u objektima za prodaju proizvoda od mleka, koja je izvršena korišćenjem kontrolnih lista, kao i intervjuisanjem prodavaca;
- Analiza proizvodnih praksi, stavova i znanja malih prerađivača mleka u domaćinstvima i malim mlekarama o pitanjima bezbednosti hrane, koja je realizovana korišćenjem upitnika;
- Ispitivanje svojstava proizvoda od mleka, sireva i kajmaka proizvedenih u objektima malih prerađivača mleka, koje je obuhvatilo analizu fizičko-hemijskih svojstava, mikrobiološkog statusa, teksturalnih svojstava i senzornog kvaliteta.

Grafikon 3 daje prikaz faza istraživanja sprovedenih u okviru ove doktorske disertacije.



Grafikon 3. Šematski prikaz faza istraživanja u doktorskoj disertaciji

4.1. Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom proizvodnje proizvoda od mleka u domaćinstvima i malim mlekarama

Istraživanje usaglašenosti sa higijensko-sanitarnim uslovima sprovedeno je kroz posete objektima za proizvodnju proizvoda od mleka, uključujući objekte u domaćinstvima i male mlekare. Istraživanje je obuhvatilo realizaciju kreirane Kontrolne liste za ocenu ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje proizvoda od mleka (Prilog 1), kao i analizu higijene površina koje dolaze u

kontakt sa hranom. Podaci su prikupljeni u periodu od marta do oktobra 2022. godine, na osnovu preporuka i kontakta savetnika za poljoprivredu iz Poljoprivrednih savetodavnih službi širom Srbije.

U istraživanju je učestvovalo 60 proizvođača iz sektora proizvodnje malog kapaciteta. Od toga, jedan je bio sa teritorije grada Beograda, dok je 47 proizvođača bilo iz centralne Srbije, sedam objekata malog kapaciteta bilo je locirano u Vojvodini i pet na području Autonomne pokrajine Kosovo i Metohija.

Kako bi se dobio potpuniji uvid u ispunjenost higijenskih uslova na mestima proizvodnje proizvoda od mleka, analizirana je higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom. Uzorci su prikupljeni tokom poseta objektima za preradu mleka, pri čemu je plan uzorkovanja zavisio od tipa objekta (objekat u domaćinstvu ili mala mlekara) i vrste proizvoda od mleka koji se proizvode. U ovom delu istraživanja učestvovalo je sedam objekata malog kapaciteta, u periodu od septembra do decembra 2023. godine. Ukupno je analizirano 18 uzoraka briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom.

4.1.1. Kontrolna lista za ocenu ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje proizvoda od mleka (objekti u domaćinstvu i male mlekare)

Kontrolna lista za ocenu ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje je kreirana koristeći zahteve iskazane u zakonskim propisima (Srbija, 2010b, 2017a). Kontrolna lista se sastoji iz šest celina: i) opšte karakteristike objekta malog kapaciteta; ii) konstrukcione karakteristike i uslovi higijene hrane; iii) primenjena higijenska i proizvođačka praksa; iv) kontrola kvaliteta mleka i proizvoda od mleka; v) rukovanje opremom i upravljanje otpadom, vi) obeležavanje proizvoda.

Prva deo kontrolne liste sastoji se od osam pitanja koja se odnose na opšte karakteristike objekata, uključujući zakonski status objekta, načina poslovanja, vrstu i količinu proizvedenog mleka, asortiman i količinu proizvoda od mleka, distribucione kanale i oblika distribucije (Prilog 1).

Konstrukcione karakteristike i uslovi higijene hrane u objektima za preradu mleka procenjivane su pomoću 16 pitanja sa ponuđenim odgovorima (da/delimično/ne). Analizirani su raspored, položaj i unutrašnje karakteristike prostorija/prostora za preradu, dostupnost i adekvatnost česmi, lavaboa, toaleta i garderoba za presvlačenje radnika, uslovi u pogledu održavanja preporučene temperature za rukovanje rizičnom hranom, kao i primena postupaka čišćenja, sanitacije i kontrole štetočina. Osim toga, kontrolnom listom je obuhvaćeno i pitanje konstrukcije površina koje dolaze u kontakt sa hranom u pogledu materijala od kojeg su napravljene, kao i mogućnosti njihovog čišćenja i dezinfekcije (Prilog 1).

Higijenske i proizvođačke prakse koje se primenjuju u objektima za preradu mleka procenjivane su pomoću devet pitanja sa tri ponuđena odgovora (da/delimično/ne). Ovom grupom pitanja analizirane su primenjene prakse u pogledu hlađenja sirovog mleka i sprovođenja termičke obrade mleka, sprečavanje unakrsne kontaminacije i lične higijene proizvođača (Prilog 1).

Vođenje dokumentacije i sprovođenje eksterne kontrole sirovog mleka i gotovih proizvoda analizirani su pomoću četiri pitanja, dok su rukovanje opremom i upravljanje otpadom analizirani pomoću dva pitanja sa mogućnošću višestrukog odgovora (Prilog 1).

Svako pitanje iz kontrolne liste je imalo tri mogućnosti odgovora: puna usaglašenost (2 boda), delimična usaglašenost (1 bod) i loša usaglašenost (0 bod). Koristeći bodove iz kontrolne liste izračunata je ocena higijene u proizvodnji usklađenosti sa higijenskim zahtevima (engl. Production Hygiene Assessment score - PHAS), koja predstavlja procenu u kojoj meri objekti za preradu mleka ispunjavaju zahteve higijenskih praksi. Ova ocena se za svaki objekat izračunava sabiranjem bodova, pri čemu je maksimalan mogući broj bodova 62. Na osnovu maksimalne moguće ocene dobre higijenske prakse, objekti su klasifikovani u tri grupe i to objekti sa prihvatljivom higijenom (PHAS $\geq$ 43), delimično ispunjenim nivoom higijene (22 $\leq$ PHAS $\leq$ 42) i nezadovoljavajućom higijenom (PHAS $\leq$ 21).

4.1.1.1. Statistička analiza

Unutrašnja konzistentnost kontrolne liste testirana je izračunavanjem Kronbahovog alfa koeficijenta (engl. Cronbach's alpha test), koji je pokazao vrednost $\alpha = 0{,}831$. Ova vrednost se smatra prihvatljivom za pouzdanost kontrolne liste (Adamson & Prion, 2013). Svi podaci prikupljeni su popunjavanjem kontrolne liste u papirnoj formi, koji su kasnije uneti u tabele kreirane u programu Microsoft Office Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA).

Da bi se izvršila klasifikacija objekata malog kapaciteta urađena je dvostepena klaster analiza. Za analizu su korišćene kategoričke (status objekta, vrsta mleka koja se prerađuje u objektu i oblik u kome se proizvodi stavljaju u promet) i kontinualne (ocena higijene u proizvodnji - PHAS) varijable. Broj klastera automatski je podešen na najviše mogućih 15. Ova statistička procedura je korišćena da bi se i kontinuirane i kategoričke varijable mogle koristiti u istom procesu grupisanja (Tkaczynski, 2017). Metod se sastoji od dve faze, preklasterovanja u kojem je algoritam log verovatnoće potreban kao kriterijum sličnosti, a zatim sledi drugi korak u kome se predklasteri tretiraju kao pojedinačna zapažanja i klasifikuju u klastere korišćenjem hijerarhijskog algoritma za grupisanje zasnovanog na Švarc-Bajesovom (Schwarz's Bayesian) kriterijumu zaključivanja (BIC) (Aswandi & Kholibrina, 2020). Optimalan broj klastera određuje se pomoću koeficijenata siluete. Koeficijent siluete veći od 0,50 ukazuje na dobar kvalitet grupisanja (Aswandi & Kholibrina, 2020; Zhllima et al., 2021). Za dalju diferencijaciju između dobijenih klastera primenjen je Mann-Whitney U test za svako od pitanja iz upitnika.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0{,}05$).

4.1.2. Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom

Uzorci sa površina uzeti su sa opreme koja dolazi u kontakt sa hranom. Plan uzorkovanja zavisio je od prethodnog vizuelnog pregleda površina u objektu, a uzorkovanje je obavljeno sa prethodno opranih i dezinfikovanh površina, u skladu sa prethodnim usmenim dogovorom ili dogovora putem elektronske pošte sa učesnicima u studiji. Uzorkovanje je obavljeno jedanput prilikom posete domaćinstvu ili maloj mlekari, bez ponavljanja uzorkovanja. Odabir mikrobioloških kriterijuma na osnovu kojih će se izvršiti analiza higijene površina koje dolaze u kontakt sa hranom izvršen je na osnovu preporuka datih u Vodiču (Srbija, 2011c).

Uzorkovanje površina sprovedeno je metodom brisa (ISO, 2018), korišćenjem komercijalno dostupnih sterilnih kompleta za bris. Sa ravnih površina kao što su stolovi, sirarske kade i slično, uzorkovanje je izvršeno pomoću sterilnog šablona dimenzija 10 x 10 cm (ukupna površina 100 cm^2). Sa površina koje zbog konstrukcije nije bilo moguće uzorkovati na opisani način (kutlača, nož, šipka i slično) uzorak je uzet sa najveće dostupne površine. U cilju uzorkovanja, štapić je pažljivo izvučen iz sterilnog omotača, a vrh sa sterilnom vatom uronjen je u epruvetu sa 10 mL fiziološkog rastvora. Višak rastvarača odstranjen je pritiskom vrha štapića na zid epruvete. Navlaženi štapić je postavljen na površinu sa koje je potrebno uzeti uzorak. Sa ravnih površina uzorak je uzet istovremenim povlačenjem štapića preko definisane površine u horizontalnom i vertikalnom pravcu oko deset puta u svakom pravcu, uz istovremeno rotiranje štapića između palca i kažiprsta. Sa površina koje su bile teško dostupne ili gde zbog konstrukcije nije bilo moguće definisati tačnu površinu, uzorci su uzeti na način da se vrhom štapića prešlo preko cele površine rotirajući štapić između palca i kažiprsta (ISO, 2018). Nakon uzorkovanja, štapić je uronjen u epruvetu sa fiziološkim rastvorom, obeležen i u hladnom lancu transportovan u laboratoriju. Sa svakog mesta uzorkovanja uzeta su po dva brisa. Svi uzorci analizirani su u okviru 24–48 časova od uzorkovanja.

Ukupno je prikupljeno 18 uzoraka sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom, kao što su kade za sečenje sira, rešetke za ceđenje sira, kutlače za prikupljanje gruša, nož za sečenje sira na kriške, šipke

za presovanje sira i kantice za pakovanje kajmaka. Mikrobiološke metode ispitivanja uzoraka sa površina urađene su u Mikrobiološkom odeljenju JPS Zavod za mlekarstvo, u Beogradu.

4.1.2.1. Mikrobiološke metode za uzorke briseva sa površina koji dolaze u kontakt sa hranom

Za analizu higijene površina koje dolaze u direktan kontakt sa hranom korišćene su sledeće metode: za utvrđivanje prisustva patogenih mikroorganizama primenjena je metoda za detekciju *L. monocytogenes* i *Listeria* spp. (ISO, 2017a). Rezultat ispitivanja izražen je kao nađena/nije nađena po brisu.

Određivanje broja mikroorganizama indikatora higijene ispitivano je primenom metoda za određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija (ISO, 2014a) i *Enterobacteriaceae* (ISO, 2017c). Određivanje broja kvasaca i plesni kao indikatora kvarenja hrane (Fleet, 1990), urađeno je prema metodi opisanoj u standardu (ISO, 2004b). Ukupan broj ciljanih mikroorganizma izračunat je prema navedenim standardima (ISO, 2014a, 2017c, 2018) i izražen kao cfu/brisu.

4.1.2.2. Utvrđivanje prisustva Listeria monocytogenes i Listeria spp. u uzorcima briseva sa površina koje dolaze u kontakta sa hranom

Iz epruvete u kojoj se nalazi uzorak uzet sa površine koja dolazi u kontakt sa hranom 1 mL je prenet u epruvetu sa 10 mL selektivne tečne podloge za obogaćivanje sa smanjenom koncentracijom selektivnih agenasa (modifikovani Fraser bujon, Himedia, Mumbai, Indija). Uzorak je homogenizovan na vortex mešalici i inkubiran na 30°C tokom 25 sati. Nakon perioda inkubacije, ezom su zasejane površine dve selektivne podloge (Agar Listeria prema Ottaviani i Agosti, Himedia, Mumbaj, Indija) i Listeria Identification Agar–PALCAM (Himedia, Mumbai, Indija) i inkubirane na 37°C tokom 24 sata. Iz početne suspenzije dobijene u modifikovanom Fraser bujonu, 0,1 mL je prebačeno u Fraser bujon sa punom koncentracijom selektivnih agenasa (Himedia, Mumbai, Indija). Posle inkubacije na 37°C tokom 48 sati, ezom su ponovo zasejane površine dve selektivne čvrste podloge, koje su inkubirane na 37°C tokom 24 sata. Kolonije za koje se sumnjalo da su *L. monocytogenes* i *Listeria* spp., testirane su biohenijskim ispitivanjima (ISO, 2017a).

4.1.2.3. Određivanje broja indikatora higijene i mikroorganizama uzročnika kvara u uzorcima briseva sa površina koje dolaze u kontakt sa hranom

Iz uzorka je napravljena serija decimalnih razblaženja u peptonskom slanom rastvoru (Biolab, Budimpešta, Mađarska) (ISO, 2020). Po jedan mililitar uzorka i dva sukcesivna decimalna razblaženja zasejani su u po dve sterilne Petrijeve ploče tehnikom nalivanja ploča.

Za određivanje broja *Enterobacteriaceae* korišćen je ljubičasto crveni žučni agar sa glukozom (VRBG, engl. violet red bile glucose agar, Biolab, Budimpešta, Mađarska), koji je inkubiran na 37°C tokom 24 ± 3 sata. Kolonije za koje se sumnjalo da pripadaju familiji *Enterobacteriaceae,* presejane su ezom na površinu čvrste neselektivne podloge (Hranljivi agar, Torlak, Beograd, Srbija) i inkubirane na 37°C tokom 24 sata. Dalje potvrđivanje vršeno je prema standardu (ISO, 2017c). Testiranje je uključivalo oksidaza test korišćenjem komercijalno dostupnih oksidaza diskova (Himedia, Mumbai, Indija). Kolonije koje su pokazale negativnu reakciju bile su zasejane ubodnom ezom u glukozni OF agar (Biolab, Budimpešta, Mađarska), koji je nakon dodavanja sterilnog mineralnog ulja inkubiran na 37°C tokom 24 ± 3 sata. Određivanje broja *Enterobacteriaceae* i izražavanje dobijenih rezultata vršeno je prema navedenom standardu (ISO, 2017c). Agar za ukupan broj bakterija (Torlak, Beograd, Srbija) korišćen je za određivanje ukupnog broja bakterija na 30°C (ISO, 2014a). Saburo dekstrozni agar sa hloramfenikolom (Biolab, Budimpešta, Mađarska) korišćen je za određivanje broja kvasaca i plesni i inkubiran na 25°C tokom 5 dana (ISO, 2004b).

4.1.2.4. Statistička analiza

Dobijeni rezultati predstavljeni su kao relativne frekvencije uzoraka gde je prisutna mikrobiota bila ispod granice kvantifikacije i gde je bila brojiva i izražena kao cfu/brisu, ili su ciljane bakterije nađene/nisu nađene u brisu. Za izračunavanje statističkih numeričkih pokazatelja (srednja vrednost)

i mera varijacije (interval varijacije (iv) i standardna devijacija (sd)) korišćeni su samo uzorci sa vrednostima iznad granice kvantifikacije.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA).

4.1.3. Proizvodne prakse, stavovi i znanje malih prerađivača mleka u domaćinstvu i malim objektima za preradu mleka o pitanjima bezbednosti hrane

Proizvodne prakse, stavovi i znanje o bezbednosti hrane malih proizvođača proizvoda od mleka analizirani su kroz prikupljanje podataka tokom poseta objektima za preradu mleka u objektima malog kapaciteta u različitim geografskim područjima u Srbiji u periodu od juna 2019. do septembra 2020. godine. Podaci su prikupljeni razgovorima sa prerađivačima mleka na mestima proizvodnje, korišćenjem unapred definisanog upitnika. Za potrebe ovog dela istraživanja je posećeno 15 objekata za preradu mleka malog kapaciteta. Od toga je tri bilo sa teritorije grada Beograda, 10 iz centralne Srbije i dva objekta malog kapaciteta bilo je locirano u Vojvodini.

Istraživanje je sprovedeno kroz posete objektima za preradu mleka, koje su unapred dogovorene na osnovu ličnih kontakata i preporuka, uzimajući u obzir da je ranije identifikovan nedostatak interesovanja lica iz sektora proizvodnje i rukovanja hranom za učestvovanje u istraživanjima (Hertzman & Barrash, 2007).

Prvobitno su predstavnici i/ili vlasnici objekata za preradu mleka malog kapaciteta kontaktirani telefonom i/ili putem elektronske pošte, gde su upoznati sa svrhom istraživanja. Učesnicima je objašnjeno da je učestvovanje u istraživanju na dobrovoljnoj osnovi, a da su sve informacije dobijene tokom intervjua poverljive. Intervju je obavljen na sledeći način: u objektima za preradu mleka u domaćinstvu razgovor je obavljen sa licem koje rukuje hranom (prerađivač mleka), dok je u malim mlekarama razgovor obavljen sa odgovornim licem (tehnolog ili veterinar) i jednim od zaposlenih radnika u proizvodnji. Popunjavanje upitnika trajalo je oko 30 minuta. Razgovor je obavljen sa ukupno 20 lica koja obavljaju preradu mleka.

4.1.4. Upitnik za ocenjivanje proizvodnih praksi, stavova i znanja o bezbednosti hrane među rukovaocima hranom u sektoru malih prerađivača mleka

Upitnik za ocenjivanje proizvodnih praksi, stavova i znanja o bezbednosti hrane među rukovacima hranom u sektoru malih prerađivača mleka, koji je korišćen u ovom istraživanju, razvijen je na osnovu zakonskih propisa iz oblasti higijene hrane (Srbija, 2010b, 2011b) i objavljenih literaturnih podataka (Kramer & Scott, 2004; Hertzman & Barrash, 2007; Jevšnik et al., 2008b) (Prilog 4).

Upitnik je osmišljen u zatvorenoj formi i sastoji se iz tri celine: i) demografske karakteristike proizvođača hrane; ii) samoprijavljene prakse malih prerađivača mleka vezane za bezbednost hrane; iii) poznavanje i stavovi o bezbednosti hrane.

Prvi deo upitnika obuhvata pitanja koja se odnose na demografske podatke ispitanika (pol, starost, obrazovanje i radno iskustvo u mlekarskom sektoru). Stavovi i mišljenja o bezbednosti proizvoda od mleka analizirani su pomoću 16 izjava, pri čemu ispitanici izražavaju stepen slaganja ili neslaganja sa izjavama, koristeći Likertovu skalu sa pet podeoka, od „Jako se slažem“ do „Jako se ne slažem“ (Prilog 4). Samoprijavljene prakse i navike lica koja rukuju sa hranom analizirane su pomoću 16 pitanja osmišljenih kako bi se procenile samoprijavljene prakse i navike rukovaoca hranom tokom proizvodnje. Fokus je za ponašanju, ličnoj higijeni i primeni preduslovnih programa (pranje, dezinfekcija i uništavanje štetočina) u proizvodnom prostoru, kao i na uslove čuvanja proizvoda od mleka. Odgovori su dati na skali sa pet podeoka, u rasponu od „Nikada“ do „Uvek“ (Prilog 4).

4.1.4.1. Statistička analiza

Kao indeks pouzdanosti kojim se utvrđuje unutrašnja konzistencija Upitnika za ocenjivanje proizvodnih praksi, stavova i znanja o bezbednosti hrane među rukovacima hranom u sektoru malih

prerađivača mleka izračunat je Kronbahov alfa (Cronbach's alpha) koeficijent. Dobijena vrednost koeficijenta pouzdanosti (0,940) pokazala je dobru unutrašnju pouzdanost upitnika (Tavakol & Dennick, 2011). Svi podaci prikupljeni su popunjavanjem papirnih upitnika u objektima za preradu mleka i u sledećoj fazi uneti su u identičan upitnik kreiran u programu Microsoft Office Excel (2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA).

Za statističku obradu podataka korišćena je deskriptivna statistička analiza i izračunata je procentualna zastupljenost dobijenih odgovora za svako pojedinačnu izjavu iz upitnika u odnosu na ukupan broj urađenih intervjua. Da bi se utvrdilo da li postoji očekivana statistička razlika između demografskih karakteristika (pol, starost, stepen obrazovanja, vrsta posla koji ispitanik obavlja u objektu, radno iskustvo u mlekarskom sektoru, vrsta objekta za preradu mleka) malih prerađivača mleka u pogledu samoprijavljenih praksi i stavova i znanja povezanih sa bezbednošću hrane korišćen je $\chi 2$ test.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$).

4.2. Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom prodaje proizvoda od mleka na zelenim pijacama

Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova u objektima za prodaju proizvoda od mleka izvršena je na dva načina: opservacionom studijom korišćenjem definisane kontrolne liste za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestima prodaje, kao i prikupljanjem i analiziranjem podataka dobijenih razgovorom sa prodavcima na mestu prodaje korišćenjem upitnika za prodavce proizvoda od mleka.

Istraživanje usaglašenosti sa higijensko-sanitarnim uslovima tokom prodaje proizvoda od mleka sprovedeno je posetom pijacama u različitim gradovima Srbije u periodu od juna 2019. do septembra 2020. godine. Ukupno su posećene 43 zelene pijace u centralnoj i severnoj Srbiji, tokom vikenda kada se očekivao najveći broj prodavaca i potrošača. U istraživanje su bila uključena samo prodajna mesta na pijacama na kojima su se prodavali proizvodi od mleka. Na svakoj pijaci slučajnim odabirom izabrano je 3 do 18 prodajnih mesta, u zavisnosti od broja prodavaca prisutnih tog dana. Ukupno je obuhvaćeno 293 prodajna mesta, od kojih je 100 (34,13%) bilo locirano na otvorenom, dok je 193 (65,87%) bilo smešteno u zatvorenim mlečnim halama pijaca.

Ocena higijensko-sanitarnih uslova prodajnog mesta sprovedena je skrivenim vizuelnim posmatranjem na mestu prodaje. Kako bi se umanjio uticaj „Hautornovog efekta", prodavci nisu bili inicijalno upoznati sa činjenicom da se sprovodi istraživanje. Posmatranje je trajalo oko 15 minuta, zavisno od broja prisutnih kupaca na određenom prodajnom mestu. Posmatrač je bio na uobičajenoj udaljenosti kupca (oko 0,5 metara). Neposredno po završetku posmatranja prodajnog mesta, popunjena je Kontrola lista za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestu prodaje proizvoda od mleka (Prilog 2). Ova lista je popunjavana izvan prodajnog prostora kako bi se očuvala diskrecija.

Pre otpočinjanja ovog dela istraživanja, u prostorijama Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu organizovane su dve dvočasovne obuke za ocenjivače. Obuke su uključivale analizu fotografija koje prikazuju primere dobre i loše higijenske praksa u procesu prodaje.

4.2.1. Kontrolna lista za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestu prodaje proizvoda od mleka

Kontrolna lista za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestu prodaje proizvoda od mleka, je razvijena za potrebe ovog istraživanja i to na osnovu zakonskih propisa iz oblasti higijene hrane (Srbija, 2010b, 2011b), objavljenih literaturnih podataka (Teng et al., 2004; Sampers et al., 2012; Carrascosa et al., 2016) i ličnog iskustva učesnika u istraživanju (Prilog 2).

Kontrolna lista se sastoji iz šest celina: i) opšte karakteristike prodajnog mesta; ii) uslovi higijene na mestu prodaje; iii) higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom; iv) kontrola temperature; v) način pakovanja i vi) lična higijena prodavaca. Prva celina se sastoji iz tri pitanja kojima se utvrđuju opšte karakteristike prodajnog mesta (geografska odrednica, naziv i lokacija pijace i mesto prodaje-otvoren prostor ili mlečna hala). Uslovi higijene na mestu prodaje u analizirani pomoću sedam pitanja koja se odnose na strukturu i infrastrukturu, ventilaciju i osvetljenje, kontrolu štetočina i dostupnost i adekvatnost česmi i lavaboa za pranje ruku na prodajnom mestu. Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom ocenjivana je na svakom konkretnom prodajnom mestu pomoću pet pitanja koja se odnose na materijal od kojeg su napravljene površine, mogućnost njihovog čišćenja, kao i mogućnosti zaštite proizvoda od unakrsne kontaminacije. Kontrola temperature na prodajnim mestima ocenjivana je pomoću dva pitanja povezana sa dostupnošću rashladnih jedinica i vizuelnom ocenom njihove higijene. Način pakovanja i obeležavanja proizvoda koji su dostupni na mestima prodaje analizirana su korišćenjem tri pitanja. Pomoću šest pitanja analizirana je lična higijena prodavaca mlečnih proizvoda u odnosu na higijenu ruku, korišćenje zaštitne opreme i konzumiranje hrane/pića tokom prodaje (Prilog 2).

Svako pitanje iz kontrolne liste je imalo tri mogućnosti odgovora: puna usaglašenost (2 boda), delimična usaglašenost (1 bod) i loša usaglašenost (0 bod). Izuzetak je napravljen za pitanje broj 23 koje ima dve ponuđene mogućnosti, jer se odnosi na to da li prodavac tokom prodaje mlečnih proizvoda konzumira hranu ili ne, pa se na taj način mogu dobiti samo dva odgovora (Da ili Ne), koji su ocenjeni sa 0 i 2 boda. Da bi se olakšalo bodovanje u kontrolnoj listi su predviđene i opisane moguće situacije za svaki bod (Prilog 2). Koristeći podatke iz kontrolne liste izračunata je ocena higijene u prodaji (engl. Sale Hygiene Assessement score–SHAS) tako što je izvršeno sabiranje pojedinačnih bodova dobijenih za svako pitanje. Maksimalna ocena higijene koju je jedno prodajno mesto moglo da ostvari je 46. Na osnovu maksimalne moguće ocene higijene, prodajna mesta su klasifikovana u tri grupe i to ona sa prihvatljivom higijenom (SHAS $\geq$ 30), delimično ispunjenim nivoom higijene (16 $\leq$ SHAS $\leq$ 29) i neprihvatljivom higijenom (SHAS $\leq$15) (Nastasijević et al., 2016).

4.2.2. Upitnik za prodavce proizvoda od mleka

Radi sticanja uvida u uslove bezbednosti i higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka, podaci prikupljeni opservacionom studijom dopunjeni su podacima dobijenim kroz razgovore sa prodavcima. Nakon diskretnog posmatranja mesta prodaje i popunjavanja kontrolne liste, prodavci su obavešteni o istraživanju i pozvani da u istom učestvuju. Ukupno je intervjuisano 279 prodavaca, što je bilo manje od broja prodajnih mesta koja su ocenjena u prvom delu, jer je 14 prodavaca odbilo da učestvuje u intevjuisanju. Svaki intervju trajao je oko 10-15 minuta.

Upitnik za prodavce proizvoda od mleka je razvijen za potrebe ovog istraživanja, na osnovu zakonskih propisa iz oblasti higijene hrane (Srbija, 2010b, 2011b) i objavljenih literaturnih podataka (Teng et al., 2004; Worsfold et al., 2004; Behnke et al., 2012) (Prilog 3).

Upitnik je osmišljen u zatvorenoj formi i sastoji se iz pitanja kojima se dobijaju demografski podaci o ispitaniku (pol, starost i način sticanja znanja o proizvodnji proizvoda od mleka), dok se u drugom delu upitnika nalazi deset pitanja sa ponuđenim odgovorima, pomoću kojih se dobijaju podaci o asortimanu i poreklu proizvoda, zatim vrstama proizvoda koji se najčešće prodaju na pijacama. Paralelno, ispitivane su prakse i navike prodavaca prilikom skladištenja proizvoda od mleka u domaćinstvu pre stavljanja u promet, načina i vremena trajanja transporta do pijaca, kao i uslovi tokom prodaje proizvoda od mleka na pijacama u pogledu učestalosti donošenja proizvoda na pijace i prosečnog vremena koje prodavac provede na pijaci (Prilog 3). Prvobitno je planirano da prodavci samostalno popunjavaju upitnik. Međutim, svi prodavci koji su pristali da učestvuju u istraživanju su zamolili da im istraživač pročita pitanja i ponuđene odgovore, a prodavci su birali ono što je za njih primenljivo.

4.2.2.1. Statistička analiza

Kao indeks pouzdanosti kojim se utvrđuje unutrašnja konzistencija Kontrolne liste za ocenu higijene izračunat je Kronbahov alfa koeficijent (Cronbach's alpha), dobijena vrednost 0,848 pokazala je dobru unutrašnju pouzdanost upitnika (Tavakol & Dennick, 2011). Svi podaci prikupljeni su popunjavanjem kontrolnih lista i upitnika na mestima prodaje i u sledećoj fazi uneti su Microsoft Office Excel (2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA).

Da bi se izvršila klasifikacija prodajnih mesta i utvrdila mesta koja potencijalno predstavljaju veći rizik po bezbednost hrane urađena je dvostepena klaster analiza. Za analizu su korišćene kategoričke (lokacija pijace i pozicija prodajnog mesta u mlečnoj hali ili na otvorenom prostoru) i kontinualne (ocena higijene u prodaji - PHAS) varijable. Za dalju diferencijaciju između dobijenih klastera primenjen je Mann-Whitney U test za svako od pitanja iz kontrolne liste.

Da bi se utvrdilo da li postoji linearna korelacija između uslova higijene na posmatranom mestu za prodaju hrane životinskog porekla na pijaci i specifičnih higijenskih uslova na svakom pojedinačnom prodajnom mestu (higijena površina, kontrola temperature, način pakovanja i obeležavanja proizvoda, lična higijena prodavca), ukupan zbir rezultata dobijenih za pojedinačna pitanja u određenoj celini kontrolne liste korišćeni su kao varijable za određivanje Spiermanovog koeficijenta korelacije.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$).

4.3. Ispitivanje stavova i navika potrošača koji mogu da utiču na bezbednost hrane

Istraživanje stavova potrošača o bezbednosti hrane sprovedeno je korišćenjem upitnika koji je osmišljen za potrebe istraživanja (Prilog 5). Upitnik je distribuiran online, korišćenjem Google Forms® preko društvenih mreža i elektronske pošte. U istraživanju su učestvovala punoletna lica, koja su se unapred na osnovu ličnih, porodičnih i prijateljskih preporuka saglasila da učestvuju u istraživanju bez finansijske ili druge vrste nadoknade. Anketa je sprovedena u periodu od juna do decembra 2021. godine. Svi postupci su sprovedeni u skladu sa Kodeksom profesionalne etike Univerziteta u Beogradu (Srbija, 2016).

Ukupno je u ovom delu istraživanja učestvovalo 387 potrošač. Da bi se utvrdilo da li rezultati istraživanja mogu biti primenjeni na nivou cele populacije Srbije određena je granica greške za nivoe pouzdanosti 95% i 99% korišćenjem sledeće formule:

$$\text{granica greške (engl. margin of error)} = z * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

gde je:

z- z vrednost za interval poverenja (za 95% = 1,645), s – standardna devijacija populacije i n – veličina uzorka.

Izračunata granica greške iznosi 5,1% za nivo pouzdanosti 95%, što ukazuje na to da je veličina uzorka dovoljna za donošenje pouzdanih zaključaka na nivou populacije. Za uzorke veličine n = 300 do n = 400, granice greške od 5% do 6% smatraju se prihvatljivim za analize sa pretpostavljenim nivoom pouzdanosti od 95% (Hunter, 2016).

4.3.1. Upitnik za ispitivanja stavova i navika potrošača

Na početku upitnika ispitanici su upoznati sa ciljem istraživanja i definicijom hrane spremne za konzumiranje RTE hrane (engl. Ready To Eat), kojoj pripadaju proizvodi od mleka. Definicija je bila sledeća: „Hrana spremna za konzumiranje je hrana koja je pripremljena unapred bez potrebe za daljim kuvanjem ili preradom pre nego što se posluži/pojede". Uz ovu definiciju, objašnjeni su i drugi

termini korišćeni u upitniku, kao što su „prethodno upakovani proizvodi“ i „proizvodi isečeni (slajsovani) po narudžbini“. Definicije su bile sledeće: Prethodno upakovani proizvodi mleka su proizvodi koje je upakovao proizvođač hrane na mestu proizvodnje i prodaju se u originalnom pakovanju. Neupakovani proizvodi od mleka se seku, slajsuju i pakuju na mestu prodaje na zahtev potrošača i prodaju se na odeljenju delikatesa u supermarketu, specijalizovanim prodavnicama i/ili pijaci.

Upitnik se sastojao iz četiri celine (Prilog 5). U prvom delu Upitnika nalaze se pitanja kojima se dobijaju osnovni demografski podaci o ispitaniku (pol, starost, obrazovanje, status zaposlenja i broj članova domaćinstva) uključujući i pitanja kojima se utvrđuje da li u domaćinstvu postoje rizične grupe, kao što su mala deca, stariji od 60 godina i/ili osobe sa oslabljenim imunološkim sistemom.

Stavovi i mišljenja potrošača o bezbednosti proizvoda od mleka analizirani su pomoću 12 izjava usmerenih na stavove potrošača o bezbednosti proizvoda od mleka koje su povezane sa načinom pakovanja, mestom prodaje, proverom i poznavanjem roka trajanja proizvoda kupljenih na pijaci i/ili odeljenju delikatesa u supermarketu na meru, uslove čuvanja proizvoda od mleka u kućnim uslovima, kao i rizike vezane za konzumiranje proizvoda od mleka. Odgovori su predstavljeni Likertovom skalom sa 5 podeoka u rasponu od „Potpuno se ne slažem“ do „Potpuno se slažem“.

Mogućnost višestrukog izbora odgovora ponuđena je potrošačima kako bi se analizirale njihove navike o kupovini (prethodno upakovani proizvodi koji se prodaju u supermarketu ili specijalizovanoj prodavnici, neupakovani proizvodi koji se seku i pakuju na zahtev potrošača u supermarketu i/ili specijalizovanoj prodavnici, kao i pijaci ili se uopšte ne kupuju) kao što je prikazano tabelarno u prilogu (Prilog 5). Proizvodi od mleka koji su uključeni u ovaj deo istraživanja jesu: sveži sir, beli sir u salamuri, kajmak i narezani polutvrdi sir (kačkavalj/gauda).

Prakse i ponašanje potrošača povezane sa proizvodima od mleka ispitivane su pomoću 11 izjava u kojima su odgovori predstavljeni skalom od 5 podeoka u rasponu od „Nikada“ do „Uvek“.

4.3.1.1. Statistička analiza

Unutrašnja konzistentnost i pouzdanost upitnika testirani su izračunavanjem Kronbahovog alfa koeficijenta (engl. Cronbach’s alpha test). Dobijena vrednost koeficijenta pouzdanosti (α=0,736) smatra se prihvatljivom (Adamson & Prion, 2013). Prikupljeni podaci uneti su u identičan upitnik kreiran u programu Microsoft Office Excel (2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), nakon čega su kodirani. Modernizacija sistema nabavke kao što je kupovina na veliko kako bi se smanjili troškovi i potrošačima ponudile konkurentne cene, široka ponuda upakovane visoko kvalitetne hrane, mogućnosti za uslovno skladištenje proizvoda neke su od prednosti lanaca trgovinskih sistema (supermarketa) u odnosu na tradicionalne prodavce hrane na pijacama (Minten & Reardon, 2008). Iako potrošači smatraju da su na primer tradicionalni sirevi koji se distribuiraju na pijacama zdraviji i kvalitetniji od industrijski proizvedenih ipak je utvrđen nedostatak poverenja potrošača u bezbednost ovih proizvoda (Miloradović et al., 2021). Stoga je dalja analiza urađena primenom dvostepene klaster analize pri čemu je mesto kupovine delikatesnih proizvoda od mleka korišćena kao kategorička varijabla. Dalja analiza dobijenih klastera urađena je primenom χ^2 testa i Mann-Whitney U testa.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$) i Microsoft Office Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA).

4.4. Ispitivanje svojstava proizvoda od mleka

Proizvodi od mleka proizvedeni u objektima u domaćinstvu i u malim mlekarama prikupljeni su kupovinom na različitim mestima prodaje (zelene pijace i maloprodajni objekti) u Beogradu i drugim gradovima centralne i severne Srbije. U istraživanje su bili uključeni samo proizvodi od kravljeg mleka. Plan uzorkovanja zavisio je od asortimana i dostupnosti proizvoda na pijacama i u

maloprodajnim objektima, kao i od asortimana proizvoda. Proizvodi od mleka, kao što su sir od sirovog i termički tretiranog mleka, kao i kajmak, kupljeni su na 30 zelenih pijaca u 18 gradova, u različitim regionima Srbije. Pored toga, uzorci proizvedeni u malim mlekarama kupljeni su u šest maloprodajnih objekata u Beogradu koji su specijalizovani za takve proizvode.

Uzorci su prikupljani tokom kasnog proleća do kraja leta, tokom nekoliko godina, uključujući 2020, 2021. i 2023. godinu. Informacije kao što su vrsta mleka koje se koristi za proizvodnju (sirovo ili termički tretirano) i stepen zrelosti proizvoda dobijene su kroz razgovor sa prodavcima na pijacama, kao i korišćenjem podataka sa deklaracija proizvoda od mleka kupljenih u maloprodajnim objektima.

Uzorci su prikupljeni u ukupnim količinama od po 450 grama (250 g za mikrobiološka i 200 g za ispitivanja svojstava fizičko-hemijskog kvaliteta), upakovani u PVC posude za jednokratnu upotrebu ili plastične kese, obeleženi i transportovani u hladnom lancu u laboratoriju.

Mikrobiološka ispitivanja sprovedena su u okviru 24 sata od uzorkovanja u Mikrobiološkom odeljenju JPS Zavod za mlekarstvo Beograd. Za potrebe istraživanja fizičko-hemijskih svojstava uzorci su analizirani istog dana ili u slučaju odlaganja analize čuvani u hladnom lancu pri temperaturi od 4°C i ove analize su urađene u Fizičko-hemijskom odeljenju JPS Zavod za mlekarstvo Beograd i Laboratoriji za tehnologiju mleka Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Instrumentalne metode analize teksturalnih svojstava sprovedena su u Laboratoriji za upravljanje bezbednošću i kvalitetom hrane Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Senzorna analiza je realizovana u Laboratoriji za senzornu analizu na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

4.4.1. Analiza kvaliteta sireva i kajmaka

Za potrebe ovog dela istraživanja analizirana su različita svojstva kvaliteta sireva i kajmaka. Ukupno je analizirano 160 uzoraka sireva (131 beli sir u salamuri, 29 sveži sir) u pogledu hemijskog sastava: suve materije (SM), (MM), sadržaja soli, ukupnih proteina (P), VBMS, MSM, ukupnih proteina u suvoj materiji (PSM). Aktivnost vode (a_w) određena je u ukupno 119 uzoraka i to 61 mladog, 31 zrelog sira u salamuri i 27 uzoraka svežeg sira. U ukupno 172 uzoraka određena je pH od čega u 48 uzoraka zrelog, 97 mladog sira u salamuri i 27 uzoraka svežeg sira. Svojstva boje i teksture analizirana su u ukupno 107 uzoraka sireva (31 zreli sir u salamuri, 55 mladi sir u salamuri i 21 sveži sir). Senzornoj analizi sireva podvrgnuto je 18 uzorka zrelog, 26 mladog sira u salamuri u 17 uzoraka svežeg sira. Rezultati dobijeni ispitivanjem ukupno 85 belih sireva u salamuri analizirani su primenom korelacione analize kako bi se ispitala pretpostavljena linearna zavisnost između ispitivanih svojstava kvaliteta. Ukupno je analizirano 36 uzoraka kajmaka u pogledu fizičko-hemijskog sastava (a_w, pH, SM, MM, sadržaj soli, P, MSM i PSM), senzornih svojstava i svojstava teksture.

4.4.1.1. Analiza fizičko-hemijskih svojstava sireva i kajmaka

Za određivanje fizičko-hemijskih svojstava uzoraka sireva i kajmaka korišćene su sledeće metode: određivanje sadržaja suve materije standardnom metodom sušenja na 102 ± 2ºC (ISO, 2004a), određivanje sadržaja mlečne masti metodom po Van Guliku (ISO, 2008), određivanje sadržaja azota, odnosno proteina metodom po Kjeldahu (ISO, 2014b), određivanje sadržaja soli metodom po Volhardu (IDF, 1988). Za određivanje pH sa prethodno kalibrisanim pH metrom Basic 20+ (Crison Instruments, Barselona, Španija) pomešane su podjednake količine uzorka i prethodno zagrejane destilovane vode (10 g uzorka i 10 mL destilovane vode). Aktivnost vode je određena korišćenjem prethodno kalibrisanog AMTAST Water Activity Meter WA-60AB (Amtast USA Inc.) prema uputstvu proizvođača.

Na osnovu dobijenih vrednosti za navedena svojstva sastava izračunati su i njihovi međusobni odnosi, sadržaj vode u bezmasnoj materiji (VBMS), sadržaj mlečne masti u suvoj materiji (MSM) i udeo ukupnih proteina u suvoj materiji (PSM).

4.4.1.2. Određivanje teksturalnih svojstava sireva i kajmaka

Analiza profila teksture (engl. Texture Profile Analysis – TPA) uzoraka sireva i kajmaka je urađena korišćenjem Brookfield CT3 Tekture Analyzer (Brookfield Engineering, Middleboro, MA, USA). Postupak izvođenja instumentalnog TPA merenja je sproveden prema uputstvu proizvođača (Brookfield Ametek, 2011).

Uzorci su stavljeni na fiksirani osnovni sto analizatora i ispitivanja su obavljena sa prosečnom kompresijom do 50%. Kalibrisana ćelija za opterećenje korišćena za merenje otpornosti uzorka na sile kompresije bila je do 100 g. Na svakom uzorku su rađena tri uzastopna merenja. Sve analize su izvedene pri sobnoj temperaturi.

Uzorci sira su isečeni na kocke ivice 20 mm i prekriveni plastičnom folijom da bi se izbegao gubitak vlage. Uzorci su analizirani korišćenjem režima ispitivanja TPA (ciklus kompresije sa dvostrukim zagrižajem sa periodom odmora između ciklusa od 3 do 5 sekundi) sa TA11/100 cilindričnom akrilnom standardnom sondom prečnika 25,4 mm (AOAC std). Sila okidača za testiranje je postavljena na 0,05 N, a brzina testa na 1,0 mm/s. U TPA režimu ispitivanja kompresija uzorka i povratak sonde na početnu poziciju u oba ciklusa odvijala su se pri unapred programiranoj brzini ciklusa. Početak deformacije uzorka u oba ciklusa je na poziciji okidača prvog ciklusa. Završna dubina prodiranja sonde u uzorak bila je 10,0 mm. Kao rezultat, izmerene su sledeće karakteristike teksture: tvrdoća 1 (engl. hardness 1), tvrdoća 2 (engl. hardness 2), kohezivnost (engl. cohesiveness), elastičnost (engl. springiness) i adhezivnost (engl. adhesion).

Plastične čaše (50 mL) napunjene su do 2/3 kajmakom. Uzorci su analizirani korišćenjem režima ispitivanja Normal (jedan ciklus kompresije) sa TA15/100 45° akrilnom konusnom sondom. Sila okidača za testiranje je postavljena na 0,05 N, a brzina testa na 1,0 mm/s. Sonda je prešla određeno rastojanje naniže u uzorak (10,0 mm) pri unapred podešenoj brzini ispitivanja od 1,0 m/s. Kao rezultat, izmerene su sledeće karakteristike teksture: tvrdoća (engl. peak load), deformacija na piku (engl. deformation at peak) i sila prijanjanja/lepljivost (engl. adhesive force).

Svojstva teksture sireva tvrdoća 1 (engl. hardness 1) i tvrdoća 2 (engl. hardness 2) i svojstva teksture kajmaka tvrdoća (engl. peak load) i sila prijanjanja/lepljivost (engl. adhesive force) izraženi su u Njutnima (N) i konvertovani u grame.

4.4.1.3. Određivanje boje sireva

Za procenu boje sireva korišćen je ručni kolorimetar (Colour analyser RGB-1002, Lutron Electronic Enterprise CO., LTD, Taiwan). Postupak merenja je sproveden prema uputstvu proizvođača (Electronic, n.d.). Kolorimetar je kalibrisan korišćenjem kalibracione bele pločice preporučene od strane proizvođača (Electronic, n.d.).

Uzorci sireva su usitnjeni i homogenizovani a zatim su plasirani u okrugle plastične posude bele boje.

Dobijene RGB vrednosti su konvertovane u CIELAB[2] koordinatni sistem, korišćenjem online konvertora (ColorMine.org). Dobijene L*, a*, b* vrednosti su zatim iskorišćene za izračunavanje indeksa bele boje (WI), indeksa žute boje (YI), zasićenosti boje (C*) i tonaliteta boje (°Hue), korišćenjem sledećih formula prema (Milovanović et al., 2020, 2021):

$$\mathrm{WI} = 100 - \sqrt{(100 - \mathrm{L}^*)^2 + \mathrm{a}^{*2} + \mathrm{b}^{*2}} \quad (2)$$

$$\mathrm{YI} = 142 * \frac{\mathrm{b}^*}{\mathrm{L}^*} \quad (3)$$

$$^\circ\mathrm{Hue} = \arctan \frac{\mathrm{b}^*}{\mathrm{a}^*} \quad (4)$$

[2] C**IE** (*The International Commission on Illumination/the Commission Internationale de l´Eclairage*) je međunarodna komisija za osvetljenje.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (5)$$

Uzorci koji su prethodno čuvani u frižideru temperirani su 60 minuta pre početka analize na sobnoj temperaturi (Akalin & Karaman, 2010).

4.4.1.4. Statistička analiza

Ispitivanja svojstava kvaliteta proizvoda od mleka (fizičko-hemijska svojstva, tekstura i boja) rađena su u tri ponavljanja i izražena kao srednja vrednost ± standardna devijacija. Statistička analiza vršena je izračunavanjem numeričkih pokazatelja (srednja vrednost) i mera varijacije (interval varijacije (iv), standardna devijacija (sd) i koeficijent varijacije (CV) u svakoj od identifikovanih grupa proizvoda.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$).

4.4.1.5. Senzorna analiza

Senzorno ispitivanje sireva i kajmaka vršeno je primenom korigovanog petobalnog bod sistema (Radovanović R. & Popović-Raljić, 2001) u okviru kojeg je ukupan senzorni kvalitet ocenjivan preko sledećih senzornih karakteristika: opšti izgled, miris, ukus i tekstura.

Senzorni panel sastojao se od devet članova koji su činili istraživači sa Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Članovi panela obučeni su u pet jednočasovnih obuka u periodu od dve nedelje pri čemu su korišćeni uzorci sireva i kajmaka različitog stepena zrenja radi opisa karakteristika kvaliteta i korišćenja različite terminologije u senzornoj proceni (Đekić et al., 2021). Korišćeno je takođe i uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta sira u kriškama (Prilog 6), svežeg sira (Prilog 7) i kajmaka (Prilog 8).

Senzorni atributi ocenjeni su metodom ocenjivanja korišćenjem bodovnog raspona od 0 do 5, gde je svaki od pet rezultata podeljen na četvrtine (0,25; 0,5; 0,75; 1,25; 1,5; 1,75, itd.), što je rezultiralo skalom sa 20 odgovora (Đekić et al., 2018b). Nivoi senzornog kvaliteta definisani su kao: odličan kvalitet = 5 (ocena > 4,5); vrlo dobar kvalitet = 4 (3,5 < ocena ≤ 4,5); dobar kvalitet = 3 (2,5 < ocena ≤ 3,5); loš/nezadovoljavajući kvalitet = 2 (1,5 < ocena ≤ 2,5); veoma loš kvalitet = 1 (ocena ≤ 1,5).

Obzirom da reprezentativna svojstva nemaju jednak uticaj na ukupni kvalitet, za svako odabrano svojstvo kvaliteta određen je koeficijent važnosti (KV) pomoću kojeg je vršena korekcija (množenjem) date ocene.

Ispitivani parametri kvaliteta sa određenim koeficijentima važnosti su obuhvatili sledeće: izgled-3, miris-3, tekstura-5, ukus-9. Koeficijenti važnosti su izabrani prema uticaju pojedinih svojstava na ukupan kvalitet, a izbalansirani tako da njihov zbir iznosi 20. Pojedinačno date ocene korigovane su množenjem sa koeficijentima važnosti, a sabiranjem korigovanih ocena dobijen je jedinstven kompleksni pokazatelj koji odražava ukupan senzorni kvalitet i koji se izražava kao "procenat od maksimalno mogućeg kvaliteta". Deljenjem ove vrednosti sa zbirom koeficijenata važnosti (20) dobijena je ponderisana srednja ocena, koja takođe izražava ukupni senzorni kvalitet proizvoda.

Ocenjivači su slobodno izabrali da progutaju ili izbace uzorke nakon testiranja, a flaširana voda i hleb sa niskim sadržajem natrijuma korišćeni su za ispiranje nepca. Senzorno ocenjivanje kvaliteta urađeno je u jednom ponavljanju.

4.4.1.6. Statistička analiza

Statistička analiza vršena je izračunavanjem numeričkih pokazatelja (srednja vrednost) i mera varijacije - interval varijacije (iv), standardna devijacija (sd) i koeficijent varijacije (CV) u svakoj od identifikovanih grupa sireva.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$).

4.4.2. Određivanje indeksa ukupnog kvaliteta kajmaka

Kvalitet kajmaka razmatran je primenom matematičkog pristupa kojim se definiše jedinstveni ukupan indeks kvaliteta (engl. total quality index - TQI) u kome su objedinjena kvantifikovana različita svojstva kvaliteta (Finotti et al., 2007; Đekić et al., 2016b). Najpre su izračunati indeksi kvaliteta za svako svojstvo kvaliteta kajmaka, a onda je indeks ukupnog kvaliteta izračunat korišćenjem formula za pojedinačni indeks kvaliteta (QI_{ij}) (Finotti et al., 2007; Đekić et al., 2016b). Definisane su tri grupe svojstava kvaliteta za kajmak. U prvoj grupi se nalaze svojstva sa definisanom ciljanom vrednošću, pri čemu važi pravilo: „što su vrednosti ispitivanih svojstava kvaliteta bliže ciljanim vrednostima, to je kvalitet bolji." Druga grupa obuhvata svojstva kod kojih važi pravilo „što je vrednost veća, to je kvalitet bolji," dok treća grupa obuhvata svojstva kod kojih važi pravilo „što je vrednost manja, to je kvalitet bolji.". Primenjena je Delfi metoda kako bi se podstakla mišljenja i postigao konsenzus među istraživačima radi određivanja pripadnosti odgovarajućoj grupi ispitivanih svojstava (Niederberger & Köberich, 2021).

Indeks kvaliteta za svojstva kvaliteta prve grupe, koji imaju definisanu ciljanu vrednost (T) i gde se primenjuje pravilo: „što su vrednosti ispitivanih svojstava bliže ciljanim vrednostima, to je kvalitet bolji", se izračunava prema formuli:

$$QI_{ij} = \left| \frac{2*(x_{ij}-T)}{x_{max[i]}-x_{min[i]}} \right|, (i = 1, n; j = 1, m) \quad (6)$$

gde je: QI_{ij} – indeks kvaliteta za parametar „j"; x_i – izmerena vrednost datog svojstva kvaliteta pojedinačnog uzorka; T - ciljana vrednost datog svojstva kvaliteta; $x_{max[i]}$ maksimalna vrednost pojedinačnih merenja za dato svojstvo kvaliteta (jednačina (7); $x_{min[i]}$ – minimalna vrednost pojedinačnih merenja za dato svojstvo kvaliteta (jednačina (8). Ovo pravilo primenjeno je za izračunavanje osnovnog indeksa kvaliteta za sadržaj soli i teksturalne karakteristike kajmaka, pri čemu je ciljana vrednost bila srednja vrednost pojedinačnih merenja za dato svojstvo kvaliteta.

$$x_{max[i]} = \max_{(x_{ij})}, (i = 1, n; j = 1, m) \quad (7)$$

$$x_{min[i]} = \min_{(x_{ij})}, (i = 1, n; j = 1, m) \quad (8)$$

Fizičko-hemijske karakteristike što su a_w, pH, suva materija (SM), mlečna mast (MM), ukupni proteini (P), mlečna mast u suvoj materiji (MSM) i ukupni proteini u suvoj materiji (PSM) analizirani su primenom drugog pravila za izračunavanje osnovnog indeksa kvaliteta „što je veća vrednost, to je kvalitet bolji". Indeks kvaliteta za ova svojstva kvaliteta je izračunat koristeći sledeću formulu:

$$QI_{ij} = \left| \frac{x_{max_{[i]}}-x_{ij}}{x_{max_{[i]}}-x_{min_{[i]}}} \right|; x_{ij} \leq x_{max_{[i]}} \quad (9)$$

gde je: QI_{ij} – indeks kvaliteta za dati parametar „j"; x_{ij} – izmerena vrednost datog svojstva kvaliteta pojedinačnog uzorka; $x_{max[i]}$ maksimalna vrednost (jednačina (7) i $x_{min_{[i]}}$ minimalna vrednost (jednačina (8) pojedinačnih merenja za dato svojstvo kvaliteta.

Za parametar teksture kajmaka deformacija na piku (engl. deformation at peak) primenjuje se treće pravilo: „što je manja vrednost, to je bolji kvalitet", kada se indeks kvaliteta izračunava na osnovu sledeće formule:

$$QI_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{max_{[i]}}}, \quad (10)$$

gde je: QI_j indeks kvaliteta za svojstvo kvaliteta „j", x_{ij} je izmerena vrednost datog svojstva kvaliteta pojedinačnog uzorka, a $x_{max_{[i]}}$ je maksimalna vrednost pojedinačnih merenja za dato svojstvo kvaliteta (jednačina (8).

Ukupan indeks kvaliteta (TQI_j) se izračunava kombinovanjem svih izračunatih indeksa kvaliteta (QI_m) kao komponentama novog pretpostavljenog Euklidovog prostora R^m, gde je m broj svojstava kvaliteta. Svi QI se smatraju vektorima $QI = (QI_1, QI_2, \ldots, QI_m) \in R^m$ (Horn & Johnson, 1985), prema jednačini:

$$TQI_j = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(QI_j)^2} \quad , (j = 1, m) \tag{11}$$

Za konačan zaključak primenjuje se „nepisano pravilo" (engl. „rule of thumb"), što je vektor udaljeniji od početka, to je njegov TQI lošiji, a što je vektor bliži početku, to je TQI bolji (Finotti et al., 2007).

4.4.2.1. Statistička analiza

Uzorci kajmaka su na osnovu vrednosti izračunatih za ukupan indeks kvaliteta klasifikovani u grupe primenom Sturgesovog pravila (engl. Sturge's rule) (Scott, 2009). Pomenuto pravilo primenjeno je da bi se formirali grupni intervali iste veličine koji mogu da se međusobno uporede. Veličina grupnih intervala (Δ) određena je prema sledećoj jednačini:

$$\Delta = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3.32 * \log n} \tag{12}$$

gde je n ukupan broj podataka.

Broj grupnih intervala određen je deljenjem intervala varijacije za datu seriju podataka sa veličinom grupnog intervala (Stanković et al., 2002).

Da bi se utvrdilo da li postoje statistički značajne razlike između grupa u pogledu karakteristika kvaliteta primenjena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) sa post hoc Tukijevim HSD testom. Za poređenje razlika između karakteristika kvaliteta uzoraka kajmaka proizvedenih u domaćinstvu ili maloj mlekari sproveden je t-test. Da bi se utvrdila povezanost između svojstava kvaliteta ispitivanih uzoraka urađena je korelaciona analiza.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$).

4.4.3. Analiza mikrobiološkog kvaliteta sireva i kajmaka

Za analizu mikrobiološkog kvaliteta proizvoda, uzorci sireva i kajmaka su analizirani na prisustvo *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., i na određivanje broja koagaluza pozitivnih stafilokoka, *Escherichia coli* i broja kvasaca i plesni. Ukupno je analizirano 302 proizvoda od mleka (79 sireva od sirovog mleka, 111 sireva od termički tretiranog mleka i 112 uzoraka kajmaka) proizvedenih od kravljeg mleka. Mikrobiološki kriterijumi za analizu dobijenih rezultata su zasnovani na zahtevima koji su iskazani u nacionalnim pravilnicima (Srbija, 2010a, 2023b), preporukama (Srbija, 2011c) i podacima iz literature (Fleet, 1990; HPA, 2009; Willis et al., 2022), kao što je prikazano tabelarno (Tabela 5).

4.4.3.1. Utvrđivanje prisustva Salmonella spp.

Test porcija uzorka za ispitivanje (25 g) je razblažena sa 225 mL puferizovane peptonske vode (PPV) (Himedia, Mumbai, Indija) i homogeno izmešana u stomaheru (Stomacher 400, Seward, UK) 2 minuta a zatim inkubirana na 37°C tokom 18 sati. Nakon inkubacije za selektivno obogaćivanje Rappaport-Vassiliadis bujon sa sojom (RVS bujon, Himedia, Mumbai, Indija) je inokulisan sa 0,1 mL

osnovne suspenzije i i inkubiran na 41,5°C 24 ± 3 sata. Muller-Kauffman tetrationatni bujon sa novobiocinom (MKTTn bujon, Himedia, Mumbai, Indija) je inokulisan sa 1 mL inicijalne suspenzije i inkubiran na 37°C tokom 24 ± 3 sata. Nakon perioda inkubacije dve selektivne čvrste podloge (ksiloza-lizin deoksiholatni agar (engl. Xylose–Lysine Deoxycholate (XLD) agar, Himedia, Mumbai, Indija) i briljant-zeleni agar (Torlak, Beograd, Srbija) su ezom zasejane dobijenim inokulumima i inkubirane na 37°C tokom 24 sata. Kolonije sumnjive na *Salmonella* spp. podvrgnute su biohemijskom testiranju za potvrdu presejavanjem na hranljivi agar (Torlak, Beograd, Srbija) i inkubirane 24 sata pri temperaturi 37°C. Dobijene pojedinačne kolonije zasejane su u trostruki šećer agar (Torlak, Beogra, Srbija), urea agar (Biolab, Budimpešta, Mađarska) i bujon za dekarboksilaciju lizina (Biolab, Budimpešta, Mađarska) kao što je opisano u standardu (ISO, 2017b).

4.4.3.2. Utvrđivanja prisustva Listeria monocytogenes i Listeria spp.

Početna suspenzija pripremljena je homogenizovanjem test porcije uzorka za ispitivanje (25 g) sa 225 mL selektivne tečne podloge za obogaćivanje sa polovinom koncentracije selektivnih agenasa (modifikovani Fraser bujon, Himedia, Mumbai, Indija) u stomaheru (Stomacher 400, Sevard, UK) 2 minuta i inkubirana na 30°C tokom 25 sati. Nakon perioda inkubacije, ezom su zasejane površine dve selektivne podloge (Agar Listeria prema Ottaviani i Agosti, Himedia, Mumbaj, Indija) i Listeria Identification Agar–PALCAM (Himedia, Mumbai, Indija) i inkubirane na 37°C tokom 24 sata. Iz početne suspenzije 0,1 mL je prebačeno u Fraser bujon sa punom koncentracijom selektivnih agenasa (Himedia, Mumbai, Indija). Posle inkubacije (37°C tokom 48 sati) ezom su zasejane površine dve selektivne čvrste podloge i inkubirane na 37°C tokom 24 sata. Kolonije za koje je postavljena sumnja da su *L. monocytogenes* i *Listeria* spp. potvrđene su biohemijskim testiranjem (ISO, 2017a), ispitivanjem sposobnosti stvaranja β-hemolize na krvnom agaru (bioMérieux, Marcy l'Etoile, Francuska), razlaganja šećera ramnoze i ksiloze (Biolab, Budimpešta, Mađarska), katalaza testom, ispitivanjem pokretljivosti pri 25°C, Foges Proskauer testom i pregledom mikroskopskih preparata. Pored toga, svi izolati za koje je utvrđeno da su *Listeria* spp. (uključujući *L. monocytogenes*) su identifikovani do nivoa vrste korišćenjem tehnike MALDI-TOF masena spektrometrija (engl. matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry, MALDI TOF MS) u Institutu Superlab na instrumentu VITEK MS (bioMérieux, Marcy l'Etoile, Francuska).

Tabela 5. Mikrobiološki kriterijumi za procenu mikrobiološkog kvaliteta proizvoda od mleka

Vrsta proizvoda	Mikroorganizam	Mikrobiološki kvalitet [1)]			Poreklo iz zakonskog akta/vodiča/literature [2)]
		Zadovoljavajući	Prihvatljiv	Nezadovoljavajući	
Sirevi od sirovog mleka	*Listeria monocytogenes*	nije nađena u 25 g	/	nađena u 25 g	(Srbija, 2023b)
	Salmonella spp.	nije nađena u 25 g	/	nađena u 25 g	(Srbija, 2010a, 2023b)
	Koagulaza pozitivne stafilokoke	≤ 4	4 - 5	> 5	(Srbija, 2010b; 2023b)
	Escherichia coli [3)]	≤ 1.30	1.30 - 2	> 2	(HPA, 2009; Willis et al., 2022)
	Kvasci i plesni	≤ 6	/	> 6	(Fleet, 1990)
Sirevi od pasterizovanog mleka	*Listeria monocytogenes*	nije nađena u 25 g	/	nađena u 25 g	(Srbija, 2010b, 2023b)
	Salmonella spp.	nije nađena u 25 g	/	nađena u 25 g	/
	Koagulaza pozitivne stafilokoke	≤ 1	/	> 1	(Srbija, 2023b)
	Escherichia coli	≤ 2	/	> 2	(Srbija, 2023b)
	Kvasci i plesni	≤ 6	/	> 6	(Fleet G., 1990)
Kajmak (mladi i zreli)	*Listeria monocytogenes*	nije nađena u 25 g	/	nađena u 25 g	(Srbija, 2010b)
	Salmonella spp.	nije nađena u 25 g	/	nađena u 25 g	/
	Koagulaza pozitivne stafilokoke	≤ 1	/	> 1	(Srbija, 2023b)
	Escherichia coli	≤ 3	3 - 4	> 4	(Srbija, 2011c)
	Kvasci i plesni	≤ 6	/	> 6	(Fleet G., 1990)

[1)] Rezultati su izraženi kao nije nađena/nađena u 25 g za metode detekcije i log cfu/g za kvantitativne mikrobiološke metode;

[2)] Uzorci su prikupljani u jednoj umesto u pet jedinica kako je propisano (Srbija, 2010b; 2011a). Primenjeni kriterijumi smatrani su zadovoljavajućim, prihvatljivim i nezadovoljavajućim ako su dobijeni rezultati bili ispod, između ili iznad graničnih vrednosti. U (Srbija, 2023b) propisano je uzorkovanje jedne jedinice proizvoda koji se prodaju u maloprodaji ili na pijacama, a ocenjivanje je obavljeno u skladu sa Pravilnikom.

[3)] Srpsko zakonodavstvo ne propisuje kriterijume za *Escherichia coli* u siru od sirovog mleka (Srbija, 2010b; 2023b). Kriterijumi po ovom pitanju utvrđeni su za sireve od pasterizovanog mleka (Srbija, 2010b). Kako bi se rezultati jasnije predstavili, ovaj kriterijum se smatra prikladnim budući da ga je preporučio (HPA, 2009) i već je primenjen za procenu ovog mikrobiološkog kvaliteta u sirevima od sirovog mleka (Willis i sar., 2022).

4.4.3.3. Određivanje broja indikatora higijene i mikroorganizama uzročnika kvara

Mikroorganizmi indikatori higijene i uzroka kvara hrane analizirani su kvantitativnim mikrobiološkim metodama. Priprema inicijalne suspenzije izvršena je mešanjem test porcije uzorka za ispitivanje (20 g) sa 180 mL prethodno zagrejanog rastvora natrijum citrata (Himedia, Mumbai, Indija) u stomaheru (Stomacher 400, Sevard, UK) tokom 2 minuta. Serija decimalnih razblaženja pripremljena je u peptonskom slanom rastvoru (Biolab, Budimpešta, Mađarska) (ISO, 2020).

Po jedan mililitar iz tri uzastopna decimalna razblaženja inokulisan je u dve sterilne prazne Petrijeve posude tehnikom nalivanja ploča. Određivanje broja *E. coli* vršeno je zasejavanje u tripton žučni glukuronid agar (engl. Triptone Bile Glucuronide Agar - TBX, Biolab, Budimpešta, Mađarska) koji je inkubiran je na 44°C tokom 16–24 sata (ISO, 2001). Saburo dekstrozni agar sa hloramfenikolom (Biolab, Budimpešta, Mađarska) korišćen je za određivanje broja kvasaca i plesni i inkubiran na 25°C tokom 5 dana (ISO, 2004b). Po jedan mililitar iz tri uzastopna decimalna razblaženja zasejan je na površinu Berd Parker agara (Biolab, Budimpešta, Mađarska). Posle perioda inkubacije (37°C do 48 sati) kolonije za koje se pretpostavlja da su koagulaza pozitivne stafilokoke (crne kolonije sa zonom prosvetljenja) su presejane u odgovarjući bujon (engl. Brain Hart infusion broth, Biolab, Budimpešta, Mađarska) i inkubirane na 37°C tokom 24 sata, nakon čega su ispitivane testom koagulacije plazme kunića (Himedia, Mumbai, Indija) u epruvetama (ISO, 2009).

4.4.3.4. Statistička analiza

Dobijeni rezultati predstavljeni su kao broj uzoraka gde je prisutna mikrobiota bila ispod granice kvantifikacije i gde je bila brojiva, ili su ciljane bakterije otkrivene/nisu otkrivene. Za izračunavanje statističkih indikatora (srednja vrednost, standardna devijacija i interval varijacije) korišćeni su samo uzorci sa vrednostima iznad granice kvantifikacije, koja je iznosila 1 log cfu/g (10 cfu/g) (ISO, 2007).

Da bi se ispitao uticaj termičke obrade sirovog mleka kao i stepena zrelosti sireva i kajmaka u pogledu kontaminacije indikatorima higijene i mikroorganizmima uzročnika kvara hrane urađen je Fišerov egzaktni test (engl. Fisher's exact test).

Mikrobiološki kvalitet ispitivanih proizvoda u od mleka je procenjen korišćenjem kriterijuma propisanih u Srbiji (Srbija, 2010a, 2023b), preporuka (Srbija, 2011c) i objavljenih literaturnih podataka (Fleet, 1990; Willis et al., 2022). Primenjeni mikrobiološki kriterijumi prikazani su tabelarno (Tabela 5). Nakon primene pomenutih kriterijuma (zadovoljavajuće, prihvatljivo, nezadovoljavajuće), izračunate su relativne frekvencije u okviru posmatrane vrste proizvoda i upoređene korišćenjem Fišerovog egzaktnog testa da bi se ispitao uticaj termičke obrade mleka koje se koristi za proizvodnju sira i stepena zrelosti uzoraka kajmaka za svaku od ispitivanih mikrobioloških karakteristika.

Ukupan mikrobiološki kvalitet uzorka je ocenjen kao nezadovoljavajući ako je najmanje jedan od pojedinačnih rezultata mikrobiološkog ispitivanja bio nezadovoljavajući, u odnosu na kriterijume bezbednosti i higijene hrane prikazane tabelarno (Tabela 5). Uzorak u kome je najmanje jedan kriterijum bio ocenjen kao prihvatljiv, a svi ostali kao zadovoljavajući smatrano je da je prihvatljivog mikrobiološkog kvaliteta. Uzorak je ocenjen kao zadovoljavajući ako su svi rezultati mikrobioloških ispitivanja bili zadovoljavajući.

Statistička obrada podataka izvršena je u programu SPSS verzija 21 za Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) Microsoft Office Excel (verzija 2403; 2024, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), na nivou značajnosti od 95% ($p \leq 0,05$).

4.4.3.5. PCR serotipizacija izolata Listeria monocytogenes izolovanih iz kajmaka i sira

S obzirom na to da je tokom mikrobioloških analiza detektovano šest izolata bakterija *Listeria monocytogenes* (pet iz kajmaka i jedan iz sira proizvedenog od sirovog mleka) oni su dalje podvrgnuti serotipizaciji. Molekularna serotipizacija izolata *L. monocytogenes* izvršena je prema prethodno opisanoj metodi (Doumith et al., 2004). Smeša za PCR ispitivanje se sastojala od 1 I.J. Taq

polimeraze, 1X pufera za PCR, 200 µM dNTPs (Thermo Fisher Scientific Baltics, UAB, Vilnius, Lithuania), zatim od po 1 µM prajmera za LMO0737, ORF2819, i ORF2110; 1.5 µM prajemera za LMO1118 i 0.2 µM prajmera za PRS. Zapremina PCR smeše je iznosila 25µl. Svi prajmeri su nabavljeni od DNA Technologies (Leuven, Belgija) (Tabela 6).

Tabela 6. PCR ciljani geni, sekvence prajmera i veličina amplikona za molekularnu serotipizaciju izolata *L. monocitogenes* (prema Doumith et al., 2004).

Ciljani gen	Sekvenca prajmera	Veličina proizvoda reakcije (bp)	Serogrupe
prs	F:GCTGAAGAGATTGCGAAAGAAG R: CAAAGAAACCTTGGATTTGCGG	370	*Listeria* spp.
lmo0737	F:AGG GCT TCA AGG ACT TAC CC R:ACG ATT TCT GCT TGC CAT TC	691	*L. monocytogenes* 1/2a, 1/2c, 3a i 3c
lmo1118	F: AGG GGT CTT AAA TCC TGG AA R: CGG CTT GTT CGG CAT ACT TA	906	*L. monocytogenes* 1/2c i 3c
orf2819	F: AGC AAA ATG CCA AAA CTC GT R: CAT CAC TAA AGC CTC CCA TTG	471	*L. monocytogenes* 1/2b, 3b, 4b, 4d i 4e
orf2110	F: AGT GGA CAA TTG ATT GGT GAA R: CAT CCA TCC CTT ACT TTG GAC	597	*L. monocytogenes* 4b, 4d, i 4e

Analiza PCR je sprovedena na uređaju Applied Biosystems™ SimpliAmp™ (Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) prateći termalni protokol: inicijalna denaturacija DNK lanaca na 94 °C u trajanju od 4 min, zatim 35 ciklusa: denaturacija na 94°C od 24 s, spajanje ciljane DNK, prajmera i polimeraze na 53°C tokom 75 s, sinteza DNK lanca na 72 °C tokom 75 s, a na kraju je reakcija završena finalnom inkubacijom na 72 °C tokom 7 min.

Produkti PCR u zapremini od 10 µL su dalje su obojeni (Serva DNA stain G Serva, Heidlberg, Nemačka) i postavljeni na elektroforezu na 2% agaroznom gelu (UltraPure™ Serva, Heidelberg, Nemačka) u TBE puferu tokom 75 min na naponu od 110 V elektroforetskog aparata (OWL Easy cast TM B2, Thermo Scientific, Welham, USA). Kao marker veličine molekula PCR produkta je korišćen A 1 Kb DNA ladder (Thermo Fisher Scientific Baltics, UAB, Viljnus, Lithvanija). Za pregled PCR produkata korišćen je UV transilluminator. Kao kontrola korišćeni su referentni sojevi *L. monocytogenes* ATCC 19111 i ATCC 13932.

4.4.3.6. Antimikrobna rezistencija izolata Listeria monocytogenes

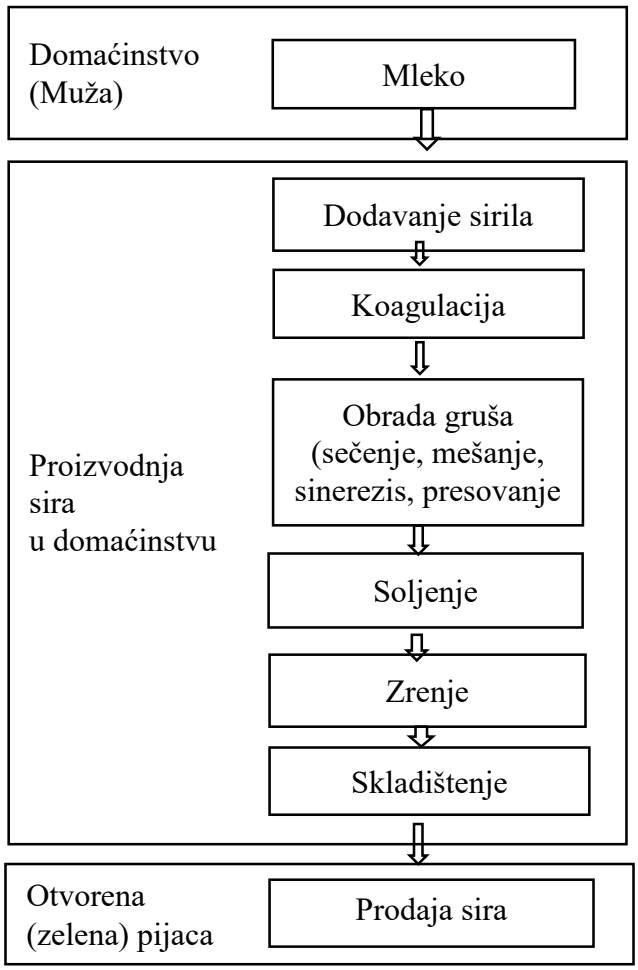
Rezistencija izolata *L. monocytogenes* na antibiotike ispitivana je disk difuzionom metodom prema smernicama CLSI (engl. Clinical and Laboratori Standards Institute) (CLSI, 2012, 2014). Izolati su presejani ezom na tripton soja agar sa ekstraktom kvasca (engl. Triptone Soya Yeast Extract Agar – TSYEA, Hi Media, Mumbai, Indija) i inkubirani na 37°C 24 sata. Posle inkubacije od dobijenog rasta pripremljena je suspenzija u fiziološkom rastvoru na način da je gustina suspenzije podešena na 0,5 McFarlanda korišćenjem denzitometra (DEN – 1, Biosan, Riga, Letonija).

Pomoću sterilnog štapića za bris dobijena suspenzija zasejana je po površini Mueller-Hinton agara sa dodatkom 5% defibrinisane krvi ovaca. Na svaku zasejanu Petri ploču postavljena su po četiri diska sa antibiotikom. Inkubacija je vršena na 35°C tokom 24 sata. U ispitivanju je korišćen panel od osam antibiotika: cefotaksim 5 µg (CTX 5), klindamicin 2 µg (DA 2), gentamicin 10µg (CN 10), oksacilin

1 μg (OX 1), penicilin G 10 μg (P 10), tetraciklin 30 μg (TE 30), trimetorpim – sulfametoksazol 25 μg (STX 25) i vankomicin 5 μg (VA 5). Kao kontrolni soj korišćen je *Staphylococcus aureus* ATCC 25293. Po završenoj inkubaciji korišćenjem lenjira su izmerene zone inhibicije rasta bakterije oko diskova sa antibiotikom. Dobijeni rezultati interpretirani su kao: rezistentna (R), umereno osetljiva (I) i osetljiva (S). Rezultati testova osetljivosti na antimikrobne lekove su procenjeni u skladu sa intervalima koje preporučuje CLSI za *Staphylococcus* spp. i EUCAST za *L. monocytogenes* (CLSI, 2012, 2014; EUCAST, 2015).

4.5. Utvrđivanje nivoa rizika u kratkom lancu snabdevanja sirevima primenom metode FMEA

Procena rizika u kratkom lancu snabdevanja je izvršena primenom metode analize neuspeha i njihovih efekata (engl. Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) i to izračunavanjem broja prioritetnog rizika (engl. RPN, Risk Priority Number) u svakoj od identifikovanih faza u kratkom lancu proizvodnje i distribucije proizvoda od mleka. Za primenu FMEA metodologije najpre je napravljen dijagram toka za proizvodnju belog sira u salamuri u domaćinstvima i prodaju na zelenim pijacama (Grafikon 4) prema Popović-Vranješ (2015) i Miočinović (2020).



Grafikon 4. Kratak lanac snabdevanja za beli sir u salamuri (Popović – Vranješ, 2015; Miočinović, 2020).

Na osnovu pripremljenog dijagrama toka, identifikovana su moguća odstupanja za svaku fazu u postupku proizvodnje i prodaje, kao i mogući uzroci i efekti svakog potencijalnog odstupanja. Nakon toga za svaki identifikovani neuspeh je procenjen nivo rizika i predložene su korektivne mere za njihovo smanjenje i/ili otklanjanje. Nakon uzimanja primenjenih korektivnih mera u obzir, ponovo je izračunat nivo rizika za identifikovane neuspehe.

Za procenu bioloških, hemijskih i fizičkih odstupanja u kratkom lancu snabdevanja sirevima proizvedenim u domaćinstvu koji se prodaju na pijaci određene su vrednosti za mogućnost pojavljivanja (engl. Occurrence, O), ozbiljnost posledica koje mogu da nastupe usled pojave određenog odstupanja (engl. Severity, S) i mogućnost njihove detekcije (engl. Detection, D) na način prikazan tabelarno (Tabela 7) (Đekić et al., 2019).

Tabela 7. Skala za ocenjivanje ozbiljnosti posledica (S), verovatnoće pojavljivanja (O) i mogućnost otkrivanja (D), korišćena za FEMA analizu prema (Đekić et al., 2019.)

OZBILJNOST (S)	
Ocena	**Posledica**
1	nema posledica
2	minimalne posledice
3	niske
4	visoke
5	ozbiljne
UČESTALOST POJAVLJIVANJA (O)	
Ocena	**Verovatnoća**
1	veoma malo verovatno
2	malo verovatno
3	verovatno
4	velika verovatnoća
5	sigurno
OTKRIVANJE (D)	
Ocena	**Mogućnost kontrole**
1	lako za otkrivanje
2	velika mogućnost za otkrivanje
3	mala mogućnost za otkrivanje
4	teško za otkrivanje
5	veoma teško za otkrivanje

Za svaki potencijalni neuspeh, izračunat je broj prioritetnog rizika (engl. Risk Priority Number, RPN) korišćenjem procenjenih vrednosti za O, S i D. Vrednosti O, S i D određene su uzimajući u obzir dostupne literaturne podatke, epidemiološke studije i stručnost i znanje svih učesnika u ovom istraživanju. U rangiranju rizika korišćena je Delfi metoda za stimulisanje i sintezu mišljenja i postizanje konsenzusa između istraživača (von der Gracht, 2012). Svi učesnici su potvrdili da su sve važne opasnosti po bezbednost hrane bile identifikovane unutar kratkog lanca snabdevanja sirom. U zavisnosti od verovatnoće pojavljivanja, svakom odstupanju dodeljena je O vrednost u rasponu od 1 do 5. Najviša vrednost O predstavlja najveću verovatnoću da će odstupanje nastupiti. Mogućnost da se odstupanje otkrije pre nego što nastupi i ozbiljnost posledica datog odstupanja su takođe rangirane od 1 do 5, pri čemu su više ocene određene za odstupanja koja je teže otkriti pre nego što se pojavi ili kako se povećava potencijalna šteta prouzrokovana identifikovanim odstupanjem.

Za izračunavanje RPN je korišćena sledeća formula (Kurt & Ozilgen, 2013):

$$\mathrm{RPN} = \mathrm{O} * \mathrm{S} * \mathrm{D} \tag{13}$$

Maksimalna vrednost za RPN koja je mogla da se izračuna je 125 (5 x 5 x 5). Viša RPN vrednost pokazuje veći rizik od identifikovanog neuspeha. Kao kritična granica iznad koje je potrebno preduzeti korektivne mere prihvaćena je RPN vrednost 6 (5% maksimalne vrednosti sa statističkom značajnošću od 95%). Da bi se utvrdio uticaj predloženih korektivnih mera na poboljšanje uslova higijene i bezbednosti proizvoda od mleka u kratkom lancu snabdevanja, nakon njihove primene ponovo su izračunate RPN vrednosti.

5. REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. Higijensko-sanitarni uslovi tokom proizvodnje proizvoda od mleka u domaćinstvima i u malim mlekarama

Sektor malih proizvođača proizvoda od mleka čine dve grupe subjekata u proizvodnji hrane, registrovani objekti na gazdinstvima i odobreni objekti (male mlekare). Registrovan objekat je onaj koji se upisuje u Registar objekata bez prethodnog utvrđivanja ispunjenosti veterinarsko–sanitarnih uslova, odnosno opštih i posebnih uslova za higijenu hrane životinjskog porekla. Sa druge strane odobreni objekat mora ispunjavati propisane veterinarsko-sanitarne uslove, odnosno opšte i posebne uslove higijene hrane, čiju ispunjenost utvrđuje nadležna komisija (Srbija, 2019b). Pomenuti objekti obavljaju veterinarsku delatnost (Srbija, 2005, 2019b) i podložni su službenim kontrolama (Srbija, 2022b).

Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom proizvodnje proizvoda od mleka u objektima za preradu mleka vršena je kroz ocenu ispunjenosti uslova higijene hrane na mestima proizvodnje tradicionalno proizvedenih mlečnih proizvoda, ocene mikrobiološkog kvaliteta higijene površina koje dolaze u kontakt sa hranom i analizom proizvodnih praksi, mišljenja i znanja malih proizvođača koji mogu da utiču na poboljšanje uslova kojima se postiže bezbednost hrane.

5.1.1. Higijensko-sanitarni uslovi u objektima za preradu mleka u domaćinstvima i malim mlekarama

Kako bi se proverila ispunjenost higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje proizvoda od mleka, obavljena je poseta 60 objekata malog kapaciteta u kojima se proizvodi i prerađuje sirovo mleko u različitim mestima u Republici Srbiji (Tabela 8).

Tabela 8. Pregled posećenih objekata za preradu mleka malog kapaciteta (n=60).

Okrug	Grad/Opština	Mesto	n (%)
Grad Beograd	Voždovac	Zuce	1 (1,7)
Borski okrug	Donji Milanovac	Miroč	1 (1,7)
	Negotin	Negotin	1 (1,7)
Braničevski okrug	Petrovac na Mlavi	Stemnica	1 (1,7)
	Požarevac	Požarevac	1 (1,7)
Zapadnobački okrug	Sombor	Sombor	2 (3,3)
Zlatiborski okrug	Užice	Užice	5 (8,3)
Jablanički okrug	Leskovac	Leskovac	2 (3,3)
Južnobanatski okrug	Plandište	Veliki Gaj	1 (1,7)
Kolubarski okrug	Valjevo	Valjevo	5 (8,3)
	Ljig	Rajac	1 (1,7)
	Mionica	Mionica	3 (5,0)
	Ub	Stublenica	1 (1,7)
Kosovskomitrovički okrug	Kosovska Mitrovica	K. Mitrovica	5 (8,3)
Mačvanski okrug	Loznica	Loznica	1 (1,7)
Moravički okrug	Čačak	Katrga	1 (1,7)
Nišavski okrug	Niš	Donja Vrežina	1 (1,7)
		Paligrace	1 (1,7)
Pčinjski okrug	Vranje	Vranje	4 (6,7)
Pirotski okrug	Pirot	Pirot	4 (6,7)
Pomoravski okrug	Jagodina	Jagodina	4 (6,7)
	Paraćin	Paraćin	1 (1,7)
Raški okrug	Novi Pazar	N. Pazar	2 (3,3)
Severnobanatski okrug	Novi Kneževac	N. Kneževac	1 (1,7)
Srednjebanatski okrug	Zrenjanin	Mužlja	1 (1,7)
Sremski okrug	Sremska Mitrovica	Veliki Radinci	1 (1,7)
	Stara Pazova	Vojka	1 (1,7)

Okrug	Grad/Opština	Mesto	n (%)
Toplički okrug	Pokuplje	Prokuplje	1 (1,7)
Šumadijski okrug	Kragujevac	Kragujevac	6 (10,0)
Ukupno			60 (100)

Prema dobijenim rezultatima 24 objekta (40,0%) su odobrena, 7 objekata (11,7%) su registrovani, dok je 29 (48,3%) u procesu registrovanja, od kojih većina prerađuje kravlje mleko (85%). Skorašnja istraživanja pokazuju da se u našoj zemlji proizvodnja proizvoda od mleka najčešće obavlja na registrovanim poljoprivrednim gazdinstvima, koja međutim nisu u potpunosti prilagođena zakonskim zahtevima za preradu mleka na gazdinstvima (Miloradović et al., 2024). Većina malih prerađivača proizvodi bele sireve u salamuri i kajmak i u manjoj meri sveže sireve (Tabela 9), koji su među najpopularnijim proizvodima od mleka u našoj zemlji (Miloradović et al., 2024). Ovi proizvodi, zajedno sa sirovim mlekom, najčešće se prodaju na zelenim pijacama (Aleksić et al., 2023; Đekić et al., 2024), što je u saglasnosti sa dobijenim rezultatima (Tabela 8).

Količina sirovog mleka koju registrovani objekti mogu da prerade iznosi 200 litara nedeljno, a proizvedeni proizvodi se prodaju direktno krajnjim potrošačima, bilo u domaćinstvu ili na lokalnoj pijaci, u lokalnim maloprodajnim objektima ili se služe na domaćim trpezama (Srbija, 2017a). Međutim, rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoje odstupanja od propisanih ograničenja, jer proizvođači koji prerađuju mleko u domaćinstvima u proseku prerade 500-600 l mleka nedeljno, što su znatno veće količine sirovog mleka od dozvoljenih 200 l, što ukazuje na neusaglašenost sa važećim pravilnicima. Iako značajan broj odobrenih malih mlekara distribuira svoje proizvode izvan lokalnog područja, što je u saglasnosti sa zakonodavstvom (Srbija, 2017a), većina je i dalje usmerena na lokalno tržište. Sa druge strane, čak 41,7% samo registrovanih proizvođača distribuira svoje proizvode izvan lokalnog područja, što predstavlja odstupanje od zakonskih propisa (Srbija, 2017a) (podaci nisu prikazani). Ovi podaci ukazuju na potrebu za dodatnim obukama malih prerađivača mleka, u cilju boljeg upoznavanja sa zakonskim zahtevima ili pak izmene zakonske regulative u pravcu povećanja dozvoljene količine mleka za preradu u domaćinstvima. Sve navedeno ukazuje na potrebu za usaglašavanjem zakonskih odredbi sa stvarnim uslovima u praksi.

Tabela 9. Osnovne karakteristike malih objekata za preradu mleka, n=60.

	Svi objekti	**Klaster 1**	**Klaster 2**
	n=60	**n=26**	**n=34**
Vrsta mleka koja se prerađuje			
Kravlje mleko	51 (85,00%)	18 (69,23%)	33 (97,06%)
Druge vrste mleka	9 (15,00%)	8 (30,77%)	1 (2,94%)
Prosečna nedeljna količina sirovog mleka koja se prerađuje (l)	513,82	1003,15	725,87
Vrsta proizvoda od mleka			
Beli sir u salamuri	53 (88,33%)	23 (88,46%)	30 (88,24%)
Kajmak	23 (38,33%)	6 (23,08%)	17 (50,00%)
Sveži sir	18 (30,00%)	8 (30,77%)	10 (29,41%)
Polutvrdi sir	12 (20,00%)	9 (34,62%)	3 (8,82%)
Surutka	10 (16,67%)	7 (26,92%)	3 (8,82%)
Sir od surutke (urda)	2 (3,33%)	2 (7,69%)	0
Distribucija proizvoda od mleka			
Lokalno područje	44 (73,33%)	15 (57,69%)	29 (85,29%)
Republika Srbija	16 (26,67%)	11 (42,31%)	5 (14,71%)
Status objekta			
U procesu registracije	29 (48,33%)	9 (34,62%)	23 (67,65%)
Registrovan objekat	7 (11,67%)	7 (26,92%)	0
Odobren objekat	24 (40,00%)	13 (50,00%)	11 (32,35%)
Nivo usaglašenosti sa higijenskim zahtevima na mestu proizvodnje			
Prihvatljiv nivo higijene	45 (75,00%)	24 (92,31%)	21 (61,76%)
Delimično ispunjen nivo higijene	2 (3,33%)	13 (50,00%)	15 (44,12%)
Neprihvatljiv nivo higijene	/	/	/
Ukupno	**60 (100%)**	**26 (43,3%)**	**34 (56,7%)**

Objekti za proizvodnju malog kapaciteta podeljeni su primenom dvostepene klaster analize u dva klastera (Tabela 9), koja je potvrđena dobijenim koeficijentom kohezije i razdvajanja (0,40), kao i odnosom najveće i najmanje veličine klastera (1,31). Za analizu su korišćene kategoričke varijable (legalni status objekta, vrsta mleka koja se prerađuje u objektu i oblik u kome se proizvodi stavljaju u promet) i kontinualna varijabla (PHAS vrednost).

Klaster 1 obuhvata 26 objekata malog kapaciteta, što predstavlja 43,3% ukupnog broja analiziranih objekata. Od tog broja, polovina (50%) objekata ima status odobrenih, 26,9% je registrovano, a 23,1% nalazi se u postupku registrovanja (Tabela 9). U objektima iz ovog klastera prerađuje se kravlje (69,2%) i kozje (30,8%) mleko. Većina malih prerađivača mleka iz ovog klastera prodaje prethodno upakovane proizvode (61,5%), neupakovane proizvode, kao i proizvode u oba oblika distribuira po 19,2% proizvođača. Kada je reč o nivou usaglašenosti sa zahtevima dobre higijenske prakse, u ovom klasteru je utvrđen prihvatljiv nivo higijene kod 53,3% objekata, dok 7,7% objekata ima delimično ispunjen nivo usaglašenosti sa zahtevima dobre higijenske prakse.

Klaster 2 obuhvata 34 objekata za preradu mleka, što čini 56,7% od ukupnog broja analiziranih objekata. Većina ovih objekata je u postupku registrovanja (67,6%), dok su preostali objekti u statusu odobrenih malih mlekara (32,4%) (Tabela 9). U objektima za preradu mleka u ovom klasteru prerađuje se pretežno kravlje mleko (97,1%). Svi proizvodi proizvedeni u objektima iz ovog klastera distribuiraju se isključivo u neupakovanom obliku (100%). U pogledu usaglašenosti sa zahtevima dobre higijenske prakse, prihvatljiv nivo je zabeležen kod 61,76% objekata, dok je 38,24% imalo delimično ispunjen nivo usaglašenosti. Rezultati o nivou usaglašenosti sa pojedinačnim higijenskim zahtevima između dva identifikovana klastera su prikazani tabelarno (Tabela 9).

Tabela 10. Ispunjenost specifičnih higijenskih zahteva u objektima za preradu mleka malog kapaciteta raspoređenih u dva identifikovana klastera. Predstavljena je srednja vrednost (± standardna devijacija).

Zahtevi dobre higijenske prakse	Svi objekti	Klaster 1	Klaster 2
	n=60 (100%)	n=26 (43,3%)	n=34 (56,7%)
Konstrukcione karakteristike i uslovi higijene hrane u objektu za preradu mleka			
Da li su prostorije za preradu mleka odvojene od stambenog dela?	1,73±0,69	1,90±0,39	1,59±0,82
Da li se prostor za preradu nalazi odvojeno od objekta za smeštaj životinja?	1,90±0,44	1,85±0,54	1,94±0,34
Da li položaj, mesto i veličina objekta/prostorije dozvoljavaju uslovno skladištenje hrane u pogledu temperature?	1,73±0,69	1,77±0,65	1,71±0,72
Da li je objekat/prostorija uređen i opremljen da omogućava odgovarajuće održavanje, čišćenje i dezinfekciju?	1,83±0,56	1,92±0,39	1,76±0,65
Da li uređenje i oprema zgrade/prostora omogućavaju primenu dobre higijenske prakse u rukovanju hranom, uključujući zaštitu od kontaminacije, a posebno kontrolu štetočina?	1,80±0,60	1,92±0,40	1,71±0,72
Da li su podovi pokriveni nepropusnim, neupijajućim, perivim i otpornim materijalom koji se lako čisti i prema potrebi dezinfikuje ?	1,57±0,83	2,00±0,00[a]	1,24±0,99[b]
Da li podovi prostorija imaju odgovarajući nagib prema slivnicima koji omogućava da se voda ne zadržava na podnim površinama?	1,33±0,95	1,69±0,74[a]	1,06±1,01[b]
Da li su zidovi od poda do tavanice obloženi nepropusnim, neupijajućim, otpornim materijalom, sa glatkom površinom, koji se lako pere ?	1,27±0,97	1,85±0,54[a]	0,82±1,00[b]
Da li prozori imaju zaštitne mreže koje sprečavaju ulazak insekata?	1,33±0,95	1,54±0,86	1,18±1,00
Da li su sve površine koje dolaze u kontakt sa hranom napravljene od glatkog, perivog i netoksičnog materijala otpornog na koroziju koji se lako pere i po potrebi dezinfikuje?	1,42±0,91	1,68±0,75	1,24±0,99
Da li se u objektu za proizvodnju proizvoda od mleka koriste prohromski radni stolovi ?	0,80±0,99	1,31±0,97[a]	0,41±0,82[b]
Da li su podovi, zidovi i površine u prostoriji za proizvodnju bez vidljivih oštećenja?	1,67±0,75	1,85±0,54	1,53±0,86
Da li u prostoriji za proizvodnju postoje vodovodne i kanalizacione instalacije?	1,83±0,56	1,85±0,54	1,82±0,58
Da li u prostoriji za preradu ili u njenoj neposrednoj okolini postoji najmanje jedna oprema za pranje ruku?	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00
Da li u blizini prostorije za proizvodnju postoji toalet?	1,77±0,65	1,92±0,39	1,65±0,77
Da li u neposrednoj blizini prostorije za preradu postoji prostorija/prostor za presvlačenje/garderoba?	1,80±0,61	1,77±0,65	1,82±0,58
Primenjene higijenske i proizvođačke prakse			
Da li se u objektu na gazdinstvu/maloj mlekari koristi laktofriz?	1,03±1,01	1,38±0,94[a]	0,76±0,99[b]
Da li je proizvodnja različitih proizvoda vremenski razdvojena?	1,43±0,91	1,77±0,65[a]	1,18±1,00[b]
Da li se sprovode postupci čišćenja, pranja i dezinfekcije između proizvodnih faza?	1,60±0,81	1,77±0,65	1,47±0,90
Da li su sirovine i prerađeni proizvodi u istom prostoru za hlađenje prostorno odvojeni i da li su preduzete sve neophodne mere da se spreči moguća kontaminacija?	1,27±0,97	1,31±0,97	1,24±0,99
Da li voda koja se koristi u objektu za proizvodnju ima kvalitet vode za piće?	1,97±0,26	1,92±0,39	2,00±1,00

Zahtevi dobre higijenske prakse	Svi objekti n=60 (100%)	Klaster 1 n=26 (43,3%)	Klaster 2 n=34 (56,7%)
Da li nosite čistu maramu/kapu u prostoru za proizvodnju?	1,77±0,65	1,92±0,39	1,65±0,77
Da li perete ruke pre ulaska u prostor za proizvodnju?	1,87±0,50	2,00±0,00	1,76±0,65
Da li se koristi mantil/kecelja u prostoru za preradu mleka, koji se odlaže pri izlasku iz prostora za preradu?	1,70±0,72	1,85±0,54	1,59±0,82
Da li u prostoru za proizvodnju koristite posebnu obuću namenjenu samo u tu svrhu?	1,57±0,83	1,92±0,39[a]	1,29±0,97[b]
Da li postoji standardna procedura proizvodnje, odnosno tehnološkog postupka proizvodnje?	1,20±0,99	1,31±0,97	1,12±1,01
Da li se vode i čuvaju zapisi o količini prerađenog sirovog mleka i količini proizvedenih proizvoda?	0,93±1,01	1,31±0,97[a]	0,65±0,95[b]
Da li se sprovodi kontrola kvaliteta mleka?	1,10±1,00	1,31±0,97	0,94±1,01
Da li se sprovodi kontrola kvaliteta proizvoda od mleka?	0,90±1,00	1,54±0,86[a]	0,41±0,82[b]
Rukovanje sa opremom i upravljanje otpadom			
Da li su oprema i alati koji se koriste za proizvodnju napravljeni od glatkog materijala otpornog na koroziju koji se lako čisti, pere i prema potrebi dezinfikuje?	1,93±0,36	2,00±0,00	1,88±0,48
Da li se otpadni materijal iz procesa prerade mleka redovno uklanja iz prostorija u kojima je nastao i privremeno smešta u namenski kontejner?	1,90±0,44	1,85±0,54	1,94±0,34
Obeležavanje proizvoda			
Da li proizvođač postavlja deklaraciju (oznaku) na pakovanje?	0,50±0,87	1,08±1,02[a]	0,06±0,34[b]

Legenda: ocena „0"- loša usaglašenost; ocena „1"- delimična usaglašenost; ocena „2"- puna usaglašenost.

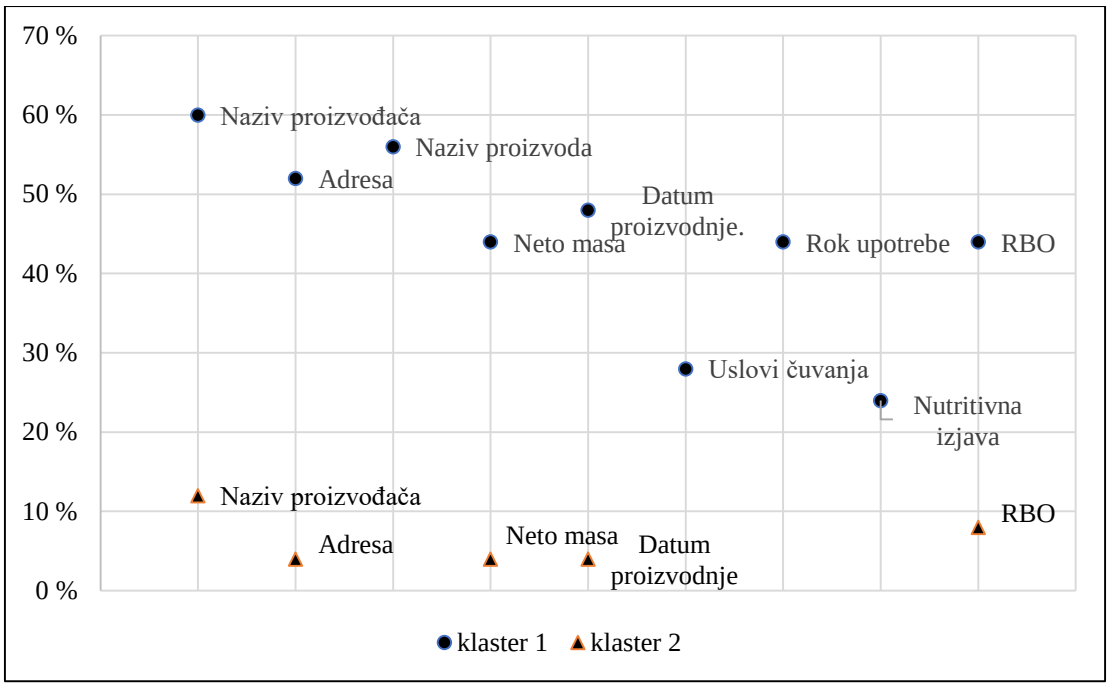
Uslovi higijene hrane postižu se pravilno projektovanim i izgrađenim objektima, kao i primenom higijenskih praksi u rukovanju opremom, otpadom, snabdevanju vodom, itd. (Srbija, 2009a, 2010b). Okruženje u objektima za preradu mleka je veoma značajno, jer može biti izvor patogenih mikroorganizama kao što je *L. monocytogenes,* koji mogu dovesti do unakrsne kontaminacije proizvoda (Jackson et al., 2011). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoji visok nivo usaglašenosti u pogledu konstrukcionih karakteristika i uslova higijene hrane uključujući razdvajanje proizvodnih prostorija/prostora od stambenih ili objekata za smeštaj životinja, kontrolu štetočina, postojanje vodovodnih i kanalizacionih sistema i garderobnih prostora/prostorija (Tabela 10). Objekti iz klastera 1 su imali značajno viši nivo usaglašenosti sa zahtevima koji se odnose na konstrukciju zidova i podova, kao i na upotrebu radnih stolova od nerđajućeg čelika, u poređenju sa objektima iz klastera 2 ($p<0,05$). Ovo je posebno važno kada se ima na umu činjenica da je primena postupka čišćenja i dezinfekcije značajno otežana na oštećenim površinama, pa ove površine mogu da budu dodatni izvor kontaminacije za proizvode (Johnsen et al., 2010; Costa Dias et al., 2012; Jordan et al., 2018). Zato je važno da se i u malim pogonima za preradu mleka koristi pravilno dizajnirana oprema proizvedena od otpornih materijala koji se lako peru i dezinfikuju (Aarnisalo et al., 2006; Srbija, 2009a; EHEDG, 2018). Ipak treba naglasiti da je malim proizvođačima proizvoda od mleka koji primenjuju tradicionalne postupke proizvodnje, dozvoljeno korišćenje tradicionalnih materijala poput kamena /ili drveta (Srbija, 2017a), kako bi se postigle prepoznatljiva senzorna svojstva ovih proizvoda (Radulović et al., 2011).

Objekti iz klastera 1 su imali značajno veći nivo usaglašenosti u odnosu na objekte iz klastera 2 i kada je reč o korišćenju laktofriza, vremenskom razdvajanju različitih faza proizvodnje koje se obavljaju

u istoj prostoriji i korišćenju posebne obuće u proizvodnim prostorijama ($p<0,05$,Tabela 10). U kontroli rasta bakterija u sirovom mleku brzo hlađenje i pravilno skladištenje mleka su od suštinskog značaja (Vilar et al., 2012), a korišćenje čiste radne odeće i obuće doprinosi uspostavljanju uslova higijene hrane (Rückerl et al., 2014; Machado et al., 2017). Najviši nivo usaglašenosti u oba klastera utvrđen je za kvalitet vode kojom se snabdevaju objekti i primenu dobrih praksi u pogledu održavanja higijene ruku. Ovo je posebno važno, obzirom da voda može biti izvor patogenih bakterija (Levantesi et al., 2012), a postupci čišćenja i sanitacije mogu biti narušeni upotrebom kontaminirane vode.

Mikrobiološki kvalitet sirovog mleka predstavlja ključni pokazatelj zdravstvenog stanja životinja, higijenskih uslova tokom muže, kao i postupaka rukovanja i skladištenja mleka. Redovno testiranje sirovog mleka i proizvoda od mleka ima značajne pozitivne efekte, jer doprinosi osiguravanju visokog nivoa bezbednosti hrane i jačanju poverenja potrošača (Costa Dias et al., 2012). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da u 55% objekata se vrši eksterna kontrola sirovog mleka, dok u 45% objekata se vrši i kontrola finalnih proizvoda (rezultat nije prikazan). Iako povećanje frekvencije kontrole kvaliteta sirovog mleka i proizvoda dovodi do značajnih pozitivnih promena u osiguranju uslova bezbednosti hrane, troškovi mikrobioloških ispitivanja hrane se smatraju značajnom poteškoćom (Ceballos et al., 2020). Statistički značajna razlika između objekata iz dva klastera utvrđena je u pogledu sprovođenja eksterne kontrole kvaliteta proizvoda od mleka ($p<0,05$, Tabela 10). Zato je neophodno da se pojača svest malih proizvođača mlečnih proizvoda u pogledu njihove uloge u bezbednosti hrane i pojačaju napori za učešće nadležnih institucija u vidu podrške i podsticaja kako bi se ojačao ovaj sektor proizvođača hrane. Takođe, vođenje propisane dokumentacije jedan je od ključnih uslova kojima se postiže pravilna implementacija sistema kojim se osigurava bezbednost hrane. Dobijeni rezultati pokazuju da postoje statistički značajne razlike (viši nivo usaglašenosti objekata iz klastera 1), ali i prosečno nižu usaglašenost na nivou ukupnog uzorka ($n=60$), što je uporedivo sa rezultatima drugih istraživanja (Cusato et al., 2013; Barría et al., 2020).

Proizvođači hrane su dužni da potrošačima obezbede informacije koji neće da ih dovedu u zabludu u pogledu sastava, svojstava i namene proizvoda (Srbija, 2009b, 2022a). Mali prerađivači mleka su dužni da navedu naziv i adresu proizvođača, datum proizvodnje, naziv proizvoda, rok trajanja, uslove skladištenja i registracioni broj domaćinstva prilikom obeležavanja proizvoda (Srbija, 2017a). Prema našem zakonodavstvu ne postoji obaveza označavanja proizvoda proizvedenih od sirovog mleka (Miloradović et al., 2024), koji su često zastupljeni na našim pijacama (Savić-Radovanović et al., 2020), što povećava rizik po bezbednost hrane, ali i samih potrošača koji takve proizvode konzumiraju. Prosečno najniži nivo usaglašenosti utvrđen je u pogledu pitanja obeležavanja proizvoda sa utvrđenom statistički značajnom razlikom između dva klastera objekata malog kapaciteta (Tabela 10), što ukazuje na značajnu neusaglašenost i potrebu da nadležni organi pooštre kontrole u pogledu ispunjenosti ovih zahteva, naročito tokom distribucije ovih proizvoda u kratkom lancu snabdevanja proizvodima od mleka. Rezultati dobijeni analizom podataka o informacijama koje mali proizvođači prikazuju prilikom obeležavanja proizvoda prikazani su grafički (Grafikon 5).



Grafikon 5. Prikaz analize podataka iskazanih na deklaraciji proizvoda objekata malog obima proizvodnje svrstanih u dva klastera. (Legenda: RBO – registracioni broj objekta).

Rezultati pokazuju da mali prerađivači mleka iz klastera 1 imaju najveću zastupljenost informacija na svojim deklaracijama. Posmatrano u ukupnom uzorku (n=60) najveća zastupljenost (30%) povezana je sa informacijom o proizvođaču, od čega je 61,1% odobrenih malih proizvođača (podatak nije prikazan). Rok upotrebe i uslovi čuvanja su važne informacije na deklaraciji proizvoda koja su direktno povezana sa pitanjima bezbednosti hrane (Evans J. et al., 2006). Podaci pokazuju da ove informacije nisu prisutne na deklaracijama proizvoda proizvođača iz klastera 2 (Tabela 10). Sve ovo ukazuje na neophodnost podizanja svesti malih proizvođača, pogotovo na nivou individualnih registrovanih gazdinstava u pogledu njihove uloge u postizanju uslova bezbednost hrane.

Rezultati ukazuju da su objekti iz klastera 1 imali veći nivo usaglašenosti sa higijenskim zahtevima u poređenju sa objektima iz klastera 2. Većinu objekata iz klastera 1 čine odobreni i registrovani objekti, što objašnjava dobijene rezultate. Naime, prilikom odobravanja malih mlekara, proverava se ispunjenost uslova higijene hrane, kao i opštih i posebnih uslova za higijenu hrane životinjskog porekla (Srbija, 2017a, 2019b). Pored toga, prilikom prve kontrole registrovanog subjekta, nadležne veterinarske inspekcije ocenjuju infrastrukturne uslove i vođenje obavezne dokumentacije (Srbija, 2019c). U klasteru 2, većina objekata je u postupku registracije i/ili odobravanja. Takođe u ovaj klaster spadaju i objekti koji su odobreni pre usvajanja pravilnika koji omogućava primenu fleksibilnih mera (Srbija, 2017a). Tokom tog perioda, veterinarske inspekcije su odobravale male objekte na osnovu manje strogih zahteva u poređenju sa zahtevima za veće mlekare. Stoga bi ponovna procena i odobravanje malih prerađivača mleka, koji su ranije ostvarili status, bilo od značaja za unapređenje bezbednosti proizvoda koji se proizvode i distribuiraju u kratkom lancu snabdevanja.

5.1.2. Higijena površina u objektima za preradu mleka

Pored vizuelne procene ispunjenosti higijenskih uslova u objektima malog kapaciteta, u ovom istraživanju sprovedeno je uzorkovanje i mikrobiološka analiza briseva sa površina koje dolaze u direktan kontakt sa hranom, imajući u vidu značaj higijene ovih površina za bezbednost finalnih proizvoda. Uzorkovanje je obavljeno isključivo u objektima za koje su vlasnici dali odobrenje, što je uključivalo ukupno sedam objekata – četiri u domaćinstvima i tri u malim mlekarama. Iz svakog objekta uzeto je između dva i četiri uzorka za mikrobiološku analizu. Površine koje su analizirane uključuju sirarske kade, rešetke za ceđenje, kutlače za gruš, noževe za sečenje sira, kantice za sir i

šipke za pritiskanje sira. Ukupno je uzorkovano 18 različitih površina. Tumačenje dobijenih rezultata je sprovedeno prema kriterijumima koji su dati u Vodiču za primenu mirkobioloških kriterijuma, gde su navedene vrednosti za broj aerobnih mezofilnih bakterija i *Enterobactericeae* (Srbija, 2011c) koji su prikazani tabelarno (Tabela 11). Takođe ovaj Vodič definiše da patogeni mikroorganizmi, uključujući *L. monocytogenes*, ne smeju biti prisutni na ispitivanim površinama.

Tabela 11. Primenjeni mikrobiološki kriterijumi za predmete i površine koje dolaze u kontakt sa hranom, prilagođeno iz (Srbija, 2011c).

Predmeti, površine	**Aerobne mezofilne bakterije**		***Enterobacteriaceae***	
	Odgovara	**Ne odgovara**	**Odgovara**	**Ne odgovara**
Porculanske, staklene, glatke metalne površine (cfu/mL*)	≤ 10	> 10	0-1	> 1
Ostale površine (drvene, plastične, kamene i sl. /cfu/mL)	≤ 30	> 30	0-1	> 1

Legenda: * cfu – broj jedinica koje formiraju kolonije

Iako je broj ispitivanih uzoraka u ovom delu istraživanja ograničen, treba naglasiti da nijedan ispitivani uzorak nije bio pozitivan na prisustvo *L. monocytogenes.* Zbog malog broja uzoraka, teško je napraviti direktna poređenja sa drugim istraživanjima, ali ovi rezultati su u suprotnosti sa podacima iz literature, koji pokazuju visoku prevalencu *L. monocytogenes* u objektima za preradu mleka u sektoru zanatskih prerađivača (Almeida et al., 2013; Barría et al., 2020). Rezultati koji ukazuju na odsustvo *L. monocytogenes* u ispitivanim uzorcima mogu se delimično objasniti time što su uzorci uzeti iz ograničenog broja objekata, gde su vlasnici verovatno sprovodili adekvatne higijenske mere uoči uzorkovanja.

Ispitivanje efikasnosti sanitarnih postupaka u objektima za proizvodnju hrane može se postići određivanjem nivoa aerobnih mezofilnih bakterija kao pokazatelja ukupne higijene ispitivane površine i specifičnih bakterija kao što su indikatori higijene (*Enterobacteriaceae*) (Jacxsens et al., 2009; Opiyo et al., 2013). Takođe, u objektima za proizvodnju mlečnih proizvoda kvasci i plesni mogu biti prisutni u okruženju i lako dovode do kontaminacije finalnih proizvoda (Garnier et al., 2017a; 2017b). Stoga je mikrobiološki kvalitet površina u objektima za preradu mleka od ključnog značaja (Machado & Cutter, 2017).

Tabela 12. Usaglašenost higijene površina sa primenjenim mikrobiološkim kriterijumuma.

Ispitivani kriterijum higijene	**Usaglašen**	**Nije usaglašen**
	n (%)	
Enterobacteriaceae	11 (61,11)	7 (38,98)
Broj aerobnih mezofilnih bakterija	11 (61,11)	7 (38,98)

Većina ispitivanih površina ispunjavala je primenjene mikrobiološke kriterijume higijene (Tabela 12). Prosečan nivo kontaminacije sa bakterijama *Enterobacteriaceae* (2,57±0,41 cfu/cm^2) i aerobnim mezofilnim bakterijama (2,62±0,52 cfu/cm^2, podaci nisu prikazani) pokazuje da postoje nedostaci u primeni higijenskih postupaka u objektima imajući u vidu da je uzorkovanje vršeno sa prethodno očišćenih i dezinfikovanih površina. Takođe, u polovini objekata za preradu mleka u domaćinstvima utvrđen je nizak nivo kontaminacije sa gljivama (podatak nije prikazan), što se potencijalno može povezati sa činjenicom da se većina aktivnosti obavlja manuelno. Prisutna mikrobiota može se značajno redukovati primenom odgovarajućih sanitarnih procedura, što naglašava značaj sprovođenja odgovarajućih obuka malih proizvođača.

5.1.3. Proizvodne prakse, stavovi i znanja malih prerađivača mleka u domaćinstvu i malim objektima za preradu mleka o pitanjima bezbednosti hrane

Proizvodne prakse, mišljenje i znanje o bezbednosti hrane malih prerađivača mleka ispitivani su na osnovu rezultata dobijenih primenom upitnika. Za potrebe ovog dela istraživanja razgovor je obavljen sa ukupno dvadeset malih prerađivača mleka (Tabela 13).

5.1.4. Demografske karakteristike malih prerađivača mleka

Demografske karakteristike malih prerađivača mleka prikazane su tabelarno (Tabela 13). Većinu intervjuisanih prerađivača mleka čine osobe ženskog pola (85%). Najzastupljeniju starosnu kategoriju predstavljala su lica srednjih godina (90%). Većina ispitanika završila je srednju školu (85%), dok su visoko obrazovanje prijavila dva učesnika (Tabela 13). Prikazani rezultati u skladu su sa podacima koji pokazuju da se proizvodnja i prerada mleka u Srbiji pretežno obavljaju na porodičnim farmama (Popović-Vranješ, 2015; Vlahović et al., 2018).

Tabela 13. Demografske karakteristike lica koja rukuju sa hranom u domaćinstvima i malim mlekarama, n=20.

Opšti podaci		**Ukupno n (%)**
Vrsta objekata za preradu mleka	Objekat na gazdinstvu	14 (70)
	Mala mlekara	6 (30)
Pol	Muški	3 (15)
	Ženski	17 (85)
Starost	20-40 god.	2 (10)
	40-60 god.	18 (90)
	> 60 god.	0
Obrazovanje	Osnovna škola	0
	Srednja škola	17 (85)
	Viša škola	1 (5)
	Fakultet	2 (10)
Radno iskustvo u mlekarskom sektoru	Do 2 god.	0
	2-8 god.	4 (20)
	8-16 god.	6 (30)
	> 16 god.	10 (50)
Posao koji obavlja u gazdinstvu/maloj mlekari	Tehnolog/veterinar	1 (5)
	Zaposleni u proizvodnji	5 (25)
	Individualni proizvođač	14 (70)

Tradicionalno, priprema i rukovanje hranom pripisuje se ženama, što objašnjava njihov veliki udeo i u ovom istraživanju. Slično, u istraživanjima sprovedenim u zemljama u razvoju pokazalo se da većinu lica koja pripremaju i prodaju hranu čine osobe ženskog pola, što je povezano sa kulturološkim karakteristikama (Alamo-Tonelada et al., 2018; Contreras et al., 2020; Nkosi & Tabit, 2021). Ove studije takođe ističu da osobe koje rukuju hranom najčešće imaju niže i srednje školsko obrazovanje, što se dovodi u vezu sa socijalno-ekonomskim statusom većine stanovništva u zemljama u razvoju, koji nisu u mogućnosti da steknu visoko obrazovanje (Alamo-Tonelada et al., 2018). Takođe, većina ispitanika poseduje dugogodišnje iskustvo u proizvodnji mlečnih proizvoda (Tabela 13), a smatra se da proizvodnja tradicionalnih proizvoda koja proističe iz dugogodišnjeg iskustva rezultira proizvodnjom bezbednih proizvoda (Karabasil et al., 2018). Ova poređenja ukazuju na sličnosti između demografskih karakteristika prerađivača mleka u Srbiji i onih u drugim zemljama u razvoju, ali i na ključnu ulogu tradicije i iskustva u održavanju bezbedne i kvalitetne proizvodnje. Rezultati doprinose boljem razumevanju strukture i dinamike ovog sektora, ukazujući na potencijal za unapređenje kroz ciljane edukativne i programe podrške.

5.1.5. Samoprijavljene prakse malih prerađivača mleka

Većina malih prerađivača mleka prijavila je da ponekada, retko ili nikada rukuje sa mlekom i proizvodima od mleka kada imaju simptome koji ukazuju na infekciju, kao što su povišena temperaturu i ubrzani rad srca (Tabela 14). Povišena temperatura može ukazivati na simptome bolesti koji se mogu preneti hranom, a u takvim slučajevima, kao i kada osoba ima dijareju i povraćanje nije dozvoljeno prerađivati mleko i rukovati hranom za prodaju, jer se ti simptomi često povezuju s infekcijama koje mogu ugroziti bezbednost hrane. Zanimljivo je da su ispitanici slično odgovarali i kada je reč o bolestima koje se ne prenose hranom, poput tahikardije (ubrzanog rada srca), što može ukazivati na to da učesnici nisu jasno razgraničili simptome koji predstavljaju rizik za bezbednost proizvoda, od onih koji nisu povezani s prenosom bolesti putem hrane. Slični nalazi su zabeleženi i u drugim istraživanjima, koji su pokazali da rukovaoci hranom umeju da prepoznaju simptome trovanja hranom, ali i da smatraju da nije neophodno da privremeno obustave rukovanje hranom kada imaju te simptome bolesti (Walker E. et al., 2003). Konačno, mali prerađivači mleka suočavaju se sa izazovima poput nedostatka radne snage, pri čemu jedna osoba često obavlja sve poslove u procesu prerade mleka, uključujući i distribuciju i prodaju, što može otežati implementaciju strogih higijenskih zahteva, posebno kada su radnici bolesni.

Većina malih prerađivača mleka prijavila je da najčešće primenjuje dobre higijenske prakse u pogledu higijene ruku. Poznato je da pravilno i redovno održavanje higijene ruku (pranje i sušenje) doprinosi sprečavanju kontaminacije hrane (Green et al., 2006; Lee et al., 2017). Svi ispitanici prijavili su dobre prakse u pogledu pranja ruku nakon korišćenja telefona. Međutim, većina ispitanika prijavila je da ponekad (30%) ili retko (30%) briše ruke keceljom (Tabela 14), što pokazuje da postoje nedostaci u poznavanju higijenskih praksi, najverovatnije kao posledica nepostojanja odgovarajućih programa obuke malih proizvođača. Iznenađujuće, ispitanici sa više od 16 godina radnog iskustva retko (30%), ponekada (60%) ili često (10%) pogrešno suše ruke (podatak nije prikazan), što bi moglo da se objasni optimističkom pristrasnošću i doprinosi nebezbednom ponašanju lica koja rukuju hranom. Slično, većina zaposlenih u objektima za prodaju ribe i proizvoda ribarstva ruke nakon pranja uopšte ne suši ili u tu svrhu koristi radnu odeću (Trafialek et al., 2016b).

Tabela 14. Samoprijavljene prakse lica koja rukuju sa hranom u domaćinstvima i malim mlekarama, n=20.

Samoprijavljene prakse vezane za bezbednost hrane	n (%)				
	Uvek	Često	Ponekad	Retko	Nikada
Da li rukujete mlekom i proizvodima od mleka kada imate povišenu temperaturu?	1 (5)	0	3 (15)	5 (25)	11 (55)
Da li rukujete mlekom i proizvodima od mleka kada ste uznemireni i imate tahikardiju?	1 (5)	0	7 (35)	4 (20)	8 (40)
Da li perete ruke nakon obavljenog telefonskog razgovora?	15 (75)	5 (25)	0	0	0
Da li ruke brišete keceljom?	0	1 (5)	6 (30)	6 (30)	7 (35)
Da li uklanjate sve svoje ukrase (prstenje, minđuše, satove, narukvice, ogrlice) pre nego što počnete da rukujete mlekom i mlečnim proizvodima?	10 (50)	7 (35)	2 (10)	1 (5)	0
Da li potpuno pokrivate kosu kada rukujete mlekom i proizvodima od mleka?	6 (30)	0	1 (5)	8 (40)	5 (25)
Kada ulazite u proizvodne prostorije da li promenite ili dezinfikujete obuću?	13 (65)	5 (25)	1 (5)	0	1 (5)
Da li koristite vodoootporne flastere kada imate rane ili povrede na rukama?	13 (65)	6 (30)	0	1 (5)	0
Da li doručkujete ili pijete kafu u prostorijama u kojima se proizvodi ili pakuje hrana?	0	1 (5)	1 (5)	1 (5)	17 (85)
Da li koristite istu opremu i posuđe i unutar i izvan proizvodnog područja?	0	3 (15)	1 (5)	7 (35)	9 (45)
Da li postavljate posuđe i lonce na pod u proizvodnom prostoru?	0	0	5 (25)	6 (30)	9 (45)

Samoprijavljene prakse vezane za bezbednost hrane	n (%)				
	Uvek	Često	Ponekad	Retko	Nikada
Da li koristite sprej za uništavanje insekata u proizvodnim prostorijama da bi uništili muve?	0	1 (5)	9 (45)	3 (15)	7 (35)
Da li pripremate rastvor deterdženta/dezinficijensa prema uputstvu proizvođača ?	10 (50)	5 (25)	5 (25)	0	0
Da li u istom frižideru čuvate i sirovo mleko i proizvode od mleka?	0	2 (10)	6 (30)	2 (10)	10 (50)
Da li proveravate temperaturu u frižideru u kome čuvate proizvode od mleka?	7 (35)	0	3 (15)	1 (5)	9 (45)
Da li čistite/perete površinu sira, kada se pojavi promena boje sira u žućkastu/ružičastu?	2 (10)	10 (50)	2 (10)	0	6 (30)

Uklanjanje nakita tokom rukovanja hranom se smatra dobrom praksom, jer smanjuje rizik od mikrobiološke i fizičke kontaminacije (Walker E. et al., 2003; Trafialek et al., 2016a). Svi zaposleni u malim mlekarama odgovorili su da uvek sprovode ovu praksu, dok je 21,4 % individualnih proizvođača prijavilo da retko ili ponekad uklanja nakit pre početka rada (podaci nisu prikazani), što je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima (Walker E. et al., 2003). Slično, kontaminacija hrane kosom zaposlenih, osim što ima veoma negativan efekat na potrošače (Trafialek et al., 2016a), predstavlja i potencijalnu mikrobiološku opasnost (de Souza et al., 2008), a u sprečavanju kontaminacije nošenje zaštitne opreme (marame, kape) smatra se dobrom praksom. Rezultati ukazuju na značajnu razliku u ponašanju u zavisnosti od radnog okruženja ispitanika. Naime, 6 od 20 ispitanica nikada ne koristi kapu, dok 13 od 20 često ili uvek koristi kapu prilikom obavljanja svojih radnih zadataka (Tabela 14). Ova razlika može biti povezana sa specifičnostima radnih uslova u različitim okruženjima, kao što su male mlekare i domaćinstva. U malim mlekarama higijenski zahtevi, kao što je nošenje zaštitne opreme se moraju striktno poštovati. S druge strane, u domaćinstvima, radne navike su često manje formalizovane, pa je i korišćenje zaštitne opreme, poput kape, može biti zanemareno ili manje naglašeno. Dobijeni rezultati potencijalno mogu da se objasne postojanjem kognitivne, odnosno optimističke pristrasnosti, kada lica koja rukuju hranom smatraju da je verovatnoća da će da im se desi negativan događaj manja nego kod drugih ljudi i na taj način umanjuju percepciju rizika i podstiču rizično ponašanje u rukovanju hranom (Redmond & Griffith, 2004; Frewer & Fischer, 2005; Jevšnik et al., 2008b).

Dobro je dokumentovano da *L. monocytogenes* prisutna u objektima za preradu mleka može lako da se prenese kontaminiranom odećom i obućom radnika u različite prostorije. U istraživanju koje su sproveli (Rückerl et al., 2014) utvrđen je visok nivo kontaminacije na obući zaposlenih, na podovima i u slivnicima u objektima za proizvodnju sira. Nošenje čiste radne odeće i obuće i postavljanje dezinfekcionih barijera ispred ulaza u proizvodne prostorije smanjuju rizike od širenja patogena unutar objekta i unakrsne kontaminacije. Dobijeni rezultati ovog istraživanja pokazuju da skoro svi ispitanici menjaju obuću prilikom ulaska u proizvodne prostorije (Tabela 14), što je uporedivo sa rezultatima studije sprovedene u sektoru zanatskih proizvođača sireva u SAD (Machado et al., 2017).

Većina ispitanika izjavila je da sredstva za čišćenje i dezinfekciju koristi prema uputstvu proizvođača (Tabela 14). Statistički značajne razlike u pogledu ovog pitanja utvrđene su između praksi koje se primenjuju u malim mlekarama i objektima u domaćinstvima ($p<0,05$), svi ispitanici iz malih mlekara prijavili su da uvek poštuju preporuke proizvođača nasuprot individualnim proizvođačima koji ovu praksu primenjuju ponekada (35,7%), često (35,7%) i uvek (28,6%) (podaci nisu prikazani). Primena deterdženata i dezinfekcionih sredstava pripremljenih prema uputstvu proizvođača predstavljaju efikasnu meru u suzbijanju kontaminacije (Rückerl et al., 2014). Smatra se da primena dezinficijenasa u subletalnim koncentracijama povećava otpornost bakterija na sredstva za sanitaciju (Carpentier & Cerf, 2011; Castro et al., 2021), ali i doprinosi razvoju otpornosti na druge antimikrobne agense (Olaimat et al., 2018), što naglašava važnost poštovanja uputstva proizvođača pri njihovoj primeni.

Jedan deo ispitanika (35%) u ovom istraživanju izjavio je da nikada ne proverava temperaturu frižidera u kome čuva proizvode od mleka (Tabela 14), dok je 45% ispitanika izjavilo da to uvek čini. Ovako različiti rezultati mogu da se objasne činjenicom da ispitanici koji to redovno čine uglavnom su zaposleni u malim mlekarama, a da ispitanici u domaćinstvima to nikada ne čine. Temperatura na kojoj se čuva hrana jedna je od kritičnih tačaka u lancu hrane (Jovanović J. et al., 2022). Nezadovoljavajući nivo znanja lica koja rukuju hranom povezanih sa temperaturama na kojima se hrana priprema i čuva utvrdili su i slovenački naučnici (Jevšnik et al., 2008b; Ovca et al., 2018). Dobijeni rezultat može da ukaže na nedovoljno poznavanje bezbednosti hrane proizvođača u domaćinstvima, kao i potencijalni uticaj optimističke pristrasnosti koja je prijavljena u različitim istraživanjima (Clayton et al., 2002).

5.1.6. Stavovi malih prerađivača mleka povezani sa pitanjima bezbednosti hrane

Rezultati ovog istraživanja pokazuju značajne razlike u stavovima ispitanika prema bezbednosti sireva od sirovog mleka (Tabela 15). Naime, 55% ispitanika se ili veoma ne slaže ili se ne slaže sa izjavom, dok 35% ispitanika ima pozitivan stav i slaže se sa njom. Proizvodnja sireva od sirovog mleka nosi sa sobom brojne mikrobiološke rizike (Costanzo et al., 2020), jer su mnoge opasnosti u mlekarskom sektoru direktno povezane sa sirovim mlekom. Ispitanici koji se protive izjavi većinom su zaposleni u malim mlekarama, dok ispitanici iz domaćinstava uglavnom podržavaju izjavu ($p<0,05$). Ovi rezultati se mogu objasniti činjenicom da proizvodnja sireva od sirovog mleka u nekim delovima zemlje ima dugu tradiciju, posebno kada je reč o proizvodnji u domaćinstvima. I zato ovi ispitanici, koji su uglavnom saglasni sa izjavom, često praktikuju tradicionalne metode proizvodnje. Suprotno tome, ispitanici zaposleni u malim mlekarama, koji su uglavnom nesaglasni sa izjavom, verovatno su upoznati sa mikrobiološkim opasnostima povezanim sa sirovim mlekom.

Tabela 15. Stavovi i mišljenja lica koja rukuju sa hranom u gazdinstvima/malim mlekarama (stavovi povezani sa bezbednošću hrane), n=20.

Stavovi povezani sa bezbednošću hrane	n (%)				
	Jako se ne slažem	Ne slažem se	Nemam mišljenje	Slažem se	Jako se slažem
Konzumiranje proizvoda proizvedenih od sirovog/nepasterizovanog mleka je bezbedno.	6 (30)	5 (25)	2 (10)	6 (30)	1 (5)
Pranje ruku toplom vodom i sapunom doprinosi prevenciji od trovanja hranom.	0	0	0	12 (60)	8 (40)
Nakon iznošenja đubreta napolje treba oprati ruke.	0	0	0	12 (60)	8 (40)
Povrede i posekotine na rukama treba da budu pokrivene da bi se prevenirala trovanja hranom.	0	0	1 (5)	11 (55)	8 (40)
Kada se kašlje/kija, nos i usta zaštitimo područjem lakta.	0	0	2 (10)	10 (50)	8 (40)
Bakterije koje izazivaju trovanja hranom mogu da se unesu u proizvode od mleka preko ruku osoba koje rukuju hranom, obuće i odeće.	0	0	5 (25)	8 (40)	7 (35)
Nošenje čiste radne odeće je važan pristup u prevenciji trovanja hranom.	0	0	1 (5)	12 (60)	7 (35)
Nošenje ukrasa (prstenje, minđuše, satove, narukvice, ogrlice i pirsing) prilikom rukovanja proizvodima od mleka je dozvoljeno.	0	7 (35)	1 (5)	5 (25)	7 (35)
Čišćenje i dezinfekcija okoline, opreme i posuđa pre rukovanja mlečnim proizvodima sprečavaju trovanje hranom.	0	0	1 (5)	12 (60)	7 (35)
Sredstva za čišćenje treba držati blizu sudopera.	0	0	1 (5)	14 (70)	5 (25)
Korišćenje plastične tepalice za muve u cilju sprečavanja ulaska insekata u proizvodni prostor je bezbedno.	4 (20)	3 (15)	7 (35)	6 (30)	0

Stavovi povezani sa bezbednošću hrane	n (%)				
	Jako se ne slažem	Ne slažem se	Nemam mišljenje	Slažem se	Jako se slažem
Korišćenje kuhinjskog peškira za brisanje ruku, posuđa i lonaca je bezbedno.	5 (25)	5 (25)	1 (5)	9 (45)	0
Da bi se proverilo da li je mleko pasterizovano treba koristiti termometar.	0	2 (10)	4 (20)	8 (40)	6 (30)
Ako su mlečni proizvodi kontaminirani bakterijama koje izazivaju trovanja hranom, to može normalno da se uoči (vidi), pomiriše ili testira.	4 (20)	5 (25)	4 (20)	6 (30)	1 (5)
Sirovo mleko može da se stavi u frižider bilo gde gde ima slobodnog mesta.	4 (20)	3 (15)	2 (10)	11 (55)	0
Mikroorganizmi koji su na/u proizvodima od mleka u frižiderima umiru (uništava ih niska temperatura).	5 (25)	6 (30)	3 (15)	6 (30)	0

Mali prerađivači mleka pravilno su identifikovali značaj upotrebe tople vode i sapuna u održavanju higijene ruku, postavljanje zaštitnih vodootpornih flastera na ozlede na rukama, pranje ruku nakon iznošenja smeća (Tabela 15). Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa zapažanjima brojnih istraživanja (Baş et al., 2006b; Karaman, 2012; Nkosi & Tabit, 2021).

Kao što je napomenuto u prethodnom potpoglavlju većina ispitanika prijavila je da primenjuje dobre prakse kojima se sprečava unakrsna kontaminacija, kao što su nošenje zaštitne opreme, ukljanjanje nakita tokom rukovanja hranom, održavanje lične i higijene objekta, opreme i pribora. Analiza uverenja i stavova (Tabela 15) pokazala je da mali prerađivači prepoznaju značaj ovih praksi. Dobijeni rezultati sugerišu da nisu posledica slučajno izabranih odgovora ili pristrasnosti pristanka, koju se može javiti kada ispitanici nisu potpuno sigurni u istinitost/neistinitost ponuđene izjave (Murray et al., 2017).

Međutim, postoje razlozi za zabrinutost po bezbednost hrane u sektoru malih prerađivača mleka, jer se 30% ispitanika slaže da je fizičko uništavanje insekata (muva) u proizvodnom prostoru prihvatljiva praksa, dok 35% nema mišljenje o tome (Tabela 15). Ovo može ukazivati na nedostatak razumevanja rizika i važnosti kontrole štetočina u proizvodnji proizvoda od mleka, što je posebno problematično u sektoru malih prerađivača mleka, gde higijenski standardi često nisu na najvišem nivou. Osim što u hrani mogu biti prisutni kao fizički kontaminenti i izazivaju odbojnost, prisustvo insekata u hrani predstavlja čest razlog za žalbe potrošača (Singh P. et al., 2019), insekti takođe mogu biti i značajan vektor u prenošenju uzročnika zaraznih bolesti (Cardozo et al., 2009).

Različite studije pokazale su da osobe koje rukuju hranom često imaju pogrešno uverenje da senzorna svojstva hrane kao što su miris i ukus su najpouzdaniji pokazatelji bezbednosti hrane (Walker E. et al., 2003; Jevšnik et al., 2008b; Ovca et al., 2018). Oko polovina ispitanika nije saglasna sa izjavom: „Ako su mlečni proizvodi kontaminirani bakterijama koje izazivaju trovanja hranom, to može normalno da se uoči (vidi), pomiriše ili testira“. Takođe, 20% njih nema mišljenje o ovoj izjavi, 35% se slaže ili veoma slaže sa izjavom (Tabela 15). Slična zapažanja prijavljena su i u istraživanjima navika i praksi potrošača tokom pripreme hrane u kućnim uslovima (Murray et al., 2017). Uzimajući u obzir da su proizvođači takođe i potrošači, ovakav nalaz predstavlja zabrinutost po bezbednost hrane i ukazuje na neophodnost kontinuiranih obuka malih prerađivača mleka.

Fizičko odvajanje sirove hrane od hrane spremne za konzumiranje je od velikog značaja i predstavlja ključni faktor za sprečavanje unakrsne kontaminacije (Ruby et al., 2019). Preporuka je da se sirova hrana (npr. sirovo mleko) skladišti na najnižim policama frižidera, a gotovi proizvodi na najvišim policama kako bi smanjila mogućnost unakrsne kontaminacije (Murray et al., 2017). Međutim, nešto više od polovine ispitanika (Tabela 15) smatra da sirovo mleko može da se stavi bilo gde u u frižideru, gde ima slobodnog mesta, dok 10% nema mišljenje o ovome. Očekivano, statistički značajne razlike utvrđene su između individualnih proizvođača i malih mlekara ($p<0,05$) (podatak nije prikazan).

Takođe, približno polovina učesnika studije nema stav o uticaju temperature frižidera na mikroorganizme, odnosno o mogućnosti da mikroorganizmi u frižideru odumiru (Tabela 15). Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima koje su prijavili (Walker E. et al., 2003), dok su slovenački rukovaoci hranom dobro poznavali uticaj temperature hlađenja na rast mikroorganizmama (Jevšnik et al., 2008b). Kao i u većini razmatranih pitanja statistički značajne razlike utvrđene su između individualnih proizvođača i malih mlekara ($p<0,05$) (podatak nije prikazan), jer većina zaposlenih u malim mlekarama poznaje uslove opstanka mikroorganizama tokom čuvanja hrane.

Rezultati ovog dela istraživanja ukazuju na potrebu za daljim unapređenjem znanja i praksi u vezi sa bezbednošću hrane u sektoru malih prerađivača mleka. Iako su prepoznate određene dobre prakse i pozitivni stavovi, poput održavanja lične higijene i kontrole unakrsne kontaminacije, rezultati pokazuju da postoji nedostatak svesti o mikrobiološkim rizicima, što može ugroziti bezbednost hrane. Kontinuirana edukacija, kao i implementacija strožih higijenskih standarda, ključni su za unapređenje bezbednosti hrane i zaštitu potrošača.

5.2. Higijensko-sanitarni uslovi tokom prodaje proizvoda od mleka na zelenim pijacama

U Republici Srbiji, registrovani objekti u domaćinstvima mogu prodavati svoje proizvode isključivo na lokalnom tržištu, koje obuhvata opštinu i susedne opštine, dok male mlekare imaju mogućnost distribucije proizvoda na teritoriji cele Srbije (Srbija, 2017a). Distribucija proizvoda od mleka najčešće se obavlja na lokalnim zelenim pijacama, u mlečnim halama ili specijalizovanim delovima pijaca koji su opremljeni vitrinama sa rashladnim uređajima i nadstrešnicama (Srbija, 2010b, 2011b). Ove lokacije podležu službenim kontrolama veterinarske i sanitarne inspekcije, čime se osigurava smanjenje rizika od unakrsne kontaminacije i uticaja spoljašnje sredine (Srbija, 2009b). Analiza ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova tokom prodaje ovih proizvoda uključila je ocenu ispunjenosti uslova higijene hrane na mestima prodaje, uzimajući u obzir i samoprijavljene prakse prodavaca u vezi sa uslovima čuvanja, transporta i prodaje.

Ovo istraživanje je obuhvatilo posetu 43 zelene pijace u centralnoj i severnoj Srbiji, na kojima je ispunjenost uslova higijene hrane ocenjena na ukupno 293 prodajna mesta. Karakteristike pijaca i prodajnih mesta obuhvaćenih ovim istraživanjem prikazane su tabelarno (Tabela 16). Od ukupnog broja, 100 (34,13%) prodajnih mesta nalazilo se na otvorenom prostoru, dok je preostalih 193 (65,87%) bilo smešteno u zatvorenim objektima, odnosno mlečnim halama (podaci nisu prikazani). Istraživanje je obuhvatilo isključivo prodajna mesta na kojima su se prodavali proizvodi od mleka.

Tabela 16. Pregled prodajnih mesta na zelenim pijacama.

Naziv okruga	Naziv grada	Zelena pijaca	Prodajno mesto
		n (%)	n (%)
Grad Beograd, uže područje	Beograd	25 (58,14)	180 (61,43)
Grad Beograd, šire područje	Mladenovac	1 (2,33)	11 (3,75)
Grad Beograd, šire područje	Lazarevac	1 (2,33)	11 (3,75)
Južnobački okrug	Novi Sad	3 (6,98)	12 (4,10)
Kolubarski okrug	Valjevo	1 (2,33)	15 (5,12)
Podunavski okrug	Smederevska Palanka	1 (2,33)	18 (6,14)
Rasinski okrug	Trstenik	1 (2,33)	4 (1,37)
Rasinski okrug	Kruševac	1 (2,33)	3 (1,02)
Centralni Banat	Zrenjanin	3 (6,98)	8 (2,73)
Sremski okrug	Nova Pazova	1 (2,33)	8 (2,73)
Sremski okrug	Sremska Mitrovica	1 (2,33)	4 (1,37)
Sremski okrug	Stara Pazova	1 (2,33)	3 (1,02)
Sremski okrug	Ruma	1 (2,33)	3 (1,02)
Šumadijski okrug	Aranđelovac	1 (2,33)	10 (3,41)
Šumadijski okrug	Kragujevac	1 (2,33)	3 (1,02)
	Ukupno	43 (100%)	293 (100%)

5.2.1. Demografske karakteristike prodavaca proizvoda od mleka

Prodavci proizvoda od mleka na prodajnim mestima obuhvaćenih ovim istraživanjem su uglavnom bile osobe srednjih godina (53,04%), među kojima dominiraju osobe ženskog pola (70,25%) (Tabela 17), što je u saglasnosti sa ulogom žena u proizvodnji i pripremi hrane. Većina prodavaca (75,99%) naučila je veštine proizvodnje proizvode od mleka od svojih majki ili baka, dok je samoukih bilo 20,79%. Svega 2,87% prodavaca navelo je da su znanje o proizvodnji proizvoda od mleka stekli od visoko obrazovanih članova porodice. Od ukupno 279 prodavaca uključenih u istraživanje, samo dve žene pohađale su šestomesečnu obuku za proizvodnju mlečnih proizvoda, što je u skladu sa prethodnim istraživanjima koja ukazuju na nedostatak obuka i poznavanja bezbednosti hrane među osobama koje rukuju hranom (Teng et al., 2004; Trafialek et al., 2016b; Alamo-Tonelada et al., 2018).

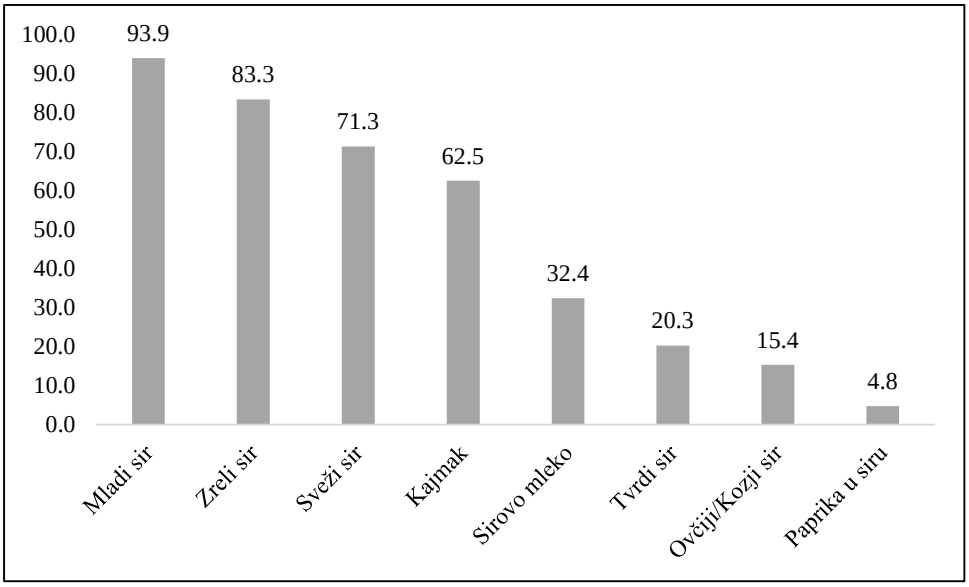
Tabela 17. Demografske karakteristike prodavaca mlečnih proizvoda na pijacama (n=279).

Karakteristika		n (%)
Pol	Ženski	196 (70,25)
	Muški	83 (29,75)
Starost	Mladi (< 35 godina)	20 (7,17)
	Sredovečni (35-60 godina)	148 (53,04)
	Stariji (>60 godina)	111 (39,78)
Iskustvo i znanje o proizvodnji i prodaji proizvoda od mleka	Lično iskustvo	58 (20,79)
	Stečeno od članova porodice	212 (75,99)
	Stečeno od članova porodice Koji imaju obrazovanje iz oblasti prehrambene tehnologije	8 (2,87)
	Kroz konsultacije sa prehrambenim tehnologom ili veterinarom	1 (0,36)

5.2.2. Asortiman proizvoda od mleka na zelenim pijacama

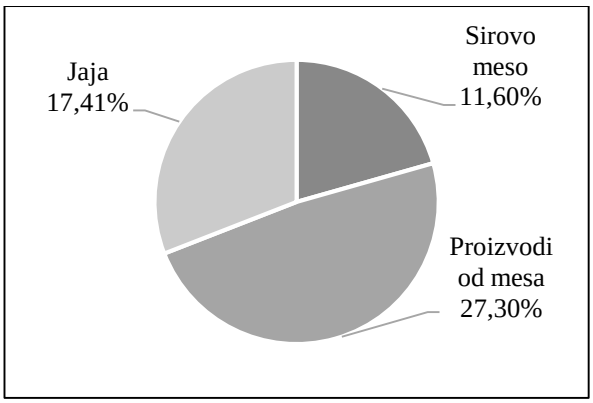
Najzastupljeniji proizvodi od mleka koji su se prodavali na pijacama su mladi (93,9%) i zreli sir u salamuri (83,3%), zatim sveži sir (71,3%), kajmak (62,5%), sirovo mleko (32,4%) i tvrdi sir (20,3%) (Grafikon 6). Osim proizvoda od mleka na nekim mestima prodaje bile su prisutne i druge namirnice životinjskog porekla, kao što su proizvodi od mesa (27,30%), jaja (17,41%) i sirovo meso (11,60%)

(Grafikon 7). Većina prodavaca izjavila je da prodaje mlečne proizvode koje su sami proizveli (81,72%), a najprodavaniji proizvodi od mleka su mladi sir u salamuri (54,48%) i kajmak (14,31%) (podaci nisu prikazani).

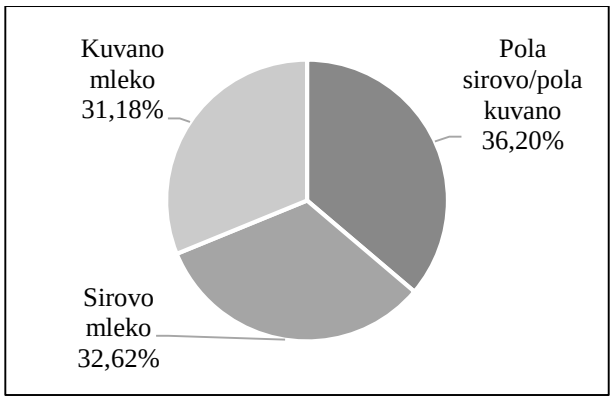


Grafikon 6. Zastupljenost proizvoda od mleka na prodajnim mestima obuhvaćenim ovim istraživanjem (%).

Dobijeni rezultati pokazuju gotovo ujednačenu zastupljenost sireva proizvedenih od sirovog, termički tretiranog mleka i njihovih mešavina (Grafikon 8). U Srbiji se beli sirevi u salamuri tradicionalno proizvode od sirovog mleka (Miočinović, 2020), što povećava rizike povezane sa bezbednošću hrane (Lahou & Uyttendaele, 2017; Unal Turhan, 2019). Posebnu zabrinutost izaziva činjenica da tako proizvedeni sirevi ne moraju da budu posebno označeni/deklarisani (Miloradović et al., 2024). Drugi proizvod od mleka koji se najčešće prodavao na zelenim pijacama je kajmak, koji se proizvodi tradicionalnim postupkom u domaćinstvima i malim zanatskim mlekarama (Puđa et al., 2008). Postupak proizvodnje kajmaka takođe nosi različite rizike po bezbednost hrane (Puđa et al., 2008; Kara & Aslan, 2021).



Grafikon 7. Asortiman drugih namirnica životinjskog porekla na prodajnim mestima obuhvaćenim istraživanjem



Grafikon 8. Vrsta mleka koja se koristi za proizvodnju sira.

5.2.3. Higijenski uslovi tokom skladištenja i prevoza proizvoda od mleka

Prakse prodavaca proizvoda od mleka na pijacama, koje se odnose na čuvanje proizvoda u domaćinstvima, tokom transporta i prodaje na zelenim pijacama, a koje mogu uticati na bezbednost proizvoda, analizirane su korišćenjem upitnika. Dobijeni rezultati ove analize prikazani su tabelarno (Tabela 18).

Tabela 18. Samoprijavljene prakse prodavaca proizvoda od mleka tokom čuvanja proizvoda u domaćinstvima, transportu i tokom prodaje na pijacama (n=279).

Karakteristike			**n (%)**
Čuvanje na gazdinstvima	Mesto skladištenja proizvoda od mleka	U frižideru sa drugom hranom	42 (15,10)
		U posebnom frižideru	166 (59,5)
		U hladnjači	57 (20,4)
	Način čuvanja svežeg mekog sira	U salamuri pripremljenoj rastvarenjem soli u hladnoj vodi	45 (16,13)
		U salamuri pripremljenoj rastvarenjem soli u prokuvanoj vodi	230 (82,44)
		U salamuri dobijenoj iz nove proizvodne partije sira	3 (1,08)
Prevoz proizvoda od gazdinstva do pijace	Prevoz proizvoda od mleka	Sredstvima javnog prevoza	30 (10,75)
		U koficama, automobilom	199 (71,33)
		U ručnom frižideru, automobilom	11 (3,94)
		U vozilu sa kontrolom temperature	14 (5,02)
		Drugo	25 (8,96)
	Vreme trajanja prevoza	> 2 sata	23 (8,24)
		1-2 sata	85 (30,74)
		< 1 sata	166 (59,50)
		Drugo	5 (1,79)
Prodaja na pijaci	Vreme trajanja prodaje	8 sati	121 (43,37)
		5-8 sati	85 (30,47)
		3-5 sati	68 (24,37)
		< 3 sata	5 (1,79)
	Učestalost prodaje	Svakodnevno	43 (15,41)
		Samo vikendom	85 (30,47)
		Samo pijačnim danima	139 (49,82)

Održavanje hladnog lanca ključni je uslov koji mora biti ispunjen tokom transporta i čuvanja lako kvarljivih proizvoda, uključujući proizvode od mleka (Perveen et al., 2011; Gör & Görçün, 2020). Iako su mali proizvođači dužni da prevoze hranu u odgovarajućim higijenskim uslovima, propisi dozvoljavaju odstupanja u temperaturnom režimu za transport kraći od dva sata (Srbija, 2017a). Dobijeni rezultati ovog istraživanja, ukazuju na to da transport proizvoda obično traje manje od 1 h (59,50%) i uglavnom se obavlja automobilom (71,33%) ili sredstvima javnog prevoza (10,75%), dok samo mali broj prodavaca koristi vozila sa kontrolom temperature (Tabela 18). Ovo je u saglasnosti sa rezultatima istraživanja koja pokazuju da se kuvana hrana retko prevozi u uslovima hladnog lanca (Samapundo et al., 2015; Cortese et al., 2016). Tokom transporta često dolazi do narušavanja higijenskih uslova, što je posebno rizično s obzirom na dug boravak prodavaca na pijacama (Tabela 18) i mogućnost umnožavanja mikroorganizama u proizvodima od mleka. Rizik je veći na otvorenim prodajnim mestima tokom prolećnih i letnjih meseci, zbog visokih spoljašnjih temperatura.

Gotovo svi prodavci su izričito tvrdili da svu donetu količinu mlečnih proizvoda prodaju istog dana, dok se neprodati sirevi najčešće čuvaju u salamuri pripremljenoj od prokuvane vode i soli, hladne vode i soli ili u salamuri od sveže proizvedenog sira (Tabela 18). Samo na dve pijace bilo je moguće iznajmiti rashladne uređaje u kojima prodavci mogu da čuvaju neprodate proizvode do sledećeg dolaska na pijacu. Ovakvi rezultati ukazuju na potrebu za poboljšanjem uslova higijene hrane tokom prevoza i prodaje proizvoda od mleka, kao i neophodnost jačanja svesti i edukacije prodavaca o ovim pitanjima.

5.2.4. Uslovi higijene na mestima prodaje proizvoda od mleka

Bez obzira da li se hrana distribuira u kratkom lancu direktnom prodajom potrošačima preko zelenih pijaca ili preko maloprodajnih objekata, neophodno je da tokom prodaje budu ispunjeni uslovi higijene hrane (Teng et al., 2004). Higijenski uslovi okruženja prodajnog mesta i unutrašnja

konstrukcija mlečnih hala definisane su nacionalnim (Srbija, 2010b) i evropskim (EU, 2004b) propisima. Zastupljenost prodajnih mesta proizvoda od mleka koja su bila neusaglašena, delimično usaglašena i usaglašena sa specifičnim zahtevima higijene prikazana je tabelarno (Tabela 19).

Tabela 19. Usaglašenost prodajnih mesta proizvoda od mleka sa higijenskim zahtevima (n=293).

Celina	**Pitanje**	**Neusaglašeno (ocena 0)**	**Delimično usaglašeno (ocena 1)**	**Usaglašeno (ocena 2)**
			n (%)	
Uslovi higijene hrane na prodajnom mestu	Čistoća prodajnog mesta	30 (10,24)	136 (46,42)	127 (43,34)
	Prisustvo ustajale vode	22 (7,51)	39 (13,31)	232 (79,18)
	Adekvantno osvetljenje i ventilacija	89 (30,38)	51 (17,41)	153 (52,22)
	Materijal i čistoća zidova/podova	84 (2,67)	41 (13,99)	168 (57,38)
	Prisustvo insekata i/ili štetočina	92 (31,40)	167 (57,00)	34 (11,60)
	Dostupnost vode za piće	54 (18,43)	179 (61,10)	60 (20,48)
	Dostupnost pribora za pranje ruku (sapun, voda, papirni ubrusi)	53 (18,09)	176 (60,07)	64 (21,84)
Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom	Materijal pogodan za čišćenje i dezinfekciju	1 (3,75)	32 (10,92)	250 (85,32)
	Vizuelna čistoća radnih površina	12 (4,10)	34 (11,60)	247 (84,30)
	Vizuelna čistoća vaga za merenje	22 (7,51)	104 (35,49)	167 (57,00)
	Odvajanje proizvoda od mleka od potrošača	23 (7,85)	106 (36,18)	164 (55,97)
	Prisustvo suvišnih ličnih stvari prodavca	12 (4,10)	158 (53,92)	123 (41,98)
Kontrola temperature	Dostupnost rashladnih uređaja	68 (23,21)	200 (68,26)	25 (8,53)
	Vidljivi nedostaci na rashladnim uređajima (npr. buđ, kondenzat i sl.)	67 (22,87)	26 (8,87)	200 (68,26)
Način pakovanja i obeležavanja proizvoda	Čuvanje proizvoda u zatvorenim posudama	5 (1,71)	285 (97,27)	3 (1,02)
	Pakovanje proizvoda u odgovarajuću ambalažu	54 (18,43)	239 (81,57)	0 (0,00)
	Odgovarajuće obeležavanje proizvoda	217 (74,06)	76 (25,94)	0 (0,00)
Lična higijena prodavca mlečnih proizvoda	Čista i uredna odeća prodavca	6 (2,05)	211 (72,01)	76 (25,94)
	Korišćenje kape ili vezivanje kose tokom prodaje	3 (1,02)	287 (97,95)	3 (1,02)
	Vizuelna higijena noktiju prodavca	5 (1,71)	228 (77,82)	60 (20,48)
	Korišćenje rukavica tokom prodaje	5 (1,71)	228 (77,82)	60 (20,48)
	Nošenje nakita na rukama	8 (2,73)	245 (83,62)	40 (13,65)
	Konzumiranje hrane ili pića tokom prodaje	38 (12,99)	0 (0,00)	255 (87,03)

5.2.4.1. Opšti uslovi higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka

Rezultati pokazuju da su uslovi higijene u mlečnim halama najčešće bili ispunjeni za opšte higijenske zahteve, kao što su osvetljenje i ventilacija, snabdevenost vodom za piće i priborom za održavanje higijene ruku, kao i primene odgovarajućih materijala za izgradnju podova i zidova (Tabela 19).

Na zelenim pijacama prodaju se različite vrste hrane (Teng et al., 2004), uključujući i lako kvarljive proizvode, što dovodi do stvaranja velike količine otpada, čime se povećava rizik od kontaminacije hrane (Black, 2005; Cardozo et al., 2009). Ovakvi uslovi privlače štetočine, što dodatno ugrožava higijenu hrane. Kontrola štetočina ima ključnu ulogu u održavanju higijenskih standarda (Srbija, 2009a), a prodaja hrane životinjskog porekla na otvorenom se smatra posebno rizičnom (Alamo-Tonelada et al., 2018). Međutim, prisustvo insekata čak i u zatvorenim objektima odnosno mlečnim halama ukazuje na neusaglašenost sa uslovima higijene hrane na pijacama obuhvaćenim ovim istraživanjem (Tabela 19). Na samo 11,6% prodajnih mesta nisu bili vidljivi leteći insekti. Dobijene rezultate je teško uporediti, jer ne postoje slične studije koje su istraživale higijenu hrane na pijacama. Na primer rezultati istraživanja sprovedenog u sektoru maloprodaje ribe i drugih ribljih proizvoda u Poljskoj pokazuju da u 97% objekata nije uočeno prisustvo insekata, što je najverovatnije povezano sa kontinuiranom primenom preventivnih i kontrolnih mera u supermarketima/velikim prodavnicama (Trafialek et al., 2016b). Suprotno tome, uslove higijene hrane je mnogo teže uspostaviti i kontrolisati tokom prodaje hrane na otvorenom (Barro et al., 2003).

5.2.4.2. Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom

Površine koje dolaze u kontakt sa hranom su bile vidljivo čiste na većini prodajnih mesta (84,30%), a većina površina je napravljena od materijala koji se lako održavaju (85,32%) (Tabela 19). Takođe, zadovoljavajući nivo higijene utvrđen je i za higijenu vaga za merenje (57%). Slično, poljski naučnici utvrdili su vidljivo čiste površine koje dolaze u kontakt sa hranom uključujući i vage za merenje, u ranije spomenutoj studiji sprovedenoj u maloprodajnim objektima proizvoda ribarstva (Trafialek et al., 2016b). Ovi rezultati su uporedivi sa rezultatima kanadske studije koja se bavila higijenom na otvorenim mestima prodaje sireva u Kanadi (Teng et al., 2004).

U istraživanju sprovedenom u Italiji (Losito et al., 2017), koje je ispitivalo mikrobiološku čistoću površina u maloprodajnim objektima ustanovljeno je da je najveća mikrobiološka kontaminacija bila na daskama za sečenje, naročito u prodavnicama sirovog mesa, delikatesa i proizvoda od ribe, dok je u prodavnicama mlečnih proizvoda i peciva bila manja. Mogućnost unakrsne kontaminacije, naročito patogenom bakterijom *L. monocytogenes* u maloprodaji ne može da se zanemari.

Prakse koje dovode do loše higijene u maloprodaji bile su odgovorne za jedno od najvećih povlačenja sireva u provinciji Kvebek, Kanada (Gaulin et al., 2012b; Sauders & D'Amico, 2016). *L. monocytogenes* često je prisutna u maloprodajnim objektima (Endrikat et al., 2010) i identifikovana kao uzročnik epidemija listerioze (Magalhães et al., 2015). Ovaj patogen može dospeti do maloprodajnih objekata kontaminiranom hranom, osobama koje rukuju hranom, kupcima, opremom, ili čak unakrsnom kontaminacijom sa drugim proizvodima (Magalhães et al., 2015; Lakićević & Nastasijević, 2017). Kroz maloprodajni prostor, *L. monocytogenes* se često širi zbog genetskih promena koje omogućavaju opstanak perzistentnih sojeva (Sauders et al., 2009; Acciari et al., 2016). Poseban značaj pridaje se formiranju biofilmova čijem nastajanju pogoduju čvrste i vlažne površine (Santos Mendonça et al., 2012), u kojima je značajno povećana otpornost mikroorganizama na različite antimikrobne agense, uključujući i sredstva za dezinfekciju (Avila-Novoa et al., 2018). Takođe, površine koje nemaju direktan kontakt sa hranom kao što su zidovi, podovi, odvodi takođe mogu biti kontaminirani i predstavljaju izvor unakrsne kontaminacije (Sauders et al., 2009; Barría et al., 2020). Svi ovi rezultati ukazuju na značaj primene dobre higijenske prakse i preduslovnih programa, kako u proizvodnim pogonima, tako i na mestima prodaje (Tsaloumi et al., 2021).

5.2.4.3. Kontrola temperature, način pakovanja i obeležavanja proizvoda

Kao što je već pomenuto, neupakovana hrana često se kontaminira u maloprodaji zbog čestih manipulacija hranom, kao i zbog velike fluktuacije prodavaca, kupaca i robe u maloprodajnim objektima (Tsaloumi et al., 2021). Na većini prodajnih mesta mlečni proizvodi su mereni na licu mesta i pakovani u PVC posude sa poklopcima. Na 8,53% prodajnih mesta kajmak se prodaje prethodno upakovan u takve posude (podaci nisu prikazani). Iako su mali proizvođači mleka zakonski obavezni da prilikom prodaje neupakovane hrane, kao što su sir i kajmak, na deklaraciji obezbede informacije poput uslova skladištenja i roka trajanja (Srbija, 2017a), utvrđena je potpuna neusaglašenost u ovom pogledu. Naime, na posećenim mestima prodaje nije bilo adekvatno obeleženih proizvoda od mleka (Tabela 19), dok su samo na 25,94% mesta bile dostupne informacije, poput naziv proizvođača i vrsta proizvoda, koje su bile vidno istaknute ili na tezgama ili na posudama. Ova situacija otežava uspostavljanje sledljivosti u kratkom lancu distribucije proizvoda od mleka.

Različita istraživanja ukazuju da je održavanje hladnog lanca na otvorenim mestima prodaje jedno od najvažnijih pitanja bezbednosti hrane (Norwood et al., 2019; Monammad et al., 2020). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da 23,2% prodajnih mesta nema rashladne uređaje na licu mesta (Tabela 19). Ovo dalje znači da su sir i kajmak, lako kvarljivi proizvodi, često izloženi temperaturi spoljašnje sredine u toplim periodima godine. Dodatno, većina prodavaca provodi značajno vreme u transportu i na pijacama (Tabela 18). Zbog toga je neophodno unaprediti uslove skladištenje i distribucije proizvoda od mleka na zelenim pijacama, a posebno prodajna mesta koja se nalaze van mlečnih hala.

5.2.4.4. Lična higijena prodavaca proizvoda od mleka na zelenim pijacama

Uloga lica koja rukuju hranom u nastajanju bolesti koje se prenose hranom je dobro dokumentovana (Scavia et al., 2008; Johler et al., 2016), zbog čega je održavanje lične higijene rukovaoca hranom u celom lancu od velikog značaja (Bartlett, 2004). Rezultati pokazuju da je većina prodavaca proizvoda od mleka delimično usaglašena sa zahtevima lične higijene (Tabela 19), iako se stiče opšti utisak da prodavci vode računa o ličnoj higijeni. Međutim, većina prodavaca ne koristi odgovarajuću zaštitnu odeću ili je koristi na neadekvatan način (na primer, kecelje koje delimično pokrivaju odeću) što je u saglasnosti sa rezultatima koje su prijavili poljski istraživači (Trafialek et al., 2016b).

Pranje ruku smatra se jednom od najvažnijih preventivnih mera kojom se može smanjiti kontaminacija hrane (Green et al., 2006; Lubran et al., 2010). Zbog toga je snabdevenost vodom za piće i odgovarajućim priborom za održavanje higijene ruku od velike važnosti. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je više od 70% prodavaca proizvoda od mleka imalo vidljivo čiste ruke (Tabela 19). Međutim, važan zaključak ovog istaživanja je da, iako je na svim posećenim pijacama dostupna vodovodna voda, odnosno česme sa hladnom vodom na otvorenom, nije primećen nijedan prodavac da pere ruke, ni između usluživanja kupca, niti nakon dodirivanja novčanika, novca, lica, itd. Nošenje zaštitne opreme uključujući i rukavice smatra se pozitivnom praksom u rukovanju hranom (Green et al., 2006; Sirsat et al., 2015), a rezultati ovog istraživanja pokazuju da samo 20,48% prodavaca koristi rukavice (Tabela 19), što može biti posledica nedostatka znanja o bezbednosti hrane i neadekvatne obuka prodavaca, što je primećeno i u drugim istraživanjima (Lee et al., 2017; Nkosi & Tabit, 2021).

Uslovi higijene hrane postižu se i pravilnim ponašanjem lica koja rukuju hranom što je propisano i zakonskim aktima, pa je pušenje, kao i konzumiranje hrane i pića tokom rukovanja hranom, zabranjeno (Srbija, 2010b). Posebnu opasnost po zdravlje potrošača može da predstavlja i nenamerna kontaminacija proizvoda potencijalnim alergenima (Añíbarro et al., 2007). Osim toga, manipulacije tokom konzumiranja hrane, pića, ili pušenja dovode do kontakta između ruku i usta što potencijalno predstavlja rizik od kontaminacije ruku patogenim agensima (Green et al., 2006). Usaglašeni rezultati utvrđeni su na većini prodajnih mesta (Tabela 19), što je u skladu sa nalazima drugih istraživanja (Trafialek et al., 2016b).

Uobičajeno je, i tokom ovog istraživanja uočeno, da kupci na pijacama probaju sir i kajmak pre kupovine. Korišćenjem iste kašike ili noža za različite proizvode uključujući i hranu, koja može da izazove alergijsku reakciju stvaraju se uslovi za unakrsnu kontaminaciju. Slična zapažanja prijavili su i drugi autori u istraživanjima o praksama prodaje hrane na ulicama (Rakha et al., 2022). Korišćenje unapred pripremljenih uzoraka serviranih sa priborom za jednokratnu upotrebu kao što su kartonski tanjirići, čačkalice, jednokratne plastične kašičice ili viljuške, može se smatrati dobrom praksom.

5.2.5. Ukupna ocena uslova higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka

Na osnovu ukupne ocene higijene tokom prodaje (SHAS vrednost), sva mesta prodaje proizvoda od mleka na zelenoj pijacama podeljena su u tri grupe. Dobijeni rezultati pokazuju da je ukupno 55% prodajnih mesta imalo prihvatljive higijenske uslove (SHAS ≥ 30), 40% je imalo delimično ispunjene uslove higijene, dok su neprihvatljivi uslovi higijene utvrđeni na 5% prodajnih mesta (Tabela 20). Ova tabela prikazuje i podatke o ukupnoj oceni higijene u dva klastera, koji će kasnije biti obrađeni.

Tabela 20. Ukupna ocena higijene hrane na mestima prodaje proizvoda od mleka.

	Sva prodajna mesta n=293	Klaster 1 n=104	Klaster 2 n=189
Nivo usaglašenosti sa higijenskim zahtevima na mestu prodaje			
Prihvatljiv nivo higijene	161 (55,0%)	12 (11,5%)	149 (78,8%)
Delimično ispunjen nivo higijene	117 (40,0%)	78 (75,0%)	39 (20,7%)
Neprihvatljiv nivo higijene	15 (5,0%)	14 (13,5%)	1 (0,5%)
Pozicija prodajnog mesta na zelenoj pijaci			
Otvoren prostor	100 (34,1%)	100 (96,1%)	0 (0,0%)
Mlečna hala	193 (65,9%)	4 (3,9%)	189 (100%)
Ukupno	**293 (100%)**	**104 (35,5%)**	**189 (64,5%)**

Rezultati Spiermanove linearne korelacije ukazuju na pozitivnu povezanost između higijene radnih površina, kontrole temperature, načina pakovanja i dostupnosti informacija o proizvodu i lične higijene prodavaca (Tabela 21). Dobro organizovane pijace, sa prisustvom mlečnih hala, rashladnih uređaja, uslova za održavanje higijene ruku, koje zavise od mogućnosti lokalne samouprave i pijačne uprave, takođe mogu pozitivno uticati na savest i ponašanje prodavaca. Što je pijaca bolje uređena, prodavci više pažnje posvećuju održavanju svog radnog mesta i ličnoj higijeni. Čisto i uredno prodajno mesto može da privuče pažnju potrošača, što je u saglasnosti sa zaključcima drugih istraživanja (Nkosi & Tabit, 2021). Takođe i način na koji se hrana izlaže (čisto posuđe, sir i kajmak prethodno upakovan u PVC posude za jednokratnu upotrebu) je veoma važan.

Tabela 21. Korelacija između stepena ispunjenosti higijenskih zahteva između ispitivanih oblasti.

	Uslovi higijene hrane na prodajnom mestu	**Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom**	**Kontrola temperature**	**Način pakovanja i obeležavanja proizvoda**	**Lična higijena prodavca mlečnih proizvoda**
Uslovi higijene hrane na prodajnom mestu	1				
Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom	0,42*	1			
Kontrola temperature	0,41*	0,47*	1		
Način pakovanja i obeležavanja proizvoda	-0,23	0,26*	0,33*	1	
Lična higijena prodavca mlečnih proizvoda	0,18*	0,24*	0,17*	0,20*	1

*Korelacija je značajna na nivou od 0,01.

Dalja podela i grupisanje mesta prodaje proizvoda od mleka na zelenim pijacama izvršena je primenom dvostepene klaster analize. Prodajna mesta klasifikovana su na osnovu lokacije (različite zelene pijace), pozicije (otvoren prostor/mlečna hala) i izračunate ukupne ocene higijene (SHAS vrednost) u dva klastera (Tabela 22). Na osnovu dobijenih vrednosti za koeficijent siluete (0,70), kao i odnosa najveće i najmanje veličine klastera (1,82) zaključeno je da je podela na dva klastera prihvatljiva.

Može se uočiti da klaster 1 čini 104 (35,5%) prodajnih mesta, od čega je 96,2% mesta na otvorenom. Klaster 2 sastoji se od 189 (64,5%) prodajnih mesta i sva se nalaze u mlečnim halama (100%) (Tabela 22). Većina prodajnih mesta u okviru klastera 1 pripadala je grupi prodajnih mesta sa delimično ispunjenim nivoom higijene (75,0%), dok je većina (78,8%) prodajnih mesta iz klastera 2 ispunjavala prihvatljive higijenske uslove (Tabela 22). Zbirni pregled ocene uslova higijene na mestima prodaje proizvoda od mleka prikazan je tabelarno (Tabela 20).

Statistički značajne razlike između dva klastera utvrđene su u pogledu ispunjenosti opštih uslova higijene hrane ($p<0,05$, Tabela 22), obzirom da su članovi klastera 1 uglavnom mesta prodaje na otvorenom, što ostavlja više mogućnosti da dođe do unakrsne kontaminacije hrane. Iako nisu utvrđene statistički značajne razlike između klastera u pogledu održavanja higijene površina koje su u kontaktu sa hranom tokom prodaje, posebno je bila loša higijena vaga i zaštita proizvoda od unakrsne kontaminacije za prodajna mesta iz klastera 1 (Tabela 22). Dobijeni rezultati pokazuju statistički značajnu razliku u pogledu održavanja hladnog lanca između dva klastera. Ipak, 14,8% prodajnih mesta koja pripadaju klasteru 2 nije bilo opremljeno rashladnim uređajima, dok je 1,92% prodajnih mesta iz klastera 1 bilo opremljeno rashladnim uređajima sa jasno vidljivim termometrom (podatak nije prikazan). Iz svega navedenog može se zaključiti da je neophodno poboljšanje uslova čuvanja i distribucije proizvoda od mleka na pijacama, posebno u pogledu održavanja hladnog lanca, naročito na prodajnim mestima na otvorenom.

Temperatura spoljašnje sredine može negativno uticati na mikrobiološki kvalitet hrane (Đekić et al., 2016a). Proizvodi od mleka na mestima prodaje na otvorenom mogu biti izloženi direktnoj sunčevoj svetlosti, što izaziva hemijske promene u komponentama hrane kao što su vitamini, lipidi i proteini, čime se ubrzava kvarenje (Lu & Wang, 2017). Određivanje vremenskog ograničenja za prodaju hrane životinjskog porekla (na primer do 10 časova) može se smatrati preventivnom merom za smanjenje uticaja nepovoljnih spoljašnjih uslova. Takođe, utvrđena je statistički značajna razlika između

klastera 1 i klastera 2 u pogledu uslova za održavanje higijene ruku, imajući u vidu da su mlečne hale registrovani uređeni objekti sa odgovarajućom infrastrukturom. Na kraju, rezultati klaster analize ukazuju da utvrđene razlike između higijenskih uslova između dva identifikovana klastera nisu slučajne i da pre svega zavise od pozicije prodajnog mesta.

Tabela 22. Ocena ispunjenosti higijenskih uslova na mestima prodaje proizvoda od mleka raspoređenih u dva identifikovana klastera. Predstavljena je srednja vrednost (± standardna devijacija) za svaki ispitivani higijenski zahtev.

Celina	**Pitanje**	**Sva prodajna mesta**	**Klaster 1**	**Klaster 2**
		n=293	**n=104**	**n=189**
Uslovi higijene hrane na prodajnom mestu	Čistoća prodajnog mesta	1,33 ± 0,65	1,26±0,71	1,37±0,62
	Prisustvo ustajale vode	1,72 ± 0,60	1,49±0,71[a]	1,84±0,48[b]
	Adekvantno osvetljenje i ventilacija	1,22 ± 0,88	0,28±0,61[a]	1,74±0,50[b]
	Materijal i čistoća zidova/podova	1,29 ± 0,88	0,38±0,71[a]	1,79±0,47[b]
	Prisustvo insekata i/ili štetočina	0,80 ± 0,63	0,21±0,46[a]	1,13±0,44[b]
	Dostupnost vode za piće	1,02 ± 0,62	0,59±0,53[a]	1,26±0,54[b]
	Dostupnost pribora za pranje ruku (sapun, voda, paprini ubrusi)	1,04 ± 0,63	0,63±0,51[a]	1,26±0,58[b]
Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom	Materijal pogodan za čišćenje i dezinfikciju	1,82 ± 0,48	1,53±0,68[a]	1,97±0,16[b]
	Vizuelna čistoća radnih površina	1,80 ± 0,49	1,69±0,67	1,86±0,35
	Vizuelna čistoća vaga za merenje	1,49 ± 0,63	1,21±0,69[a]	1,65±0,54[b]
	Odvajanje proizvoda od mleka od potrošača	1,48 ± 0,64	1,11±0,72[a]	1,69±0,48[b]
	Prisustvo suvišnih ličnih stvari prodavca	1,38 ± 0,56	1,22±0,62[a]	1,47±0,51[b]
Kontrola temperature	Dostupnost rashladnih uređaja	0,85 ± 0,54	0,57±0,54[a]	1,01±0,48[b]
	Vidljivi nedostaci na rashladnim uređajima (npr. buđ, kondenz)?	1,45 ± 0,84	1,03±0,97[a]	1,69±0,65[b]
Način pakovanja i obeležavanja proizvoda	Čuvanje proizvoda u zatvorenim posudama?	0,99 ± 0,17	0,95±0,21[a]	1,02±0,13
	Pakovanje proizvoda u odgovarajuću ambalažu	0,82 ± 0,39	0,83±0,38	0,81±0,39
	Odgovarajuće obeležavanje proizvoda	0,26 ± 0,44	0,27±0,45	0,25±0,44
Lična higijena prodavca mlečnih proizvoda	Čista i uredna odeća prodavca	1,24 ± 0,47	1,15±0,41[a]	1,29±0,50[b]
	Korišćeje kape ili vezivanje kose tokom prodaje	1,00 ± 0,14	1,00±0,14	1,00±0,15
	Vizuelna higijena noktiju prodavca	1,19 ± 0,41	1,14±0,38	1,21±0,42
	Korišćenje rukavica tokom prodaje	1,19 ± 0,46	1,14±0,43	1,21±0,47
	Nošenje nakita na rukama	1,11 ± 0,39	1,04±0,39	1,15±0,38
	Konzumiranje hrane ili pića tokom prodaje	1,74 ± 0,67	1,73±0,69	1,75±0,67

Legenda: ocena „0“- loša usaglašenost; ocena „1“- delimična usaglašenost; ocena „2“- puna usaglašenost.

5.3. Stavovi i navike potrošača koje mogu da utiču na bezbednosti i kvalitet proizvoda od mleka

U okviru ovog dela istraživanja ispitani su stavovi i navike potrošača u vezi sa proizvodima od mleka. Istraživanje je obuhvatilo proizvode od mleka koji se mogu kupiti kao upakovani proizvodi ili kao proizvodi koji su odmereni na mestu prodaje, kao što su delikatesno odeljenje supermarketa i pijace. Ovaj pristup omogućava sveobuhvatan uvid u navike potrošača, ne samo za proizvode sa pijaca i iz kratkog lanca snabdevanja, već i za one kupljene u većim trgovinama, što omogućava identifikaciju sličnosti i razlika u ponašanju potrošača u vezi sa različitim prodajnim kanalima. Takođe, ovakav uvid omogućava razvoj konkretnih preporuka za poboljšanje praksi rukovanja u kućnim uslovima, posebno kada su u pitanju proizvodi iz kratkog lanca snabdevanja (Evans E. & Redmond, 2016), koji su u fokusu ove doktorske disertacije.

5.3.1. Demografske karakteristike potrošača

U ovom delu istraživanja je učestvovalo ukupno 387 potrošača iz Srbije. Većinu ispitanika čine osobe ženskog pola (69,8%). U anketi je učestvovalo i 29,2% muškaraca i 1,0% lica koja nisu želela da se izjasne o polu. Većina učesnika bila je mlađih ili srednjih godina, 50,6% je bilo starosti od 21-40 godina i 26,9% uzrasta od 41-40 godina. Lica mlađa od 20 godina činila su 3,1% ukupnog uzorka, a stariji od 60 godina 19,4%. U pogledu stepena obrazovanja približno polovina učesnika (49,4%) prijavila je visoko obrazovanje, takođe približno polovina učesnika ima stalno zaposlenje (49,4%). U pogledu broja članova domaćinstva 6,2% učesnika žive sami, 2-3 člana domaćinstva ima 43,2%, 4-5 članova 40,1%, a više od pet članova 10,6% (Tabela 23).

Dvostepena klaster analiza je sprovedena kako bi se istražila povezanost mesta kupovine i načina pakovanja proizvoda. Razmatrane varijable uključuju mesto kupovine (supermarket/specijalizovana prodavnica, odeljenje delikatesa u supermarketu/specijalizovanoj prodavnici i/ili zelena pijaca) i način pakovanja proizvoda (prethodno upakovani proizvodi i proizvodi koji se pakuju na zahtev potrošača) (Minten & Reardon, 2008; Tiozzo et al., 2017). Ove varijable su izabrane na osnovu podataka iz literature koji pokazuju da su prethodno upakovani proizvodi manje rizični u poređenju sa onima koji se prodaju na meru (Endrikat et al., 2010). Primena dvostepene klaster analize je omogućila identifikaciju dva klastera. Mera siluete kohezije i razdvajanja (0,50), kao i odnos najveće i najmanje veličine klastera (1,21) pokazuju da je postojanje dva klastera prihvatljivo i optimalno rešenje. Ova analiza omogućila je dublje razumevanje obrazaca potrošačkog ponašanja i razlika između identifikovanih klastera.

Demografske karakteristike potrošača, kako zbirno, tako i u okviru dva identifikovana klastera prikazane su tabelarno (Tabela 23). Statistički značajna razlika među klasterima u pogledu demografskih karakteristika utvrđena je za 4 od 12 ispitivanih karakteristika, tačnije u pogledu starosti, obrazovanja, odgovornosti za pripremu hrane i lica starijeg od 60 godina koje živi u domaćinstvu (Tabela 23). Distribucija potrošača između dva klastera analizirana je i uzimajući u obzir njihove navike u vezi sa mestom kupovine i načinom pakovanja proizvoda od mleka. Rezultati su pokazali da postoji statistički značajna razlika između klastera u pogledu mesta kupovine svežeg sira, belog sira u salamuri, kajmaka i polutvrdog sira (Tabela 23). Potrošači iz Klastera 1 uglavnom kupuju na zelenim pijacama, gde se uglavnom distribuiraju proizvodi malih prerađivača mleka, dok potrošači iz Klastera 2 kupuju ove proizvode u specijalizovanim prodavnicama i na odeljenjima delikatesa u supermarketima.

Tabela 23. Demografske karakteristike potrošača između dva identifikovana klastera.

Karakteristika	**Opis**	**Klaster 1 n=212 54,8%**	**Klaster 2 n=175 45,2%**	**Ukupno n=387 100%**	**χ^2 test**
			n (%)		
Pol	Muški	69 (32,5)	44 (25,1)	113 (29,2)	χ^2 =3,754, df=2, p=0,153
	Ženski	142 (67,0)	128 (73,1)	270 (69,8)	
	Ne želim da se izjasnim	1 (0,5)	3 (1,7)	4 (1,0)	
Starost	< 20 god.	5 (2,4)	7 (4,0)	12 (3,1)	χ2 =17,768, df=3, p<0,05
	21-40 god.	95 (44,8)	101 (57,7)	196 (50,6)	
	41-60 god.	55 (25,9)	49 (28,0)	104 (26,9)	
	> 60 god.	57 (26,9)	18 (10,3)	75 (19,4)	
Obrazovanje	Osnovna škola	17 (8,0)	3 (1,7)	20 (5,2)	χ2 =17,105, df=4, p<0,05
	Srednja škola	57 (26,9)	43 (24,6)	100 (25,8)	
	Viša škola	42 (19,8)	20 (11,4)	62 (16,0)	
	Fakultet	90 (42,5)	101 (57,7)	191 (49,4)	
	Postdiplomske studije	6 (2,8)	8 (4,6)	14 (3,6)	
Status zaposlenja	Nezaposlen	83 (39,2)	63 (36,0)	146 (37,7)	χ2 =2,234, df=2, p=0,327
	Sezonski posao	31 (14,6)	19 (10,0)	50 (12,9)	
	Stalan posao	98 (46,2)	93 (53,1)	191 (49,4)	
Osoba odgovorna za nabavku hrane	Da, u najčešće	117 (55,2)	85 (48,6)	202 (52,2)	χ2 =5,967, df=2, p=0,051
	Da, ponekad	67 (31,6)	75 (42,9)	142 (36,7)	
	Ne	28 (13,2)	15 (8,6)	43 (11,1)	
Osoba odgovorna za pripremu hrane	Da, u najčešće	116 (54,7)	86 (49,1)	202 (52,2)	χ2 =6,832, df=2, p<0,05
	Da, ponekad	59 (27,8)	69 (39,4)	128 (33,1)	
	Ne	37 (17,5)	20 (11,4)	57 (14,7)	
Osoba odgovorna za posluživanje hrane	Da, u najčešće	185 (87,3)	158 (90,3)	343 (88,6)	χ2 =0,869, df=1, p=0.221
	Ne	27 (12,7)	17 (9,7)	44 (11,4)	
Broj članova u domaćinstvu	1 član	14 (6,6)	10 (5,7)	24 (6,2)	χ2 =2,336, df=3, p=0,506
	2-3 člana	92 (43,4)	75 (42,9)	167 (43,2)	
	4-5 članova	88 (41,5)	67 (38,3)	155 (40,1)	
	> 5 članova	18 (8,5)	23 (13,1)	41 (10,6)	
Dete mlađe od 5 godina u domaćinstvu	Da	34 (16,0)	27 (15,4)	61 (15,8)	χ2 =0,027, df=1, p=0,492
	Ne	178 (84,0)	148 (84,6)	326 (84,2)	
Lice starije od 60 godina u domaćinstvu	Da	113 (53,3)	70 (40,0)	183 (47,3)	χ2 =6,805, df=1, p<0,05
	Ne	99 (46,7)	105 (60,0)	204 (52,7)	
Imunokompromitovano lice u domaćinstvu	Da	56 (26,4)	32 (18,3)	88 (22,7)	χ2 =3,606, df=1, p=0,058
	Ne	156 (73,6)	143 (81,7)	299 (22,7)	
Trudnica u domaćinstvu	Da	14 (6,6)	8 (4,6)	22 (5,7)	χ2 =0,739, df=1, p=0,390
	Ne	198 (93,4)	167 (95,4)	365 (94,3)	

Klaster 1 čini ukupno 212 (54,8%) ispitanika od čega je većina (67,0%) ženskog pola (Tabela 23). Potrošači iz ovog klastera su većinom lica do 40 godina (44,8%), dok je zastupljenost lica srednjih godina i starijih od 60 godina podjednaka (21,4%). Većina potrošača iz Klastera 1 je visoko obrazovana (42,5%), a manji broj ima i postdiplomsko obrazovanje (2,8%). Takođe, većina potrošača iz ovog klastera je stalno zaposlena (46,2%) i najčešće odgovorna za nabavku, pripremu i posluživanje hrane u svom domaćinstvu. Iako je uočljivo da u Klasteru 1 ne postoji dominantno rizična kategorija potrošača primetno je da je preko polovina domaćinstava iz ovog Klastera (53,3%) živi u domaćinstvu sa osobom koja je starija od 60 godina. Ispitanici iz Klastera 1 pretežno sireve i kajmak na meru na odeljenju delikatesa u supemarketima i/ili specijalizovanim prodavnicama i pijacama (Tabela 23 i Tabela 24).

Klaster 2 čini ukupno 175 (45,2%) ispitanika i to uglavnom ženskog pola (73,1%). Potrošači koji su klasifikovani u ovaj klaster su mlada, zatim lica srednjih godina (61,7%) i stariji od 60 godina (10,3%), sa završenom osnovnom školom (1,7%), srednjom školom (24,6%), fakultetom (57,7%) i postdiplomskim studijama (4,6%) koja uglavnom imaju stalan posao (53,19%). Slično distribuciji potrošača iz Klastera 1 i u ovoj grupi većina ispitanika je najčešće odgovorna za nabavku, pripremu i posluživanje hrane u svom domaćinstvu. Pretežno ne žive sa detetom mlađim od 5 godina (84,6%), trudnicom (95,4%) ili imunokompromitovanom osobom (81,7%), a može se uočiti i manja zastupljenost starijih lica (40,0%) u domaćinstvima iz ovog Klastera. Učesnici iz Klastera 2 preferiraju kupovinu proizvoda od mleka na odeljenju delikatesa u supemarketima i/ili specijalizovanim prodavnicama. Takođe, potrošači iz ovog Klastera sireve i kajmak pretežno kupuju prethodno upakovane proizvode od mleka u supermarketima ili specijalizovanim prodavnicama (Tabela 24).

Tabela 24. Distribucija potrošača između dva identifikovana klastera u pogledu mesta kupovine proizvoda od mleka.

Vrsta RTE hrane	**Mesto kupovine**	**Klaster 1 n=212 54,8%**	**Klaster 2 n=175 45,2%**	**Ukupno n=387 100%**	**$\chi 2$ test**
		n (%)			
Sveži sir (sremski sir)	Prethodno upakovano u supermarketu ili specijalizovanoj prodavnici	4 (1,9)	138 (78,9)	142 (36,7)	$\chi 2$ =273,5, df=3, p<0,05
	Na meru na odeljenju delikatesa u supermarketu ili u specijalizovanoj prodavnici	113 (53,3)	3 (1,7)	116 (30,0)	
	Na meru na zelenoj pijaci	42 (19,8)	1 (0,6)	43 (11,1)	
	Ne kupujem	53 (25,0)	33 (18,9)	86 (22,2)	
Beli sir kriška (beli sir u salamuri)	Prethodno upakovano u supermarketu ili specijalizovanoj prodavnici	3 (1,4)	151 (86,3)	154 (39,8)	$\chi 2$ =289,6, df=3, p<0,05
	Na meru na odeljenju delikatesa u supermarketu ili u specijalizovanoj prodavnici	121 (57,1)	12 (6,9)	133 (34,4)	
	Na meru na zelenoj pijaci	51 (24,1)	10 (5,7)	61 (15,8)	
	Ne kupujem	37 (17,5)	2 (1,1)	39 (10,1)	
Kajmak	Prethodno upakovano u supermarketu ili specijalizovanoj prodavnici	22 (10,4)	120 (68,6)	142 (36,7)	$\chi 2$ =141,6,df=3, p<0,05
	Na meru na odeljenju delikatesa u supermarketu ili u specijalizovanoj prodavnici	86 (40,6)	28 (16,0)	114 (29,5)	
	Na meru na zelenoj pijaci	51 (24,1)	9 (5,1)	60 (15,5)	
	Ne kupujem	53 (25,0)	18 (10,3)	71 (18,3)	
	Prethodno upakovano u supermarketu ili specijalizovanoj prodavnici	83 (39,2)	128 (73,1)	211 (54,5)	$\chi 2$ =46,7,df=3, p<0,05

Vrsta RTE hrane	Mesto kupovine	Klaster 1 n=212 54,8%	Klaster 2 n=175 45,2%	Ukupno n=387 100%	χ2 test
		n (%)			
Narezani polutvrdi sir (kačkavalj, gauda)	Na meru (slajsovano) na odeljenju delikatesa u supermarketu ili u specijalizovanoj prodavnici	111 (52,4)	44 (25,1)	155 (40,1)	
	Na meru na zelenoj pijaci	5 (2,4)	0 (0)	5 (1,3)	
	Ne kupujem	13 (6,1)	3 (1,7)	16 (4,1)	

5.3.2. Samoprijavljene prakse i ponašanje potrošača u vezi sa proizvodima od mleka

Rezultati pokazuju da potrošači iz Klastera 2 bolje poznaju uslove bezbednosti hrane i primenjuju manje rizične prakse. Statistički značajne razlike utvrđene su u njihovom pristupu proveri roka upotrebe prethodno upakovanih proizvoda, kao i u načinu postupanja sa proizvodima spremnim za konzumiranje nakon isteka roka upotrebe (Tabela 25).

Većina potrošača izjavila je da obično ne pita prodavce na pijacama kako da bezbedno čuvaju beli sir u salamuri ili koliko dugo mogu da čuvaju sveži sir u kućnim uslovima (Tabela 25). Uzimajući u obzir prethodno spomenutu činjenicu da proizvodi od mleka koji se prodaju na pijacama uglavnom nisu na odgovarajući način obeleženi, dobijeni rezultati su zabrinjavajući, jer pokazuju da se potrošači u postupanju sa ovim proizvodima uglavnom oslanjaju na sopstveno iskustvo. Takođe, postavlja se pitanje na koji način (ako uopšte) proizvođači sireva i kajmaka u domaćinstvima određuju rok trajanja svojih proizvoda, odnosno da li se oslanjaju na sopstveno iskustvo ili postoji neki drugi kriterijum koji primenjuju.

Po pitanju održavanja hladnog lanca, utvrđena je statistički značajna razlika između potrošača svrstanih u dva identifikovana klastera, iako se uopšteno može zaključiti da većina ispitanika ne proverava temperaturu u frižideru redovno (Tabela 25). Slični rezultati zabeleženi su u istraživanjima u u drugim zemljama, kao što su Slovenija (Ovca et al., 2021), UK (Evans E. & Redmond, 2016), Malezija (Ruby et al., 2019), što ukazuje na globalni problem u primeni ove važne prakse. Osim toga, nedostaci u održavanju preporučenih temperatura u maloprodaji su takođe zabeleženi (Morelli et al., 2012). Osim temperature, održavanje higijene u frižiderima, kao i pravilna raspodela namirnica na policama su od velike važnosti, jer su na primer ručka na vratima i donja polica frižidera identifikovani kao kritična područja za rast patogena koji se prenose hranom (Catellani et al., 2014).

Većina ispitanika izjavila je da ne koristi proizvode od mleka nakon isteka roka trajanja (Tabela 25), i da to čak ne čini ni za pripremu drugih jela, kao što su termički tretirani proizvodi poput pita i kiflica. Ovo je suprotno negativnom stavu prema odbacivanju hrane spremne za konzumiranje po isteku roka upotrebe koji su pokazali britanski potrošači (Evans E. & Redmond, 2016). Praksa koju primenjuju naši potrošači izuzetno je važna, jer iako termički tretman može efikasno eliminisati mnoge patogene bakterije, on nije efikasan u eliminaciji svih opasnosti, kao što je slučaj sa stafilokoknim enterotoksinom.

Tabela 25. Samoprijavljene prakse potrošača u pogledu bezbednosti delikatesnih proizvoda od mleka

Prakse i ponašanje potrošača kada kupuju, čuvaju i konzumiraju RTE proizvode od mleka * i mesa **	**Klaster 1 n=212**	**Klaster 2 n=175**	**Ukupno n=387**
	$\bar{x}$± sd		
Kada kupujem u supermarketu, proveravam datum isteka roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka*.	4,31±1,11[b]	4,62±0,80[a]	4,45±0,99
Kada kupujem beli sir kriška na meru na pijaci, pitam prodavca kako da ga pravilno čuvam kod kuće.	2,46±1,43	2,79±1,59	2,61±1,51
Kada kupujem sremski/sveži sir na meru na pijaci, pitam prodavca, koliko dugo mogu da ga čuvam kod kuće.	2,58±1,44	2,74±1,57	2,65±1,50
Odmah nakon kupovine, stavljam sve proizvode od mleka i mesa u frižider.	4,72±0,75	4,75±0,67	4,73±0,72
Redovno merim temperaturu u frižideru.	2,15±1,29[b]	2,60±1,45[a]	2,35±1,32
U mom frižideru, proizvodi od mesa i mleka i voće i povrće se nalaze na odvojenim policama.	3,64±1,29	3,83±1,16	3,73±1,24
Pre jela, pogledam datum isteka roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka*.	4,00±1,15[b]	4,32±1,02[a]	4,15±1,10
Pre jela, bezbednost proizvoda od mleka* procenjujem na osnovu izgleda, ukusa ili mirisa.	4,06±1,10	4,25±0,93	4,15±1,03
Bacam proizvode od mleka* kada im istekne rok trajanja.	4,55±0,83	4,62±0,79	4,58±0,81
Kada proizvodima od mleka** istekne rok trajanja, koristim ih za pripremu pečenih jela **.	1,94±1,32	1,81±1,29	1,88±1,31

Vrednosti predstavljaju srednje vrednosti (± standardna devijacija) odgovora predstavljenih skalom (1-nikada; 2-retko; 3-ponekad; 4-često; 5-uvek);
[a,b] Vrednosti u istom redu označene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0,05$), što je utvrđeno Mann Whitney U testom;
* RTE mlečni proizvodi su svež sir, beli sir u salamuri i kajmak;
** Pečena jela su pite, proje, kiflice i pice.

Iz prethodno rečenog može da se zaključi da su samoprijavljene prakse potrošača u pogledu bezbednosti hrane u dva identifikovana klastera ujednačene, iako se može primetiti nešto bolje poznavanje uslova bezbednosti hrane među potrošačima iz Klastera 2, što se potencijalno može povezati sa višom zastupljenošću učesnika sa visokim obrazovanjem. Rezultati pokazuju da potrošači uprkos svojim opredeljenjima prema načinu na koji se hrana nalazi u prometu (prethodno upakovana/neupakovana hrana) imaju približno neutralan stav u pogledu bezbednosti ovih proizvoda. Većina potrošača iz oba klastera ne zna koliki je rok trajanja i uslovi čuvanja neupakovanih proizvoda od mleka, ali i upakovanih proizvoda nakon otvaranja. Ovaj nedostatak informacija može se povezati sa nedovoljno preciznim obeležavanjem proizvoda u prometu (Srbija, 2017a, 2022a).

5.3.3. Stavovi i navike potrošača u vezi sa proizvodima od mleka

Rezultati dobijeni ispitivanjem stavova i navika potrošača u pogledu bezbednosti delikatesnih proizvoda od mleka koji se čuvaju u hladnom lancu prikazani su tabelarno (Tabela 26).

Tabela 26. Stavovi i navike potrošača o bezbednosti delikatesnih proizvoda spremnih za konzumiranje.

Stavovi i navike potrošača o bezbednosti proizvoda od mleka*	**Klaster 1 n=212**	**Klaster 2 n=175**	**Ukupno n=387**
	$\bar{x}$± sd		
Smatram da su prethodno upakovani proizvodi od mleka* bezbedniji od onih koji se kupuju na meru.	3,81±1,17[b]	4,09±1,00[a]	3,94±1,11
Smatram da je bezbedno kupovati proizvode od mleka* na meru na pijaci.	3,26±1,15[a]	2,93±1,09[b]	3,11±1,13
Smatram da je bezbedno kupovati proizvode od mleka* na odeljenju delikatesa u supermarketu.	3,94±0,90	3,83±0,91	3,89±0,90
Tokom kupovine u supermarketu je važno proveriti datum isteka roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka*.	4,69±0,67	4,82±0,55	4,75±0,62
Rok trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka* i proizvoda koji su kupljeni na meru je isti.	2,51±1,30	2,40±1,31	2,46±1,31
Znam koliki je rok trajanja i koji su uslovi skladištenja proizvoda od mleka* koje kupujem na meru na pijaci.	2,69±1,29	2,54±1,27	2,62±1,28
Znam koliki je rok trajanja i koji su uslovi skladištenja proizvoda od mleka* koje kupujem na meru na odeljenju delikatesa u supermarketu.	3,22±1,26	3,31±1,30	3,26±1,27
Da bi osigurali bezbednost proizvoda, važno je skladištiti prethodno upakovane proizvode od mleka* prema uputstvu na deklaraciji.	4,55±0,74	4,45±0,76	4,51±0,75
Da bi osigurali bezbednost proizvoda, važno je da je temperatura frižidera niža od 5°C.	4,00±1,08	4,14±0,91	4,06±1,00
Važno je čuvati različite vrste hrane na odvojenim policama u frižideru kako bi se izbegla (unakrsna) kontaminacija.	4,16±1,01	4,21±1,05	4,18±1,03
Bezbednost proizvoda od mleka* može da se proceni na osnovu mirisa, izgleda i ukusa hrane.	3,83±1,14	3,62±1,13	3,73±1,14
Bolje je baciti proizvode od mleka* nakon isteka roka trajanja, zbog mogućnosti trovanja hranom koja nije bezbedna.	4,65±0,68	4,59±0,87	4,63±0,77

Vrednosti predstavljaju srednje vrednosti (± standardna devijacija) Likertove skale (1-potpuno se ne slažem; 2-ne slažem se; 3-nemam mišljenje; 4-slažem se; 5-potpuno se slažem);
[a,b] Vrednosti u istom redu označene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0,05$), što je utvrđeno Mann Whitney U testom;
* Proizvodi od mleka su svež sir, beli sir u salamuri i kajmak

Može se uočiti da postoji statistički značajna razlika u stavovima i navikama potrošača iz dva identifikovana klastera u pogledu bezbednosti prethodno upakovanih u odnosu na proizvode koji se prodaju na meru. Većina potrošača iz Klastera 2, koji preferiraju kupovinu prethodno upakovanih proizvoda, smatra da su upravo oni bezbedniji od proizvoda koji se kupuju na meru. Nasuprot tome, potrošači iz Klastera 1 izražavaju poverenje u bezbednost kupovine ovih proizvoda na pijacama, što je u saglasnosti sa njihovim navikama u kupovini (Tabela 26). Poznato je da kontaminacija prethodno upakovanih proizvoda najčešće nastaje tokom samog procesa proizvodnje u proizvodnim pogonima, dok se neupakovani prehrambeni proizvodi mogu kontaminirati i tokom manipulacije na mestima prodaje (Pradhan et al., 2010), kao što su pijace i maloprodajni objekti (Lakićević & Nastasijević, 2017; Aleksić et al., 2023), gde postoji veći rizik od kontaminacije. Zvanični podaci pokazuju veću prevalenciju *L. monocytogenes* u prethodno upakovanim proizvodima spremnim za konzumiranje (EFSA, 2014), što se delom može pripisati češćem uzorkovanju ovih proizvoda sa tržišta. Međutim, rezultati prikazani u ovoj disertaciji i u nekim drugim studijama, ukazuju na to da se ova patogena bakterija može pojaviti i u neupakovanim proizvodima koji se distribuiraju u kratkom lancu snabdevanja i prodaju na meru (Ahmed et al., 2015; Lim & Farber, 2017). U ovom istraživanju utvrđeno je da su neki proizvodi od mleka kao što su mladi sir i kajmak koji se prodaju na meru na

pijacama kontaminirani različitim mikroorganizmima uključujući i patogene bakterije (*L. monocytogenes*) (poglavlje 5.5). Dobijeni rezultat pokazuje da se rizici povezani sa distribucijom tradicionalnih proizvoda ne smeju zanemariti uprkos nedostatku informacija o njihovom mikrobiološkom kvalitetu i epidemijama nastalim konzumiranjem ovih proizvoda u našoj zemlji.

Potrošači iz Srbije smatraju da je bezbednije kupovati proizvode na meru na odeljenju delikatesa u supermarketu nego na pijacama (Tabela 26). Iako se pijace smatraju posebnim subjektom u lancu hrane koji podleže službenim kontrolama, uslove higijene hrane na njima je teže kontrolisati (Black, 2005). Suprotno tome, supermarketi kontinuirano primenjuju higijenske postupke (Denise & Griffith, 2003), što može biti jedan od razloga većeg poverenja potrošača u bezbednost proizvoda kupljenih na ovom mestu prodaje.

Jedan od ključnih faktora u osiguranju bezbednosti hrane jeste rok upotrebe prehrambenih proizvoda. Potrošači bi trebalo da se pridržavaju preporučenih rokova upotrebe na neotvorenim, prethodno upakovanim proizvodima spremnim za konzumiranje, koji garantuju da nivoi *L. monocytogenes* ne prelaze 100 cfu/g tokom celog perioda upotrebe (Evans E. & Redmond, 2016). Ispitanici u ovom istraživanju se uglavnom slažu sa izjavom da je važno proveriti rok upotrebe prethodno upakovanih proizvoda (Tabela 26). Međutim prethodna istraživanja ukazuju na to da mnogi potrošači, posebno stariji, često konzumiraju proizvode nakon isteka roka trajanja (Evans E. & Redmond, 2016; Ovca et al., 2021). Ovo je posebno rizično jer više od polovine ispitanika iz Klastera 1 koji preferiraju kupovinu delikatesnih proizvoda na meru imaju starije lice u domaćinstvu.

Većina ispitanika iz oba klastera smatra da rok trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka nije isti kao i rok trajanja proizvoda koji su kupljeni na meru (Tabela 26). Neupakovani proizvodi su podložniji kontaminaciji tokom prodaje (Hoelzer et al., 2011; Geronikou et al., 2020), što dovodi do skraćenja roka trajanja proizvoda. Pritom, mali prerađivači mleka koji prodaju na pijacama najčešće ne obeležavaju/deklarišu svoje proizvode, iako su zakonski obavezni da navedu rok trajanja i uslove čuvanja (Srbija, 2017a), a potrošači iz oba klastera su potvrditi da ne znaju rok trajanja proizvoda kupljenih na pijaci (Tabela 26). Ovo ukazuje na potrebu za edukacijom malih prerađivača u cilju poboljšanja bezbednosti hrane i informisanja potrošača o rizicima proizvoda iz kratkih lanaca snabdevanja.

Potrošači su pokazali veću informisanost o roku trajanja i uslovima čuvanja proizvoda kupljenih na meru na odeljenju delikatesa u supermarketima (Tabela 26). Prema važećem zakonodavstvu, rok trajanja mikrobiološki kvarljivih proizvoda u rinfuzu mora biti jasno jasno istaknut, ali obaveza navođenja uslova čuvanja ne postoji (Srbija, 2022a). Ipak nije pouzdano da li i u kojoj meri potrošači obraćaju pažnju na ove informacije. Zato se dobijeni rezultati potencijalno mogu objasniti pristrasnošću pristanka (Murray et al., 2017).

Većina ispitanika prepoznaje značaj čuvanja proizvoda od mleka prema uputstvu na deklaraciji, bez statistički značajnih razlika između klastera (Tabela 26). Kontrola temperature u lancu hrane ključna je za suzbijanje rasta patogenih i mikroorganizama kvarenja hrane (Ledenbach & Marshall, 2009; Taché & Carpentier, 2014; Brown et al., 2018), uključujući *L. monocytogenes* (ILSI, 2005). Čuvanje delikatesnih proizvoda pri temperaturi od 5°C ili nižoj smanjuje rizik od listerioze (USDA-FSIS, 2015), dok čuvanje na temperaturama ispod 7°C doprinosi smanjenju mikrobioloških rizika (Cates et al., 2006; Morelli et al., 2012). Potrošači iz oba klastera su se složili sa izjavom: „Da bi osigurali bezbednost proizvoda, važno je da je temperatura frižidera niža od 5°C“, pri čemu su potrošači iz Klastera 1 imali nešto pozitivnije stavove (Tabela 26). Međutim istraživanje sprovedeno u našoj zemlji pokazuje da više od 80% frižidera u domaćinstvima radi na temperaturama iznad 5°C (Jovanović J. et al., 2022). Nedostatak jasnih preporuka o uslovima čuvanja na deklaracijama hrane spremne za konzumiranje je primećen u Belgiji (Ceuppens et al., 2016). Takođe, potrošači često ne razumeju razlike između termina „upotrebiti do“ (bezbednost hrane) i „nabolje upotrebiti do“ (kvalitet hrane), što može dovesti do pogrešnog tumačenja i upotrebe hrane posle isteka roka trajanja (Neff et al., 2019). Sve ovo naglašava značaj informisanja potrošača i prilagođavanja zakonskih

zahteva u pogledu označavanja hrane na tržištu, ali i obuka proizvođača u pogledu pravilnog korišćenja spomenutih načina obeležavanja hrane.

Poseban izazov predstavlja percepcija bezbednosti hrane na osnovu senzornih svojstava, pri čemu se više od polovine potrošača slaže da se bezbednost hrane može proceniti na osnovu izgleda, mirisa i ukusa. Po ovom pitanju nisu utvrđene statistički značajne razlike između identifikovanih klastera (Tabela 26). Slični rezultati dobijeni su u istraživanju u Turskoj, gde je 56% potrošača starijih od 40 godina prijavilo da koristi ovu praksu (Ergönül, 2013), kao i u Sloveniji gde većina ispitanika nije odbacivala hranu nakon isteka roka upotrebe, već je njenu upotrebljivost procenila na osnovu mirisa i boje (Ovca et al., 2021).

Prema podacima iz literature znanje o bezbednosti hrane nije uvek praćeno i primenom pozitivnih praksi u kućnim uslovima (Evans E. & Redmond, 2016). Iz tog razloga upoređeni su stavovi i samoprijavljene prakse ispitanika u dva identifikovana klastera za ključna pitanja koja se odnose na rok upotrebe, temperaturu čuvanja u kućnim uslovima i postupak sa hranom kojoj je istekao rok upotrebe (Tabela 27). Iz ove tabele se može primetiti da, iako potrošači uglavnom poznaju uslove koji osiguravaju bezbednost hrane, primena dobrih praksi nije zastupljena na istom nivou. Ovaj problem je posebno izražen među potrošačima iz Klastera 1, koji preferiraju kupovinu proizvoda spremnih za konzumiranje na meru na pijacama i/ili odeljenjima delikatesa u supermarketima/specijalizovanim prodavnicama. Stoga, važno je sprovesti odgovarajuće inicijative za organizovanje kontinuiranih programa informisanja potrošača o rizicima povezanim sa bezbednošću hrane, naročito u pogledu značaja praćenja roka upotrebe prehrambenih proizvoda i održavanja hladnog lanca u kućnim uslovima. Slične zaključke doneli su i drugi istraživači (Jevšnik et al., 2008a; Planzer et al., 2009; Ergönül, 2013; Taché & Carpentier, 2014; Evans E. & Redmond, 2016). Takođe, poboljšanje zakonskih okvira kojima bi se poboljšali uslovi bezbednosti hrane u pogledu rukovanja visoko rizičnom hranom spremnom za konzumiranje u kućnim uslovima bilo bi od velikog značaja.

Tabela 27. Zbirni prikaz stavova, mišljenja i znanja potrošača i samoprijavljenih praksi u pogledu ključnih rizika po bezbednost hrane.

	Rok upotrebe	**Temperatura čuvanja u kućnim uslovima**	**Postupak sa hranom kojoj je istekao rok upotrebe**
Mišljenja i stavovi potrošača	93,9% potrošača iz Klastera 1 smatra da je tokom kupovine prethodno upakovane hrane važno da se proveri rok trajanja.	71,7% potrošača iz Klastera 1 smatra da je važno da se osigura da temperatura u frižideru bude ≤5°C.	93,4% potrošača iz Klastera 1 smatra da nije bezbedno koristiti proizvode spremne za konzumaciju nakon isteka roka trajanja.
	94,9% potrošača iz Klastera 2 smatra da je tokom kupovine prethodno upakovane hrane važno da se proveri rok trajanja.	77,7% potrošača iz Klastera 2 smatra da je važno da se osigura da temperatura u frižideru bude ≤5°C.	89,7% potrošača iz Klastera 2 smatra da nije bezbedno koristiti proizvode spremne za konzumaciju nakon isteka roka trajanja.
Samoprijavljene prakse	~ 80% potrošača iz Klastera 1 tokom kupovine prethodno upakovane hrane proverava rok trajanja.	37,3% potrošača iz Klastera 1 proverava temperaturu frižidera.	~71% potrošača iz Klastera 1 ne koristi proizvode spremne za konzumaciju posle isteka roka trajanja.
	~ 90% potrošača iz Klastera 2 tokom kupovine prethodno upakovane hrane proverava rok trajanja.	52,6% potrošača iz Klastera 2 proverava temperaturu frižidera.	~76% potrošača iz Klastera 2 ne koristi proizvode spremne za konzumaciju posle isteka roka trajanja.

5.4. Sastav i svojstva proizvoda od mleka

Kvalitet proizvoda od mleka zavisi od brojnih činilaca, uključujući sastav i svojstva sirovog mleka, prirodno prisutne enzime, autohtonu mikrobiotu, uslove spoljašnje sredine i druge (Srbija, 2014; Jokanović et al., 2021). Proizvodnja tradicionalnih proizvoda od mleka u okviru kratkih lanaca snabdevanja često nije standardizovana, što može dovesti do varijacija u njihovom kvalitetu (Puđa et al., 2008). Kako bi se ispitala fizičko-hemijska svojstva ovih proizvoda, analizirani su uzorci sireva i kajmaka dostupnih na pijacama i u specijalizovanim prodavnicama. Na pijacama se najčešće prodaju proizvodi malih prerađivača mleka, dok se u specijalizovanim prodavnicama prodaju i proizvodi iz malih mlekara.

5.4.1. Sastav i svojstva sireva

U ovom delu istraživanja analizirana su različita svojstva sireva, uključujući fizičko-hemijski sastav, teksturu, boju i senzorna svojstva. Od sireva su analizirani sirevi u salamuri i sveži sirevi koji se najčešće proizvode na gazdinstvma i malim mlekarama u našoj zemlji.

5.4.1.1. Hemijski sastav sireva

Sirevi sa tržišta koji su obuhvaćeni istraživanjem na osnovu dobijenih rezultata su klasifikovani prema zahtevima Pravilnika o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura (Srbija, 2014), uzimajući u obzir sadržaj mlečne masti u suvoj materiji (MSM) i vode u bezmasnoj materiji sira (VBMS) (Tabela 28). Prema ovom pravilniku, sadržaj suve materije u svežim sirevima u prometu mora da iznosi najmanje 20%, osim u slučaju sireva proizvedenih od obranog mleka, gde minimalni sadržaj suve materije iznosi 18% (Srbija, 2014).

Tabela 28. Klasifikacija sireva prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura (Srbija, 2014).

	Zreli sir kriška		**Mladi sir kriška**		**Sremski (sveži sir)**		UKUPNO
	Pijace	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**	
			n (%)				
MSM							
Ekstramasni	1 (2,56)	2 (5,13)	4 (4,40)	/	2 (6,90)	1 (3,45)	
Punomasni	12 (30,77)	/	38 41,76)	/	11 37,93)	1 (3,45)	
Polumasni	11 (28,21)	4 (10,26)	36 39,56)	7 (7,69)	9 (31,03)	4 (13,79)	
Niskomasni	4 (10,26)	4 (10,26)	4 (4,40)	3 (3,30)	/	/	
Obrani	/	1 (2,56)	/	/	/	1	
VBMS							
Polutvrdi	2 (5,13)	/	1 (1,10)	/	/	/	
Meki sir	26 (66,67)	11 (28,21)	81 (89,01)	10 (10,99)	/	/	
UKUPNO	28 (17,50)	11 (6,88)	82 51,25)	10 (6,25)	22 13,75)	7 (4,38)	160 (100%)

Legenda: MSM - mlečna mast u suvoj materiji, VBMS- udeo vode u bezmasnoj materiji sira.

U ispitivanim uzorcima sireva utvrđena je visoka varijabilnost svih analiziranih komponenti hemijskog sastava (Tabela 29), što osim razlika u pogledu sastava mleka ističe i razlike u tehnologiji proizvodnje. Naime, kvalitet sireva zavisi od ukupnih efekata pojedinačnih komponenti sastava mleka i njihovih kombinacija (Popović Vranješ et al., 2017), kao i drugih faktora povezanih sa nestandardizovanom proizvodnjom u domaćinstvima. Sirevi koji su analizirani u ovom istraživanju potiču iz sektora malih prerađivača mleka i uglavnom ih čine sirevi proizvedeni u domaćinstvima koji se distribuiraju na pijacama. Uzimajući u obzir da se u našoj zemlji proizvodnja i prerada mleka uglavnom obavlja na malim porodičnim gazdinstvima sa malim brojem mlečnih grla (Tomić et al., 2020), a da kvalitet proizvedenog mleka zavisi od brojnih faktora od kojih prakse upravljanja ishranom i gajenja mlečnih životinja imaju veliki značaj (Louis Tyasi et al., 2015), dobijeni rezultati su očekivani. Takođe, može se očekivati i visoka varijabilnost pojedinačnih komponenti sirovog mleka koje se isporučuje mlekarama, imajući u vidu da se sirovo mleko prikuplja od različitih individualnih proizvođača, koji takođe uglavnom imaju mali broj grla. Ovo za posledicu može da rezultira heterogenim kvalitetom dobijenih proizvoda. Pored toga, sastav sirovog mleka varira tokom godine, a izostanak standardizacije u tradicionalnoj proizvodnji, za razliku od industrijske proizvodnje, dodatno može doprineti varijabilnosti hemijskog sastava proizvoda od mleka.

Proteini, mlečna mast i voda su najzastupljenije komponente u sastavu sireva koje određuju različita funkcionalna svojstva ovih proizvoda (Zheng et al., 2016), a u ovom istraživanju njihovi sadržaj ovih komponenti je imao značajnu varijabilnost (Tabela 29). Najveće vrednosti koeficijenta varijacije utvrđene su za sadržaj mlečne masti, posebno u zrelim sirevima u salamuri kupljenim u maloprodaji (CV=77,65%,Tabela 29). Visoka varijabilnost utvrđena je kod mladih sireva u salamuri bez obzira na mesto kupovine (Tabela 29). Sličnu varijabilnost MM i VBMS utvrdili su u drugi autori kod tradicionalno proizvedenih sireva u salamuri (Jovanović S. et al., 2004a, 2004b; Maćej et al., 2006). Ove razlike mogu se objasniti varijacijama u sastavu sirovog mleka, s obzirom na to da je sadržaju mlečne masti u sirovom mleku najpodložniji promenama uslovljenim praksama odgajivačkom praksom životinja, kao i sezonskim varijacijama (Trbović et al., 2017).

Na ukupan hemijski sastav sireva utiču i uslovi spoljašnje sredine povezani sa aktivnošću BMK (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020), kao i proces zrenja (Kljajević et al., 2024). U proizvodnji sireva u salamuri karakteristično je snižavanje pH (pH<5) u toku prva 24 sata, što doprinosi zadržavanju himozina u sirnoj grudi i kasnijoj aktivnosti ovog enzima (Miočinović, 2020). Posledično, smanjenje SM, odnosno MM i ukupnih proteina utiče na kvalitet finalnog proizvoda (Miočinović et al., 2022).

Širok interval koeficijenta varijacije MM u različitim kategorijama sireva može se objasniti i različitim zahtevima potrošača, što rezultira postojanjem vrlo široke palete proizvoda, uključujući i proizvode sa smanjenim sadržajem MM. Poznato je da sirevi koji imaju niži sadržaj MM sadrže više proteina i vode, a takođe se povećava i odnos proteina i SM (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020). Mast i voda služe kao punioci kazeinskog matriksa sira, pa smanjenjem MM voda ne može popuniti njeno mesto u proteinskoj mreži, što dovodi do povećanja sadržaja ukupnih proteina i povećanja odnosa proteina i SM (Sánchez-Macías et al., 2010). Negativna korelacija utvrđena je između sadržaja MM i P (r=-0,379) i MM i VBMS (r=0,251). Negativna korelacija između MM i VBMS može se objasniti većim sadržajem proteina u sirevima sa malim sadržajem masti, što povećava kapacitet proteinskog matriksa da veže vodu (Romeih et al., 2002). Takođe, MM učestvuje u formiranju senzornih svojstava, a lipolitičke promene tokom zrenja izraženije su u sirevima od sirovog mleka. Takođe, sadržaj MM značajan je za formiranje senzornih svojstava, a lipolitičke promene tokom zrenja izraženije su u sirevima od sirovog mleka (Miočinović, 2020). U proizvodnji sireva, sadržaj proteina u mleku je najznačajniji, jer je ova komponenta osnovna strukturna jedinica sira (Miočinović, 2020) i doprinosi ukupnom randmanu proizvodnje (Popović Vranješ et al., 2017). U siru, VBMS predstavlja odnos vode i proteina i utiče na teksturu sira (Kljajević et al., 2024). Takođe, sadržaj MM značajan je za formiranje senzornih svojstava, a lipolitičke promene tokom zrenja izraženije su u sirevima od sirovog mleka.

Rezultati dobijeni ispitivanjem sastava svežih sireva uporedivi su sa rezultatima koji se odnose na slične proizvode u Indiji (Chakraborty et al., 2021) i UAE (Al Katheeri et al., 2021). Potrebno je da se napomene da je većina (93,10%) ispitivanih uzoraka svežih sireva ispunjavala zahtev Pravilnika (Srbija, 2014) u pogledu SM (SM>20%), dok jedan uzorak (3,45%) nije zadovoljio minimalni propisani sadržaj ovog svojstva za sireve od obranog mleka, jer je sadržaj SM bio svega 13,37% (podatak nije prikazan). U istom uzorku utvrđen je i mali sadržaj MM (0,05%, podatak nije prikazan).

Važan parametar kvaliteta sireva jeste sadržaj soli, koja, osim što deluje kao konzervans, doprinosi senzornim svojstvima, podstiče sinerezis i samim tim utiče na aktivnost vode, što dovodi do inhibiranja aktivnosti enzima i mikrobiote (Cankurt, 2019). Utvrđena je visoka varijabilnost za sadržaj soli u svim ispitivanim kategorijama sireva (CV=43,57-89,00%,Tabela 29). Tradicionalno, dodavanje većeg sadržaja soli se vrši radi postizanja konzervišućeg efekta, odnosno da bi se sirevi održali u dužem vremenskom periodu, s obzirom da u tradicionalnoj proizvodnji i u kratkim lancima snabdevanja uslovi higijene često nisu zadovoljavajući.

Visoke koncentracije soli u sirevima negativno utiču na brzinu i/ili obim proteolize, čime se menjaju senzorna svojstva (Pastorino et al., 2003). Koncentracija soli u salamuri utiče na smanjenje sadržaja ukupnih proteina tokom zrenja sireva (Miloradović et al., 2018b). Istraživanje sprovedeno u našoj zemlji pokazalo je da je sadržaj soli najnestabilniji parametar kvaliteta u industrijskim uslovima proizvodnje sireva od ultrafiltriranog mleka, što pokazuje različitosti u tehnološkom postupku proizvodnje (Đekić et al., 2015). Takođe, ispitivanjem tradicionalnih sireva u salamuri kao što su sjenički, homoljski, zlatarski i svrljiški sirevi (Maćej et al., 2006) ustanovljena su velika variranja sadržaja soli koji se kretao od 1,30 do 4,20 % kod zlatarskog sira (Vučić et al., 2008) i 1,77 do 5,20 % kod sjeničkog sira (Jovanović S. et al., 2004b).

Tabela 29. Hemijski sastav belih sireva u salamuri i svežeg (sremskog) sira.

Svojstvo kvaliteta		**Zreli sir kriška**		**Mladi sir kriška**		**Sveži sir (sremski)**	
		Pijace	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**
		n=28	n=11	n=82	n=10	n=22	n=7
SM (%)	$\bar{x}$±sd	40,47±5,99	33,87±7,24	38,53±5,69	31,41±3,96	33,9±7,07	21,03±4,25
	iv	29,15-55,40	25,74-49,76	26,93-49,57	23,30-36,55	26,70-52,57	13,37-25,01
	CV (%)	14,80	7,24	14,77	12,62	20,84	20,20
MM (%)	$\bar{x}$±sd	17,78±6,65	10,95±8,50	17,08±6,37	8,65±3,54	16,82±6,04	6,76±3,75
	iv	6,50-30,00	2,50-31,00	4,00-28,00	2,50-13,00	9,50-27,50	0,05-11,00
	CV (%)	37,42	77,65	37,27	43,85	35,91	55,44
So (%)	$\bar{x}$±sd	1,83±0,95	2,34±1,02	1,05±0,83	1,19±0,99	0,75±0,67	0,72±0,63
	iv	0,35-5,43	0,83-3,84	0,01-3,39	0,10-2,78	0,12-3,16	0,12-1,88
	CV (%)	52,01	43,57	78,95	83,87	89,00	88,26
P (%)	$\bar{x}$±sd	17,43±2,52	17,98±2,35	16,22±2,27	17,51±2,15	13,50±2,16	11,25±2,11
	iv	12,27-22,46	14,28-20,91	12,39-22,77	14,46-22,15	10,48-18,09	8,18-14,48
	CV (%)	14,47	13,07	13,96	12,28	16,00	18,74
VBMS (%)	$\bar{x}$±sd	72,35±3,54	74,20±2,50	74,09±2,95	75,10±3,29	79,31±4,33	84,68±2,13
	iv	63,72--77,64	69,95-78,09	64,95-80,41	70,36-79,44	65,42-85,71	82,20-87,37
	CV (%)	4,89	3,36	3,99	4,38	5,45	2,52
MSM (%)	$\bar{x}$±sd	42,79±11,47	29,6±16,43	43,08±11,24	27,02±9,99	48,44±9,88	29,92±15,97
	iv	18,05-57,13	9,49-62,30	14,85-61,93	10,73-39,3	33,58-64,36	0,37-45,25
	CV (%)	26,79	55,76	26,09	36,98	20,39	53,38
PSM (%)	$\bar{x}$±sd	44,17±8,95	55,87±14,15	42,88±7,94	56,82±11,97	40,56±6,30	55,01±11,94
	iv	26,98-62,55	29,86-74,65	30,97-61,72	43,62-84,38	31,49-51,25	41,67-75,20
	CV(%)	20,27	25,32	18,52	21,06	15,53	23,52

Rezultati su prikazani kao srednja vrednost±standardna devijacija.
Legenda: SM-suva materija, MM-mlečna mast, P-ukupni proteini, VBMS-voda u bezmasnoj materiji sira, MSM- mlečna mast u suvoj materiji, PSM-ukupni proteini u suvoj materiji, sd-standardna devijacija, iv- interval varijacije, CV-koeficijent varijacije.

5.4.1.2. pH i a_w vrednosti sireva

pH vrednost je značajan parameter kvaliteta sireva a u velikoj meri zavisi i od vrste sira koji se proizvodi. Sirevi u salamuri i sveži kiselokoagulišući sirevi koji su predmet ispitivanja u ovoj doktorskoj disertaciji se po pravilu odlikuju izraženom kiselošću odnosno niskom pH vrednošću (Miočinović, 2020). pH i a_w vrednosti prehrambenih proizvoda su veoma važni parametri i za opstanak mikrobiote, posebno za patogene mikroorganizme. Ovi parametri zajedno sa ostalim kao što su sastav spoljašnji faktori i uslovi tokom prerade i skladištenja značajno utiču na mikrobiološki status proizvoda.

U ispitivanju kvaliteta sireva pH i a_w su često korišćena svojstva koja se mogu relativno brzo izmeriti korišćenjem pristupačnih mernih uređaja, a značajni su za bezbednost hrane (Guinee et al., 1994; Trmčić et al., 2017). Poznato je da se proizvodi spremni za konzumiranje koji imaju pH ≤ 4,4 ili a_w ≤ 0,92, odnosno pH ≤ 5,0 i a_w ≤ 0,94 smatraju hranom koja ne podržava rast *L. monocytogenes* (Srbija, 2010a). Rezultati ispitivanja ovih fizičko-hemijskih svojstava ispitivanih sireva prikazani su tabelarno (Tabela 30).

Tabela 30. pH i a_w belih sireva u salamuri i svežeg (sremskog) sira.

Svojstvo kvaliteta		**Zreli sir kriška**		**Mladi sir kriška**		**Sveži sir (sremski)**	
		Pijace	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**
		n=36	n=12	n=87	n=10	n=20	n=7
pH	$\bar{x}$±sd	4,72±0,52	4,72±0,59	5,22±0,48	4,68±0,53	4,57±0,41	5,73±0,41
	iv	3,27-6,23	4,04-5,98	3,95-6,47	4,06-5,72	3,99-5,25	5,01-6,14
	CV (%)	10,91	12,44	9,24	11,28	8,93	7,10
		n=21	n=10	n=51	n=10	n=20	n=7
a_w	$\bar{x}$±sd	0,93±0,02	0,92±0,02	0,94±0,01	0,93±0,01	0,93±0,01	0,94±0,01
	iv	0,88-0,96	0,90-0,95	0,90-0,97	0,90-0,96	0,91-0,95	0,93-0,95
	CV (%)	1,82	2,27	1,06	1,08	1,18	0,67

Rezultati su prikazani kao srednja vrednost±standardna devijacija.
Legenda: a_w-aktivnost vode, sd-standardna devijacija, iv-interval varijacije, CV-koeficijent varijacije.

Iz prikazanih rezultata uočava se da postoji varijabilnost pH vrednosti u svim ispitivanim kategorijama sireva. Sirevi u salamuri, posebno oni sa periodom zrenja, se odlikuju sa pH nižim od 5,0, kao i sveži kiselokoagulišući sirevi kod kojih je fermentacija osnova proizvodnje.

Najveće prosečne pH vrednosti utvrđene su u svežem siru iz prodavnica i mladom siru kupljenom na pijacama (Tabela 30). Prikazane vrednosti su uobičajene za ove vrste sireva, kod kojih je uobičajeno da pH bude ispod 5,0.

Širok interval varijacije ukazuje na različitosti u sastavu mleka, a naročito sastava i aktivnosti autohtone mikrobiote koja je odgovorna za sniženje pH vrednosti u tradicionalnoj proizvodnji sireva, jer se obično ne koriste komercijalne starter kulture (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020; Miočinović et al., 2022). Ovo je posebno značajno jer izostanak aktivnosti autohtone mikrobiote može predstavljati problem u nedovoljnom sniženju pH vrednosti sireva, kao što su sirevi u salamuri, i doprineti stvaranju mana proizvoda (Bintsis & Papademas, 2002). Ovi rezultati su očekivani uzimajući u obzir da su uzorci sireva u ovom istraživanju nabavljeni na pijacama u različitim regionima i maloprodajnim objektima, gde mogu biti prisutni proizvodi iz različitih malih mlekara. Velika varijabilnost u pogledu pH vrednosti tradicionalnih sireva u salamuri ustanovljena je i u istraživanjima drugih autora (Jovanović S. et al., 2004b, 2004a; Vučić et al., 2008).

Međutim, posmatrano sa aspekta bezbednosti i kvaliteta hrane mogu se utvrditi određeni zaključci. Poznato je da je brza acidifikacija od suštinskog značaja u kontroli rasta patogene mikrobiote (Beresford et al., 2001) i zavisi od sadržaja slobodne laktoze u siru, kao i aktivnosti prisutne mikrobiote (Popović Vranješ et al., 2017). Osim toga, brza acidifikacija značajna je i za suzbijanje rasta i aktivnosti mikrobiote koja dovodi do kvarenja sireva, kao što su koliformni mikroorganizni i kvasci (Bintsis & Papademas, 2002). Na primer, (Torres-Vitela et al., 2012) utvrdili su visoku prevalenciju sireva u kojima je pH bio iznad 5,0 koji su bili kontaminirani patogenima kao što su *Salmonela* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7. Dobijeni rezultati pokazuju da čak 64,95% mladih sireva kupljenih na pijacama i u maloprodajnim objektima ima pH > 5 (podatak nije prikazan), što izaziva zabrinutost po bezbednost i kvalitet hrane. Uzimajući u obzir da je aktivnost BMK ključna u postizanju brze acidifikacije, primena strogih higijenskih mera tokom proizvodnje sirovog mleka i proizvoda od mleka su od suštinskog značaja (De la Rosa-Alcaraz et al., 2020; Campos et al., 2021).

Aktivnost vode (a_w) je mera stepena dostupne vode u nekom sistemu, koja deluje kao rastvarač i učestvuje u različitim biohemijskim procesima i rastu mikroorganizama (Fontana, 2000). Smatra se jednim od glavnih faktora u ograničavanju rasta mikroorganizama i koristi se u zakonodavstvu kako bi se osigurali uslovi bezbednosti hrane (EC, 2005; Srbija, 2010a ; FDA, 2013). Većini mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje hrane pogoduju vrednosti $a_w > 0,95$, dok patogeni mikroorganizmi mogu tolerisati i niže vrednosti, čak do 0,85. Umnožavanje mikroorganizama prestaje pri $a_w < 0,61$ (Tapía et al., 2020). Pregled dobijenih rezultata pokazuje da su se vrednosti ovog svojstva sireva kretale od 0,88 (zreli sir sa pijaca) do 0,97 (mladi sir sa pijaca) (Tabela 30), što ukazuje da su ove vrednosti u opsegu u kome je umnožavanje mikroorganizama moguće. Dobijene vrednosti mogu se potencijalno objasniti različitim stepenom zrelosti ispitivanih proizvoda. Naime, smanjenje sadržaja vode, povećanje nivoa soli i suve materije rezultira snižavanjem a_w u sirevima tokom zrenja (Campos et al., 2021). Smatra se da osim sadržaja soli, promene u sadržaju slobodnih aminokiselina, nastalih prirodno prisutnom i egzogenom enzimskom aktivnošću tokom zrenja sireva, mogu uticati na ovo svojstvo (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020). Jaka negativna korelacija utvrđena je između a_w i sadržaja soli (r = -0,577, podatak nije prikazan).

5.4.1.3. Boja sireva

Boja proizvoda od mleka predstavlja jedan od ključnih faktora pri izboru potrošača prilikom kupovine hrane (Milovanović et al., 2021). Kao što je navedeno u potpoglavlju 4.4.1, R, G i B vrednosti su izmerene korišćenjem kolorimetra (Colour analyser RGB-1002, Lutron Electronic Enterprise CO., LTD, Taiwan) u tri ponavljanja i nakon toga konvertovane u CIELAB[3] koordintni sistem korišćenjem online konvertora (ColorMine.org) i iskorišćene za izračunavanje indeksa bele boje (WI), indeksa žute boje (YI), zasićenosti boje (C*) i tonaliteta boje (°Hue) (Milovanović et al., 2020, 2021). Rezultati ocene boje sireva uključenih u istraživanje prikazani su tabelarno (Tabela 31).

Kao i za fizičko-hemijska i teksturalna svojstva, sirevi uključeni u istraživanje pokazuju varijabilnost i u pogledu boje (Tabela 31). Utvrđene varijacije takođe mogu biti povezane sa specifičnostima u proizvodnji mlečnih proizvoda, uključujući i varijacije u hemijskom sastavu sirovog mleka i proizvoda (Milovanović et al., 2020).

Kada su u pitanju beli sirevi u salamuri, prosečno najsvetliji (L*=94,39±20.99) su bili mladi sirevi kupljeni na pijaci, a najsvetliji uzorak bio je (L*=96,91, podatak nije prikazan) niskomasni mladi sir kupljen na pijaci (MSM=10,00±0,04, podatak nije prikazan). Najniža

[3] **CIE** (*The International Commission on Illumination/the Commission Internationale de l´Eclairage*) je međunarodna komisija za osvetljenje.

vrednost (L*=61,25) utvrđena je u polumasnom mladom siru sa pijace (MSM=38,23%) sa niskim sadržajem soli (prosečno 0,14%, podaci nisu prikazani). Proizvodi sa više MM pokazuju niže vrednosti L* (Pădureţ, 2021). Slaba negativna korelacija (r= - 0,162) utvrđena je između MM i L* u ovom istraživanju. Takođe, vrednosti L* smanjuju se tokom zrenja sireva (El-Nimr et al., 2010). Ove varijacije mogu biti povezane i sa termičkim tretmanom sirovog mleka korišćenog za proizvodnju sireva (gde je primenjen), jer je utvrđeno da se zbog povećanja dispergovanih komponenti nastalih promenama na proteinima povećava vrednost L* (Milovanović et al., 2021).

Prosečne vrednosti za a* pokazuju da se ovaj činilac boje mlečnih proizvoda nalazi u negativnom delu koordinatnog sistema prostora boje (prema zelenoj boji) u mladim sirevima u salamuri što je i ranije utvrđeno (Milovanović et al., 2021) kolorimetrijskim određivanjem boje belih sireva u salamuri, dok su u zrelim sirevima ove vrednosti bile više (Tabela 31). Više vrednosti činioca b* (žuta boja) utvrđene su za mlade sireve u salamuri i sveže sireve (Tabela 31). Prema podacima iz literature vrednost koordinate b* povećava se tokom zrenja sireva, dok se vrednosti za koordinatu a* smanjuju (El-Nimr et al., 2010), što nije uporedivo sa rezultatima dobijenim za mlade i zrele sireve u salamuri u ovom istraživanju (Tabela 31). Neka istraživanja pokazuju da tokom zrenja usled razgradnje proteina dolazi do smanjenja intenziteta indeksa bele boje (Chudy et al., 2020), što je u saglasnosti sa dobijenim rezultatom. Ruvalcaba-Gómez et al. (2020) zaključili su da sadržaj vode u sirevima negativno utiče na vrednosti koordinata a* i b* što u ovom istraživanju nije potvrđeno. Razlog tome mogu da budu različiti varijeteti sireva koji su analizirani tokom ovog istraživanja koji se razlikuju ne samo u sastavu sirovine, već i postupcima proizvodnje uključujući i različitu dužinu vremena perioda zrenja tokom koga se dešavaju opisane promene. Stoga je dobijene rezultate teško uporediti sa postojećim literaturnim podacima.

Rezultat za stepen dominantne spektralne komponente (°Hue) pokazuje da zreli sirevi pokazuju vrednosti veoma bliske zelenoj dominantnoj spektralnoj komponenti. Slično se može uočiti i kod mladih sireva, pri čemu sirevi kupljeni na pijacama pokazuju i određeni stepen žute spektralne komponente (Tabela 31). Ova žuta boja može biti povezana sa osobinama kravljeg mleka, naročito prisustvom β karotena, i ukazuje na varijacije u hemijskom sastavu sireva (Gebreyowhans et al., 2020; Pădureţ, 2021).

Boja prehrambenih proizvoda uključujući sireve je veoma složena i stoga merenje ovog atributa je kompleksno. Varijabilnost u boji sireva (uočene visoke standardne devijacije) može da se objasni i činjenicom da, osim hemijskog sastava, na boju utiču i prisustvo šupljika i vazduha u siru, koji različitim intenzitetom odbijaju svetlost delimično ili u potpunosti (Chudy et al., 2020; Milovanović et al., 2020). Ovi faktori zavise od primenjenog postupka proizvodnje, vrste sira i stepena zrelosti proizvoda. Ustanovljeni intervali variranja ukazuju da je u budućim istraživanjima neophodno vršiti veoma veliki broj ponavljanja merenja kako bi se dobili adekvatni rezultati. Pored toga, poželjno bi bilo ustanoviti značenje merenih vrednosti sa mišljenjem potrošača u pogledu boje proizvoda odnosno razmotriti mogućnost iznalaženja korelacije brojčanih vrednosti boje i onoga što potrošači mogu da ustanove.

Tabela 31. Boja belih sireva u salamuri i svežeg (sremskog) sira.

Svojstvo kvaliteta		Zreli sir kriška		Mladi sir kriška		Sveži sir (sremski)	
		Pijace	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**
		n=20	n=11	n=46	n=9	n=14	n=7
L*	$\bar{x}$±sd	88,46±11,33	87,74±4,61	94,39±20,99	91,40±21,17	92,70±7,83	93,30±1,78
	iv	61,25-90,05	75,45-92,26	89,31-96,91	80,24-94,20	86,42-95,10	90,52-95,71
a*	$\bar{x}$±sd	0,38±8,59	1,96±4,57	-0,31±6,47	-0,62±0,35	-0,40±1,09	0,59±1,65
	iv	-6,24-12,87	-2,55-6,23	-10,25-19,74	-7,15-(-2,38)	-1,39-0,65	-3,10-0,29
b*	$\bar{x}$±sd	19,95±20,22	17,39±14,20	19,59±5,35	20,52±5,56	19,40±3,17	18,84±1,23
	iv	-34,16-22,97	-19,51-18,99	-3,26-22,76	6,39-23,19	14,60-22,90	17,90-20,68
WI	$\bar{x}$±sd	86,19±21,33	92,19±14,11	90,14±10,23	88,82±4,12	90,36±4,13	92,94±2,42
	iv	69,42-88,75	79,36-96,80	79,40-94,58	80,31-91,80	84,29-93,11	90,01-97,65
YI	$\bar{x}$±sd	82,72±24,65	90,01±14,74	90,93±11,60	90,71±4,22	88,52±10,00	91,49±5,59
	iv	-123,43-91,18	-72,88-91,46	-25,70-121,09	31,55-110,17	30,33-100,36	81,60-98,72
Chroma	$\bar{x}$±sd	20,95±7,69	21,85±6,92	20,87±5,93	22,40±4,44	20,60±2,58	21,57±2,47
	iv	17,96-22,15	18,48-20,32	16,50-27,23	18,09-24,46	17,48-21,51	17,20-24,00
°Hue	$\bar{x}$±sd	179,58±72,46	128,83±2,86	96,32±21,97	95,51±9,84	104,63±7,90	102,03±10,37
	iv	1,26-359,40	73,17-184,99	41,06-125,57	59,29-111,89	103,12-122,25	91,31-123,21

Rezultati su prikazani kao srednja vrednost±standardna devijacija.

Legenda: L-osvetljenost, a*-crveno/zeleno, b*-žuto/plavo, C-zasićenost boje, °Hue-tonalitet boje, sd-standardna devijacija, iv-interval varijacije.

5.4.1.4. Teksturalna svojstva sireva

Analiza teksture sireva u salamuri obuhvatila je određivanje ukupno pet svojstava primenom testa dvostruke kompresije (tvrdoća 1, tvrdoća 2, kohezivnost, elastičnost, lepljivost (adhezivnost). Analiza teksture svežeg sira, koji se proizvodi primenom mehanizma kisele koagulacije što posledično ima za rezultat mekanu homogenu konzistenciju, obuhvatila je merenje sledećih svojstava: tvrdoća, deformacija na piku i lepljivost/sila prijanjanja (adhezivnost), primenom testa sa jednim kompresionim ciklusom. Pregled dobijenih rezultata prikazan je tabelarno (Tabela 32 i Tabela 33).

Tabela 32. Teksturalna svojstva belih sireva u salamuri.

Svojstvo kvaliteta		**Zreli sir kriška**		**Mladi sir kriška**	
		Pijace	**Prodavnice**	**Pijace**	**Prodavnice**
		n=20	n=11	n=46	n=19
Tvrdoća 1 (g)	$\bar{x}$±sd	2401,43±1887,97	2410,76±1344,25	1302,77±636,02	1484,63±378,10
	iv	813,73-9269,56	666,89-4839,91	98,23-3132,57	922,16-1956,84
	CV (%)	78,62	55,76	48,82	25,74
Tvrdoća 2 (g)	$\bar{x}$±sd	1466,32±1294,79	1564,71±1095,08	818,44±415,2	836,09±143,35
	iv	452,75-6259,70	509,52-4321,56	95,51-2304,22	627,47-1114,89
	CV (%)	88,30	69,99	50,73	17,14
Kohezivnost	$\bar{x}$±sd	0,32±0,16	0,33±0,24	0,39±0,43	0,26±0,04
	iv	0,20-0,82	0,14-0,84	0,13-2,32	0,20-0,34
	CV (%)	51,21	72,09	108,99	15,24
Elastičnost (mm)	$\bar{x}$±sd	6,30±2,04	6,04±2,90	5,18±1,92	4,71±2,00
	iv	2,73-10,00	1,83-10,00	2,07-10,00	2,00-7,40
	CV (%)	32,33	48,02	36,98	42,47
Lepljivost (mJ)	$\bar{x}$±sd	1,17±0,97	1,09±0,95	1,21±1,03	1,61±0,87
	iv	0,13-3,67	0,07-2,93	0,13-3,80	0,50-3,23
	CV (%)	82,80	86,73	85,15	53,69

Rezultati su prikazani kao srednja vrednost±standardna devijacija.
Legenda: sd-standardna devijacija, iv- interval varijacije, CV-koeficijent varijacije.

Mogu se uočiti veoma visoke vrednosti koeficijenta varijacije za sva ispitivana svojstva teksture belih sireva u salamuri, koji se slično rezultatima prikazanim u prethodnim potpoglavljima uglavnom mogu objasniti varijacijama u sastavu mleka, odsustvom standardizacije tehnološkog postupka proizvodnje, stepena zrelosti, aktivnosti BMK. Kao što je rečeno za potrebe istraživanja sirevi su kupovani na pijacama i u prodavnicama, te su razlike u svim ispitivanim svojstvima i očekivane.

Tvrdoća je maksimalna sila potrebna za sabijanje hrane između kutnjaka i održavanje određene deformacije (Zheng et al., 2016). Prema podacima iz literature svojstva sireva u salamuri povezana su sa njihovim fizičko-hemijskim svojstvima (Romeih et al., 2002, Miloradović et al., 2018b). Rezultati su pokazali da su ispitivani uzorci bili veoma neujednačeni u pogledu tvrdoće (Tabela 32). Pojedini autori utvrdili su da je tvrdoća u negativnoj korelaciji sa sadržajem VBMS, dok sadržaj MM pozitivno korelira sa ovim svojstvom teksture (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020), što je u saglasnosti sa dobijenim rezultatima. Utvrđeno je da SM (r=0,493), MM (r=0,368) i sadržaj soli (r=0,399) pozitivno koreliraju sa tvrdoćom sireva, dok su sirevi sa višom VBMS (r = -0,495) i a_w (r = -0,272) mekši. Drugi autori su istakli da su sirevi sa smanjenim sadržajem MM tvrđi, zbog dominantne uloge proteina (Romeih et al., 2002;

Sánchez-Macías et al., 2010). Tvrdoća ispitivanih sireva slabo je pozitivno korelirala sa P (r=0,131, podatak nije prikazan).

Podaci iz literature govore da na teksturalna svojstva sireva u salamuri najveći uticaj imaju VBMS, so i P, posebno αs1-kazein i stepen njegove razgradnje koja se odvija tokom zrenja (Kljajević et al., 2024). Postoji pozitivna korelacija između sadržaja soli i tvrdoće sireva u salamuri (Miloradović et al., 2018b). Zrenje sireva u salamuri praćeno je promenama u teksturi, odnosno na početku perioda zrenja dolazi do povećanja tvrdoće, kao posledice opadanja pH, koji podstiče sinerezis. Dužim periodom zrenja zbog izražene proteolize sirevi postaju mekši zbog promena na α_{s1}-kazeinu (Miočinović et al., 2022). Uzimajući u obzir da su ispitivani sirevi različite zrelosti (podaci dobijeni anketiranjem prodavaca i sa deklaracija obeleženih proizvoda iz maloprodaje) potencijalno se može dopuniti objašnjenje utvrđene varijabilnosti.

Kohezivnost je stepen do koga se neki materijal može deformisati pre kidanja i zavisi od jačine unutrašnjih veza (Uprit & Mishra, 2004; Jain et al., 2020). Najveća varijabilnost utvrđena je za mlade sireve kupljene na pijacama (CV=108,99%, Tabela 32). Prema literaturnim podacima sirevi sa smanjenim sadržajem MM imaju veće vrednosti kohezivnosti (Uprit & Mishra, 2004; Sánchez-Macías et al., 2010), što nije potvrđeno u ovom istraživanju. Utvrđena je pozitivna korelacija između kohezivnosti i pH kao i kohezivnosti i elastičnosti sireva (Ruvalcaba-Gómez et al., 2020), što je u saglasnosti sa rezultatima ovoga istraživanja (pH, r=0,111 i elastičnost, r=0,599, rezultat nije prikazan). Kao i u pogledu ostalih analiziranih svojstava teksture sireva utvrđena je visoka varijabilnost i za elastičnost (Tabela 32). Slično zaključcima istraživanja sprovedenog u našoj zemlji (Kljajević et al., 2024), ovo svojstvo teksture je u pozitivnoj korelaciji sa SM (r=0,240) i negativnoj sa VBMS (r=-0,391, rezultati nisu prikazani). Adhezivnost predstavlja rad koji je potreban za prevazilaženje sila privlačenja između površine hrane i drugih površina sa kojima hrana dolazi u kontakt kao što su jezik, zubi, nepce (Nishinari et al., 2019). Osim visokih vrednosti koeficijenata varijacije (Tabela 32), utvrđena je i negativna korelacija sa kohezivnošću (r= -0,234) i elastičnošću (r=-0,346). Slaba negativna korelacija ovog svojstva teksture utvrđena je u pogledu sadržaja proteina (r=-0,102), dok VBMS pozitivno utiče na ovo svojstvo (r=0,119) (Pastorino et al., 2003; Zheng et al., 2016). Dobijeni rezultati pokazuju da MM skoro uopšte nema uticaja (r=0,026), dok je na lepljivost sireva negativno uticala i a_w (r=-0,116, podaci nisu prikazani) što se može povezati sa smanjenim sadržajem vode (Campos et al., 2021).

Dobijeni rezultat potencijalno može da se objasni činjenicom da su u pomenutim istraživanjima ispitivana svojstva sireva koja se prema tehnologiji proizvodnje razlikuju od sireva iz ovog istraživanja, kao i različitim hemijskim sastavom sirovine.

Tabela 33. Teksturalna svojstva svežih sireva.

Svojstvo kvaliteta		Sveži sir	
		Pijace	Prodavnice
		n=14	n=7
Tvrdoća	$\bar{x}$±sd	376,59±24,15	372,70±18,09
	iv	341,72-433,39	353,39-398,26
	CV (%)	6,41	4,86
Deformacija na piku	$\bar{x}$±sd	9,89±0,17	9,91±0,11
	iv	9,50-10,00	9,70-10,00
	CV (%)	1,3	1,15
Adhezivnost (lepljivost)	$\bar{x}$±sd	22,46±10,45	17,53±7,54
	iv	4,76-41,47	7,48-27,53
	CV (%)	46,55	43,01

Rezultati su prikazani kao srednja vrednost±standardna devijacija.
Legenda: sd-standardna devijacija, iv- interval varijacije, CV-koeficijent varijacije.

Rezultati dobijeni analizom teksture svežih sireva pokazuju manje varijacije u pogledu ispitivanih svojstava u odnosu na sireve u salamuri (Tabela 33) i uporedivi su sa rezultatima iz literature (Al Katheeri et al., 2021). Niske vrednosti tvrdoće karakteristične su za sveže sireve koji generalno imaju veći sadržaj vode. Varijacije u tvrdoći svežih sireva najverovatnije su nastale zbog razlika u sastavu mleka i postupka proizvodnje. Rezultati istraživanja koje su sproveli (Chakraborty et al., 2021) pokazali su da više MM i P dovodi do stvaranja jačeg proteinskog matriksa u koji je uklopljena MM što doprinosi tvrdoći sireva. Potrebno je naglasiti da struktura svežih sireva najviše zavisi od sadržaja proteina u mleku uključujući i njihov sastav (Miočinović, 2020). U prilog dobijenom rezultatu govori prikazana varijabilnost hemijskog sastava svežih sireva u pogledu SM, MM, P, soli i VBMS (Tabela 29).

5.4.1.5. Senzorna svojstva sireva

Na osnovu ocena senzornog panela za opšti izgled, miris, ukus i teksturu ispitivanih uzoraka, izračunata je ponderisana srednja ocena koja izražava ukupan kvalitet proizvoda. Rezultati su prikazani tabelarno (Tabela 34).

Tabela 34. Prikaz rezultata senzorne analize sireva.

Svojstvo kvaliteta		Zreli sir kriška		Mladi sir kriška		Sveži sir	
		Pijace	Prodavnice	Pijace	Prodavnice	Pijace	Prodavnice
		n=10	n=8	n=19	n=7	n=11	n=6
Senzorna ocena	$\bar{x}$±sd	3,50±0,76	2,82±0,45	3,54±1,02	3,79±0,60	3,01±1,15	3,29±0,74
	iv	1,94-4,43	2,28-3,43	1,77-4,95	3,14-4,39	1,24-4,43	2,09-4,11
	CV (%)	21,71	15,96	28,81	15,83	38,21	22,49

Rezultati su prikazani kao srednja vrednost ponderisane sredine±standardna devijacija.
Legenda: sd-standardna devijacija, iv- interval varijacije, CV-koeficijent varijacije.

Prosečno najniža ponderisana srednja ocena izračunata je za zrele sireve u salamuri kupljene u prodavnicama, dok su mladi sirevi kupljeni u prodavnicama imali višu prosečnu ponderisanu srednju ocenu (Tabela 34). Ova uočena razlika u ponderisanim srednjim ocenama između mladih i zrelih sireva iz prodavnica može biti posledica nepravilnosti tokom procesa zrenja i skladištenja zrelih sireva. Mladi sirevi, koji prolaze kratak period zrenja su manje podložni

negativnim promenama, imaju svežiji ukus i miris, dok zreli sirevi koji su prošli duži period zrenja mogu pokazivati znakove mikrobioloških problema, usled nepridržavanja higijenskih praksi tokom proizvodnje i skladištenja. Proces zrenja, ako nije pravilno kontrolisan, može izazvati razgradnju masti i proteina, što dovodi do stvaranja slobodnih masnih kiselina, aminokiselina i amina, koji dovode do pojave neprihvatljivih mirisa i ukusa, što smanjuje ocenu senzornih svojstava proizvoda.

Posmatrano po kategorijama ispitivanih sireva vrlo dobar kvalitet ($3,5 < \text{ocena} \leq 4,5$) imalo je ukupno 33,33% zrelih sireva, a nijedan nije ocenjen odličnim kvalitetom koji definiše pozitivna svojstva bez nedostataka (ocena > 4,5). Veoma loš (ocena <1,5) i loš kvalitet ($1,5 < \text{ocena} \leq 2,5$) imalo je ukupno 22,23% zrelih sireva. Većina (66,67%) sireva ocenjenih vrlo dobrom ocenom su poreklom sa pijaca, što govori da su proizvedeni u domaćinstvima, a podjednako su zastupljeni punomasni i polumasni sirevi sa većim sadržajem soli (1,01-5,43%). Poređenjem sa rezultatima instrumentalnih metoda (kolorimetrija i TPA) utvrđeno je da sirevi koji su imali vrlo dobar senzorni kvalitet imaju više vrednosti za žutu boju i više vrednosti tvrdoće, što je u skladu sa osobinama sireva koji imaju duže zrenje (El-Nimr et al., 2010).

Kada su u pitanju mladi sirevi senzorni panel je takođe bolje ocenio sireve kupljene na pijacama, ocenivši 26,92% sireva odličnom ocenom, dok je samo jedan uzorak kupljen u prodavnici ocenjen odličnom ocenom. Među njima dominiraju polumasni (71,43%), manje slani sirevi (0,14-1,25% NaCl), u kojima dominira negativno područje parametra boje a* (zelena boja), iako nije utvrđeno da su ovi sirevi i svetliji (varijabilnost parametra L*). Takođe, instrumentalno izmerene vrednosti za tvrdoću variraju (910,60-1956,00 g) može se zaključiti da su u proseku ovi uzorci mekši, što je usaglašeno sa osobinama mladih sireva u salamuri koji imaju više vode. Sa druge strane, lošije ocenjeni uzorci pokazuju da se vrednosti parametra boje b* nalaze u žutom prostoru, izrazito su mekani i često okarakterisani kao lako lomljivi prema zapažanjima senzornog panela i imaju strani ukus i miris. Značajan zaključak ovog dela istraživanja je i da među mladim sirevima kupljenim u prodavnicama nije bilo uzoraka lošeg i veoma lošeg kvaliteta što se može objasniti primenom standardizovanih postupaka proizvodnje i primenom adekvatnih higijenskih mera u malim mlekarama. Viša zastupljenost sireva lošeg senzornog kvaliteta među sirevima kupljenim na pijacama (3/19, podatak nije prikazan) potencijalno ukazuje na loše higijenske uslove i nestandardizovane postupke proizvodnje što naglašava potrebu za poboljšanjem znanja malih proizvođača.

Sveži sirevi ocenjeni su sledećim ocenama: odličan (11,76%), vrlo dobar (25,53%), dobar (47,06%) i loš senzorni kvalitet (17,65%). Odličnog kvaliteta su bili punomasni sirevi sa malo soli (0,60 i 0,46% soli), dok su vrlo dobri polumasni malo slani sirevi (0,18-0,58% soli). Pomenuti uzorci kupljeni su na pijacama što govori da su proizvedeni u domaćistvima. Poređenjem sa rezultatima instrumentalnih metoda, utvrđeno je da su sirevi odličnog kvaliteta uglavnom svetliji sa većim udelom zelene boje. U uzorku čija je ponderisana srednja ocena 1,94, i koji je označen kao uzorak koji ima loš senzorni kvalitet, izmerena je visoka vrednost za boju u žutom delu spektra. Zapažanja senzornog panela ukazuju da je boja ovog uzorka bila „braonkasta“, a nepovoljnoj oceni doprinela je i prisutnost stranog mirisa. Uzimajući u obzir da je ovaj uzorak kupljen na pijaci može se zaključiti da je i u pogledu senzornog kvaliteta slično svojstvima kvaliteta razmatranim u prethodnim poglavljima uočena velika varijabilnost ovih sireva.

Može da se zapazi da su uzorci proizvedeni u domaćinstvima koji se prodaju na pijacama uglavnom prihvatljivijeg senzornog kvaliteta, što je najverovatnije povezano sa specifičnim senzornim svojstvima koje nastaju kombinacijom različitih ranije spomenutih faktora. Stoga bi unapređenja u sektoru individualnih proizvođača sireva potencijalno mogla da budu usmerena u pravcu očuvanja tradicionalnih postupaka proizvodnje sa fokusom na poboljšanje uslova

higijene, kako bi se redukovala nepoželjna mikrobiota koja svojom aktivnošću doprinosi nepoželjnim senzornim svojstvima sireva i može negativno da utiče na bezbednost proizvoda. Takođe, odgovarajuće obuke individualnih proizvođača u pogledu ključnih tehnoloških faza u proizvodnji sireva potencijalno bi pozitivno uticale na kvalitet proizvedenih sireva.

5.4.2. Sastav i svojstva kajmaka

Cilj ovog dela istraživanja bio je da se uporede fizičko-hemijska svojstva (a_w, pH, SM, MM, sadržaj soli, MSM i PSM), teksturalna i senzorna svojstva kvaliteta kajmaka proizvedenih u domaćinstavima, koji se uglavnom prodaju na pijacama, i kajmaka iz mlekara, koji se uglavnom distribuiraju kroz maloprodajne objekte, uzimajući u obzir razlike u sirovini, tehnologiji proizvodnje i uslovima zrenja i skladištenja. Za analizu dobijenih rezultata korišćen je matematički parametar poznat pod nazivom indeks ukupnog kvaliteta, koji objedinjuje sve ispitivane parametre u jednu sveobuhvatnu vrednost.

5.4.2.1. Fizičko-hemijska svojstva kajmaka

Karakteristike kvaliteta svežeg i zrelog kajmaka očekivano se razlikuju zbog dužine perioda zrenja. U skladu s tim, Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mleka propisuje različite minimalne vrednosti za ključne parametre kvaliteta, uključujući suvu materiju (SM), mlečnu mast u suvoj materiji (MSM), sadržaj soli i pH vrednost (Srbija, 2014). Primena klasifikacije iz Pravilnika o kvalitetu proizvoda od mleka može biti izazovna u praksi, posebno kada postoji varijabilnost u fizičko-hemijskim karakteristikama uzoraka, kao što je slučaj sa uzrocima kajmaka iz ovog istraživanja. Iako su ključni parametri kvaliteta jasno definisani (SM, MSM, sadržaj soli, pH), granične vrednosti mogu dovesti do toga da pojedini uzorci budu na prelazu između mladog i zrelog kajmaka. Na primer, 88,88% uzoraka može se svrstati u sveži kajmak, na osnovu pH vrednosti kajmaka. Većina uzoraka (66,67%) imala je SM ≥ 65%, a 97,67% ≥75 % (Prilog 9). Takođe, 11,11% uzoraka nije ispunilo minimalne zahteve za SM, a 2,78% nije imalo dovoljno veliki sadržaj MM u suvoj materiji, što ih je isključilo iz dalje analize. Ovi rezultati pokazuju da dosledna primena klasifikacije iz Pravilnika nije bila moguća, i da se mogu objasniti varijabilnošću sirovog mleka, tehnološkim parametrima, skladištenju ili brzinom mikrobioloških promena koji mogu uticati na klasifikaciju uzoraka. U prethodnim studijama Puđa et al. (2005) su ukazali na potrebu za detaljnijim razmatranjem zahteva pravilnika kao i eventualne izmene u skladu sa postojećim stanjem i potrebama.

U ispitivanim uzorcima kajmaka utvrđena je visoka varijabilnost većine ispitivanih komponenti hemijskog sastava (SM, MSM, so, pH, Tabela 35), pri čemu su posebno izražene oscilacije u sadržaju MM i P, što je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima koja su sprovedena ispitivanjem različitih uzoraka kajmaka sa tržišta (Mijačević & Babić, 1990; Dozet et al., 2004; Đerovski et al., 2006). Istraživanje sprovedeno u našoj zemlji pokazalo je da su najvarijabilnije komponente u kajmaku različitih proizvođača utvrđene za SM i P (Miočinović et al., 2011), što je usaglašeno sa rezultatima dobijenim za P, dok je SM pokazala manje varijacije (CV=8,31%, Tabela 35). Ove uočene razlike u sastavu kajmaka se mogu povezati sa sastavom sirovog mleka, koje zavisi od ishrane i načina uzgoja životinja (Trbović et al., 2017), nestandardizovanim postupkom proizvodnje (Puđa et al., 2008; Terzić-Vidojević et al., 2020) i uslovima zrenja kajmaka. Posebno je značajan uticaj temperature tokom zrenja kajmaka, jer je utvrđeno da se pri višim temperaturama zrenja smanjuje MM i P zbog lipolitičkih i proteolitičkih promena (Barać et al., 2022).

U formiranju teksture kajmaka sadržaj proteina u kajmaku ima suštinsku ulogu i povezan je sa postupkom proizvodnje, a naročito sa primenjenim termičkim tretmanom mleka (Radovanović M. et al., 2020). Isti autori utvrdili su da je smanjenje MM praćeno povećanjem sadržaja proteina, što je u saglasnosti sa dobijenim rezultatima ovog istraživanja (r=0,710).

Tabela 35. Pregled rezultata ukupnog kvaliteta uzoraka kajmaka, n=36.

	Senzorni kvalitet	Fizičko-hemijski kvalitet							Teksturalna svojstva				TQI
		a_w	pH	SM (%)	MM (%)	So (%)	P (%)	MSM (%)	PSM (%)	PL (g)	DP (mm)	AF (g)	
x_{sr}	3,46	0,92	5,68	66,55	57,64	1,00	5,59	86,31	8,59	99,37	9,88	26,98	
min	1,24	0,90	4,53	55,66	40,00	0,06	2,60	64,19	3,83	38,07	7,00	14,28	1,86
max	4,97	0,95	6,64	81,34	76,00	3,21	14,38	94,21	22,02	225,02	10,00	43,85	3,20
CV (%)	28,72	1,64	11,14	8,31	14,11	70,40	51,77	8,31	55,91	46,28	5,05	27,07	

Legenda: a_w-aktivnost vode; SM-suva materija; MM-mlečna mast; UP-ukupni proteini; MSM-mlečna mast u suvoj materiji; PSM-ukupni proteini u suvoj materiji; PL-tvrdoća; DP-deformacija na piku; AF-lepljivost/sila prijanjanja; TQI-ukupan indeks kvaliteta; CV-koeficijent varijacije.

Sadržaj soli je važna determinanta kvaliteta kajmaka (Srbija, 2014), zavisi od količine koja se dodaje tokom proizvodnje i pokazao je najvišu varijabilnost (CV=70,40%, Tabela 35) što je uporedivo sa ranijim istraživanjima koja su sprovedena u našoj zemlji (Vučić et al., 2006; Miočinović et al., 2011; Barać et al., 2022). Kao i u proizvodnji sireva, i u proizvodnji kajmaka veći sadržaj soli se koristi zbog konzervišućeg efekta i sa ciljem postizanja što veće održivosti proizvoda tokom zrenja i/ili skladištenja.

U formiranju pH vrednosti kajmaka ključnu ulogu imaju prisutne autohtone BMK, a naročito ambijentalna mikrobiota imajući u vidu da se kajmak proizvodi od mleka koje je podvrgnuto intenzivnoj termičkoj obradi (Đerovski et al., 2006; Joković et al., 2008). Mladi kajmak neposredno nakon proizvodnje ima relativno visoku pH vrednost, blisku pH vrednosti mleka, dok tokom zrenja dolazi do opadanja usled aktivnosti prisutne mikrobiote. Dobijeni rezultati ovog istraživanja pokazuju da se pH vrednost kretala od 4,53 do 6,64 (CV=11,14%, Tabela 35). Istovremeno, pH vrednosti dobijene u uzorcima kajmaka koji se prodavao na pijacama, a uglavnom proizvodio u domaćinstvima su bile značajno veće od pH vrednosti uzoraka kajmaka iz prodavnica ($p<0,05$, Tabela 36). Više pH vrednosti kajmaka proizvedenog u domaćinstvu ukazuju da se u tim uslovima većim delom proizvodi mladi kajmak, dok se u mlekara prerađuje veća količina mleka, pa se i proizvod odlikuje dužim periodom zrenja i skladištenja što se odražava na nižu pH vrednost. Takođe, uočena je značajno veća vrednost prosečnog sadržaja proteina u uzorcima sa pijaca, u odnosu na uzorke iz prodavnica ($p<0,05$, Tabela 36). Evidentno je da i ovi rezultati ukazuju na nedostatak standardizacije tehnološkog postupka proizvodnje kajmaka koji se odražava i na sastav proizvoda.

Tabela 36. Pregled svojstava kvaliteta kajmaka u odnosu na mesto prodaje, n=36.

Mesto prodaje	n	Senzorna ocena	Fizičko-hemijski kvalitet								Teksturalna svojstva		
			a_w	pH	SM (%)	MM (%)	So (%)	P (%)	MSM (%)	PSM (%)	PL (g)	DP (mm)	AF (g)
Pijaca	18	3,73 ±0,90[a]	0,93 ±0,02	5,98 ±0,49[a]	67,27 ±4,20	57,89 ±5,50[b]	0,97 ±0,68	6,46 ±2,86[a]	86,01 ±5,25[b]	9,67 ±4,40[a]	99,25 ±44,30	9,79 ±0,70	26,78 ±6,59
Prodavnica	13	2,93 ±0,69[b]	0,92 ±0,02	5,13 ±0,43[b]	68,86 ±4,99	63,00 ±4,97[a]	1,02 ±0,80	3,10 ±0,45[b]	91,48 ±2,50[a]	4,51 ±0,56[b]	116,17 ±46,77	9,98 ±0,06	29,28 ±7,94

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost±standardna devijacija, n=31. Srednje vrednosti u istoj koloni sa različitim slovima se značajno razlikuju ($p < 0,05$).

Legenda: a_w-aktivnost vode; SM-suva materija; MM-mlečna mast; P-ukupni proteini; MSM-mlečna mast u suvoj materiji; PSM-ukupni proteini u suvoj materiji; PL-tvrdoća; DP-deformacija na piku; AF-lepljivost/sila prijanjanja.

Tabela 37. Uporedni prikaz svojstava kvaliteta različitih grupa kajmaka, n=36.

Grupa	Grupni interval prema TQI	n	Senzorna ocena	Fizičko-hemijski kvalitet								Teksturalna svojstva		
				a_w	pH	SM (%)	MM (%)	So (%)	P (%)	MSM (%)	PSM (%)	PL (g)	DP (mm)	AF (g)
I	1,86-2,08	4	4,13 ±0,44[a]	0,93 ±0,00	6,17 ±0,24[a]	67,48 ±1,96	53,75 ±4,92[b]	0,88 ±0,38	10,45 ±2,94[a]	79,55 ±5,00[c]	15,58 ±4,82[a]	74,95 ±15,66[b]	9,25 ±1,50	23,96 ±3,24
II	2,09-2,31	3	4,07 ±0,50[a]	0,91 ±0,02	5,77 ±0,72[bc]	64,50 ±3,69	54,67 ±1,15[ab]	1,21 ±0,31	7,20 ±1,28[b]	84,87 ±2,98[bc]	11,12 ±4,82[ab]	89,28 ±16,32[ab]	9,93 ±0,12	26,06 ±2,89
III	2,32-2,54	5	3,97 ±1,15[ab]	0,94 ±0,01	5,94 ±0,47[b]	68,52 ±5,33	61,00 ±5,83[a]	0,69 ±0,46	4,99 ±0,66[bc]	88,93 ±2,44[ab]	7,37 ±4,82[bc]	92,73 ±39,00[ab]	9,96 ±0,05	25,15 ±5,67
IV	2,55-2,77	5	3,18 ±0,83[bc]	0,93 ±0,01	6,03 ±0,67[b]	69,39 ±6,35	60,60 ±7,16[a]	1,22 ±1,20	5,11 ±1,39[bc]	87,23 ±4,26[b]	7,43 ±4,82[bc]	85,66 ±39,47[b]	9,96 ±0,09	24,20 ±7,61
V	2,78-3,00	8	3,02 ±0,70[c]	0,92 ±0,02	5,06 ±0,50[c]	68,51 ±5,73	63,50 ±5,58[a]	0,66 ±0,24	3,06 ±0,33[c]	92,67 ±0,51[a]	4,48 ±4,82[c]	108,05 ±31,20[ab]	9,99 ±0,04	28,98 ±6,40
VI	3,01-3,23	6	2,79 ±0,77[c]	0,92 ±0,02	5,35 ±0,33[bc]	67,49 ±2,07	61,00 ±2,00[a]	1,46 ±0,98	3,05 ±0,48[c]	90,41 ±2,30[ab]	4,52 ±4,82[c]	162,14 ±54,37[a]	9,95 ±0,12	35,01 ±8,41

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost±standardna devijacija, n=31. Srednje vrednosti u istoj koloni sa različitim slovima se značajno razlikuju ($p < 0,05$).

Legenda: a_w-aktivnost vode; SM-suva materija; MM-mlečna mast; P-ukupni proteini; MSM-mlečna mast u suvoj materiji; PSM-ukupni proteini u suvoj materiji; PL-tvrdoća; DP-deformacija na piku; AF-lepljivost/sila prijanjanja; TQI- ukupan indeks kvaliteta.

5.4.2.2. Teksturalna svojstva kajmaka

Analiza teksture kajmaka obuhvatila je određivanje ukupno tri svojstva (tvrdoća, deformacija na piku i lepljivost/sila prijanjanja) primenom testa sa jednim kompresionim ciklusom. Rezultati su prikazani tabelarno (Tabela 36, Tabela 37, Prilog 9).

Mladi kajmak karakteriše meka, kremasta, lisnata struktura i dobra mazivost. Tokom zrenja struktura kajmaka se menja i nastaje proizvod zrnaste strukture i bolje mazivosti kao rezultat kontinuiteta rasta masne faze, gubitka vode i proteolitičkih promena (Puđa et al., 2008; Miočinović et al., 2011). Svojstva teksture, slično ostalim svojstvima kvaliteta kajmaka zavise od primenjenog tehnološkog postupka proizvodnje, hemijskog sastava i uslova zrenja (Vukić et al., 2022).

Dobijeni rezultati pokazuju visoku varijabilnost tvrdoće kajmaka (CV=46,28%, Tabela 35). Uticaj MM i SM na tvrdoću kajmaka utvrđen je u različitim istraživanjima (Miočinović et al., 2011; Vukić et al., 2022). Utvrđena je pozitivna korelacija tvrodoće sa MM (r=0,319), MSM (r=0,489) kao i negativna korelacija sa P (r= -0,487), što se može potencijalno objasniti biohemijskim promenama tokom zrenja koje dovode do nastajanja mekše teksture (Miočinović et al., 2011).

U pogledu sile prijanjanja kajmaka takođe se može uočiti visoka varijabilnost (CV=27,07%, Tabela 35). Pomenuto svojstvo teksture bilo je u pozitivnoj korelaciji sa MM (r=0,206), dok je negativna korelacija utvrđena u pogledu P (r=-0,398) (podaci nisu prikazani). Dobijeni rezultati uporedivi su sa zaključcima da postoji pozitivna korelacija između MM i sile prijanjanja u proizvodima sa višim sadržajem MM, kao što je maslac (Pădureţ, 2021), dok su neka istraživanja svojstava teksture svežeg sira pokazala suprotnu relaciju (Chakraborty et al., 2021).

Primenjena ANOVA pokazala je da nisu utvrđene statistički značajne razlike u pogledu teksture kajmaka kupljenih na pijacama koji se najčešće proizvode u domaćinstvima i kajmaka kupljenih u maloprodajnim radnjama koji se proizvode u malim mlekarama, iako prosečno mekšu, maziviju teksturu imaju uzorci kajmaka poreklom sa pijaca (Tabela 36, Prilog 9).

5.4.2.3. Senzorna svojstva kajmaka

Na osnovu ocena senzornog panela za izgled, miris, ukus i teksturu ispitivanih uzoraka, izračunata je srednja ocena koja izražava ukupan kvalitet proizvoda. Rezultati su prikazani u tabelarno (Tabela 35).

Ponderisana ocena senzornog kvaliteta kajmaka kretala se od 1,24 do 4,97 (Tabela 35). Ukupno 12,91% je ocenjeno kao odličan, 41,94% kao vrlo dobar, 25,81% kao dobar, a 19,36% kao loš kvalitet, a nijedan nije dobio veoma lošu ocenu. Niže ocene mogu se objasniti nestandardizovanim uslovima proizvodnje, kao i mogućom kontaminacijom tokom zrenja i skladištenja. Može da se uoči da su uzorci kajmaka proizvedeni u domaćinstvima bolje ocenjeni u odnosu na uzorke kajmaka koji su proizvedeni u malim mlekarama (Prilog 9). Jedan od razloga boljih senzornih ocena kajmaka iz domaćinstava može biti i to što su ovo bili uglavnom uzorci mladog kajmaka, koji nije prošao period zrenja i skladištenja. Tokom zrenja i skladištenja mogu se razviti i postati izraženije senzorne mane kajmaka, koje potencijalno nastaju usled kontaminacije i loših higijenskih uslova tokom proizvodnje (Đerovski et al., 2006). S obzirom na to da su uzorci kajmaka iz malih mlekara uglavnom bili uzorci zrelog kajmaka, prisustvo mana bilo je vidljivije, što je dovelo do nižih senzornih ocena. Đerovski i sar. (2006) su ispitivanjem kajmaka sa tržišta takođe ustanovili veoma loš senzorni kvalitet proizvoda a kao razlog navode nekontrolisane higijenske uslove.

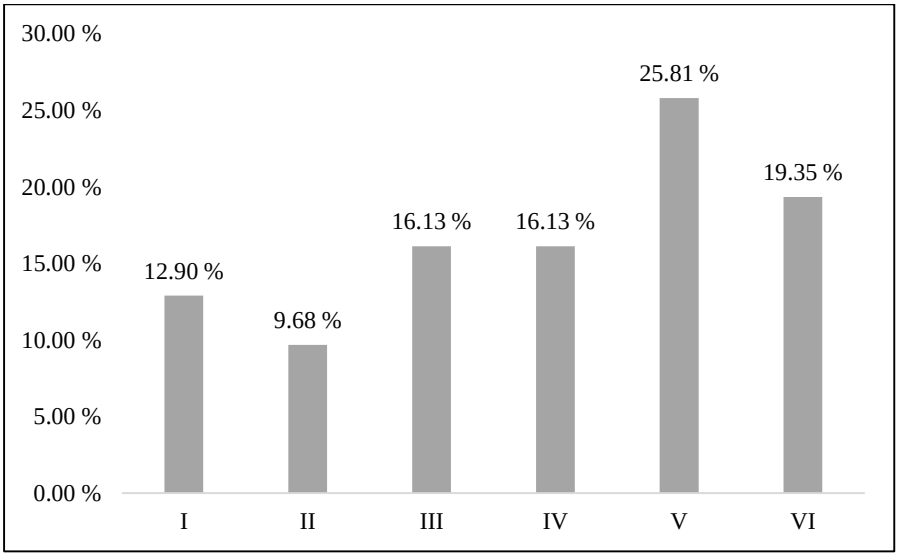
Pored toga, u pojedinim uzorcima kajmaka primećeni su strani ukusi koji ukazuju na moguće falsifikovanje kajmaka dodavanjem margarina, kao i strani miris/ukus i netipična struktura, što može biti posledica falsifikovanja i/ili kontaminacije. Najčešći način falsifikovanja sira i kajmaka je dodavanje životinjskih (svinjska) i biljnih (palmino ulje, margarin) masti radi smanjenja troškova proizvodnje i povećanja prinosa (Juárez-Barrientos et al., 2019; Radovanović M. et al., 2023),

pogotovo kod tradicionalnih proizvoda koji zbog svojih senzornih i nutritivnih karakteristika imaju visoku tržišnu cenu.

Statistički značajna pozitivna korelacija utvrđena je između rezultata senzornog kvaliteta i pH vrednosti, sadržaja PSM (r=0,516) i P (r=0,538). Dobijeni rezultati pokazuju da na senzorna svojstva kajmaka značajan uticaj ima proteinski profil kajmaka, biohemijske promene koje dovode do promena pH vrednosti, kao i sadržaj vode.

5.4.2.4. Indeks ukupnog kvaliteta kajmaka

Da bi se ocenio ukupan kvalitet ispitivanih uzoraka kajmaka izračunat je indeks ukupnog kvaliteta. Na osnovu dobijenih rezultata uzorci kajmaka svrstani su u šest grupa na način koji je opisan u potpoglavlju 4.4.2. Dobijeni rezultati prikazani su tabelarno (Tabela 37) i grafički (Grafikon 9).



Grafikon 9. Relativne frekvencije kajmaka klasifikovanih u grupe prema TQI (I-VI, najbolji kvalitet - najlošiji kvalitet).

Važan zaključak ovog dela istraživanja je da su uzorci na najboljim TQI (1,86-2,08, Tabela 37) poreklom sa pijaca, što upućuje na to da su oni proizvedeni u domaćinstvima (Prilog 9). Ovi uzorci su imali veći sadržaj proteina, dok su sadržaj MM i MSM bili niži (Tabela 37). Statistički značajne razlike između šest grupa kajmaka utvrđene su i u pogledu pH vrednosti, koja je bila veća u najbolje rangiranim uzorcima (5,99–6,44) u odnosu na najlošije rangirane uzorke (4,84–5,75) (Tabela 37). Takođe, uočava se da je u pogledu svojstava teksture najviša vrednost za tvrdoću utvrđena u najlošije rangiranim uzorcima (V i VI grupa, Tabela 37), a da u pogledu ostalih ispitivanih teksturalnih svojstava nije uočena slična relacija, iako su najveće vrednosti za silu prijanjanja utvrđene u dva od šest najlošije ocenjenih uzoraka (Tabela 37, Prilog 9).

Iz rezultata ovog dela istraživanja, može da se zaključi da je bolji kvalitet kajmaka povezan sa pH vrednostima koje su bliže neutralnom (pH=7), višim sadržajem ukupnih proteina, manjim sadržajem mlečne masti i vode i umerenim sadržajem soli. Takođe, uzorci sa bolji TQI pokazali su niže vrednosti za tvrdoću i silu prijanjanja, što ukazuje na specifičnosti procesa proizvodnje i uslova tokom zrenja i skladištenja (Prilog 9).

5.5. Mikrobiološki kvalitet proizvoda od mleka

Mikrobiološki kvalitet proizvoda od mleka zavisi od različitih faktora uključujući kvalitet sirovog mleka, primenjeni režim termičke obrade mleka (ukoliko se primenjuje), tehnološki postupak proizvodnje, mikrobiotu iz mleka i okruženja (Bintsis & Papademas, 2002) i brojne druge činioce (Cummings et al., 2012; Costanzo et al., 2020). Kako bi se sagledali uslovi higijene hrane tokom proizvodnje, čuvanja i distribucije hrane proizvedene u sektoru malih proizvođača, od velikog značaja

je mikrobiološko ispitivanje proizvoda (Nyamakwere et al., 2021), koje je sprovedeno u ovom istraživanju.

5.5.1. Prisustvo patogenih mikroorganizama u sirevima i kajmaku

Ni u jednom od 302 ispitivanih uzoraka sira i kajmaka nije utvrđeno prisustvo *Salmonella* spp., što ukazuje da su svi uzorci bili usaglašeni sa kriterijumom bezbednosti hrane, koji primenjuje princip nulte tolerancije za proizvode od termički tretiranog ili sirovog mleka (Srbija, 2010a). Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima sprovedenim u našoj zemlji kada ova patogena bakterija nije nađena u zanatskim sirevima od sirovog mleka (Mladenović et al., 2018) i kajmaku (Đerovski et al., 2006). Dobijeni rezultati su u saglasnosti i sa rezultatima različitih istraživanja sprovedenim u Brazilu (Andretta et al., 2019), Italiji (Costanzo et al., 2020), Poljskoj (Stefanou et al., 2022), Kanadi (Ganz et al., 2020) i Ujedinjenom Kraljevstvu (Willis et al., 2022) u kojima prisustvo *Salmonella* spp. u sirevima takođe nije utvrđeno. Za razliku od spomenutih istraživanja, 36% uzoraka proizvoda od mleka sa otvorenih pijaca i iz lokalnih prodavnica u Mađarskoj bilo je kontaminirano *Salmonela* spp. sa najvišim nivoom kontaminacije u svežem siru (3 log cfu/g) (Laslo & György, 2018). Podaci iz literature pokazuju da su sirevi od sirovog mleka češće bili kontaminirani ovom patogenom bakterijom (Silva F. & Gibs, 2012), ali se kontaminacija u pasterizovanim proizvodima takođe ne može zanemariti (Olsen et al., 2004). Imajući u vidu da se sirevi svrstavaju u hranu spremnu za konzumiranje i da infektivna doza *Salmonella* spp. može da bude veoma niska (van Duynhoven et al., 2009) primena strogih higijenskih i proizvodnih postupaka u sektoru malih prerađivača mleka je neophodna.

U jednom uzorku sira od sirovog mleka (1,26%) i u pet uzoraka (4,5%) kajmaka detektovana je *L. monocytogenes* (Tabela 38). Uzimajući u obzir kriterijum bezbednosti hrane koji se primenjuje za potrebe monitoringa bezbednosti hrane životinjskog porekla, za koji je predviđeno uzorkovanje jedne jedinice uzorka i koji definiše odsustvo *L. monocytogenes* (Srbija, 2023b), rezultat za uzorak sira od sirovog mleka u okviru ovog istraživanja je neusaglašen. Ovaj pravilnik o monitoringu ne definiše kriterijum koji se odnosi na ovu bakteriju za druge proizvode od mleka, kao što je kajmak. Sa druge strane primena kriterijuma bezbednosti hrane koji definiše dve mogućnosti za hranu koja podržava rast ove bakterije, i to odsustvo u 25g dok je hrana pod kontrolom subjekta u poslovanju sa hranom koji je proizveo ili maksimalno 10^2 cfu/g na kraju roka trajanja (Srbija, 2010a). Ako pretpostavimo da se kajmak prodaje na pijacama sa veoma kratkim periodom zrenja, bez pakovanja i sa prodajom na meru, trenutak prodaje može se smatrati finalnom fazom u procesu proizvodnje. U tom slučaju, primenjuje se kriterijum koji zahteva odsustvo *L. monocytogenes* u 25 g proizvoda. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je *L. monocytogenes* detektovan u ukupno 5 uzoraka kajmaka, što ukazuje na neispunjavanje kriterijuma bezbednosti hrane. Ipak, treba napomenuti da bi za potvrdu ovih rezultata bilo potrebno uzorkovati pet jedinica uzoraka, što nije sprovedeno u ovom istraživanju.

Različita istraživanja sprovedena u Brazilu (Andretta et al., 2019), Sloveniji (Torkar & Teger, 2006), Italiji (Costanzo et al., 2020) i Poljskoj (Stefanou et al., 2022) nisu utvrdila prisustvo ove patogene bakterije u sirevima od sirovog mleka, dok su Willis i sar. (Willis et al., 2022) utvrdili nisku prevalenciju *L. monocytogenes* u ovim proizvodima. Poznato je da je sirovo mleko vektor za unošenje *L. monocytogenes* u objekte za preradu (Ribeiro et al., 2023). Međutim, perzistentnost ove patogene bakterije u objektima za preradu mleka i maloprodaji je dobro dokumentovana (Sauders et al., 2009; Fox E. et al., 2011), pri čemu se može naći kako na površinama koje nisu u direktnom kontaktu sa hranom, kao što su zidovi i podovi, tako i na površinama koje dolaze u direktan kontakt sa hranom (Kara & Aslan, 2021). Sve ovo izaziva zabrinutost zbog moguće kontaminacije duž lanca snabdevanja mlečnim proizvodima, posebno u uslovima tradicionalne proizvodnje. Uzimajući u obzir da se kajmak proizvodi od termički tretiranog mleka, rezultati ovog istraživanja koji pokazuju prisustvo *L. monocytogenes* (Tabela 38), ukazuju na naknadnu kontaminaciju proizvoda mikroorganizmima iz okruženja.

Tabela 38. Pregled uzoraka proizvoda od mleka kontaminiranih sa *Listeria* spp.

Vrsta proizvoda od mleka i šifra	***Listeria* spp. (utvrđivanje prisustva)**	***E. coli* log cfu/g**	**KPS log cfu/g**	**Kvasci i plesni log cfu/g**
Kajmak, K1	*L. monocytogenes*	4,08	< 1	4,79
Kajmak, K2	*L. monocytogenes* *L. innocua*	< 1	< 1	2,43
Kajmak, K3	*L. monocytogenes* *L. ivanovii*	3,00	< 1	3,08
Kajmak, K4	*L. monocytogenes*	< 1	< 1	3,85
Kajmak, K5	*L. monocytogenes*	2,81	< 1	4,88
Kajmak, K6	*L. innocua*	4,23	< 1	5,00
Kajmak, K7	*L. innocua*	4,23	< 1	4,47
Kajmak, K8	*L. innocua*	2,60	< 1	5,51
Sir od sirovog mleka, C1	*L. monocytogenes*	4,62	< 1	N/A
Sir od termički tretiranog mleka, C2	*L. innocua*	4,75	< 1	5,48

Kontaminacija drugim *Listeria* vrstama, osim *L. monocytogenes* može da bude pokazatelj loših uslova higijene hrane (Akrami-Mohajeri et al., 2018) i prethodila je epidemiji listerioze u kojoj je obolelo trinaest osoba u više saveznih država SAD 2021. godine (Palacios et al., 2022). U ovom istraživanju, *L. innocua* je izolovana iz jednog svežeg sira od sirovog mleka i četiri uzorka kajmaka, a *L. ivanovii* je utvrđena u jednom uzorku kajmaka (Tabela 38). Prisustvo *L. innocua* u tradicionalnim sirevima utvrđeno je u Iranu (Akrami-Mohajeri et al., 2018) i Portugaliji (Pintado et al., 2005), u sirevima iz maloprodaje u Grčkoj (Angelidis et al., 2012), kao i u mlekarama u Brazilu (Silva I. et al., 2003). Iako se smatra da *L. innocua* nije patogena bakterija koja izaziva oboljenja kod ljudi, skorašnja istraživanja ukazuju na pojavu atipičnih hemolitičkih virulentnih sojeva u hrani što povećava zabrinutost za bezbednost hrane i javno zdravlje (Moura et al., 2019; Fusco et al., 2020).

Iako se mikroorganizmi indikatori higijene i kvarenja hrane ne mogu smatrati direktnim pokazateljem prisustva *Listeria* spp., dobijeni rezultati pokazuje da je u 50% uzoraka proizvoda od mleka u kome je utvrđeno prisustvo *Listeria* spp. (uključujući i *L. monocytogenes*) bio povišen nivo *E. coli* i kvasaca i plesni (Tabela 38), što ukazuje na opšti nedostatak odgovarajuće prakse higijene u kratkom lancu snabdevanja.

5.5.2. Serotipovi izolata *L. monocytogenes* izolovanih iz sireva i kajmaka

Molekularna serotipizacija izolata *L. monocytogenes* izvršena je prema prethodno objavljenoj metodi (Doumith et al., 2004). Analiza šest izolata bakterija *L. monocytogenes,* izolovanih iz jednog uzorka sira i pet uzoraka kajmaka, pokazala je da većina sojeva (n=4) pripada serotipovima grupe 3 (1/2b, 3b i 7), dok dva izolata pripadaju serotipovima grupe 1 (1/2a i 3a) (Tabela 40). Serotipovi grupe 3 su deo linije I, dok serotipovi grupe 1 pripadaju liniji II. Serotip 1/2a identifikovan je kao uzročnik epidemija izazvanih sirevima u SAD (Jackson et al., 2011), Austriji i Nemačkoj (Fretz et al., 2010), Švedskoj (Carrique-Mas et al., 2003), Japanu (Makino et al., 2005). Kontaminacija dinja serotipovima 1/2a i 1/2b izazvala je jednu od najvećih epidemija listerioze u SAD (McCollum et al., 2013), koji su izolovani i iz turskih mlečnih proizvoda uključujući bele sireve i turski kajmak (Kevenk & Terzi Gulel, 2016). Uzimajući u obzir da su sojevi iz serogrupa 1 i 3 u prošlosti bili uzrok trovanja, prisustvo ovih izolata u mlečnim proizvodima u Srbiji naglašava stalnu potrebu za praćenjem prisustva *L. monocytogenes* u lancu hrane.

5.5.3. Antimikrobna rezistencija izolata *L. monocytogenes* izolovanih iz sireva i kajmaka

Rezultati dobijeni ispitivanjem antimikrobne rezistencije šest izolata *L. monocytogenes* prikazani su tabelarno (Tabela 39). Svi testirani izolati bili su osetljivi na TET i VAN, većina je pokazala osetljivost na GEN (83%), TRS (83%), CTA (50%) i PEN (67%).

Tabela 39. Rezistencija na antibiotike sojeva *L. monocitogenes* (n=6) izolovanih iz sira i kajmaka.

Antibiotik	Oznaka (µg/disk[1)])	n (%)		
		Otporan	Intermedijerno osetljiv	Osetljiv
Cefotaksim[2)]	CTA (5 µg)	2 (33)	1 (17)	3 (50)
Klindamicin[2)]	CLI (2 µg)	2 (33)	3 (50)	1 (17)
Gentamicin[2)]	GEN (10 µg)	1 (17)	0	5 (83)
Oxacilin[2)]	OXA (1 µg)	6 (100)	0	0
Penicilin G[3)]	PEN (10 IU)	0	2 (33)	4 (67)
Tetraciclin[2)]	TET (30 µg)	0	0	6 (100)
Trimetoprim+Sulfametoksazol [3)]	TRS (25 µg)	1 (17)	0	5 (83)
Vankomicin[4)]	VAN (5 µg)	0	0	6 (100)

[1)]Koncentracija diska sa penicilinom izražena je u internacionalnim jedinicama (IU);
[2)]Primenjen je kriterijum za stafilokoke prema (CLSI, 2012, 2014);
[3)] Primenjen je kriterijum za *L. monocytogenes* prema (EUCAST, 2015);
[4)] Rezultati su za *Listeria* spp. procenjeni su u skladu sa Dalynn Biologicals (Calgari, AB, Canada).

Utvrđeno je da je *L. monocytogenes* osetljiva na većinu antibiotika koji se koriste u lečenju infekcija izazvanih sa Gram pozitivnim bakterijama (Morvan et al., 2010). Iako podaci iz literature pokazuju da mikroorganizmi iz roda *Listeria* imaju sposobnost da brzo razviju rezistenciju na antibiotike, podaci o stečenoj rezistentnosti ovih bakterija su retki (Luque-Sastre et al., 2018). Većina sojeva *L. monocytogenes* izolovanih iz ispitivanih mlečnih proizvoda bila je osetljiva na PEN i GEN (Tabela 39). Kao što je ranije napomenuto lečenje humane listerioze sprovodi se kombinovanom primenom β-laktamskih antibiotika (ampicilin-AMP ili PEN) i aminoglikozida (GEN), dok se TRS koristi u terapiji osoba osetljivih na druge grupe lekova (Luque-Sastre et al., 2018; Olaimat et al., 2018). Rezistencija na TET je najčešća osobina otpornosti kod *L. monocytogenes* izolovane iz hrane i povezana je sa nekoliko klasa gena otpornosti (*tet*S, *tet*M i *tet*L) (Charpentier & Courvalin, 1999). Međutim, u našem istraživanju svi ispitivani sojevi bili su osetljivi na ovu grupu antibiotika (Tabela 39), a nisku rezistenciju na *L. monocytogenes* na TET utvrdili su i drugi autori (Arslan & Özdemir, 2008). Rezultati su takođe uporedivi sa rezultatima australijskog istraživanja, kada je svih sto izolata *L. monocytogenes* izolovanih iz različitih vrsta prehrambenih proizvoda (proizvoda od mesa i mleka, povrća, plodova mora) i okruženja u mlekarama bilo osetljivo na TET (Wilson et al., 2018).

Niska prevalencija rezistentnih sojeva utvrđena je u istraživanju sprovedenom u Brazilu kada je 100% izolata bilo osetljivo na AMP, PEN, GEN kao i TRS (Haubert et al., 2016). Visoka prevalencija sojeva osetljivih na GEN utvrđena je u izolatima *L. monocytogenes* iz mleka i proizvoda od mleka u Iranu (Rahimi et al., 2010b), što je uporedivo sa dobijenim rezultatom iz ovog istraživanja. Intermedijerna rezistencija utvrđena je za CLI (linkozamid; 50%), PEN (33%) i CTA (17%) (Tabela 39), što je uporedivo sa osetljivošću izolata poreklom iz okruženja u studiji sprovedenoj u SAD (Jorgensen et al., 2021).

Svi ispitivani sojevi (100%) su posedovali otpornost na OXA slično rezultatima istraživanja u Brazilu (Harakeh et al., 2009), što se može objasniti prirodnom otpornošću listerija na β-laktamske antibiotike (Hof et al., 1997). Svi ispitivani sojevi pokazali su osetljivost na VAN slično rezultatima dobijenim u različitih istraživanjima (Filiousis et al., 2009; Harakeh et al., 2009; Rahimi et al., 2010b; Kovačević et al., 2013).

Važan nalaz u ovom istraživanju jesu multirezistentni sojevi *L. monocytoges* koji su otporni na dva ili više antibiotika (50%) (Tabela 40), slično nalazima iz drugih studija (Haubert et al., 2016; Akrami-Mohajeri et al., 2018). Zato su neophodna dalja istraživanja posvećena proizvodima od mleka iz kratkog lanca snabdevanja u pogledu učestalosti kontaminacije ovim patogenom, sa posebnim osvrtom na antimikrobnu rezistenciju potencijalnih izolata kako bi se sagledali rizici povezani sa zdravljem potrošača.

Tabela 40. Antimikrobna rezistencija različitih serotipova *L. monocytogenes* izolovanih iz sira i kajmaka.

Vrsta proizvoda od mleka i šifra	Grupa ili serotip	AMR[1)] profil							
		CTX	CLI	GEN	OXA	PEN	TET	TRS	VAN
Kajmak, K1	Grupa 3 (1/2b, 3b, 7)	S	I	S	R	I	S	S	S
Kajmak, K2	Grupa 3 (1/2b, 3b, 7)	R	R	R	R	I	S	R	S
Kajmak, K3	Grupa 1 (1/2a, 3a)	R	I	S	R	S	S	S	S
Kajmak, K4	Grupa 3 (1/2b, 3b, 7)	I	I	S	R	S	S	S	S
Kajmak, K5	Group 3 (1/2b, 3b, 7)	S	S	S	R	S	S	S	S
Raw milk cheese, C1	Grupa 1 (1/2a, 3a)	S	R	S	R	S	S	S	S

[1)]AMR, antimikrobna rezistencija, S, osetljiv (engl. susceptible), I, intermedijerno osetljiv (engl. intermediate), R, otporan (engl. resistant).

5.5.4. Indikatori higijene i kvarenja u sirevima i kajmaku

Koagulaza pozitivne stafilokoke (KPS) i *E. coli* smatraju se pokazateljima higijene u različitim fazama proizvodnje, prerade i prometa hrane i mogu biti pokazatelji efikasnosti postupaka koje subjekti u poslovanju hranom sprovode u okviru planova samokontrole (EC, 2005; Srbija, 2011c). Sadašnji propisi EU i Srbije sadrže kriterijume higijene procesa za sireve od termički obrađenog mleka. Za *E. coli* i koagulaza pozitivne stafilokoke, granice su postavljene na najviše 10^3 cfu/g u 2 od 5 uzoraka. U siru dobijenom od sirovog mleka, granica ne sme da pređe 10^5 cfu/g koagulaza pozitivnih stafilokoka u 2 od 5 uzoraka. U postojećim propisima za sireve od sirovog mleka ne postoje kriterijumi za *E. coli*, kao što je slučaj sa sirevima od pasterizovanog mleka (Srbija, 2010a). U Republici Srbiji primenjuju se i odredbe Pravilnika o utvrđivanju programa monitoringa bezbednosti hrane koji se donosi za svaku godinu u kome su specificirani mikrobiološki kriterijumi koji se primenjuju za hranu životinskog porekla iz maloprodajnih objekata i otvorenih pijaca uključujući i mleko i proizvode od mleka (Srbija, 2023b).

U različitim zemljama postoje različiti pristupi koji se odnose na mikrobiološke kriterijume za nivo *E. coli* u ovim proizvodima. Agencija za zdravstvenu zaštitu Ujedinjenog Kraljevstva (HPA) klasifikuje nivoe *E. coli* < 20 cfu/g kao granične i > 100 cfu/g kao nezadovoljavajuće za svu RTE hranu uzorkovanu na prodajnom mestu (HPA, 2009).

Rezultati dobijeni mikrobiološkim ispitivanjima proizvoda od mleka u pogledu nivoa indikatora higijene i kvaranja hrane prikazani su tabelarno (Tabela 41). Mikrobiološki kvalitet proizvoda ocenjen prema mikrobiološkim kriterijumima (Tabela 5), prikazan je tabelarno (Tabela 42).

5.5.4.1. Kontaminacija sireva i kajmaka koagulaza pozitivnim stafilokokama (KPS)

Dobijeni rezultati pokazuju da 86% uzoraka sireva od sirovog mleka i 98% uzoraka sireva od pasterizovanog mleka ima nivoe KPS ispod nivoa kvantifikacije (<1 log cfu/g) (Tabela 41). Interval varijacije KPS u sirevima bio je između 1,00 i 5,30 log cfu/g koji je utvrđen u siru od sirovog mleka. Ovako veliki nivo varijabilnosti je u saglasnosti sa ranije objavljenim rezultatima (Little et al., 2008). Očekivano, sirevi od sirovog mleka imali su imali viši nivo kontaminacije u odnosu na sireve od pasterizovanog mleka ($p<0,05$) (Rosengren et al., 2010). Obzirom da su KPS otkrivene i u nekoliko uzoraka sireva od pasterizovanog mleka i kajmaka koji se proizvodi od termički tretiranog mleka (Radovanović M. et al., 2020), jasno je da je u ovim slučajevima kontaminacija posledica manipulacija posle pasterizacije ili unakrsne kontaminacije. U tradicionalnom turskom kajmaku KPS nisu utvrđene ni u jednom uzorku iznad nivoa kvantifikacije primenjenog u istraživanju (2 log cfu/g) (Cakmakci & Hayaloglu, 2011).

Kada je broj KPS iznad 5 log cfu/g stvaraju se termostabilni enterotoksini (Balaban & Rasooly, 2000). U tom slučaju je neophodno da se proizvodna partija ispita na njihovo prisustvo (EC, 2005; Srbija, 2010a). U ovom istraživanju, nivo KPS iznad spomenutog nivoa utvrđen je u 10,5% sireva, pri čemu su svi uzorci sireva proizvedeni od sirovog mleka. Ovi rezultati su u skladu sa sa rezultatima drugih istraživanja (Rosengren et al., 2010; N'guessan et al., 2015), ali suprotni rezultatima studije u UK, gde nijedan uzorak sira od sirovog mleka nije imao nivo KPS iznad kritične granice (Willis et al., 2022). Proizvodi sa povišenim nivoom KPS imali su i povišene nivoe *E. coli*, što pokazuje da su uslovi higijene u kratkom lancu snabdevanja sirevima i kajmakom od ključnog značaja.

5.5.4.2. Kontaminacija sireva i kajmaka bakterijom Esherichia coli

Rezultati u pogledu utvrđivanja nivoa kontaminacije sireva i kajmaka sa *E. coli* i nivo usaglašenosti sa definisanim kriterijumima prikazani su tabelarno (Tabela 41 i Tabela 42).

Analiza je pokazala da je ukupan nivo bakterijske kontaminacije u ispitivanim uzorcima bio visok (1,36 log cfu/g - 7,61 log cfu/g), nezavisno od tretmana mleka korišćenog za proizvodnju sireva (sirovo/termički tretirano). Nije uočena statistički značajna razlika ($p>0,05$) između sireva od sirovog i termički tretiranog mleka (Tabela 41). Sirovo mleko koje se koristi za proizvodnju sira može biti kontaminirano bakterijama *E. coli,* kao posledica neadekvatne higijene tokom muže i skladištenja sirovog mleka. Termički tretman mleka se smatra efikasnom merom za uništavanje prisutne mikrobiote, ali kontaminacija sira može da nastane kao posledica neodgovarajuće termičke obrade i/ili kontaminacije nakon termičkog tretmana usled loših uslova higijene (Little et al., 2008; Rosengren et al., 2010). *E. coli* u sirevima od sirovog mleka može poticati iz same sirovine ili usled loših higijenskih uslova tokom proizvodnje. Tokom početnih faza proizvodnje, nivo bakterijske kontaminacije obično raste, ali se kasnije smanjuje tokom zrenja zahvaljujući delovanju bakterija mlečne kiseline (Metz et al., 2020).

Sirevi malih prerađivača mleka iz ovog istraživanja su imali visok nivo *E. coli*, kao i u studijama slovenačkih (Torkar & Teger, 2006) i turskih istraživača (Unal Turhan, 2019). Nasuprot tome, studija sprovedena u UK (Willis et al., 2022) pokazala je da 80% sireva od sirovog mleka ima zadovoljavajući mikrobiološki kvalitet u pogledu nivoa kontaminacije sa *E. coli*, pri čemu većina sireva ispunjava kriterijum prihvatljivosti od 2 log cfu/g. Razlika u rezultatima između različitih istraživanja može se objasniti boljim regulatornim okvirima, modernijom opremom, većim naglaskom na kontrolu kvaliteta i sanitaciju kod britanskih prerađivača mleka, kao i boljoj obuci i nadzoru u industriji mleka u UK.

Tabela 41. Zbirni prikaz nivoa kontaminacije indikatorima higijene i kvarenja proizvoda od mleka.

Ispitivani m.o.	**Sirevi od sirovog mleka**			**Sirevi od termički tretiranom mleka**			**Kajmak**		
	log cfu/g		<1 log cfu/g	log cfu/g		<1 log cfu/g	log cfu/g		<1 log cfu/g
	N (%)	$\bar{x}$±sd	N (%)	N (%)	$\bar{x}$±sd	N (%)	N (%)	$\bar{x}$±sd	N (%)
KPS	19 (24)[a]	4,02±1,49	60 (76)	2 (2)[b]	3,46±1,49	109 (98)	3 (3)	2,43±0,85	109 (97)
E. coli	67 (85)	4,41±1,34	12 (15)	80 (72)	4,12±1,61	31 (28)	60 (54)	3,31±1,41	52 (46)
Kvasci i plesni	77 (98)[a]	4,99±1,30	2 (2)	111 (100)[b]	5,29±1,42	0	111 (99)	4,23±1,22	1 (1)

Legenda: KPS-koagulaza pozitivne stafilokoke, [a,b] Frekvencije u istom redu označene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0,05$), što je utvrđeno primenom Fišerovog egzaktnog testa.

Većina uzoraka kajmaka (71%) je bila zadovoljavajuća u pogledu nivoa *E. coli* (Tabela 42). Najviši nivo kontaminacije utvrđen je u uzorku zrelog kajmaka (6,74 log cfu/g), što ukazuje na veoma loše uslove higijene, s obzirom da se većina postupaka obavlja manuelno. Ranije istraživanje u našoj zemlji pokazalo je da uzorci kajmaka mogu biti kontaminirani sa *E. coli* iznad prihvatljivog nivoa (Đerovski et al., 2006). S druge strane, crnogorski istraživači utvrdili su zadovoljavajući nivo *E. coli* u tradicionalnom kajmaku (skorup), iako je 5% imalo povišen nivo KPS, a 20% visok nivo aerobnih mezofilnih bakterija (Mirecki et al., 2017). Razlike u tehnološkim procesima proizvodnje otežavaju direktno poređenje mikrobioloških svojstava ovih proizvoda.

Tabela 42. Usaglašenost ispitivanih proizvoda od mleka sa definisanim kriterijumima.

	Sirevi od sirovog mleka, n (%)			**Sirevi od termički tretiranog mleka, n (%)**			**Kajmak, n (%)**		
	KPS	***E. coli***	**Kvasci i plesni**	**KPS**	***E. coli***	**Kvasci i plesni**	**KPS**	***E. coli***	**Kvasci i plesni**
Zadovoljavajuće	68 (86)	12 (15)	61 (77)	108 (98)	38 (34)	68 (62)	109 (97)	80 (71)	101 (90)
Prihvatljivo	4 (5)	4 (5)	/	/	/	/	/	10 (9)	/
Nezadovoljavajuće	7 (9)	63 (80)	18 (23)	2 (2)	73 (66)	42 (38)	3 (3)	22 (20)	11 (10)

5.5.4.3. Kvasci i plesni u sirevima i kajmaku

U proizvodnji mlečnih proizvoda, kvasci i plesni igraju značajnu ulogu u stvaranju karakterističnih senzornih svojstava, nastalih razlaganjem šećera, proteina i masti (Corbo et al., 2001). Međutim, njihov intenzivan i nekontrolisani rast može dovesti do promena u boji i teksturi, neprijatnih aroma i stvaranja gasa, što negativno utiče na kvalitet sireva (Fleet, 1990). Neke vrste, poput *Candida* spp., mogu predstavljati potencijalni rizik za imunokompromitovane osobe (Jacques & Casaregola, 2008). Takođe, postoje podaci koji ukazuju da kvasci mogu imati zaštitnu ulogu za opstanak *L. monocytogenes,* jer njihova proteolitička aktivnost može povećati pH, što stvara povoljne uslove za opstanak i rast ove bakterije (Rogga et al., 2005).

Dobijeni rezultati pokazuju uglavnom zadovoljavajuće nivoe kvasca i plesni u uzorcima sireva (Tabela 42), iako su neki od njih prelazili 8 log cfu/g, što potencijalno može da dovede do kvarenja proizvoda. Različita istraživanja pokazala su da kvasci i plesni mogu biti prisutni u visokom nivou u sirevima u salamuri (Bintsis & Papademas, 2002), feta siru (Rantsiou et al., 2008) i mekim sirevima proizvedenim u malim proizvodnim pogonima (Torkar & Teger, 2006). U ispitivanju kajmaka, većina uzoraka (90%) nije prešla nivo kontaminacije od 6 log cfu/g (Tabela 42), koji se smatra graničnom vrednošću za ovu grupu mikroogranizama.

Poznato je da se kvasci u sirovom mleku nalaze najčešće do 4 log cfu/g (Zastempowska et al., 2016) i da se uništavaju pasterizacijom (Viljoen, 2001). Kvasci često kontaminiraju površine i opremu, a širenje prenošenjem preko lica koje rukuju hranom ima važnu ulogu u njihovoj rasprostranjenosti u mlekarama (Garnier et al., 2017b). Takođe, brojne vrste plesni koje se mogu naći u mlečnim proizvodima potiču iz okoline, jer se lako šire vazduhom (Garnier et al., 2017a). Stoga, unapređenje uslova higijene hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i prometa je od suštinskog značaja za poboljšanje kvaliteta proizvoda od mleka.

5.6. Utvrđivanje nivoa rizika u kratkom lancu snabdevanja proizvodima od mleka

U cilju sagledavanja i analiziranja rizika povezanih sa bezbednošću i kvalitetom proizvoda od mleka u kratkom lancu snabdevanja, korišćena je metoda poznata kao Analiza neuspeha i njihovih efekata (engl. Failure Mode and Effect Analysis – FMEA). Ova tehnika je primenjena na primeru proizvodnje

belog sira u salamuri od sirovog mleka, u lancu koji obuhvata farmu za proizvodnju sirovog mleka, preradu mleka u sir, transport i prodaju na pijacama, koje najčešće obavljaju sami proizvođači. Primenom FMEA identifikovana su potencijalna odstupanja u svakoj fazi proizvodnje, dok je nivo rizika procenjen određivanjem broja prioritetnog rizika (engl. Risk Priority Number – RPN) za svako odstupanje. Analizirani su biološke, hemijske i fizičke opasnosti u lancu proizvodnje sira u salamuri (Prilog 10).

5.6.1. Analiza bioloških opasnosti u kratkom lancu snabdevanja sirevima

Rezultati FMEA analize ukazuju da su u kratkom lancu snabdevanja ustanovljene visoke RPN vrednosti za biološke opasnosti (Prilog 10). Najviše vrednosti utvrđene su za biološke opasnosti koje se javljaju u fazi muže, sa ukupnim RPN vrednostima od 175.

Poznato je da je mleko zdravih krava unutar mlečne žlezde sterilno. Međutim, prisustvo patogenih mikroorganizama u sirovom mleku, kao što su *Streptococcus* spp. i *Staphylococcus aureus,* ukazuje na narušeno zdravstveno stanje životinja. Kao posledica promena u mlečnoj žlezdi, povećava se ukupan broj bakterija i/ili somatskih ćelija u sirovom mleku (Oliver et al., 2005; Zastempowska et al., 2016). U Srbiji zakonski su definisani kriterijumi koje sirovo mleko mora da ispunjava u pogledu ukupnog broja mikroorganizama i broja somatskih ćelija (Srbija, 2010b, 2011b, 2017a). Tokom muže, usled neodgovarajućih uslova tokom muže, sirovo mleko može biti kontaminirano patogenim bakterijama koje inače nisu prisutne u mlečnoj žlezdi bolesnih životinja (Elmoslemany et al., 2010; Zastempowska et al., 2016). *L. monocytogenes,* koja je široko rasprostranjena u spoljašnjoj sredini, na farmama krava i u mlekarama, može dovesti do kontaminacije mleka i formiranja biofilmova (Ribeiro et al., 2023). Sastav mleka, kao što je veliki sadržaj vode, neutralni pH i hranljive materije, pogoduju razmnožavanju prisutnih mikroorganizama.

Mnoge mikrobiološke opasnosti se mogu kontrolisati na nivou primarne proizvodnje. Zakonski su propisani redovni dijagnostički pregledi goveda radi detekcije tuberkuloze, bruceloze i enzootske leukoze (Srbija, 2021a), kao i programi za sprečavanje nastanka i suzbijanja infektivnog mastitisa. Iako Srbija ima najnižu stopu bruceloze na Balkanu, u periodu od 2000. do 2014. godine u Vojvodini je zabeleženo 102 slučaja humane bruceloze, od čega je 25% bilo povezano sa konzumiranjem sireva od nekuvanog ovčjeg mleka (Štrbac et al., 2017). Ovi podaci naglašavaju važnost primene preventivnih mera i edukacije potrošača o rizicima povezanim sa sirovim mlekom i proizvodima od sirovog mleka.

Korektivne mere koje se mogu primeniti i značajno smanjiti rizike od bioloških opasnosti u primarnoj proizvodnji mleka, uključuju primenu adekvatnih higijenskih mera tokom muže, dobru odgajivačku i veterinarsku praksu, korišćenje stočne hrane od proverenih dobavljača, obuke proizvođača sirovog mleka i doslednu primenu zakonskih propisa. Njihova primena može da dovede do značajnog smanjenja rizika u kratkom lancu snabdevanja proizvoda od mleka (Prilog 10).

U proizvodnji sireva od sirovog mleka, kontrola procesa proizvodnje je ključna za postizanje bezbednosti i kvaliteta proizvoda. Delovanjem prirodno prisutne mikrobiote, posebno BMK, dolazi do snižavanja pH koji zajedno sa drugim faktorima kao što su temperatura čuvanja, koncentracija soli i aktivnost vode (a_w) negativno utiču na preživljavanje i razmnožavanje patogenih mikroorganizama (Bintsis & Papademas, 2002; Bulajić et al., 2017). Poznato je da je antimikrobno delovanje BMK povezano sa proizvodnjom supstanci kao što su bakteriocini, vodonik-peroksid, masne kiseline, diacetil, molekuli slični bakteriocinu, itd. (Moračanin et al., 2012; Bulajić et al., 2017). Brza acidifikacija (pH<4,6) je jedan od ključnih faktora u postizanju kako bezbednosti (Bulajić et al., 2017), tako i kvaliteta sireva (Miočinović, 2020). U proizvodnji sireva u domaćinstvima, primenjuje se suvo soljenje sireva (Miočinović, 2020), koje doprinosi otpuštanju surutke i smanjenju a_w, što usporava rast patogenih mikroorganizama i dovodi do promena u teksturi sira, enzimskoj aktivnosti itd. (Guinee, 2004; Pacheco & Galindo, 2010). Jedan od ključnih trenutaka u proizvodnji belih sireva u salamuri u domaćinstvu je vizuelni pregled gruša, čija se čvrstina kontroliše prelomom preko prsta

ili noža. Pojava bistre, žutozelene surutke prijatnog ukusa i mirisa ukazuje da je mleko dobro zgrušano (Popović-Vranješ, 2015; Miočinović, 2020). Ukoliko se pojavi promena boje surutke, kiseli ukus gruša ili neprijatan miris, proizvodnja se mora prekinuti i dobijeni gruš i surutka moraju da budu odbačeni (Olofsson, 2010; Srbija, 2019c).

U proizvodnji proizvoda od mleka u domaćinstvima prisutan je veliki broj manuelnih operacija, uključujući faze tokom muže, podsirivanja mleka, obrade gruša, soljenja i slaganja u posude. Manuelne manipulacije česte su i tokom transporta i prodaje sira na pijacama. Stoga je zdravstveni status i primena dobrih higijenskih praksi (nošenje zaštitne opreme i održavanje lične higijene) lica koja rukuju hranom od suštinskog značaja.

Primena higijenskih postupaka u ključnim tačkama kratkog lanca proizvodnje i snabdevanja sireva ima veliki značaj (Costa Dias et al., 2012; Allata et al., 2017). U uslovima proizvodnje sireva na gazdinstvima, pranje posuđa se obavlja ručno, pri čemu je od najvećeg značaja da se posuđe opere neposredno nakon proizvodnje. Ovim se uklanjaju ostaci mleka i gruša koji mogu da predstavljaju potencijalni izvor mikrobiološke kontaminacije (Prilog 10). Važno je da se napomene da faze proizvodnje i pranje moraju da budu vremenski razdvojene kako bi se smanjile mogućnosti za unakrsnu kontaminaciju (Srbija, 2017a). Takođe, postupci pranja u uslovima tradicionalne proizvodnje zasnivaju se na mehaničkom čišćenju opreme, odgovarajućoj temperaturi vode i koncentraciji deterdženta, kao i odgovarajućem vremenu pranja (Olofsson, 2010). Kao što je ranije napomenuto mali prerađivači mleka često proizvodnju obavljaju u kuhinjama koristeći kuhinjsko posuđe (Miloradović et al., 2024) i komercijalno dostupne deterdžente. Neka istraživanja pokazuju da su kuhinje u domaćinstvima najviše kontaminirane prostorije, što je rezultat rukovanja i pripreme hrane, kao i uticaja vode, vazduha i ljudi (Moen et al., 2023). Takođe, poznato je da materijali od kojih se izrađuje kuhinjska oprema, kao što su nerđajući čelik, plastika, staklo predstavljaju pogodnu podlogu za formiranje biofilmova (Tsuji & Yokoigawa, 2012; Giaouris et al., 2020). Stoga su blagovremeno i potpuno čišćenje i pranje upotrebljenog posuđa od ključnog značaja, što doprinosi smanjuju RPN vrednosti (Prilog 10).

Kao što je ranije napomenuto, rok trajanja prehrambenih proizvoda i uslovi čuvanja predstavljaju važne činioce u osiguranju bezbednosti hrane (Evans E. & Redmond, 2016; Šmigić et al., 2023). Analiza higijensko-sanitarnih uslova tokom proizvodnje mlečnih proizvoda na gazdinstvima i njihove distribucije na pijacama ukazala je na nedostatke u obeležavanju proizvoda od strane malih proizvođača (potpoglavlje 5.1.1). Rok trajanja belih sireva u salamuri, a samim tim i njihov kvalitet i parametri bezbednosti, zavise od mnogih faktora, uključujući sastav, stepen zrelosti, uslove skladištenja, itd. Prema Popović-Vranješ (2015), beli sirevi u salamuri čije zrenje traje 2-3 nedelje mogu se čuvati mesecima. Sirevi sa zrenjem mogu se klasifikovati kao ekstra tvrdi sirevi, sa periodom zrenja koji ne sme da bude kraći od 6 meseci, tvrdi sirevi koji moraju da sazrevaju najmanje 5 nedelja i meki sirevi koji sazrevaju najmanje 7 dana (Srbija, 2014). Beli sirevi u salamuri najčešće pripadaju grupi mekih sireva (Miočinović, 2020), koji imaju mali sadržaj suve materije, visok sadržaj a_w, mali sadržaj masti i proteina i veliki sadržaj laktoze, zbog čega se brzo kvare. Zreli sirevi imaju veći sadržaj suve materije, masti i proteina, a manje laktoze i vode, što produžava njihov rok trajanja (Pacheco & Galindo, 2010). Postavlja se pitanje koliki je stvarni rok trajanja sireva proizvedenih u sektoru malih prerađivača mleka i prodavanih na pijacama u našoj zemlji. Takođe, ostaje nejasno na koji način individualni proizvođači sa gazdinstava određuju rok trajanja ovih proizvoda.

5.6.2. Analiza hemijskih opasnosti u kratkom lancu snabdevanja sirevima

U lancu hrane kontaminacija različitim hemijskim supstancama može da nastupi u bilo kojoj fazi od primarne proizvodnje do potrošača (Gizaw, 2019). Primena FMEA analize pokazala je da se identifikovane hemijske opasnosti mogu utvrditi u svim fazama u kratkom lancu proizvodnje i snabdevanja sirevima. Najviše RPN vrednosti utvrđene su za prisustvo rezidua veterinarskih lekova (RPN=45), aflatoksina (RPN=45) i hemijskih kontaminenata (RPN=30) u sirovom mleku (Prilog 10).

Prema definiciji rezidue antibiotika predstavljaju farmakološki aktivne supstance i njihove metabolite koji ostaju u namirnicama životinjskog porekla kojima je aplikovan veterinarsko medicinski proizvod (EU, 2012). Pojava farmakološki aktivnih supstanci u hrani životinjskog porekla najčešće nastaje upotrebom veterinarskih lekova koji se koriste u lečenju mlečnih životinja (van Asselt et al., 2013), ali i u profilaktičke svrhe (Layada et al., 2016). Ostaci veterinarskih lekova svrstavaju se u grupu B supstanci koje se mogu naći u hrani (prema Aneksu I Direktive Saveta 96/23/EC), gde su prisutni i zagađivači životne sredine (EU, 2012). U istraživanju sprovedenom u Alžiru ostaci antibiotika utvrđeni su u ~66% uzoraka mleka što ukazuje na nesavesnu upotrebu antibiotika u stočarskoj proizvodnji i opasnosti po zdravlje potrošača (Layada et al., 2016). Prisustvo rezidua antibiotka u prehrambenim proizvodima, posebno u mleku povezano je sa razvojem alergijskih reakcija preosetljivih osoba, povećanim rizikom od kancerogenosti, pojavom rezistentnih sojeva bakterija i negativnim uticajem na mikrobiotu u digestivnom traktu (Modi et al., 2014; Layada et al., 2016). Posebno, ostaci antibiotika u mleku negativno utiču na aktivnost BMK što dovodi do kašnjenja u postizanju odgovarajućeg pH sa posledično izmenjenim senzornim svojstvima i mogućim rastom patogenih mikroorganizama u fermentisanim proizvodima od mleka (Fox P. & McSweeney, 2017). Rizik od kontaminacije sirovog mleka ovim suspstancama na farmama je veći ako se primenjuju neadekvatne odgajivačke i veterinarske prakse što naglašava primenu zakonskih propisa (Srbija, 2005, 2011a) i obuke malih proizvođača i prerađivača mleka o značaju poštovanja propisane karence lekova za upotrebu u veterini (Prilog 10).

Prisustvo aflatoksina u sirovom mleku povezano je sa primenom loše odgajivačke prakse i ocenjeno visokom RPN vrednošću (Prilog 10). Metabolisanjem aflatoksina B1 iz stočne hrane pod uticajem enzima citohrom P450 u jetri životinja nastaje aflatoksin M1 koji se izlučuje u sirovo mleko (Kos et al., 2014). Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC) klasifikovala je aflatoksin B1 i aflatoksin M1 u grupu 1 odnosno kao kancerogene za ljude (IARC, 2012). Među proizvodima od mleka sir se smatra najvažnijim izvorom aflatoksina M1 jer se vezuje za kazeinske micele sa posledičnim povećanjem koncentracije u odnosu na mleko od koga je sir proizveden (Prandini et al., 2009). Nivo aflatoksina M1 u sirovom mleku i sirevima iznad dozvoljenog limita je utvrđen u istraživanjima sprovedenim u našoj zemlji (Kos et al., 2014; Škrbić et al., 2015). Visoke RPN vrednosti za ovu hemijsku opasnost utvrđene su i tokom primene FMEA analize u turskim mlekarama (Kurt & Ozilgen, 2013). Posebnu zabrinutost predstavlja nedostatak kontrole nivoa aflatoksina u mleku koje se koristi za proizvodnju mlečnih proizvoda na gazdinstvima. Primena dobre poljoprivredne prakse, sa posebnom pažnjom na uslove skladištenja stočne hrane, nabavka komercijalne hrane za životinje od proverenih dobavljača smatraju se odgovarajućim korektivnim merama kojima se izračunate RPN vrednosti značajno smanjuju (Prilog 10).

U kratkom lancu proizvodnje i distribucije sireva identifikovane su različite hemijske opasnosti povezane sa prisustvom ostataka deterdženata i dezinfekcionih sredstava, neodgovarajućih materijala od kojih je napravljena oprema i drugih (Prilog 10). Kontaminacija površina koje dolaze u kontakt sa hranom može da nastupi zbog nepravilnog korišćenja sredstava za čišćenje i dezinfekciju (Rather et al., 2017) kao i upotrebe kontaminirane vode koja se koristi za pranje (Villanueva et al., 2014). Pomenuti neuspesi mogu se smanjiti primenom dobre higijenske i proizvođačke prakse (Prilog 10) što naglašava značaj obuka malih proizvođača. Takođe, voda koja se koristi u objektima za preradu mleka malog kapaciteta mora da bude kvaliteta vode za piće bez obzira da li se koristi iz sistema javnog snabdevanja potrošača ili iz sopstvenih bunara (Srbija, 2010b, 2017a).

Jedan od najčešće korišćenih dodataka u hrani jeste kuhinjska so. Kao što je ranije napomenuto sirevi u salamuri sole se najčešće postupkom suvog soljenja, što doprinosi senzornim karakteristikama i bezbednosti ovih proizvoda. Podaci iz literature govore da so, naročito neprerađena, može biti kontaminirana teškim metalima kao što su olovo, živa, arsen i kadmijum (Uwah et al., 2020). Visoka RPN vrednost (RPN=30) izračunata je za ovu hemijsku opasnost. Nabavka komercijalno dostupne kuhinjske soli od proverenih dobavljača smatra se efikasnom korektivnom merom (Prilog 10).

5.6.3. Analiza fizičkih opasnosti u kratkom lancu snabdevanja sirevima

U kratkom lancu proizvodnje i distribucije sireva fizičke opasnosti mogu se utvrditi u svakoj od identifikovanih karika i najčešće su predstavljene prisustvom metalnih stranih tela (Prilog 10). Ukupna vrednost RPN izračunata za identifikovane fizičke opasnosti (116) bila je značajno niža u odnosu na ukupne vrednosti izračunate za hemijske (390) i biološke (741) opasnosti. Najveća vrednost fizičkih opasnosti utvrđena je za prisustvo metalnih stranih tela koja potiču od oštećene opreme prilikom prodaje na pijacama (RPN=20). Uništavanje sumnjivih proizvoda i zamena oštećene opreme smatraju se dobrim korektivnim merama (Prilog 10). Proizvodnja i distribucija sireva proizvedenih na gazdinstvima povezana je sa bojnim manuelnim postupcima čime se mogućnosti za kontaminaciju stranim telima povećavaju jer se najčešće pojava stranih tela u hrani dovodi u vezu sa lošim uslovima higijene i nesavesnim radom (Singh P. et al., 2019). Primena odgovarajućih higijenskih uslova tokom proizvodnje, transporta i prodaje sireva na pijacama su neophodne. U tom smislu obuke malih proizvođača su od suštinskog značaja (Kurt & Ozilgen, 2013). Međutim, mogućnosti za kontaminaciju tokom prodaje na pijacama su takođe brojne i mogu da potiču i od kupaca kada probaju proizvode pre kupovine (Prilog 10). Prethodno pripremljeni uzorci za probu servirani sa priborom za jednokratnu upotrebu (čačkalice, kartonski tanjirići) mogu se primeniti kao poželjna korektivna mera. Takođe, i način na koji se proizvodi izlažu tokom kupovine (vitrine, zatvorene/prekrivene posude) utiču na smanjenje mogućnosti za unakrsnu kontaminaciju.

Može se zaključiti da su najveći rizici u kratkom lancu proizvodnje i distribucije sireva biološke i hemijske prirode za čije otkrivanje je neophodno primeniti odgovarajuće analitičke postupke, a posledice po javno zdravlje mogu biti ozbiljne. U smanjenju nivoa rizika primena preduslovnih programa je od suštinskog značaja. Osim toga, obuke malih proizvođača u pogledu značaja njihove uloge u proizvodnji bezbedne hrane su neophodne i stoga bi podrška državnih institucija bila od značaja za unapređenje proizvodnje malog obima. Fizičke opasnosti su vidljive i stoga ih se lakše uočavaju, na šta ukazuju relativno niske vrednosti RPN za ove opasnosti.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu sprovedenog istraživanja i dobijenih rezultata prikazanih u ovom radu, u skladu sa postavljenim hipotezama i ciljevima doktorske disertacije izvedeni su sledeći zaključci:

Osnovna hipoteza ovog istraživanja da se prerada mleka u proizvode u Republici Srbiji odvija u registrovanim i odobrenim objektima koji ispunjavaju higijenske uslove, sa odstupanjima koja su dozvoljena u objektu za preradu sirovog mleka koje vrši fizičko lice kao proizvođač u domaćinstvu je dokazana jer je značajan deo objekata za preradu mleka odobren (40,0%) ili registrovan (11,7%), a približno polovina (48,3%) se i dalje nalazi u procesu registrovanja.

Kod pojedinih registrovanih objekata evidentirane su količine prerađenog mleka i do tri puta veće od dozvoljenih, što ukazuje na odstupanja u poštovanju propisanih ograničenja. Većina odobrenih objekata distribuira proizvode lokalno, deo registrovanih proizvođača vrši distribuciju izvan lokalnog područja, što predstavlja odstupanje od važećih propisa. Ove neusaglašenosti ukazuju na potrebu za dodatnim obukama prerađivača mleka o zakonskim zahtevima, ali i na prilagođavanje zakonskih okvira realnim uslovima poslovanja malih prerađivača mleka. Mali prerađivači mleka uglavnom imaju dugogodišnje iskustvo u proizvodnji proizvoda od mleka, ali se u velikoj meri oslanjaju na tradicionalne metode rada. Formalno obrazovanje i obuke o bezbednosti hrane nisu zastupljene u dovoljnoj meri. Iako većina ispitanika prijavljuje primenu dobrih higijenskih praksi tokom prerade mleka, uočeni su i nedostaci u poznavanju i doslednoj primeni određenih mera, kao što su prakse pravilnog pranja i sušenja ruku, nošenja zaštitne opreme i prakse poput adekvatnog skladištenja sirovog mleka, koje se čuva u istom frižideru sa gotovim proizvodima. Stavovi ispitanika ukazuju na to da su svesni važnosti higijene, ali i da postoji potreba za dodatnim edukacijama kako bi se osigurala dosledna primena higijenskih mera tokom prerade mleka. Izvedeni zaključci govore u prilog pretpostavci da znanje, stavovi i ponašanje prerađivača mleka u domaćinstvu i u malim objektima za preradu mleka mogu da utiču na bezbednost i kvalitet proizvoda od mleka.

Rezultati istraživanja ukazuju na varijabilnost u higijensko-sanitarnim uslovima objekata za preradu mleka u kratkim lancima snabdevanja, što može predstavljati povećan rizik za bezbednost proizvoda poput sireva i kajmaka. Identifikovane su infrastrukturne i proceduralne razlike među objektima, pri čemu pojedini primenjuju više higijenske standarde i tehnološke mere kontrole, dok kod drugih postoje propusti u pogledu upotrebe odgovarajućih materijala, sprovođenja higijenskih mera i organizacije proizvodnog procesa, što govori u prilog sledećoj postavljenoj hipotezi da postoje različiti nivoi usaglašenosti sa higijensko-sanitarnim uslovima proizvodnje u domaćinstvu i u malim objektima za preradu mleka koji mogu da utiču na bezbednost i kvalitet proizvoda.

U kratkom lancu snabdevanja, transport proizvoda od mleka najčešće realizuju sami prerađivači mleka, koji su istovremeno i prodavci. Iako najveći deo prodavaca obavlja transport u relativno kratkom vremenskom intervalu, značajan broj njih ne koristi odgovarajuća vozila sa kontrolom temperature, čime se povećava rizik od narušavanja bezbednosti hrane. Takođe, transport se uglavnom vrši u sopstvenim vozilima ili vozilima javnog prevoza, što su mesta gde neupakovani proizvodi od mleka lako mogu doći u kontakt sa kontaminiranim površinama. Poznato je da kontaminacija prethodno upakovanih proizvoda najčešće nastaje tokom samog procesa proizvodnje u proizvodnim pogonima, dok se neupakovani prehrambeni proizvodi mogu kontaminirati i tokom manipulacije na mestima prodaje. Zato su uslovi tokom transporta i prodaje neupakovanih proizvoda, kakvi su u najvećem procentu proizvodi koji se distribuiraju u kratkom lancu snabdevanja, od velikog značaja za osiguranje bezbednosti hrane. Higijenski uslovi na mestima prodaje, iako zadovoljavaju osnovne standarde, još uvek nisu optimalni, naročito u pogledu kontrole štetočina i održavanja prostora u skladu sa higijenskim zahtevima. Takođe, prisustvo insekata na prodajnim mestima, posebno na otvorenim pijacama, dodatno ugrožava bezbednost proizvoda. Distribucija proizvoda od mleka proizvedenih u domaćinstvima u Srbiji i dalje se u velikoj meri realizuje na zelenim pijacama. Dobijeni rezultati pokazuju da je 64,5% prodajnih mesta smešteno u zatvorenim prostorima pijaca, kao što su mlečne hale, gde je većina prodajnih mesta (78,8%) u skladu sa prihvatljivim higijenskim

zahtevima. Ova prodajna mesta obično su opremljena rashladnim uređajima i imaju odgovarajuću infrastrukturu. Međutim, značajan broj prodajnih mesta i dalje se nalazi na otvorenim prostorima, pri čemu samo 11,5% njih ispunjava odgovarajuće higijenske uslove. Razlog za ovo leži u nedostatku odgovarajuće infrastrukture na prodajnim mestima na otvorenom, koji često nemaju rashladne uređaje i potrebne uslove za održavanje higijene. Ovakvi uslovi povećavaju rizik za bezbednost neupakovanih proizvoda od mleka, jer nedostatak zaštite od spoljnog uticaja, poput direktne izloženosti suncu, zagađenja iz vazduha i prisustva insekata, može dovesti do kontaminacije proizvoda. Izvedeni zaključci dokazuju pretpostavku da postoje različiti nivoi usaglašenosti sa higijensko-sanitarnim uslovima na mestima prodaje proizvoda od mleka.

Dobijeni rezultati ukazuju da postoji značajna razlika u stavovima i navikama potrošača u vezi sa proizvodima od mleka. Potrošači koji najčešće kupuju neupakovane proizvode od mleka na pijacama ili na odeljenima delikatesa u supermarketima pokazuju manju sklonost ka primeni adekvatnih praksi u čuvanju i rukovanju proizvodima, u poređenju sa onima koji biraju upakovane proizvode iz prodavnica. Uočena je razlika između ove dve grupe potrošača u razumevanju podataka u vezi sa rokom upotrebe i uslovima održavanja hladnog lanca. Ovi rezultati ukazuju na potrebu da se edukuju potrošači, posebno u vezi sa čuvanjem proizvoda od mleka u kućnim uslovima i održavanju hladnog lanca. Dobijeni rezultati dokazuju pretpostavku da primenjene prakse i ponašanje potrošača u kućnim uslovima takođe mogu uticati na bezbednost proizvoda od mleka.

Značajan deo istraživanja je obuhvatio analizu fizičko-hemijskih parametara, boje i teksturalnih svojstava proizvoda od mleka koji se pretežno proizvode na gazdinstvima i u malim mlekarama a uključuju sireve u salamuri različitog stepena zrelosti, sveže sireve i kajmak. Ovi parametri zajedno sa mikrobiološkim statusom i senzornim svojstvima predstavljaju značajne indikatore kvaliteta proizvoda i mogu ukazivati na uslove i prakse tokom proizvodnje, zrenja i skladištenja. Ispitivanjima je ustanovljena značajna varijabilnost u parametrima hemijskog sastava, posebno sadržaja mlečne masti i soli, kao i boje i teksturalnih svojstava. Ovi rezultati ukazuju na neusaglašenosti tehnološkog postupka proizvodnje, odnosno postojanje veoma nestandardizovane prerade mleka.

Senzorna ocena uzoraka sireva u salamuri, svežih sireva i kajmaka je pokazala zadovoljavajući kvalitet, pri čemu je ponderisana srednja ocena za navedene proizvode prosečno iznosila 3,16, 3,67, odnosno 3,15 (od maksimalnih 5). Ovi rezultati ukazuju da je, kod određenog broja uzoraka proizvoda od mleka, ustanovljeno postojanje manje ili više izraženih mana, koje nastaju kao posledica nepravilnosti i neadekvatnih higijenskih uslova i praksi tokom proizvodnje, zrenja i skladištenja.

Izračunavanjem indeksa ukupnog kvaliteta kajmaka utvrđeno je da su uzorci sa najboljim TQI proizvedeni u domaćinstvima što ukazuje na značaj tradicionalnih postupaka proizvodnje mlečnih proizvoda. Na ukupan kvalitet kajmaka najveći uticaj imali su viši sadržaj proteina i pH vrednosti, manji sadržaj mlečne masti i mekša tekstura.

Rezultati jasno ukazuju na postojanje prostora za unapređenje kvaliteta proizvoda od mleka koji se proizvode u domaćinstvima i malim mlekarama, kao i standardizovanje njihovih postupaka proizvodnje. S obzirom na značajnost tradicionalnih proizvoda od mleka na domaćem tržištu neophodno je preduzimanje mera koje obuhvataju edukaciju prerađivača mleka, pružanje podrške u cilju uspostavljanja adekvatnih i/ili poboljšanja postojećih uslova tokom proizvodnje, prerade, skladištenja i prodaje proizvoda od mleka.

Rezultati analize broja *Escherichia coli* u uzorcima neupakovanih proizvoda od mleka sa pijaca, ukazuju na to da je ovaj indikator higijene imao najveći broj nezadovoljavajućih rezultata u uzorcima sira od sirovog mleka (80%) i sira od termički tretiranog mleka (66%), dok je samo 20% uzoraka kajmaka imalo nezadovoljavajuće rezultate. Ovi rezultati sugerišu na neadekvatne higijenske prakse tokom proizvodnje i prodaje ovih proizvoda, bez obzira na to da li su termički tretirani ili ne. S druge strane, drugi indikatori, kao što su broj koagulaza pozitivnih stafilokoka i kvasaca i plesni, u većini uzoraka bili su u skladu sa kriterijumima.

Ni u jednom od 302 uzorka nije detektovana *Salmonella* spp., što ukazuje na usklađenost sa kriterijumom bezbednosti hrane. Međutim, prisustvo *Listeria monocytogenes* u jednom uzorku sira od sirovog mleka i pet uzoraka kajmaka, ukazuje na mogućnost kontaminacije i perzistentnost ove bakterije u proizvodima iz kratkog lanca snabdevanja. Većina izolata pripada serotipovima grupe 3 (1/2b, 3b i 7), dok su dva izolata svrstana u serotipove grupe 1 (1/2a i 3a), koji su u prošlosti često bili uzročnici trovanja. Rezultati ispitivanja ukazuju na relativno nisku učestalost antimikrobne rezistencije kod izolata *L. monocytogenes* iz proizvoda od mleka. Ipak prisustvo multirezistentnih sojeva naglašava potrebu za stalnim praćenjem ove patogene bakterije, posebno u proizvodima iz kratkih lanaca snabdevanja, radi procene potencijalnih rizika po zdravlje potrošača..

U cilju sagledavanja i analiziranja rizika povezanih sa bezbednošću i kvalitetom proizvoda od mleka u kratkom lancu snabdevanja, korišćena je metoda poznata kao Analiza neuspeha i njihovih efekata (engl. Failure Mode and Effect Analysis – FMEA). Ova tehnika je primenjena na primeru proizvodnje belog sira u salamuri od sirovog mleka, u lancu koji obuhvata farmu za proizvodnju sirovog mleka, preradu mleka u sir, transport i prodaju na pijacama, koje najčešće obavljaju sami proizvođači. Rezultati ove analizu ukazuju na to da su najveći rizici u lancu biološke i hemijske prirode, a da je za smanjenje nivoa rizika važna adekvatna primena higijenskih postupaka. Osim toga, obuke malih proizvođača u pogledu značaja njihove uloge u proizvodnji bezbedne hrane su neophodne i stoga bi podrška državnih institucija bila od značaja za unapređenje proizvodnje i distribucije proizvoda u kratkom lancu snabdevanja.

Unapređenje higijenskih praksi i edukacija prerađivača mleka i potrošača, kao i strožija kontrola tokom proizvodnje, u transportu i prodaji, ključni su za poboljšanje bezbednosti i kvaliteta proizvoda od mleka u kratkim lancima snabdevanja.

7. LITERATURA

Aarnisalo, K., Tallavaara, K., Wirtanen, G., Maijala, R., & Raaska, L. (2006). The hygienic working practices of maintenance personnel and equipment hygiene in the Finnish food industry. *Food Control*, *17*(12), 1001–1011.

Acciari, V. A., Iannetti, L., Gattuso, A., Sonnessa, M., Scavia, G., Montagna, C., Addante, N., Torresi, M., Zocchi, L., Scattolini, S., Centorame, P., Marfoglia, C., Prencipe, V. A., & Gianfranceschi, M. V. (2016). Tracing sources of Listeria contamination in traditional Italian cheese associated with a US outbreak: Investigations in Italy. *Epidemiology and Infection*, *144*(13), 2719–2727. https://doi.org/10.1017/S095026881500254X

Adamson, K. A., & Prion, S. (2013). Reliability: Measuring Internal Consistency Using Cronbach's α. *Clinical Simulation in Nursing*, *9*(5), e179–e180. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2012.12.001

Adley, C. C., & Ryan, M. P. (2016). The Nature and Extent of Foodborne Disease. In *Antimicrobial Food Packaging*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00001-2

Aguiar, R. S., Esmerino, E. A., Rocha, R. S., Pimentel, T. C., Alvarenga, V. O., Freitas, M. Q., Silva, M. C., Sant'Ana, A. S., Silva, A. C. O., & Cruz, A. G. (2018). Physical hazards in dairy products: Incidence in a consumer complaint website in Brazil. *Food Control*, *86*, 66–70. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.020

Ahmed, O. M., Pangloli, P., Hwang, C. A., Zivanovic, S., Wu, T., D'Souza, D., & Draughon, F. A. (2015). The occurrence of Listeria monocytogenes in retail ready-to-eat meat and poultry products related to the levels of acetate and lactate in the products. *Food Control*, *52*, 43–48. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.015

Akalin, S., & Karaman, D. (2010). *Influence of packaging conditions on the textural and sensory characteristics, microstructure and color of industrially produced Turkish white cheese during ripening*. *41*, 549–562. https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2010.00241.x

Akrami-Mohajeri, F., Derakhshan, Z., Ferrante, M., Hamidiyan, N., Soleymani, M., Conti, G. O., & Tafti, R. D. (2018). The prevalence and antimicrobial resistance of Listeria spp in raw milk and traditional dairy products delivered in Yazd, central Iran (2016). *Food and Chemical Toxicology*, *114*(November 2017), 141–144. https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.006

Aksoy, A., Sezer, Ç., Vatansever, L., & Gülbaz, G. (2018). Presence and antibiotic resistance of listeria monocytogenes in raw milk and dairy products. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, *24*(3), 415–421. https://doi.org/10.9775/kvfd.2017.19081

Al-Otaibi, M. M., & Wilbey, R. A. (2004). Effect of temperature and salt on the maturation of white-salted cheese. *International Journal of Dairy Technology*, *57*(1), 57–63.

Al Katheeri, A. O. A., Sobti, B., Ghnimi, S., & Kamal-Eldin, A. (2021). Compositional analysis of Chami cheese made from bovine milk in UAE. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *33*(1), 87–92. https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i1.2393

Alamo-Tonelada, P. C., Silaran, C. M. F. Y., & Bildan, M. M. C. A. (2018). Sanitary Conditions of Food Vending Sites and Food Handling Practices of Street Food Vendors: Implication for Food Hygiene and Safety. *International Journal of Education and Research*, *6*(3), 31–34. http://www.ijern.com/journal/2018/March-2018/04.pdf

Aleksić, B., Djekic, I., Miočinović, J., Memiši, N., & Šmigić, N. (2020). Application of FMEA Analysis in the Short Cheese Supply Chain. *Meat Technology*, *61*(2), 161–173.

Aleksić, B., Đekić, I., Miočinović, J., Miloradović, Z., Memiši, N., & Šmigić, N. (2022). The

application of Failure Mode Effects Analysis in the long supply chain – A case study of ultra filtrated milk cheese. *Food Control*, *138*(October 2021), 109057. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109057

Aleksić, B., Đekić, I., Miočinović, J., Miloradović, Z., Savić, R., Zdravković, N., & Šmigić, N. (2023). The hygienic assessment of dairy products ' selling places at open markets. *Food Control*, *148*(January), 109628. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109628

Allata, S., Valero, A., & Benhadja, L. (2017). Implementation of traceability and food safety systems (HACCP) under the ISO 22000:2005 standard in North Africa: The case study of an ice cream company in Algeria. *Food Control*, *79*, 239–253. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.002

Almeida, G., Magalhães, R., Carneiro, L., Santos, I., Silva, J., Ferreira, V., Hogg, T., & Teixeira, P. (2013). Foci of contamination of Listeria monocytogenes in different cheese processing plants. *International Journal of Food Microbiology*, *167*(3), 303–309. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.006

Amato, E., Filipello, V., Gori, M., Lomonaco, S., Losio, M. N., Parisi, A., Huedo, P., Knabel, S. J., & Pontello, M. (2017). Identification of a major Listeria monocytogenes outbreak clone linked to soft cheese in Northern Italy - 2009-2011. *BMC Infectious Diseases*, *17*(1), 1–7. https://doi.org/10.1186/s12879-017-2441-6

Andretta, M., Almeida, T. T., Ferreira, L. R., Carvalho, A. F., Yamatogi, R. S., & Nero, L. A. (2019). Microbial safety status of Serro artisanal cheese produced in Brazil. *Journal of Dairy Science*, *102*(12), 10790–10798. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16967

Angelidis, A. S., Georgiadou, S. S., Zafeiropoulou, V., Velonakis, E. N., Papageorgiou, D. K., & Vatopoulos, A. (2012). A survey of soft cheeses in Greek retail outlets highlights a low prevalence of Listeria spp. *Dairy Science and Technology*, *92*(2), 189–201. https://doi.org/10.1007/s13594-011-0049-y

Añíbarro, B., Seoane, F. J., & Múgica, M. V. (2007). Involvement of hidden allergens in food allergic reactions. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, *17*(3), 168–172.

Anuradha, M., & Dandekar, R. (2014). Knowledge, Attitude and practice among food handlers on food borne diseases: A hospital based study in tertiary care hospital. *International Journal of Biomedical and Advance Research IJBAR International Journal of Biomedical and Advance Research Journal*, *5*, 196–198. https://doi.org/10.7439/ijbar

Araújo, W. S. C., De Lima, C. L. S., Peixoto Joele, M. R. S., & Lourenço, L. D. F. H. (2017). Development and Application of the Quality Index Method (QIM) for Farmed Tambaqui (Colossoma macropomum) Stored Under Refrigeration. In *Journal of Food Safety* (Vol. 37, Issue 1). https://doi.org/10.1111/jfs.12288

Ardic, M., Karakaya, Y., Atasever, M., & Adiguzel, G. (2009). Aflatoxin M1 levels of Turkish white brined cheese. *Food Control*, *20*(3), 196–199.

Arslan, S., & Özdemir, F. (2008). Prevalence and antimicrobial resistance of Listeria spp. in homemade white cheese. *Food Control*, *19*(4), 360–363.

Arvanitoyannis, I. S., Palaiokostas, C., & Panagiotaki, P. (2009). A comparative presentation of implementation of ISO 22000 versus HACCP and FMEA in a small size Greek factory producing smoked trout: A case study. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *49*(2), 176–201. https://doi.org/10.1080/10408390701856058

Arvanitoyannis, I. S., & Varzakas, T. H. (2007). Application of failure mode and effect analysis (FMEA), cause and effect analysis and Pareto diagram in conjunction with HACCP to a potato

chips manufacturing plant. *International Journal of Food Science & Technology*, *42*(12), 1424–1442.

Aswandi, A., & Kholibrina, C. R. (2020). The grading classification for Styrax sumatrana resins based on physico chemical characteristics using two-step cluster analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *935*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/935/1/012013

Avila-Novoa, M. G., Iñíguez-Moreno, M., Solís-Velázquez, O. A., González-Gómez, J. P., Guerrero-Medina, P. J., & Gutiérrez-Lomelí, M. (2018). Biofilm Formation by Staphylococcus aureus Isolated from Food Contact Surfaces in the Dairy Industry of Jalisco, Mexico. *Journal of Food Quality*, *2018*. https://doi.org/10.1155/2018/1746139

Balaban, N., & Rasooly, A. (2000). Staphylococcal enterotoxins. *International Journal of Food Microbiology*, *61*(1), 1–10. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00377-9

Barać, M., Vučić, T., Špirović-Trifunović, B., Barać, N., & Smiljanić, M. (2022). Protein and fatty acid profiles of Kajmak ripened at two different temperatures. *Food Science and Technology*, *42*, *e63322*.

Baran, A., Erdoğan, A., & Adigüzel, C. (2017). A review on the presence of *Staphylococcus aureus* in cheese. *J. Nature Sci*, *6*(2), 100–105.

Barber, M. A. (1914). Milk poisoning due to a type of Staphylococcus albus occurring in the udder of a cow. *Philippine J. Sci. , 9 ,* 515–519.

Barría, C., Singer, R. S., Bueno, I., Estrada, E., Rivera, D., Ulloa, S., Fernández, J., Mardones, F. O., & Moreno-Switt, A. I. (2020). Tracing Listeria monocytogenes contamination in artisanal cheese to the processing environments in cheese producers in southern Chile. *Food Microbiology*, *90*(January 2019), 103499. https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103499

Barro, N., Quatara, A. T. C., Nikiema, A. P., Quatara, S. A., & Traoré, S. A. (2003). *Microbial quality assessment of some street food widely consumed in Ouagadougou, Burkina Faso* (pp. 369–374). Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé 12(4) 2003.

Bartlett, J. G. (2004). Guidelines for hand hygiene in healthcare settings. *Infectious Diseases in Clinical Practice*, *12*(3), 181. https://doi.org/10.1097/01.idc.0000129851.34508.48

Baş, M., Ersun, A. Ş., & Kivanç, G. (2006a). Implementation of HACCP and prerequisite programs in food businesses in Turkey. *Food Control*, *17*(2), 118–126. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.09.010

Baş, M., Ersun, A. Ş., & Kivanç, G. (2006b). The evaluation of food hygiene knowledge, attitudes, and practices of food handlers' in food businesses in Turkey. *Food Control*, *17*(4), 317–322. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.11.006

Baş, M., Yüksel, M., & Çavuşoğlu, T. (2007). Difficulties and barriers for the implementing of HACCP and food safety systems in food businesses in Turkey. *Food Control*, *18*(2), 124–130. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.09.002

Baylis, C. L. (2009). Raw milk and raw milk cheeses as vehicles for infection by Verocytotoxin-producing Escherichia coli. *International Journal of Dairy Technology*, *62*(3), 293–307. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00504.x

Behnke, C., Seo, S., & Miller, K. (2012). Assessing food safety practices in farmers' markets. *Food Protection Trends*, *32*(5), 232–239.

Bereda, T. W., Emerie, Y. M., Reta, M. A., & Asfaw, H. S. (2016). Microbiological Safety of Street Vended Foods in Jigjiga City, Eastern Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, *26*(2),

161–170. https://doi.org/10.4314/ejhs.v26i2.10

Beresford, P. T., Fitzimons, A. N., Brennan, L. N., & Cogan, M. T. (2001). Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal*, *11*, 259–274. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.005

Bevilacqua, A., Santis, A. De, Sinigaglia, M., Corbo, M. R., Sollazzo, G., Speranza, B., & Racioppo, A. (2023). *Microbiological Risk Assessment in Foods : Background and Tools , with a Focus on Risk Ranger*.

Bintsis, T., & Papademas, P. (2002). Microbiological quality of white-brined cheeses: A review. *International Journal of Dairy Technology*, *55*(3), 113–120.

Black, R. (2005). The Porta Palazzo farmers. *Anthropology of Food*. https://doi.org/10.4000/aof.157

Boatemaa, S., Barney, M., Drimie, S., Harper, J., Korsten, L., & Pereira, L. (2019). Awakening from the listeriosis crisis: Food safety challenges, practices and governance in the food retail sector in South Africa. *Food Control*, *104*(January), 333–342. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.05.009

Boyd, E., Trmcic, A., Taylor, M., Shyng, S., Hasselback, P., Man, S., Tchao, C., Stone, J., Janz, L., Hoang, L., & Galanis, E. (2021). Escherichia coli O121 outbreak associated with raw milk Gouda-like cheese in British Columbia, Canada, 2018. *Canada Communicable Disease Report*, *47*(1), 11–16. https://doi.org/10.14745/ccdr.v47i01a03

Brewer, M. S., & Rojas, M. (2008). Consumer attitudes toward issues in food safety. *Journal of Food Safety*, *28*(1), 1–22.

Brookfield Ametek. (2011). *CT3 Texture Analyzer Operating Instructions* (Vol. 8139). https://www.brookfieldengineering.com/-/media/ametekbrookfield/manuals/texture/ct3 manual m08-372-f1116.pdf%0Ahttps://www.brookfieldengineering.com/-/media/ametekbrookfield/manuals/texture/ct3 manual m08-372-f1116.pdf?

Brown, L. G., Hoover, E. R., Faw, B. V., Hedeen, N. K., Nicholas, D., Wong, M. R., Shepherd, C., Gallagher, D. L., & Kause, J. R. (2018). Food Safety Practices Linked with Proper Refrigerator Temperatures in Retail Delis. *Foodborne Pathogens and Disease*, *15*(5), 300–307. https://doi.org/10.1089/fpd.2017.2358

Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C., & Whiting, R. C. (2017). A review of Listeria monocytogenes: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, *75*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.016

Buckley, J. A. (2015). Food safety regulation and small processing: A case study of interactions between processors and inspectors. *Food Policy*, *51*, 74–82.

Bugarčić, M., & Bugarčić, J. (2019). Influence of kajmak as a cultural asset on the growth of the tourist offer of western Serbia. *Tourism in Function of Development of The Republic of Serbia*, *Tisc*, 415–430.

Bulajić, S., Ledina, T., Djordjević, J., Bošković, M., Matović, V., Marković, R., & Baltić, M. Ž. (2017). Biopreservation of traditional raw milk cheeses with an emphasis on Serbian artisanal cheeses and their historical production. *Meat Technology*, *58*(1), 52–61. http://www.journalmeattechnology.com/index.php/meat_technology/article/view/50/26

Cadwallader, K. (2010). Instrumental measurement of milk flavour and colour. In *Improving the Safety and Quality of Milk: Improving Quality in Milk Products* (Issue 1991). Woodhead Publishing Limited. https://doi.org/10.1533/9781845699437.2.181

Cakmakci, S., & Hayaloglu, A. A. (2011). Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dairy product. *International Journal of Dairy Technology*, *64*(3), 444–450. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00687.x

Campos, G. Z., Lacorte, G. A., Jurkiewicz, C., Hoffmann, C., Landgraf, M., Gombossy de Melo Franco, B. D., & Pinto, U. M. (2021). Microbiological characteristics of canastra cheese during manufacturing and ripening. *Food Control*, *121*(August 2020), 107598. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107598

Cankurt, H. (2019). The effects of adding different stabilizers in brine on the physicochemical, sensory, microbiological and textural properties of white cheese. *Foods*, *8*(4). https://doi.org/10.3390/foods8040133

Cardozo, G., Barbieri, M., Moreno, I., Van Dender, A., Trent, F., & Kuaye, A. (2009). Musca domestica L. como vetor de microrganismos patogênicos para queijo Minas Frescal Ultrafiltrado. *Brazilian Journal of Food Technology*, *12*(02), 85–91. https://doi.org/10.4260/bjft2009800900001

Carpentier, B., & Cerf, O. (2011). Review - Persistence of Listeria monocytogenes in food industry equipment and premises. *International Journal of Food Microbiology*, *145*(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.005

Carrasco, E., Morales-Rueda, A., & García-Gimeno, R. M. (2012). Cross-contamination and recontamination by Salmonella in foods: A review. *Food Research International*, *45*(2), 545–556. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.004

Carrascosa, C., Millán, R., Saavedra, P., Jaber, J. R., Raposo, A., & Sanjuán, E. (2016). Identification of the risk factors associated with cheese production to implement the hazard analysis and critical control points (HACCP) system on cheese farms. *Journal of Dairy Science*, *99*(4), 2606–2616. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10301

Carrique-Mas, J. J., Hökeberg, I., Andersson, Y., Arneborn, M., Tham, W., Danielsson-Tham, M. L., Osterman, B., Leffler, M., Steen, M., Eriksson, E., Hedin, G., & Giesecke, J. (2003). Febrile gastroenteritis after eating on-farm manufactured fresh cheese - An outbreak of listeriosis? *Epidemiology and Infection*, *130*(1), 79–86. https://doi.org/10.1017/S0950268802008014

Cartwright, E. J., Jackson, K. A., Johnson, S. D., Graves, L. M., Silk, B. J., & Mahon, B. E. (2013). Listeriosis outbreaks and associated food vehicles, United States, 1998-2008. *Emerging Infectious Diseases*, *19*(1), 1–9. https://doi.org/10.3201/eid1901.120393

Castro, H., Douillard, F. P., Korkeala, H., & Lindström, M. (2021). Mobile Elements Harboring Heavy Metal and Bacitracin Resistance Genes Are Common among Listeria monocytogenes Strains Persisting on Dairy Farms. *MSphere*, *6*(4). https://doi.org/10.1128/msphere.00383-21

Catellani, P., Miotti Scapin, R., Alberghini, L., Radu, I. L., & Giaccone, V. (2014). Levels of microbial contamination of domestic refrigerators in Italy. *Food Control*, *42*, 257–262. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.025

Cates, S. C., Morales, R. A., Karns, S. A., Jaykus, L. A., Kosa, K. M., Teneyck, T., Moore, C. M., & Cowen, P. (2006). Consumer knowledge, storage, and handling practices regarding Listeria in Frankfurters and deli meats: Results of a web-based survey. *Journal of Food Protection*, *69*(7), 1630–1639. https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.7.1630

Ceballos, L. A., Vercellino, D., D'errico, V., Barzanti, P., Decastelli, L., Nicolandi, L., Negro, M., & Ru, G. (2020). Hazard perception and possibility of simplifying food safety management systems in small businesses in Piedmont region, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, *9*(1), 32–38.

Ceuppens, S., Van Boxstael, S., Westyn, A., Devlieghere, F., & Uyttendaele, M. (2016). The heterogeneity in the type of shelf life label and storage instructions on refrigerated foods in supermarkets in Belgium and illustration of its impact on assessing the Listeria monocytogenes threshold level of 100 CFU/g. *Food Control*, *59*, 377–385. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.06.009

Chakraborty, P., Shivhare, U. S., & Basu, S. (2021). Effect of milk composition on sensory attributes and instrumental properties of Indian Cottage Cheese (Chhana). *NFS Journal*, *23*(September 2020), 8–16. https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.002

Charpentier, E., & Courvalin, P. (1999). Antibiotic resistance in Listeria spp. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *43*(9), 2103–2108. https://doi.org/10.1128/aac.43.9.2103

Choi, K. H., Lee, H., Lee, S., Kim, S., & Yoon, Y. (2016). Cheese Microbial Risk Assessments - A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *29*(3), 307–314.

Chudy, S., Bilska, A., Kowalski, R., & Teichert, J. (2020). Colour of milk and milk products in CIE Lab space. *Medycyna Weterynaryjna*, *76*(2), 77–81. https://doi.org/10.21521/mw.6327

Churchill, K. J., Sargeant, J. M., Farber, J. M., & O'connor, A. M. (2019). Prevalence of Listeria monocytogenes in select ready-to-eat foods—deli meat, soft cheese, and packaged salad: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Food Protection*, *82*(2), 344–357.

Clayton, D. A., Griffith, C. J., Price, P., & Peters, A. C. (2002). International Journal of Environmental Health Research Food handlers ' beliefs and self- reported practices. *International Journal of Environmental Health Research*, *12*, 25–39.

CLSI. (2012). Clinical and Laboratory Standards Institute: Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twenty second informational supplement. *CLSI Document M100-S22, Vol. 32. No. 3*, *32*(3), 2012.

CLSI. (2014). *Clinical and Laboratory Standards Institute. 2016. M100S. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, 26st informational supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA. 34*(1).

Contreras, C. P. A., de Cassia Vieira Cardoso, R., da Silva, L. N. N., & Cuello, R. E. G. (2020). Street food, food safety, and regulation: What is the Panorama in Colombia?: A review. *Journal of Food Protection*, *83*(8), 1345–1358. https://doi.org/10.4315/JFP-19-526

Corbo, M. R., Lanciotti, R., Albenzio, M., & Sinigaglia, M. (2001). Occurrence and characterization of yeasts isolated from milks and dairy products of Apulia region. *International Journal of Food Microbiology*, *69*(1–2), 147–152. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00585-2

Cortese, R. D. M., Veiros, M. B., Feldman, C., & Cavalli, S. B. (2016). Food safety and hygiene practices of vendors during the chain of street food production in Florianopolis, Brazil: A cross-sectional study. *Food Control*, *62*, 178–186. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.027

Costa Dias, M. A., Sant'Ana, A. S., Cruz, A. G., Faria, J. de A. F., Fernandes de Oliveira, C. A., & Bona, E. (2012). On the implementation of good manufacturing practices in a small processing unity of mozzarella cheese in Brazil. *Food Control*, *24*(1–2), 199–205.

Costanzo, N., Ceniti, C., Santoro, A., Clausi, M. T., & Casalinuovo, F. (2020). Foodborne Pathogen Assessment in Raw Milk Cheeses. *International Journal of Food Science*, *2020*. https://doi.org/10.1155/2020/3616713

Cummings, P. L., Sorvillo, F., & Kuo, T. (2012). The Burden of Salmonellosis in the United States. In *Salmonella - A Dangerous Foodborne Pathogen*.

Cusato, S., Gameiro, A. H., Corassin, C. H., Sant'ana, A. S., Cruz, A. G., Faria, J. D. A. F., & De Oliveira, C. A. F. (2013). Food safety systems in a small dairy factory: Implementation, major challenges, and assessment of systems' performances. *Foodborne Pathogens and Disease*, *10*(1), 6–12.

D'Amico, D. J., & Donnelly, C. W. (2008). Enhanced detection of Listeria spp. in farmstead cheese processing environments through dual primary enrichment, PCR, and molecular subtyping. *Journal of Food Protection*, *71*(11), 2239–2248. https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.11.2239

D'Amico, D. J., & Donnelly, C. W. (2010). Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*, *93*(1), 134–147. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2426

De Boeck, E., Jacxsens, L., Kurban, S., & Wallace, C. A. (2020). Evaluation of a simplified approach in food safety management systems in the retail sector: A case study of butcheries in Flanders, Belgium and Lancashire, UK. *Food Control*, *108*, 106844.

De Buyser, M. L., Dufour, B., Maire, M., & Lafarge, V. (2001). Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries. *International Journal of Food Microbiology*, *67*(1–2), 1–17. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00443-3

De la Rosa-Alcaraz, M. de los Á., Ortiz-Estrada, Á. M., Heredia-Castro, P. Y., Hernández-Mendoza, A., Reyes-Díaz, R., Vallejo-Cordoba, B., & González-Córdova, A. F. (2020). Poro de Tabasco cheese: Chemical composition and microbiological quality during its artisanal manufacturing process. *Journal of Dairy Science*, *103*(4), 3025–3037. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17363

De Lamo-Castellvi, S., Roig-Sagués, A. X., López-Pedemonte, T., Hernández-Herrero, M. M., Guamis, B., & Capellas, M. (2007). Response of two Salmonella enterica strains inoculated in model cheese treated-with high hydrostatic pressure. *Journal of Dairy Science*, *90*(1), 99–109. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72612-7

de Oliveira, C. A. F., Corassin, C. H., Lee, S. H. I., Gonçalves, B. L., & Barancelli, G. V. (2017). Pathogenic Bacteria in Cheese, Their Implications for Human Health and Prevention Strategies. In *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00005-X

de Souza, T. B., da Cruz, A. G., Moura, M. R. L., Vieira, A. C. de M., & Sant'Ana, A. de S. (2008). Microscopic quality indicators of minas frescal cheese. *Food Control*, *19*(1), 71–75. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.02.004

Denise, W., & Griffith, C. J. (2003). A survey of food hygiene and safety training in the retail and catering industry. *Nutrition & Food Science*, *33*(2), 68–79. https://doi.org/10.1108/00346650310466655

Di Monaco, R., Cavella, S., & Masi, P. (2008). Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*, *39*(2), 129–149. https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2008.00134.x

Domenech, E., Amorós, J. A., & Escriche, I. (2013). Effectiveness of prerequisites and the HACCP plan in the control of microbial contamination in ice cream and cheese companies. *Foodborne Pathogens and Disease*, *10*(3), 222–228. https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1305

Dominguez, M., Jourdan-Da Silva, N., Vaillant, V., Pihier, N., Kermin, C., Weill, F. X., Delmas, G., Kerouanton, A., Brisabois, A., & de Valk, H. (2009). Outbreak of Salmonella enterica serotype Montevideo infections in France linked to consumption of cheese made from raw milk. *Foodborne Pathogens and Disease*, *6*(1), 121–128. https://doi.org/10.1089/fpd.2008.0086

Doumith, M., Buchrieser, C., Glaser, P., Jacquet, C., & Martin, P. (2004). Differentiation of the major listeria monocytogenes serovars by multiplex PCR. *Journal of Clinical Microbiology*, *42*(8), 3819–3822. https://doi.org/10.1128/JCM.42.8.3819-3822.2004

Dozet, N., & Maćej, O. (2006). *Sirevi u salamuri-mjesto i značaj u sirarstvu. Monografija Autohtoni beli sirevi u salamuri. Ur. Dozet, N., Maćej, O., Beograd, 3-31.* Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Dozet, N., Maćej, O., & Jovanović, S. (2004). *Autohtoni mliječni proizvodi osnova za razvoj specifičnih, originalnih mliječnih prerađevina u savremenim uslovima* (pp. 31–48). Biotechnology in Animal Husbanry 20 (3-4), p1, 2004, Institute for Animal Husbandry, Belgrade - Zemun.

Drake, M. A., & Delahunty, C. M. (2017). Sensory Character of Cheese And its Evaluation. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition* (Vol. 1). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00020-X

Drake, M. A., Gerard, P. D., Truong, V. D., & Daubert, C. R. (1999). Relationship between instrumental and sensory measurements of cheese texture. *Journal of Texture Studies*, *30*(4), 451–476. https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1999.tb00230.x

Drašković, B., Rajković, Z., & Kostić, D. (2010). Milk production in Serbia and the position of small farmers (in Serbian). *Agricultural Economics*, *4*.

Dubrova Mateva, N., Eftimova, E., Srbinovska, S., Karovska, E., Menkovska, M., & Pacinovski, N. (2015). Preserving and marketing farmhouse artisanal cheese. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 54–59.

Đekić, I., Kuzmanović, J., Anđelković, A., Saračević, M., Stojanović, M. M., & Tomašević, I. (2016a). Relationships among hygiene indicators in take-away foodservice establishments and the impact of climatic conditions. *Journal of Applied Microbiology*, *121*(3), 863–872. https://doi.org/10.1111/jam.13211

Đekić, I., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Gagaoua, M., & Tomašević, I. (2021). Review on characteristics of trained sensory panels in food science. *Journal of Texture Studies*, *March*, 1–9. https://doi.org/10.1111/jtxs.12616

Đekić, I., Miocinovic, J., Pisinov, B., Ivanovic, S., Smigic, N., & Tomasevic, I. (2015). One approach in using multivariate statistical process control in analyzing cheese quality. *Mljekarstvo*, *65*(2), 91–100.

Đekić, I., Nikolić, A., Mujčinović, A., Blažić, M., Herljević, D., Goel, G., Trafia, J., Czarniecka-skubina, E., Guin, R., Os, S. M., Miocinovic, J., Aleksić, B., Vicente, M. G., Ozilgen, S., & Šmigić, N. (2022). *How do consumers perceive food safety risks ? – Results from a multi-country survey*. *142*(June). https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109216

Đekić, I., Pojić, M., Tonda, A., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Režek-Jamabrak, A., & Tomašević, I. (2019). Scientific challenges in performing life-cycle assessment in the food supply chain. *Foods*, *8*(8).

Đekić, I., Režek Jambrak, A., Djugum, J., & Rajković, A. (2018a). How the food industry experiences and perceives food fraud. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, *10*(4), 325–333.

Đekić, I., Šmigić, N., Miloradović, Z., Aleksić, B., Maslovarić, M., Jovanović, R., Tolimir, N., Pudja, P., & Miočinović, J. (2024). Level of Adoption of Hygiene Practices in Small-Scale Dairy. *Foods*, *13*, 2470.

Đekić, I., Tomić, N., Bourdoux, S., Spilimbergo, S., Šmigić, N., Udovicki, B., Hofland, G.,

Devlieghere, F., & Rajković, A. (2018b). Comparison of three types of drying (supercritical CO2, air and freeze) on the quality of dried apple – Quality index approach. *Lwt*, *94*, 64–72. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.029

Đekić, I., Tomić, N., Šmigić, N., Udovički, B., Hofland, G., & Rajković, A. (2018c). Hygienic design of a unit for supercritical fluid drying – case study. *British Food Journal*, *120*(9), 2155–2165.

Đekić, I., Vunduk, J., Tomasević, I., Kozarski, M., Petrovic, P., Niksic, M., Pudja, P., & Klaus, A. (2016b). *Total quality index of Agaricus bisporus mushrooms packed inmodified atmosphere* (pp. 3013–3021). J. Sci. Food Agriculture.

Đerovski, J., Radulović, Z., Radin, D., Radovanović, M., & Pudja, P. (2006). Ispitivanje kvaliteta kajmaka: hemiski, mikrobiološki i senzorni aspekt. *Preh.Ind. 1-2*, 25–28.

Đorđević, J. (1978). Kajmak – pitanje klasifikacije i propisa o kvalitetu. *Mlekarstvo 28 (6)*, 137–140.

Đurić, K. (2015). *Ekonomika poljoprivrede -Praktikum*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. https://doi.org/338.43:330(075.8)(076)

EC. (2004). DIRECTIVE 2001 / 82 / EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF 6 NOVEMBER 2001 ON THE COMMUNITY CODE RELATING TO VETERINARY MEDICINAL PRODUCTS as amended by Directive 2004 / 28 / EC of the European Parliament and the Council of the 31 March 200. *European Commission*, *2001*(September 2001).

EC. (2005). Regulation (EC) No 2073/2005 on Microbiological Criteria for Foodstuffs. *Official Journal of the European Union L 338/1*, *1*, 1–6.

EC. (2022). EUROPEAN COMMISSION COMMISSION NOTICE on the implementation of food safety management systems covering Good Hygiene Practices and procedures based on the HACCP principles, including the facilitation/flexibility of the implementation in certain food busine. *Officital Journal of the European Union C278/271-C278/232*, *852*, 1–58.

EFSA. (2014). Analysis of the baseline survey on the prevalence of Listeria monocytogenes in certain ready-to-eat foods in the EU, 2010–2011 Part B: analysis of factors related to prevalence and exploring compliance. *EFSA Journal, Food, European Food Safety Authority*, *12*(8), 2010–2011. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3810

EHEDG. (2018). Hygienic Design Principles. *EHEDG Guidelines, Brussels, Belgium, European Hygienic Engineering & Design Group*, *8*(3), 1–13.

El-Nimr, A. ., Eissa, H. A., El-Abd, M. M., Mehriz, A. A., Abbas, H. M., & Bayoumi, H. M. (2010). Water Activity, Color Characteristics and Sensory Properties of Egyptian Gouda Cheese during Ripening. *Journal of American Science*, *6*(10), 447–453.

Electronic, L. (n.d.). Color analyzer. *Lutron Electronic Enterprise CO, LTD, Taiwan, Https://Eshop.Micronix.Eu/Data/Eu/Att/002/2943-3931.Pdf*.

Elmoslemany, A. M., Keefe, G. P., Dohoo, I. R., Wichtel, J. J., Stryhn, H., & Dingwell, R. T. (2010). The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices. *Preventive Veterinary Medicine*, *95*(1–2), 32–40.

Endrikat, S., Gallagher, D., Pouillot, R., Hicks Quesenberry, H., Labarre, D., Schroeder M, C., & Kause, J. (2010). A comparative risk assessment for listeria monocytogenes in prepackaged versus retail-sliced deli meat. *Journal of Food Protection*, *73*(4), 612–619. https://doi.org/10.4315/0362-028x-73.4.612

Ergönül, B. (2013). Consumer awareness and perception to food safety: A consumer analysis. *Food*

Control, *32*(2), 461–471.

EU. (2004a). Regulation (EC) N° 853/2004 of the European Parlamient and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, *L 139*(853), 55.

EU. (2004b). Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of the European Union 3/04*.

EU. (2010a). Commission Regulation (EC) No 165/2010 of 26 February 2010, amending Regulation (EC) No 1881/2006setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. *Official Journal of the European Union.*, *50*(2009), 8–12.

EU. (2010b). COMMISSION REGULATION (EU) No 37/2010. *Official Journal of the European Union 37/2010, European Parliament and the Council of the European Union*, *L 15/1*.

EU. (2012). Commission staff working document on the implementation of national residue monitoring plans in the Member States in 2010 (Council Directive 96/23/EC). *Council of the European Union, Brusseles, 27 March 2012*, *March*, 1–23.

EU. (2013). Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 december 2013 on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Council Regulation (EC) No 1698/2005. *Official Journal of the European Union*, *1305*.

EU. (2022). The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *Authority, European Food Safety European Centre for Disease Prevention and Control, EFSA Journal. European Food Safety Authority*, *20*(12), e07666. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666

EUCAST. (2015). *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST): Break point tables for interpretation of MIC and zone diameter. Version 5.0, valid from 2015-01-01. II*, 1–15.

Evans, E. W., & Redmond, E. C. (2016). Older adult consumer knowledge, attitudes, and self-reported storage practices of ready-To-eat food products and risks associated with listeriosis. *Journal of Food Protection*, *79*(2), 263–272. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-312

Evans, J., Russell, S., James, C., & Corry, J. (2006). Microbial contamination of food refrigeration equipment. *Journal of Food Engineering*, *62*, 225–232. https://doi.org/10.1051/iufost:20060800

Falardeau, J., Trmčić, A., & Wang, S. (2021). The occurrence, growth, and biocontrol of Listeria monocytogenes in fresh and surface-ripened soft and semisoft cheeses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *20*(4), 4019–4048. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12768

FAO, & WHO. (1995). *Application of Risk Analysis to Food Standards Issues: Report of the Joiunt FAO/WHO Expert Consultation, Geneva, Switzerland* (p. 38). World Health Organization.

FDA. (2013). Food Code. In *Parasitology International* (Vol. 61, Issue 1). U.S. Department of health and human services, Public Health Service, Food and Drug Administratin, Coleege Park MD 20740. https://doi.org/10.1016/j.parint.2011.08.011

Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., & Stasiewicz, M. J. (2014). Listeria monocytogenes persistence in food-associated environments: Epidemiology, strain characteristics, and implications for public health. *Journal of Food Protection*, *77*(1), 150–170. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-150

Filiousis, G., Johansson, A., Frey, J., & Perreten, V. (2009). Prevalence, genetic diversity and antimicrobial susceptibility of Listeria monocytogenes isolated from open-air food markets in

Greece. *Food Control*, *20*(3), 314–317. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.05.018

Finotti, E., Bersani, A. M., & Bersani, E. (2007). Total quality indexes for extra-virgin olive oils. *Journal of Food Quality*, *30*(6), 911–931. https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00159.x

Finotti, E., Bersani, E., Vivanti, V., & Friedman, M. (2011). Application of a Functional Mathematical Quality Index To Asparagine, Free Sugar and Phenolic Acid Content of 20 Commercial Potato Varieties. *Journal of Food Quality*, *34*(1), 74–79. https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2010.00357.x

Fleet, G. H. (1990). Yeasts in dairy products. *Journal of Applied Bacteriology*, *1970*, 209–237.

Fleming, D., Cochi, S., & MacDonald, K. (1985). Pasteurized milk as a vehicle of infection in an outbreak of listeriosis. *American Journal of INFECTION CONTROL*, *13*(6), 284–285.

Foegeding, E. A., & Drake, M. A. (2007). Invited review: Sensory and mechanical properties of cheese texture. *Journal of Dairy Science*, *90*(4), 1611–1624. https://doi.org/10.3168/jds.2006-703

Fonseca, G. F., Helena, A. A. S., Oliveira, J. T. M., Martins, J. S. A., Mangiavacchi, B. M., Norverg, Ro. B. M. N., & Norber, A. N. (2020). Occurrence of Escherichia coli and Staphylococcus aureus in artisanal minas resh cheeses produced in the rural area of the Baixada Fluminense region, provinde of Rio de Janeiro, Brazil. *World Journal of Phamarcy and Pharmaceutical Sciences*, *9*(March), 492–503. https://doi.org/10.20959/wjpps20203-15730

Fontana, A. J. (2000). Understanding the importance of water activity in food. *Cereal Foods World*, *45*(1), 7–10.

Fotopoulos, C. V., Kafetzopoulos, D. P., & Psomas, E. L. (2009). Assessing the critical factors and their impact on the effective implementation of a food safety management system. *International Journal of Quality and Reliability Management*, *26*(9), 894–910. https://doi.org/10.1108/02656710910995082

Fox, E., Hunt, K., O'Brien, M., & Jordan, K. (2011). Listeria monocytogenes in Irish Farmhouse cheese processing environments. *International Journal of Food Microbiology*, *145*(SUPPL. 1), S39–S45.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2016). Fundamentals of cheese science, second edition. In *Fundamentals of Cheese Science, Second Edition*.

Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (2017). Cheese: An Overview. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition* (Fourth Edi, Vol. 1). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00001-6

Fretz, R., Sagel, U., Ruppitsch, W., Pietzka, A. T., Stöger, A., Huhulescu, S., Heuberger, S., Pichler, J., Much, P., Pfaff, G., Stark, K., Prager, R., Flieger, A., Feenstra, O., & Allerberger, F. (2010). Listeriosis outbreak caused by acid curd cheese "Quargel", Austria and Germany 2009. *Eurosurveillance*, *15*(5), 1–2.

Frewer, L. J., & Fischer, A. R. H. (2005). Consumer perceptions of risks from food. In *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*. Woodhead Publishing Limited. https://doi.org/10.1533/9781845690533.1.103

Frunză, G. (2022). Improving food product quality and safety by application (for cheese manufacturing). *Lucrări Ştiinţifice – Vol. 65(2)/2022, Seria Agronomie*, 199–204.

Frunză, G., & Pop, I. M. (2022). *The Application of the Failure Modes and Effects Analysis (Fmea) Methodology Within a Food Safety Management System*. 116–123.

FSA. (2008). Listeria – keeping food safe. *Food Standard Agency, Department of Health, FSA/1276/0708*.

FSA. (2023). *Listeria Video : FSA explains listeria People who are at higher risk of listeriosis, Food Standard Agency*.

Fusco, V., Chieffi, D., Fanelli, F., Logrieco, A. F., Cho, G. S., Kabisch, J., Böhnlein, C., & Franz, C. M. A. P. (2020). Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *19*(4), 2013–2049. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12568

Gandhi, M., & Chikindas, M. L. (2007). Listeria: A foodborne pathogen that knows how to survive. *International Journal of Food Microbiology*, *113*(1), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.07.008

Ganz, K., Yamamoto, E., Hardie, K., Hum, C., Hussein, H., Locas, A., & Steele, M. (2020). Microbial safety of cheese in Canada. *International Journal of Food Microbiology*, *321*.

Garnier, L., Valence, F., & Mounier, J. (2017a). Diversity and control of spoilage fungi in dairy products: An update. *Microorganisms*, *5*(3), 1–33. https://doi.org/10.3390/microorganisms5030042

Garnier, L., Valence, F., Pawtowski, A., Auhustsinava-Galerne, L., Frotte, N., Baroncelli, R., Deniel, F., Coton, E., & Mounier, J. (2017b). Diversity of spoilage fungi associated with various French dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, *241*, 191–197.

Gaulin, C., Levac, E., Ramsay, D., Dion, R., Ismaïl, J., Gingras, S., & Lacroix, C. (2012a). Escherichia coli O157:H7 outbreak linked to raw milk cheese in Quebec, Canada: Use of exact probability calculation and case-case study approaches to foodborne outbreak investigation. *Journal of Food Protection*, *75*(5), 812–818. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-385

Gaulin, C., Ramsay, D., & Bekal, S. (2012b). Widespread listeriosis outbreak attributable to pasteurized cheese, which led to extensive cross-contamination affecting cheese retailers, Quebec, Canada, 2008. *Journal of Food Protection*, *75*(1), 71–78.

Gebreyowhans, S., Zhang, S., Pang, X., Yang, B., Wang, T., Wu, Z., Lu, J., & Lv, J. (2020). Changes in texture, composition and sensory characteristics of Camembert cheese made from a mixture of goat milk and cow milk during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, *73*(3), 604–615. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12699

Georgala, A., Moschopoulou, E., Aktypis, A., Massouras, T., Zoidou, E., Kandarakis, I., & Anifantakis, E. (2005). Evolution of lipolysis during the ripening of traditional Feta cheese. *Food Chemistry*, *93*(1), 73–80. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.007

Gérard, A., El-Hajjaji, S., Niyonzima, E., Daube, G., & Sindic, M. (2018). Prevalence and survival of Listeria monocytogenes in various types of cheese—A review. *International Journal of Dairy Technology*, *71*(4), 825–843. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12552

Geronikou, A., Srimahaeak, T., Rantsiou, K., Triantafillidis, G., Larsen, N., & Jespersen, L. (2020). Occurrence of Yeasts in White-Brined Cheeses: Methodologies for Identification, Spoilage Potential and Good Manufacturing Practices. *Frontiers in Microbiology*, *11*(October), 1–21. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.582778

Giaouris, E., Simoes, M., & Dubois-Brissonnet, F. (2020). The role of biofilms in the development and dissemination of microbial resistance within the food industry. *Foods*, *9*(6). https://doi.org/10.3390/foods9060816

Gizaw, Z. (2019). Public health risks related to food safety issues in the food market: A systematic

literature review. *Environmental Health and Preventive Medicine*, *24*(1), 1–21. https://doi.org/10.1186/s12199-019-0825-5

Gong, B., Li, H., Feng, Y., Zeng, S., Zhuo, Z., Luo, J., Chen, X., & Li, X. (2022). Prevalence, Serotype Distribution and Antimicrobial Resistance of Non-Typhoidal Salmonella in Hospitalized Patients in Conghua District of Guangzhou, China. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *12*(February), 1–7. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.805384

Gör, Ö., & Görçün, Ö. (2020). *An Application Example on Cold Chain Management of Dairy Products*.

Götz, L., Njavro, M., Hanf, J. H., & Pieniadz, A. (2009). Vertical coordination with growers in the supermarket fresh fruit and vegetables supply chain in Croatia. *Agrarwirtschaft*, *58*(8), 363–370.

Gould, L. H., Mungai, E., & Barton Behravesh, C. (2014). Outbreaks attributed to cheese: Differences between outbreaks caused by unpasteurized and pasteurized dairy products, United States, 1998-2011. *Foodborne Pathogens and Disease*, *11*(7), 545–551.

Grace, D., Wu, F., & Havelaar, A. H. (2020). MILK Symposium review: Foodborne diseases from milk and milk products in developing countries—Review of causes and health and economic implications. *Journal of Dairy Science*, *103*(11), 9715–9729. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18323

Green, L. R., Selman, C. A., Radke, V., Ripley, D., Mack, J. C., Reimann, D. W., Stigger, T., Motsinger, M., & Bushnell, L. (2006). Food worker hand washing practices: An observation study. *Journal of Food Protection*, *69*(10), 2417–2423. https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.10.2417

Greig, J. D., Todd, E. C. D., Bartleson, C. A., & Michaels, B. S. (2007). Outbreaks Where Food Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease . *Journal of Food Protection*, *70*(7), 1752–1761.

Guinee, T. P. (2004). Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*, *57*(2–3), 99–109.

Guinee, T. P., Fox, P. F., & Products, D. (1994). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. 1). https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2800-5

Gupta, P., & Adhikari, A. (2022). Novel Approaches to Environmental Monitoring and Control of Listeria monocytogenes in Food Production Facilities. *Foods*, *11*(12). https://doi.org/10.3390/foods11121760

Harakeh, S., Saleh, I., Zouhairi, O., Baydoun, E., Barbour, E., & Alwan, N. (2009). Antimicrobial resistance of Listeria monocytogenes isolated from dairy-based food products. *Science of the Total Environment*, *407*(13), 4022–4027. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.04.010

Harris, L. J., Farber, J. N., Beuchat, L. R., Parish, M. E., Suslow, T. V., Garrett, E. H., & Busta, F. F. (2003). Outbreaks associated with fresh produce: Incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *2*(1 SUPPL.), 78–141. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00031.x

Harrison, J. A., Gaskin, J. W., Harrison, M. A., Cannon, J. L., Boyer, R. R., & Zehnder, G. W. (2013). Survey of food safety practices on small to medium-sized farms and in farmers markets. *Journal of Food Protection*, *76*(11), 1989–1993. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-158

Haubert, L., Mendonça, M., Lopes, G. V., de Itapema Cardoso, M. R., & da Silva, W. P. (2016). Listeria monocytogenes isolates from food and food environment harbouring tetM and ermB

resistance genes. *Letters in Applied Microbiology*, *62*(1), 23–29. https://doi.org/10.1111/lam.12516

Hedberg, C. W. (1992). A multistate outbreak of Salmonella javiana and Salmonella oranienburg infections due to consumption of contaminated cheese. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, *268*(22), 3203–3207. https://doi.org/10.1001/jama.268.22.3203

Hennekinne, J. A., De Buyser, M. L., & Dragacci, S. (2012). Staphylococcus aureus and its food poisoning toxins: Characterization and outbreak investigation. *FEMS Microbiology Reviews*, *36*(4), 815–836. https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00311.x

Hertzman, J., & Barrash, D. (2007). An assessment of food safety knowledge and practices of catering employees. *British Food Journal*, *109*(7), 562–576. https://doi.org/10.1108/00070700710761545

Hoelzer, K., Sauders, B. D., Sanchez, M. D., Olsen, P. T., Pickett, M. M., Mangione, K. J., Rice, D. H., Corby, J., Stich, S., Fortes, E. D., Roof, S. E., Grohn, Y. T., Wiedmann, M., & Oliver, H. F. (2011). Prevalence, distribution, and diversity of listeria monocytogenes in retail environments, focusing on small establishments and establishments with a history of failed inspections. *Journal of Food Protection*, *74*(7), 1083–1095. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-567

Hof, H., Nichterlein, T., & Kretschmar, M. (1997). Management of listeriosis. *Clinical Microbiology Reviews*, *10*(2), 345–357. https://doi.org/10.1128/cmr.10.2.345

Holloway, L., & Kneafsey, M. (2000). Reading the space of the farmers' market: A preliminary investigation from the UK. *Sociologia Ruralis*, *40*(3), 285–299. https://doi.org/10.1111/1467-9523.00149

Honish, L., Predy, G., Hislop, N., Kowalewska-grochowska, K., Trottier, L., Kreplin, C., Zazulak, I., & Cphi, C. (2004). An Outbreak of *E. coli* O157:H7 Hemorrahagic Colitis Associated with Unpasteurized Gouda Cheese. *Revue Canadienne de Sante Publique*, *96*(3), 182–184.

Horn, R., & Johnson, C. (1985). Matrix Analysis. *Cambridge: Cambridge University Press. MR0832183*.

Horne, D. S., & Lucey, J. A. (2017). Rennet-Induced Coagulation of Milk. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition* (Fourth Edi, Vol. 1). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00005-3

HPA. (2009). Guidelines for Assessing the Microbiological Safety of Ready-to-Eat Foods Placed on the Market. *Health Protection Agency, London, United Kingdom*.

Hunter, P. (2016). Margin of Error and Confidence Levels Made Simple. *ISixSigma*, 1–4. https://www.isixsigma.com/tools-templates/sampling-data/margin-error-and-confidence-levels-made-simple/

Iannetti, L., Acciari, V. A., Antoci, S., Addante, N., Bardasi, L., Bilei, S., Calistri, P., Cito, F., Cogoni, P., D'Aurelio, R., Decastelli, L., Iannetti, S., Iannitto, G., Marino, A. M. F., Muliari, R., Neri, D., Perilli, M., Pomilio, F., Prencipe, V. A., … Migliorati, G. (2016). Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods in Italy: Prevalence of contamination at retail and characterisation of strains from meat products and cheese. *Food Control*, *68*, 55–61. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.036

IARC. (2012). Chemical Agents and Related Occupations. *IARC (International Agency for Research on Cancer), WHO: Geneva, Switzerland*, 225–248.

ICH. (2005). International conference on harmonization of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, Quality Risk Management Q9. *ICH Harmonised Tripartite*

Guideline, *November (Step 4)*, 1–23.

IDF. (1988). IDF 1988 - Standard 88A: determination of chloride content (cheese and processed cheese). *Brussels, International Dairy Federation*.

ILSI. (2005). Achieving continuous improvement in reductions in foodborne listeriosis - A risk-based approach -ILSI research foundation/risk science institute, expert panel on *Listeria monocytogenes* in foods. *Journal of Food Protection*, *68*(9), 1932–1994. https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.9.1932

ISO. (2001). ISO 16649-2:2008 Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli — Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide. *Internationa Organization for Standardization, Geneva*, *76*(3), 61–64.

ISO. (2004a). ISO 5534:2004 Cheese and processed cheese - Determination of the total solids content (Reference method). *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*.

ISO. (2004b). Milk and milk products. Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds. Colony-count technique at 25 degrees° C. *ISO Norm 6611: 2004 IDF 94: 2004*, *94*, 2004.

ISO. (2007). ISO 7218:2007 - Microbiology of food and animal feeding stuffs -- General requirements and guidance for microbiological examinations. *International Organization for Standardization, Geneva*, 66.

ISO. (2008). ISO 3433:2008- Cheese — Determination of fat content — Van Gulik method. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*.

ISO. (2009). ISO 6888-1:1999 Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumaration of coagulase - positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) - Part 1: Technique using Baird - Parker agar medium. *International Organization for Standardization, Geneva*, *2*(5), 255. ???

ISO. (2014a). *ISO 4833-1:2014 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO. (2014b). ISO 8968-1:2014 - Milk and milk products - Determination of nitrogen content - Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*.

ISO. (2017a). ISO 11290-1:2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp. - Part 1: Detection method. *International Organization for Standardization, Geneva*, *5*(1), 1–8.

ISO. (2017b). ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp. *International Organization for Standardization, Geneva*, 1–14.

ISO. (2017c). SRPS EN ISO 21528-2 - Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae Colony-count technique. *International Organization for Standardization, Geneve, Switzerland*. https://www.iso.org/standard/63504.html

ISO. (2018). ISO 18593:2018 Microbiology of the food chain - Horizontal methods for surface sampling. *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland*.

ISO. (2020). ISO 6887-5:2020 Microbiology of the food chain - Preparation of test samples, initial

suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 5: Specific rules for the preparation of milk and milk products (ISO 6887-5:2020). *International Organization for Standardization, Geneva*, *7*(2), 33–48.

Jackson, K. A., Biggerstaff, M., Tobin-D'Angelo, M., Sweat, D., Klos, R., Nosari, J., Garrison, O., Boothe, E., Saathoff-Huber, L., Hainstock, L., & Fagan, R. P. (2011). Multistate outbreak of listeria monocytogenes associated with mexican-style cheese made from pasteurized milk among pregnant, hispanic women. *Journal of Food Protection*, *74*(6), 949–953.

Jacques, N., & Casaregola, S. (2008). Safety assessment of dairy microorganisms: The hemiascomycetous yeasts. *International Journal of Food Microbiology*, *126*(3), 321–326. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.020

Jacxsens, L., Kussaga, J., Luning, P. A., Van der Spiegel, M., Devlieghere, F., & Uyttendaele, M. (2009). A Microbial Assessment Scheme to measure microbial performance of Food Safety Management Systems. *International Journal of Food Microbiology*, *134*(1–2), 113–125. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.018

Jain, S., Rai, L. L., & Ahlawat, S. S. (2020). Proximate compositional, texture profile and colour profile analysis of cottage cheeses prepared using milk clotting enzymes extracted from mustard and sunflower oilseed cakes. *The Pharma Innovation Journal*, *9*(2), 277–281. http://www.thepharmajournal.com

Jevšnik, M., Hlebec, V., & Raspor, P. (2008a). Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food Control*, *19*(8), 737–745. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.017

Jevšnik, M., Hlebec, V., & Raspor, P. (2008b). Food safety knowledge and practices among food handlers in Slovenia. *Food Control*, *19*(12), 1107–1118.

Johler, S., Macori, G., Bellio, A., Acutis, P. L., Gallina, S., & Decastelli, L. (2018). Short communication: Characterization of Staphylococcus aureus isolated along the raw milk cheese production process in artisan dairies in Italy. *Journal of Dairy Science*, *101*(4), 2915–2920.

Johler, S., Weder, D., Bridy, C., Huguenin, M. C., Robert, L., Hummerjohann, J., & Stephan, R. (2015). Outbreak of staphylococcal food poisoning among children and staff at a Swiss boarding school due to soft cheese made from raw milk. *Journal of Dairy Science*, *98*(5), 2944–2948. https://doi.org/10.3168/jds.2014-9123

Johler, S., Zurfluh, K., & Stephan, R. (2016). Tracing and inhibiting growth of Staphylococcus aureus in barbecue cheese production after product recall. *Journal of Dairy Science*, *99*(5), 3345–3350. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10689

Johnsen, B. O., Lingaas, E., Torfoss, D., Strøm, E. H., & Nordøy, I. (2010). A large outbreak of Listeria monocytogenes infection with short incubation period in a tertiary care hospital. *Journal of Infection*, *61*(6), 465–470. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2010.08.007

Jokanović, O., Marković, B., Miočinović, J., & Mirecki, S. (2021). Technology and quality of kuČki cheese-traditional montenegrin brined cheese. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, *33*(March), 76–84.

Joković, N., Nikolić, M., Begović, J., Jovčić, B., Savić, D., & Topisirović, L. (2008). A survey of the lactic acid bacteria isolated from Serbian artisanal dairy product kajmak. *International Journal of Food Microbiology*, *127*(3), 305–311. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.07.026

Jordan, K., Hunt, K., Lourenco, A., & Pennone, V. (2018). *Listeria monocytogenes in the Food Processing Environment Methodologies of Sampling*.

Jorgensen, J., Bland, R., Waite-Cusic, J., & Kovacevic, J. (2021). Diversity and antimicrobial

resistance of Listeria spp. and L. monocytogenes clones from produce handling and processing facilities in the Pacific Northwest. *Food Control*, *123*, 107665. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107665

Jovanović, J., Đekić, I., Šmigić, N., Tomić, N., & Rajković, A. (2022). Temperature profile and hygiene in household refrigerators in Belgrade, Serbia and their relation to consumers food safety knowledge and characteristics of the refrigerators. *Food Control*, *136*. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108813

Jovanović, S. (2001). *Uticaj obrazovanja koagregata proteina mleka na veće iskorišćenje ukupnih proteina pri proizvodnji polutvrdih sireva*. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.

Jovanović, S., Maćej, O., & Barać, M. (2004a). Karakteristike autohtone proizvodnje homoljskog belog sira u salamuri. *Biotehnologija u Stočarstvu*, *20 (5-6)*, 157–163. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract

Jovanović, S., Maćej, O., & Barać, M. (2004b). Karakteristike autohtone proizvodnje sjeničkog sira na području sjeničko-pešterske visoravni. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2004.

Juárez-Barrientos, J. M., de Montserrat Tejeda-Paz, M., de Jesús Ramírez-Rivera, E., Aguirre-Cruz, A., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C. E., & Herman-Lara, E. (2019). Use of quantitative descriptive analysis (QDA) coupled with multivariate statistical methods to detection and discrimination of adulterated fresh cheeses. *Journal of Sensory Studies*, *34*(1), 1–8. https://doi.org/10.1111/joss.12479

Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. T. (2004). Pathogenic Escherichia coli. *Nature Reviews Microbiology*, *2*(2), 123–140. https://doi.org/10.1038/nrmicro818

Kapshakbayeva, Z., Mayorov, A., Moldabayeva, Z., Mirasheva, G., Utegenova, A., Imankulova, G., & Beysembayeva, A. (2019). Food safety control of halloumi type cheese production. *EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci*, *13*(January), 293–301.

Kara, R., & Aslan, S. (2021). Investigation of listeria monocytogenes in workers, equipment and environments at kaymak processing plants. *Food Science and Technology (Brazil)*, *41*(2), 449–452. https://doi.org/10.1590/fst.02620

Karabasil, N., Boskovic, T., Dimitrijevic, M., Vasilev, D., Teodorovic, V., Ilic, N., & Djordjevic, V. (2015). Food Hygiene – Flexibility in Traditional and Small Meat Establishments. *Procedia Food Science*, *5*, 140–143. https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.040

Karabasil, N., Bošković, T., Tomašević, I., Vasilev, D., Dimitrijević, M., Katanić, N., & Antić, D. (2018). Production of traditional meat products in small and micro establishments in Serbia: Current status and future perspectives. *Acta Veterinaria*, *68*(4), 373–390. https://doi.org/10.2478/acve-2018-0031

Karaman, A. D. (2012). Food safety practices and knowledge among Turkish dairy businesses in different capacities. *Food Control*, *26*(1), 125–132. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.012

Karaman, A. D., Cobanoglu, F., Tunalioglu, R., & Ova, G. (2012). Barriers and benefits of the implementation of food safety management systems among the Turkish dairy industry: A case study. *Food Control*, *25*(2), 732–739.

Katić, V., & Bulajić, S. (2018). *Higijena i tehnologija mleka*. Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Centat za izdavačku delatnost i promet učila, Bulevar oslobođenja 18, Beograd.

Kenner, L. (2001). Chemical and Physical Hazards: the “Other” Food Safety Risks. *Food Testing &*

Analysis, 1. https://www.foodsafetyprofessionals.com/www.foodsafetyprofessionals.com/www.foodsafetyprofessionals.com/www.foodsafetyprofessionals.com/keenerhazards.pdf

Kevenk, T. O., & Terzi Gulel, G. (2016). Prevalence, Antimicrobial Resistance and Serotype Distribution of Listeria monocytogenes Isolated from Raw Milk and Dairy Products. *Journal of Food Safety*, *36*(1), 11–18. https://doi.org/10.1111/jfs.12208

Khattab, A. R., Guirguis, H. A., Taw, S. M., & Farag, M. A. (2019). *Trends in Food Science & Technology Cheese ripening : A review on modern technologies towards fl avor enhancement , process acceleration and improved quality assessment*. *88*(March), 343–360. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.009

Kljajević, N. V., Miloradović, Z. N., Miočinović, J. B., Pavlović, V. B., Tomić, N. S., & Jovanović, S. T. (2024). Insights into proteolysis, textural evolution, microstructural changes and sensory attributes of white brined cheese from frozen-stored caprine milk. *International Journal of Dairy Technology*, *77*(2), 313–323. https://doi.org/10.1111/1471-0307.13042

Kneafsey, M., Venn, L., Schmutz, U., Bálint, B., Trenchard, L., Eyden-Woods, T., Bos, E., Sutton, G., & Blackett, M. (2013). *Short Food Supply Chains and Local Food Systems in the EU. A State of Play of their Socio-Economic Characteristics* (pp. 1–123). European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies.

Ko, W. H. (2013). The relationship among food safety knowledge, attitudes and self-reported HACCP practices in restaurant employees. *Food Control*, *29*(1), 192–197. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.076

Komora, N., Bruschi, C., Magalhães, R., Ferreira, V., & Teixeira, P. (2017). Survival of Listeria monocytogenes with different antibiotic resistance patterns to food-associated stresses. *International Journal of Food Microbiology*, *245*, 79–87. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.01.013

Kos, J., Lević, J., Duragić, O., Kokić, B., & Miladinović, I. (2014). Occurrence and estimation of aflatoxin M1 exposure in milk in Serbia. *Food Control*, *38*(1), 41–46.

Kousta, M., Mataragas, M., Skandamis, P., & Drosinos, E. H. (2010). Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control*, *21*(6), 805–815.

Kovačević, J., Mesak, L. R., & Allen, K. J. (2012). Occurrence and characterization of Listeria spp. in ready-to-eat retail foods from Vancouver, British Columbia. *Food Microbiology*, *30*(2), 372–378. https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.12.015

Kovačević, J., Sagert, J., Wozniak, A., Gilmour, M. W., & Allen, K. J. (2013). Antimicrobial resistance and co-selection phenomenon in Listeria spp. recovered from food and food production environments. *Food Microbiology*, *34*(2), 319–327. https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.01.002

Kramer, J., & Scott, W. G. (2004). Food safety knowledge and practices in ready-to-eat food establishments. *International Journal of Environmental Health Research*, *14*(5), 343–350. https://doi.org/10.1080/09603120400004022

Kümmel, J., Stessl, B., Gonano, M., Walcher, G., Bereuter, O., Fricker, M., Grunert, T., Wagner, M., & Ehling-Schulz, M. (2016). Staphylococcus aureus entrance into the Dairy Chain: Tracking S. aureus from dairy cow to cheese. *Frontiers in Microbiology*, *7*(OCT), 1–11. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01603

Kurt, L., & Ozilgen, S. (2013). Failure mode and effect analysis for dairy product manufacturing: Practical safety improvement action plan with cases from Turkey. *Safety Science*, *55*, 195–206.

Lahou, E., & Uyttendaele, M. (2017). Growth potential of Listeria monocytogenes in soft, semi-soft and semi-hard artisanal cheeses after post-processing contamination in deli retail establishments. *Food Control*, *76*, 13–23. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.033

Lakićević, B., & Nastasijević, I. (2017). Listeria monocytogenes in retail establishments: Contamination routes and control strategies. *Food Reviews International*, *33*(3), 247–269. https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1175017

Laslo, É., & György, É. (2018). Evaluation of the microbiological quality of some dairy products. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, *11*(1), 27–44. https://doi.org/10.2478/ausal-2018-0002

Layada, S., Benouareth, D. E., Coucke, W., & Andjelkovic, M. (2016). Assessment of antibiotic residues in commercial and farm milk collected in the region of Guelma (Algeria). *International Journal of Food Contamination*, *3*(1). https://doi.org/10.1186/s40550-016-0042-6

Le Marc, Y., Valík, L., & Medveďová, A. (2009). Modelling the effect of the starter culture on the growth of Staphylococcus aureus in milk. *International Journal of Food Microbiology*, *129*(3), 306–311. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.12.015

Le, S., Bazger, W., Hill, A. R., & Wilcock, A. (2014). Awareness and perceptions of food safety of artisan cheese makers in Southwestern Ontario: A qualitative study. *Food Control*, *41*(1), 158–167.

Ledenbach, L. H., & Marshall, R. T. (2009). Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*.

Ledo, J., Hettinga, K. A., & Luning, P. A. (2020). A customized assessment tool to differentiate safety and hygiene control practices in emerging dairy chains. *Food Control*, *111*(December 2019), 107072. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107072

Lee, H. K., Abdul Halim, H., Thong, K. L., & Chai, L. C. (2017). Assessment of food safety knowledge, attitude, self-reported practices, and microbiological hand hygiene of food handlers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(1). https://doi.org/10.3390/ijerph14010055

León, K., Mery, D., Pedreschi, F., & León, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, *39*(10), 1084–1091. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006

Levantesi, C., Bonadonna, L., Briancesco, R., Grohmann, E., Toze, S., & Tandoi, V. (2012). Salmonella in surface and drinking water: Occurrence and water-mediated transmission. *Food Research International*, *45*(2), 587–602. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.037

Leyer, G. J., & Johnson, E. A. (1992). Acid adaptation promotes survival of Salmonella spp. in cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, *58*(6), 2075–2080. https://doi.org/10.1128/aem.58.6.2075-2080.1992

Lim, H., & Farber, J. (2017). Food Safety for Farmers Markets: A Guide to Enhancing Safety of Local Foods. *Food Safety for Farmers Markets: A Guide to Enhancing Safety of Local Foods*, 75–102. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66689-1

Linnan, M. J., Mascola, L., Lou, X. D., Goulet, V., May, S., Salminen, C., Hird, D. W., Yonekura, M. L., Hayes, P., Weaver, R., Audurier, A., Plikaytis, B. D., Fannin, S. L., Kleks, A., & Broome, C. V. (1988). Epidemic Listeriosis Associated with Mexican-Style Cheese. *New England Journal*

of Medicine, *319*(13), 823–828. https://doi.org/10.1056/nejm198809293191303

Little, C. L., Rhoades, J. R., Sagoo, S. K., Harris, J., Greenwood, M., Mithani, V., Grant, K., & McLauchlin, J. (2008). Microbiological quality of retail cheeses made from raw, thermized or pasteurized milk in the UK. *Food Microbiology*, *25*(2), 304–312.

Lokuruka, N. I. M. (2016). Overview of dairy processing and marketing in East African dairy value chains: Opportunities and challenges. *African Journal of Food Science*, *10*(11), 254–262. https://doi.org/10.5897/ajfs2016.1465

Losito, P., Visciano, P., Genualdo, M., Satalino, R., Migailo, M., Ostuni, A., Luisi, A., & Cardone, G. (2017). Evaluation of hygienic conditions of food contact surfaces in retail outlets: Six years of monitoring. *LWT - Food Science and Technology*, *77*(852), 67–71. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.029

Louis Tyasi, T., Gxasheka, M., PHILLEMON Tlabela, C., & Phillemon Tlabela, C. (2015). Assessing the effect of nutrition on milk composition of dairy cows: A review. *Int J Curr Sci*, *17*, 56–63. https://www.researchgate.net/publication/282121067

Lu, M., & Wang, N. S. (2017). Spoilage of Milk and Dairy Products. In *The Microbiological Quality of Food: Foodborne Spoilers*. Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100502-6.00010-8

Lubran, M. B., Pouillot, R., Bohm, S., Calvey, E. M., Meng, J., & Dennis, S. (2010). Observational study of food safety practices in retail deli departments. *Journal of Food Protection*, *73*(10), 1849–1857. https://doi.org/10.4315/0362-028X-73.10.1849

Lundén, J., Tolvanen, R., & Korkeala, H. (2004). Human listeriosis outbreaks linked to dairy products in Europe. *Journal of Dairy Science*, *87*(SUPPL. 1), 6–12. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70056-9

Lungu, B., O'Bryan, C. A., Muthaiyan, A., Milillo, S. R., Johnson, M. G., Crandall, P. G., & Ricke, S. C. (2011). Listeria monocytogenes: Antibiotic resistance in food production. *Foodborne Pathogens and Disease*, *8*(5), 569–578. https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0718

Luque-Sastre, L., Arroyo, C., Fox, E. M., McMahon, B. J., Bai, L., Li, F., & Fanning, S. (2018). Antimicrobial Resistance in Listeria Species . *Microbiology Spectrum*, *6*(4). https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0031-2017

Maćej, O., Dozet, N., & Jovanović, S. (2006). Karakteristike autohtone proizvodnje sjeničkog, homoljskog, zaltarskog i svrljiškog sira. In N. Dozet & O. Maćej (Eds.), *Autohtoni beli sirevi u salamuri* (pp. 33–65). Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Machado, R. A. M., & Cutter, C. N. (2017). Sanitation indicators as a tool to evaluate a food safety and sanitation training program for farmstead cheese processors. *Food Control*, *78*, 264–269.

Machado, R. A. M., Radhakrishna, R., & Cutter, C. N. (2017). Food safety of farmstead cheese processors in Pennsylvania: An initial needs assessment. *Food Protection Trends*, *37*(2), 88–98.

Magalhães, R., Almeida, G., Ferreira, V., Santos, I., Silva, J., Mendes, M. M., Pita, J., Mariano, G., Mâncio, I., Sousa, M. M., Farber, J., Pagotto, F., & Teixeira, P. (2015). Cheese-related listeriosis outbreak, Portugal, march 2009 to february 2012. *Eurosurveillance*, *20*(17), 21104. https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2015.20.17.21104

Maio, R., García-Díez, J., & Saraiva, C. (2020). Microbiological quality of foodstuffs sold on expiry date at retail in Portugal: A preliminary study. *Foods*, *9*(7), 1–12. https://doi.org/10.3390/foods9070919

Makino, S. I., Kawamoto, K., Takeshi, K., Okada, Y., Yamasaki, M., Yamamoto, S., & Igimi, S. (2005). An outbreak of food-borne listeriosis due to cheese in Japan, during 2001. *International Journal of Food Microbiology*, *104*(2), 189–196.

Maktabi, S., Jamnejad, A., & Faramarzian, K. (2013). Contamination of household refrigerators by Listeria species in Ahvaz, Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*, *6*(3), 301–305. https://doi.org/10.5812/jjm.3543

Malak-Rawlikowska, A., Majewski, E., Was, A., Borgen, S. O., Csillag, P., Donati, M., Freeman, R., Hoàng, V., Lecoeur, J. L., Mancini, M. C., Nguyen, A., Saïdi, M., Tocco, B., Török, Á., Veneziani, M., Vittersø, G., & Wavresky, P. (2019). Measuring the economic, environmental, and social sustainability of short food supply chains. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(15).

Martinez-Rios, V., & Dalgaard, P. (2018). Prevalence of Listeria monocytogenes in European cheeses: A systematic review and meta-analysis. *Food Control*, *84*, 205–214.

McCollum, J. T., Cronquist, A. B., Silk, B. J., Jackson, K. A., O'Connor, K. A., Cosgrove, S., Gossack, J. P., Parachini, S. S., Jain, N. S., Ettestad, P., Ibraheem, M., Cantu, V., Joshi, M., DuVernoy, T., Fogg, N. W., Gorny, J. R., Mogen, K. M., Spires, C., Teitell, P., … Mahon, B. E. (2013). Multistate Outbreak of Listeriosis Associated with Cantaloupe. *New England Journal of Medicine*, *369*(10), 944–953. https://doi.org/10.1056/nejmoa1215837

Melero, B., Stessl, B., Manso, B., Wagner, M., Esteban-Carbonero, Ó. J., Hernández, M., Rovira, J., & Rodriguez-Lázaro, D. (2019). Listeria monocytogenes colonization in a newly established dairy processing facility. *International Journal of Food Microbiology*, *289*(September 2018), 64–71. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.003

Melo, J., Andrew, P. W., & Faleiro, M. L. (2015). Listeria monocytogenes in cheese and the dairy environment remains a food safety challenge: The role of stress responses. *Food Research International*, *67*, 75–90. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.10.031

Memiši, N., Bogdanović, V., Tomić, Z., Kasalica, A., Žujović, M., Stanišić, N., & Delić, N. (2011). Variability and correlation between basic quality parameters of raw cow milk. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *27*(3), 959–967. https://doi.org/10.2298/bah1103959m

Mercier, S., Mondor, M., Villeneuve, S., & Marcos, B. (2018). The Canadian food cold chain: A legislative, scientific, and prospective overview. *International Journal of Refrigeration*, *88*, 637–645. https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2018.01.006

Metz, M., Sheehan, J., & Feng, P. C. H. (2020). Use of indicator bacteria for monitoring sanitary quality of raw milk cheeses – A literature review. *Food Microbiology*, *85*(July 2019), 103283. https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103283

Mijačević, Z., & Babić, L. (1990). *Production technology of kajmak (cream)and some problems of quality standardization (in Serbian)* (pp. 43–51). Mljekarstvo 40 (2).

Mikulec, D. P., Tambur, Z., Radaković, S., Mileusnić, I., & Jevremović, D. (2012). *Rate of Potentially Pathogenic Bacteria in Fresh Soft*. *12*(August), 247–251.

Milićević, D., Krešić, G., Vranić, D., Lešić, T., Nedeljković-Trailović, J., Janković, S., & Pleadin, J. (2022). Characterization and nutritional assessment of traditional dairy products from the Zlatibor region, Republic of Serbia. *Veterinarska Stanica*, *53*(1), 17–32. https://doi.org/10.46419/vs.53.1.11

Miljković, M., & Alčaković, S. (2015). *Kanali distribucije poljoprivrednih proizvoda sa posebnim osvrtom na pijace u Srbiji* (pp. 599–602). https://doi.org/10.15308/synthesis-2015-599-602

Millet, L., Saubusse, M., Didienne, R., Tessier, L., & Montel, M. C. (2006). Control of Listeria

monocytogenes in raw-milk cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, *108*(1), 105–114. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.11.004

Miloradović, Z., Blažić, M., Barukčić, I., Font i Furnols, M., Šmigić, N., Tomašević, I., & Miočinović, J. (2021). Serbian, Croatian and Spanish consumers' beliefs towards artisan cheese. *British Food Journal*. https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2021-0409

Miloradović, Z., Kovačević, J., Miočionović, J., Djekić, I., Kljajević, N., & Šmigić, N. (2024). E-commerce readiness and training needs of small-scale dairy processors in Serbia: Understanding barriers and knowledge gaps. *Heliyon*, *10*(6), e27442. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27442

Miloradović, Z., Miočinović, J., Kljajević, N., Tomačević, I., & Pudja, P. (2018a). The influence of milk heat treatment on composition, texture, colour and sensory characteristics of cows' and goats' Quark-type cheeses. *Small Ruminant Research*, *169*, 154–159.

Miloradović, Z., Šmigić, N., Djekić, I., Tomašević, I., Kljajević, N., Nedeljković, A., & Miočinović, J. (2018b). The influence of NaCl concentration of brine and different packaging on goat white brined cheese characteristics. *International Dairy Journal*, *79*, 24–32.

Milovanović, B., Djekić, I., Miočinović, J., Djordjević, V., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Mörlein, D., & Tomašević, I. (2020). What is the color of milk and dairy products and how is it measured? *Foods*, *9*(11), 1–17. https://doi.org/10.3390/foods9111629

Milovanović, B., Tomović, V., Djekić, I., Miočinović, J., Solowiej, B. G., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., & Tomašević, I. (2021). Colour assessment of milk and milk products using computer vision system and colorimeter. *International Dairy Journal*, *120*, 105084. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105084

Minten, B., & Reardon, T. (2008). Food prices, quality, and quality's pricing in supermarkets versus traditional markets in developing countries. *Review of Agricultural Economics*, *30*(3), 480–490. https://doi.org/10.1111/j.1467-9353.2008.00422.x

Miočinović, J. (2020). *Tehnologija mleka II, Posebno sirarstvo*. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Miočinović, J., Miloradović, Z., Radovanović, M., Ignjatović, I. S., Radulović, A., Nastaj, M., Sołowiej, B. G., & Tomašević, I. (2022). Sodium Reduction by Partial and Total Replacement of NaCl with KCl in Serbian White Brined Cheese. *Foods*, *11*(3), 1–12. https://doi.org/10.3390/foods11030374

Miočinović, J., Miloradović, Z., Radulović, Z., Paunović, D., Trpković, G., Radovanovic, M., & Pudja, P. (2011). The composition and properties of kajmak from different producers. *Proceedings of the 22nd International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 28. September-1. October, 2011.*, 329–331.

Mirecki, S., Tomić, D., Vučinić, S., Marković, M., & Marković, B. (2017). Tehnologija i kvaliteta Skorupa - tradicionalnog crnogorskog mlijecnog proizvoda. *Mljekarstvo*, *67*(3), 197–207. https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0304

Mladenović, K. G., Muruzović, M., Žugić Petrović, T., Stefanović, O. D., & Čomić, L. R. (2018). Isolation and identification of Enterobacteriaceae from traditional Serbian cheese and their physiological characteristics. *Journal of Food Safety*, *38*(1), 1–9. https://doi.org/10.1111/jfs.12387

Modi, S. R., Collins, J. J., & Relman, D. A. (2014). Antibiotics and the gut microbiota. *Journal of Clinical Investigation*, *124*(10), 4212–4218. https://doi.org/10.1172/JCI72333

Moen, B., Langsrud, S., Berget, I., Maugesten, T., & Møretrø, T. (2023). Mapping the Kitchen Microbiota in Five European Countries Reveals a Set of Core Bacteria across Countries, Kitchen Surfaces, and Cleaning Utensils. *Applied and Environmental Microbiology*, *89*(6). https://doi.org/10.1128/aem.00267-23

Monammad, Z., Yu, H., Neal, J., Gibson, K., & Sujata, S. (2020). United States Farmers Markets. *Foods*, *9*(12), 1–12.

Moračanin, S. M. V., Mirecki, S., Trbović, D. K., Turubatović, L. R., Kurćubić, V. S., & Mašković, P. Z. (2012). Traditional manufacturing of white cheeses in brine in Serbia and Montenegro - Similarities and differences. *Acta Periodica Technologica*, *43*, 107–113. https://doi.org/10.2298/APT1243107V

Morelli, E., Noel, V., Rosset, P., & Poumeyrol, G. (2012). Performance and conditions of use of refrigerated display cabinets among producer/vendors of foodstuffs. *Food Control*, *26*(2), 363–368. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.02.002

Møretrø, T., & Langsrud, S. (2004). Listeria monocytogenes : biofilm formation and persistence in food-processing environments. *Biofilms*, *1*(2), 107–121.

Morvan, A., Moubareck, C., Leclercq, A., Hervé-Bazin, M., Bremont, S., Lecuit, M., Courvalin, P., & Le Monnier, A. (2010). Antimicrobial resistance of Listeria monocytogenes strains isolated from humans in France. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *54*(6), 2728–2731. https://doi.org/10.1128/AAC.01557-09

Motarjemi, Y., & Lelieveld, H. (2013). *Food Safety Management, A practical Guide for the Food Industry*. Academic Press.

Motarjemi, Y., Moy, G. G., Jooste, P. J., & Anelich, L. E. (2013). Milk and Dairy Products. In *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry*. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381504-0.00005-6

Moura, A., Disson, O., Lavina, M., Thouvenot, P., Huang, L., Leclercq, A., Fredriksson-Ahomaa, M., Eshwar, A. K., Stephan, R., & Lecuit, M. (2019). Atypical hemolytic listeria innocua isolates are virulent, albeit less than listeria monocytogenes. *Infection and Immunity*, *87*(4). https://doi.org/10.1128/IAI.00758-18

Murphy, S. C., Martin, N. H., Barbano, D. M., & Wiedmann, M. (2016). Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? *Journal of Dairy Science*, *99*(12), 10128–10149.

Murray, R., Glass-Kaastra, S., Gardhouse, C., Marshall, B., Ciampa, N., Franklin, K., Hurst, M., Thomas, M. K., & Nesbitt, A. (2017). Canadian consumer food safety practices and knowledge: Foodbook study. *Journal of Food Protection*, *80*(10), 1711–1718.

N'guessan, É., Godrie, T., De Laubier, J., Di Tanna, S., Ringuet, M., & Sindic, M. (2015). A survey of bacteria found in Belgian dairy farm products. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, *19*(4), 346–354.

Najib, M., Hallab, M. W., Hallab, K., Hallab, Z., Hamze M & Chihib N. E. (2020). Thermal processing of milk as a main tool in the production of Qishta, Khoa and Kajmak. *Jmaterenvironsci.Com*, *11*(2), 294–309.

Nastasijević, I., Tomašević, I., Šmigić, N., Milićević, D., Petrović, Z., & Djekić, I. (2016). Hygiene assessment of Serbian meat establishments using different scoring systems. *Food Control*, *62*, 193–200. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.034

Ndraha, N., Hsiao, H. I., Vlajic, J., Yang, M. F., & Lin, H. T. V. (2018). Time-temperature abuse in

the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations. *Food Control*, *89*, 12–21. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.01.027

Neff, R. A., Spiker, M., Rice, C., Schklair, A., Greenberg, S., & Leib, E. B. (2019). Misunderstood food date labels and reported food discards: A survey of U.S. consumer attitudes and behaviors. *Waste Management*, *86*, 123–132. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.023

Niederberger, M., & Köberich, S. (2021). Coming to consensus: The Delphi technique. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, *20*(7), 692–695. https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvab059

Niewczas-Dobrowolska, M. (2022). Consumers attitude toward lack of food safety. *British Food Journal*, *124*(13), 432–444. https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2022-0277

Nishinari, K., Fang, Y., & Rosenthal, A. (2019). Human oral processing and texture profile analysis parameters: Bridging the gap between the sensory evaluation and the instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*, *50*(5), 369–380. https://doi.org/10.1111/jtxs.12404

Nkosi, N. V., & Tabit, F. T. (2021). The food safety knowledge of street food vendors and the sanitary conditions of their street food vending environment in the Zululand District, South Africa. *Heliyon*, *7*(7), e07640. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07640

Norwood, H. E., Neal, J. A., & Sirsat, S. A. (2019). Food Safety Resources for Managers and Vendors of Farmers Markets in Texas. *Journal of Environmental Health*, *82*(2), 8-13. JSTOR, https://www.jstor.org/stable/26751285. Accessed 4 may 2024

Nyamakwere, F., Esposito, G., Dzama, K., Muller, M., Moelich, E. I., & Raffrenato, E. (2021). A Survey of Cheese from Small-Scale Artisanal Producers in Western Cape, South Africa. *Journal of Food Quality*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/3708786

Odeyemi, O. A., Sani, N. A., Obadina, A. O., Saba, C. K. S., Bamidele, F. A., Abughoush, M., Asghar, A., Dongmo, F. F. D., Macer, D., & Aberoumand, A. (2019). Food safety knowledge, attitudes and practices among consumers in developing countries: An international survey. *Food Research International*, *116*, 1386–1390. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.030

Oh, J. H., & Park, M. K. (2017). Recent trends in Salmonella outbreaks and emerging technology for biocontrol of Salmonella using phages in foods: A review. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, *27*(12), 2075–2088. https://doi.org/10.4014/jmb.1710.10049

Olaimat, A. N., Al-Holy, M. A., Shahbaz, H. M., Al-Nabulsi, A. A., Abu Ghoush, M. H., Osaili, T. M., Ayyash, M. M., & Holley, R. A. (2018). Emergence of Antibiotic Resistance in Listeria monocytogenes Isolated from Food Products: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *17*(5), 1277–1292. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12387

Oliver, S. P., Boor, K. J., Murphy, S. C., & Murinda, S. E. (2009). Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne Pathogens and Disease*, *6*(7), 793–806. https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0302

Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. a. (2005). Foodborne Pathogens, Mastitis, Milk Quality, and Dairy Food Safety. *Foodborne Pathogens and Disease*, *2*(2), 115–129.

Oliver, S. P., Murinda, S. E., & Jayarao, B. M. (2011). Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: A comprehensive review. *Foodborne Pathogens and Disease*, *8*(3), 337–355. https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0730

Olofsson, I. (2010). *Guidelines for food safety control of artisan cheese-making* (pp. 1–65). http://www.norden.org/sv/publikationer/publikationer/2010-596-1

Olsen, S. J., Ying, M., Davis, M. F., Deasy, M., Holland, B., Iampletro, L., Baysinger, C. M., Sassano, F., Polk, L. D., Gormley, B., Hung, M. J., Pilot, K., Orsini, M., Van Duyne, S., Rankin, S., Genese, C., Bresnitz, E. A., Smucker, J., Moll, M., & Sobel, J. (2004). Multidrug-resistant Salmonella Typhimurium Infection from Milk Contaminated after Pasteurization. *Emerging Infectious Diseases*, *10*(5), 932–935. https://doi.org/10.3201/eid1005.030484

Opiyo, B. A., Wangoh, J., & Njage, P. M. K. (2013). Microbiological performance of dairy processing plants is influenced by scale of production and the implemented food safety management system: A case study. *Journal of Food Protection*, *76*(6), 975–983. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-450

Osek, J., Lachtara, B., & Wieczorek, K. (2022). Listeria monocytogenes – How This Pathogen Survives in Food-Production Environments? *Frontiers in Microbiology*, *13*(April), 1–21. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.866462

Ovca, A., Jevšnik, M., Kavčič, M., & Raspor, P. (2018). Food safety knowledge and attitudes among future professional food handlers. *Food Control*, *84*, 345–353. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.08.011

Ovca, A., Škufca, T., & Jevšnik, M. (2021). Temperatures and storage conditions in domestic refrigerators - Slovenian scenario. *Food Control*, *123*(September). https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107715

Ozilgen, S. (2012). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for confectionery manufacturing in developing countries: Turkish delight production as a case study. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, *32*(3), 505–514.

Ozilgen, S., Bucak, S., & Ozilgen, M. (2013). Improvement of the safety of the red pepper spice with FMEA and post processing EWMA quality control charts. *Journal of Food Science and Technology*, *50*(3), 466–476.

Özilgen, S., & Özilgen, M. (2017). General template for the FMEA applications in primary food processing. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, *161*, 29–69.

Pacheco, F. P., & Galindo, A. B. (2010). *Microbial safety of raw milk cheeses traditionally made at a pH below 4 . 7 and with other hurdles limiting pathogens growth*. *Dm*, 1205–1216.

Pădureţ, S. (2021). The effect of fat content and fatty acids composition on color and textural properties of butter. *Molecules*, *26*(15). https://doi.org/10.3390/molecules26154565

Palacios, A., Otto, M., Flaherty, E., Boyle, M. M., Malec, L., Holloman, K., Low, M., Wellman, A., Newhart, C., Gollarza, L., Weeks, T., Muyombwe, A., Lozinak, K., Kafka, E., O'Halloran, D., Rozza, T., Nicholas, D., Ivory, S., Kreil, K., … Conrad, A. (2022). Multistate Outbreak of Listeria monocytogenes Infections Linked to Fresh, Soft Hispanic-Style Cheese — United States, 2021 . *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, *71*(21), 709–712. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7121a3

Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N., & Jaglan, S. (2018). Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review. *Journal of Food Safety*, *38*(4), 1–11. https://doi.org/10.1111/jfs.12464

Panisello, P. J., & Quantick, P. C. (2001). Technical barriers to Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). *Food Control*, *12*(3), 165–173.

Papademas, P., & Bintsis, T. (2010). Food safety management systems (FSMS) in the dairy industry: A review. *International Journal of Dairy Technology*, *63*(4), 489–503.

Pastorino, A. J., Hansen, C. L., & McMahon, D. J. (2003). Effect of salt on structure-function

relationships of cheese. *Journal of Dairy Science*, *86*(1), 60–69. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73584-X

Paxson, H. (2008). Post-pasteurian cultures: The microbiopolitics of raw-milk cheese in the United States. *Cultural Anthropology*, *23*(1), 15–47. https://doi.org/10.1111/j.1548-1360.2008.00002.x

Peleg, M. (2019). The instrumental texture profile analysis revisited. *Journal of Texture Studies*, *50*(5), 362–368. https://doi.org/10.1111/jtxs.12392

Perveen, K., Alabdulkarim, B., & Arzoo, S. (2011). Effect of temperature on shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese. *African Journal of Biotechnology*, *10*(74), 16929–16936.

Petković, G., & Užar, D. (2020). Marketing channels in value creation and delivery of cheese in the Republic of Serbia. *Anali Ekonomskog Fakulteta u Subotici*, *56*(43), 101–115. https://doi.org/10.5937/aneksub2001101p

Pintado, C. M. B. S., Oliveira, A., Pampulha, M. E., & Ferreira, M. A. S. S. (2005). Prevalence and characterization of Listeria monocytogenes isolated from soft cheese. *Food Microbiology*, *22*(1), 79–85. https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.04.004

Pinto, M. S., de Carvalho, A. F., Pires, A. C. dos S., de Paula, J. C. J., Sobral, D., & Magalhães, F. A. R. (2009). Survival of Listeria innocua in Minas Traditional Serro cheese during ripening. *Food Control*, *20*(12), 1167–1170. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.02.007

Planzer, S. B., Da Cruz, A. G., Sant'ana, A. S., Silva, R., Moura, M. R. L., & De Carvalho, L. M. J. (2009). Food safety knowledge of cheese consumers. *Journal of Food Science*, *74*(1), 28–30.

Pollard, S., Boyer, R., Chapman, B., Di Stefano, J., Archibald, T., Ponder, M. A., & Rideout, S. (2016). Identification of risky food safety practices at Southwest Virginia farmers' markets. *Food Protection Trends*, *36*(3), 168–175.

Polovinski-Horvatović, M., Jurić, V., & Glamočić, D. (2009). Two year study of incidence of aflatoxin M1 in milk in the region of Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *25*(5-6–2), 713–718.

Popović-Vranješ, A. (2015). *Specijalno sirarstvo*. Departman za stočarstvo, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.

Popović Vranješ, A., Krstović, S., Kasalica, A., Jurakić, Ž., Štrbac, L., Strugar, K., & Šaran, M. (2017). Quality of Milk for Cheese Production on Registered Agricultural Holdings in Vojvodina. *Contemporary Agriculture*, *66*(3–4), 32–37. https://doi.org/10.1515/contagri-2017-0016

Pradhan, A. K., Ivanek, R., Gröhn, Y. T., Bukowski, R., Geornaras, I., Sofos, J. N., & Wiedmann, M. (2010). Quantitative Risk Assessment of Listeriosis-Associated Deaths Due to Listeria monocytogenes Contamination of Deli Meats Originating from Manufacture and Retail. *Journal of Food Protection*, *73*(4), 620–630. https://doi.org/10.4315/0362-028x-73_4_620

Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M., & Piva, G. (2009). On the occurrence of aflatoxin M1 in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology*, *47*(5), 984–991. https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.10.005

Puđa, P. (2009). *Tehnologija mleka I. Sirarstvo-opšti deo*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.

Puđa, P., Đerovski, J., & Radovanović, M. (2008). An autochthonous Serbian product - Kajmak characteristics and production procedures. *Dairy Science and Technology*, *88*(2), 163–172. https://doi.org/10.1051/dst:2007023

Puđa, P., Radovanović, M., & Đerovski, J. (2005). *Prilog proučavanju i klasifikaciji kajmaka* (pp.

55–59). Prehrambena industrija - mleko i proizvodi od mleka, 2005, 16, 1-2.

Quigley, L., O'Sullivan, O., Stanton, C., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Cotter, P. D. (2013). The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiology Reviews*, *37*(5), 664–698.

Radin, D., Djerovski, J., Radulović, Z., Radovanović, M., & Pudja, P. (2005). *Maturation of kajmak [under] controlled conditions*. Prehrambena industrija (Serbia and Montenegro) | Mleko i mlečni proizvodi, Volume 16 Issue 1-2, Pages: 60-65, ISSN 0353-6564

Radovanović, M. (2012). *The influence of milk composition and heat treatment on the distribution of proteins in kajmak production and properties of the formed skin layer (in Serbian)* [University of Belgrade, Faculty of Agriculture]. doctoral dissertation

Radovanović, M., Hovjecki, M., Djurdjević, S., Stanojević, A., & Miočinović, J. (2023). Detection of non-milk fat addition in kajmak production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *39*(1), 87–102. https://doi.org/10.2298/bah2301087r

Radovanović, M., Nedeljković, A., Miočinović, J., Pavlović, V., & Pudja, P. (2020). Microstructure of kajmak skin layer made during kajmak production. *Mljekarstvo*, *70*(3), 150–161. https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2020.0302

Radovanović, R., & Popović-Raljić, J. (2001). *Senzorna analiza prehrambenih proizvoda*. Poljopivredni fakultet Novi Sad, Tehnološki fakultet Novi Sad.

Radulović, Z., Miočinović, J., Pudja, P., Barać, M., Miloradović, Z., Paunović, D., & Obradović, D. (2011). The application of autochthonous lactic acid bacteria in white brined cheese production. *Mljekarstvo*, *61*(1), 15–25.

Rahimi, E., Bonyadian, M., Rafei, M., & Kazemeini, H. R. (2010a). Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. *Food and Chemical Toxicology*, *48*(1), 129–131. https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.028

Rahimi, E., Ameri, M., & Momtaz, H. (2010b). Prevalence and antimicrobial resistance of Listeria species isolated from milk and dairy products in Iran. *Food Control*, *21*(11), 1448–1452. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.03.014

Rajkovic, A. (2015). Staphylococcus: Food Poisoning. *Encyclopedia of Food and Health*, 133–139. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00655-3

Rakha, A., Fatima, M., Bano, Y., Khan, M. A., Chaudhary, N., & Aadil, R. M. (2022). Safety and quality perspective of street vended foods in developing countries. *Food Control*, *138*(April), 109001. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109001

Rantsiou, K., Urso, R., Dolci, P., Comi, G., & Cocolin, L. (2008). Microflora of Feta cheese from four Greek manufacturers. *International Journal of Food Microbiology*, *126*(1–2), 36–42. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.031

Rather, I. A., Koh, W. Y., Paek, W. K., & Lim, J. (2017). The sources of chemical contaminants in food and their health implications. *Frontiers in Pharmacology*, *8*(NOV). https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00830

Redmond, E. C., & Griffith, C. J. (2003). A comparison and evaluation of research methods used in consumer food safety studies. *International Journal of Consumer Studies*, *27*(1), 17–33. https://doi.org/10.1046/j.1470-6431.2003.00283.x

Redmond, E. C., & Griffith, C. J. (2004). Consumer perceptions of food safety risk, control and responsibility. *Appetite*, *43*(3), 309–313. https://doi.org/10.1016/j.appet.2004.05.003

Ribeiro, A. C., Almeida, F. A. De, Medeiros, M. M., Miranda, B. R., & Pinto, U. M. (2023). Listeria

monocytogenes : An Inconvenient Hurdle for the Dairy Industry. *Dairy*, *4*, 316–344. https://doi.org/10.3390/dairy4020022

Richard, A. E., Brown, J. L., Radhakrishna, R. B., Yoder, E. P., Nieto-Montenegro, S., & Cutter, C. N. (2013). Development and implementation of a "counter-top" training program to increase retention of food safety knowledge, alter behavior, improve attitude and increase skills of spanishspeaking retail employees. *Food Protection Trends*, *33*(1), 10–19.

Rogga, K. J., Samelis, J., Kakouri, A., Katsiari, M. C., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2005). Survival of Listeria monocytogenes in Galotyri, a traditional Greek soft acid-curd cheese, stored aerobically at 4°C and 12°C. *International Dairy Journal*, *15*(1), 59–67. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.05.002

Rola, J. G., Czubkowska, A., Korpysa-Dzirba, W., & Osek, J. (2016). Occurrence of Staphylococcus aureus on farms with small scale production of raw milk cheeses in poland. *Toxins*, *8*(3). https://doi.org/10.3390/toxins8030062

Romeih, E. A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G., & Zerfiridis, G. K. (2002). Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: Chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, *12*(6), 525–540. https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00043-2

Rosengren, Å., Fabricius, A., Guss, B., Sylvén, S., & Lindqvist, R. (2010). Occurrence of foodborne pathogens and characterization of Staphylococcus aureus in cheese produced on farm-dairies. *International Journal of Food Microbiology*, *144*(2), 263–269.

Ruby, G. E., Abidin, U. F. U. Z., Lihan, S., Jambari, N. N., & Radu, S. (2019). Self-reported food safety practices among adult consumers in Sibu, Malaysia: A cross-sectional study. *Food Protection Trends*, *39*(5), 366–376.

Rückerl, I., Muhterem-Uyar, M., Muri-Klinger, S., Wagner, K. H., Wagner, M., & Stessl, B. (2014). L. monocytogenes in a cheese processing facility: Learning from contamination scenarios over three years of sampling. *International Journal of Food Microbiology*, *189*, 98–105. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.08.001

Russo, E. T., Biggerstaff, G., Hoekstra, R. M., Meyer, S., Patel, N., Miller, B., & Quick, R. (2013). A recurrent, multistate outbreak of salmonella serotype agona infections associated with dry, unsweetened cereal consumption, United States, 20083. *Journal of Food Protection*, *76*(2), 227–230. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-209

Ruvalcaba-Gómez, J. M., Ruiz-Espinosa, H., Arteaga-Garibay, R. I., Rojas-López, M., Amador-Espejo, G. G., Anaya-Esparza, L. M., & Delgado-Macuil, R. J. (2020). Texture, physicochemical and sensory properties of artisanal Adobera cheese from Los Altos de Jalisco, a genuine Mexican cheese. *International Journal of Dairy Technology*, *73*(2), 411–420. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12676

Saldo, J., Sendra, E., & Guamis, B. (2002). Colour changes during ripening of high pressure treated hard caprine cheese. *High Pressure Research*, *22*(3–4), 659–663. https://doi.org/10.1080/08957950212460

Samapundo, S., Climat, R., Xhaferi, R., & Devlieghere, F. (2015). Food safety knowledge, attitudes and practices of street food vendors and consumers in Port-au-Prince, Haiti. *Food Control*, *50*, 457–466. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.010

Sampers, I., Toyofuku, H., Luning, P. A., Uyttendaele, M., & Jacxsens, L. (2012). Semi-quantitative study to evaluate the performance of a HACCP-based food safety management system in Japanese milk processing plants. *Food Control*, *23*(1), 227–233.

http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.07.018

Sánchez-Macías, D., Fresno, M., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-delaNuez, A., Álvarez, S., & Argüello, A. (2010). Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *Journal of Dairy Science*, *93*(9), 3950–3956. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3193

Santos Mendonça, R. C., Morelli, A. M. F., Pereira, J. A. M., de Carvalho, M. M., & de Souza, N. L. (2012). Prediction of Escherichia coli O157:H7 adhesion and potential to form biofilm under experimental conditions. *Food Control*, *23*(2), 389–396. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.08.004

Sasaki, T., Tsubakishita, S., Tanaka, Y., Sakusabe, A., Ohtsuka, M., Hirotaki, S., Kawakami, T., Fukata, T., & Hiramatsu, K. (2010). Multiplex-PCR method for species identification of coagulase-positive staphylococci. *Journal of Clinical Microbiology*, *48*(3), 765–769. https://doi.org/10.1128/JCM.01232-09

Sauders, B. D., & D'Amico, D. J. (2016). Listeria monocytogenes cross-contamination of cheese: Risk throughout the food supply chain. *Epidemiology and Infection*, *144*(13), 2693–2697.

Sauders, B. D., Sanchez, M. D., Rice, D. H., Corby, J., Stich, S., Fortes, E. D., Roof, S. E., & Wiedmann, M. (2009). Prevalence and molecular diversity of Listeria monocytogenes in retail establishments. *Journal of Food Protection*, *72*(11), 2337–2349. https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.11.2337

Savić-Radovanović, R., Zdravković, N., & Velebit, B. (2020). Occurrence and Characterization of Enterotoxigenic Staphylococci Isolated from Soft Cheeses in Serbia. *Acta Veterinaria*, *70*(2), 238–254. https://doi.org/10.2478/acve-2020-0017

Scavia, G., Staffolani, M., Fisichella, S., Striano, G., Colletta, S., Ferri, G., Escher, M., Minelli, F., & Caprioli, A. (2008). Enteroaggregative Escherichia coli associated with a foodborne outbreak of gastroenteritis. *Journal of Medical Microbiology*, *57*(9), 1141–1146. https://doi.org/10.1099/jmm.0.2008/001362-0

Scipioni, A., Saccarola, G., Centazzo, A., & Arena, F. (2002). FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company. *Food Control*, *13*(8), 495–501.

Scott, D. W. (2009). *Sturges' rule*. *December*, 303–306. https://doi.org/10.1002/wics.035

Sekovska, B., Todoroska, M., & Risteska-Jovanovska, S. (2015). Dairy sector in Republic of Macedonia: Yesterday, today, tomorrow. *Ekonomika Poljoprivrede*, *62*(4), 1109–1116. https://doi.org/10.5937/ekopolj1504109s

Shamloo, E., Hosseini, H., Moghadam, A. Z., Larsen, H. M., Haslberger, A., & Alebouyeh, M. (2019). Importance of Listeria monocytogenes in food safety: A review of its prevalence, detection, and antibiotic resistance. *Iranian Journal of Veterinary Research*, *20*(4), 241–254.

Sharma, Y. K., Mangla, S. K., & Patil, P. P. (2019). Analyzing Challenges to Transportation for Successful Sustainable Food Supply Chain Management Implementation in Indian Dairy Industry. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 40). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0586-3_41

Shirani, M., & Demichela, M. (2015). *Integration of FMEA and Human Factor in the Food Chain Risk Assessment*. *9*(12), 4247–4250.

Silva, F. V. M., & Gibs, P. A. (2012). Thermal pasteurization requirements for the inactivation of Salmonella in foods. *Food Research International*, *45*(2), 695–699.

https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.018

Silva, I. M. M., Almeide, R. C. C., Alves, M. A. O., & Almeida, P. F. (2003). Occurrence of Listeria spp. in critical control points and the environment of Minas Frescal cheese processing. *International Journal of Food Microbiology*, *81*(3), 241–248. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00223-4

Simeão Do Carmo, L., Dias, R. S., Linardi, V. R., José De Sena, M., Aparecida Dos Santos, D., Eduardo De Faria, M., Pena, E. C., Jett, M., & Heneine, L. G. (2002). Food poisoning due to enterotoxigenic strains of Staphylococcus present in Minas cheese and raw milk in Brazil. *Food Microbiology*, *19*(1), 9–14. https://doi.org/10.1006/fmic.2001.0444

Singh, A. S. (2017). Common procedures for development, validity and reliability of a questionnaire. *International Journal of Economics, Commerce and Management* , *5*(5), 790–801. http://ijecm.co.uk/

Singh, H., & Bennett, R. (2002). Dairy Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products,. *Milk and Milk Processing*, 1–38.

Singh, P. K., Singh, R. P., Singh, P., & Singh, R. L. (2019). Food hazards: Physical, chemical, and biological. In *Food Safety and Human Health*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816333-7.00002-3

Sirsat, S. A., Gibson, K. E., & Neal, J. A. (2015). Food Safety at Farmers' Markets. In *Food Safety*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800245-2.00015-0

Srbija. (2005). Zakon o bezbednosti hrane. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br. 91/2005 i 30/2010*.

Srbija. (2009a). Vodič za razvoj i primenu preduslovnih programa i principa HACCP u proizvodnji hrane. *Republika Srbija, Ministarstvo Poljoprivrede, Šumarstva i Vodoprivrede, Uprava Za Veterinu*, *Prvo izdan*, 1–155.

Srbija. (2009b). Zakon o bezbednosti hrane. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br 41/09, 17/19*.

Srbija. (2009c). Zakon o dobrobiti životinja. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br. 41/09*.

Srbija. (2010a). Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br. 72/10 i 62/18*.

Srbija. (2010b). *Pravilnik o uslovima higijene hrane*. "Službeni glasnik Republike Srbije" br. 73/10.

Srbija. (2011a). Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama. *„Službeni List SRJ" Br. 5 Od 15. Maja 1992, 11 Od 12. Juna 1992 - Ispravka, 32 Od 14. Juna 2002, „Službeni Glasnik RS", Br.25 Od 21. Aprila 2010 - Dr. Pravilnik, 28 Od 26. Aprila 2011 - Dr. Pravilnik*.

Srbija. (2011b). Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima, odnosno opštim i posebnim uslovima za higijenu hrane životinjskog porekla, kao i o uslovima higijene hrane životinjskog porekla. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br. 25/11 i 27/14*.

Srbija. (2011c). Vodič za primenu mikrobiolških kriterijuma za hranu. *Ministarstvo Poljoprivrede, Trgovine, Šumarstva i Vodoprivrede, Uprava Za Veterinu*, *prvo izdanje*.

Srbija. (2014). Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura. In *"Službeni glasnik Republike Srbije", br. 33/2010, 69/2010, 43/2013 - dr. pravilnik i 34/2014*.

Srbija. (2016). Kodeks profesionalne etike Univerziteta u Beogradu. *Glasnik Univerziteta u Beogradu*

, Broj 193/2016, 1–16.

Srbija. (2017a). Pravilnik o malim količinama primarnih proizvoda koje služe za snabdevanje potrošača, području za obavljanje tih delatnosti kao i odstupanja koja se odnose na male subjekte u poslovanju hranom životinjskog porekla. *"Službeni Glasnik Republike Srbije", Br. 111/2017*.

Srbija. (2017b). Pravilnik o obaveznim zdravstvenim pregledima određenih kategorija zaposlenih lica u objektima pod sanitarnim nadzorom, obaveznim i preporučenim zdravstvenim pregledima kojima podležu određene kategorije stanovništva. *Službeni Glasnik RS, Broj 3/2017*.

Srbija. (2019a). *Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće*. "Službeni list SRJ", br. 42/98 i 44/99 i "Sl. glasnik RS", br. 28/2019.

Srbija. (2019b). Pravilnik o registraciji, odnosno odobravanju objekata za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla. *Službeni Glasnik Republike Srbije Broj 59/2019*.

Srbija. (2019c). Vodič za proizvodnju i preradu mleka u objektima malog kapaciteta - Nacionalne mere za odstupanja od opštih i posebnih uslova higijene hrane. *Uprava Za Veterinu, Ministastvo Poljoprivrede, Šumarstva i Vodoprivrede*.

Srbija. (2020). *Statistički godišnjak Republike Srbije, 2020*. Zavod za statistiku Republike Srbije.

Srbija. (2021a). Pravilnik o utvrđivanju Programa monitoringa bezbednosti hrane životinjskog porekla za 2021. godinu. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br. 69/21*.

Srbija. (2021b). Promet poljoprivrednih proizvoda na pijacama - III tromesečje 2021. *Republički Zavod Za Statistiku, Republika Srbija*.

Srbija. (2021c). *Statistički godišnjak Republike Srbije, 2021*. Republički zavod za statistiku, republika Srbija.

Srbija. (2022a). Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane. *"Službeni Glasnik RS", Br. 19 Od 8. Marta 2017, 16 Od 5. Marta 2018, 17 Od 28. Februara 2020, 118 Od 25. Septembra 2020, 17 Od 11. Februara 2022 - Dr. Pravilnik, 23 Od 17. Februara 2022, 30 Od 4. Marta 2022.*

Srbija. (2022b). Pravilnik o načinu i postupku sprovođenja službene kontrole hrane životinjskog porekla i načinu vršenja službene kontrole. *Službeni Glasnik Republike Srbije Broj 99/2010 i 48/2022*.

Srbija. (2022c). Promet poljoprivrednih proizvoda na pijacama - IV tromesečje 2021. *Republički Zavod Za Statistiku, Republika Srbija*, 1–2.

Srbija. (2022d). Statistički godišnjak Republike Srbije, 2022. *Republički Zavod Za Statistiku, Republika Srbija*.

Srbija. (2023a). *https://www.stat.gov.rs/vesti/20221201-promet-poljoprivrednih-proizvoda-na-pijacama-3- tromesecje-2022/, (pristupljeno 29.01.2023.)*.

Srbija. (2023b). Prvilnik o utvrđivanju programa monitoringa bezbednosti hrane životinjskog porekla za 2023. godinu. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" , Br. 54/23*.

Srbija. (2023c). Zakon o u upravljanju otpadom. *Službeni Glasnik RS Br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 - Dr. Zakon, 35/2023*.

Srbija. (2024a). Popis poljoprivrede 2023. *Republički Zavod Za Statistiku*.

Srbija. (2024b). Pravilnik o maksimalnim koncentracijama određenih kontaminenata u hrani. *"Službeni Glasnik Republike Srbije" Br. 81/2019, 126/2020, 90/2021, 118/2021, 127/2022, 110/2023*.

Stanković, J., Ralević, N. R., & Ljubanović-Ralević, I. (2002). *Statistika u poljoprivredi (treće izmenjeno i dopunjeno izdanje)*. Mladost biro, Beograd.

Stefanou, C. R., Bartodziejska, B., Gajewska, M., & Szosland-Fałtyn, A. (2022). Microbiological Quality and Safety of Traditional Raw Milk Cheeses Manufactured on a Small Scale by Polish Dairy Farms. *Foods*, *11*(23). https://doi.org/10.3390/foods11233910

Stevanović, J., Okanović, D., Stevanetić, S., Mirilović, M., Karabasil, N., & Pupavac, S. (2016). Traditional products: Base for the sustainable development of Serbian animal origin products. *Food and Feed Research*, *43*(2), 127–134. https://doi.org/10.5937/ffr1602127s

Štrbac, M., Ristić, M., Petrović, V., Savić, S., Ilić, S., Medić, S., Radosavljević, B., Vidić, B., & Grgić, Ž. (2017). Epidemiological characteristics of brucellosis in Vojvodina, Serbia, 2000-2014. *Vojnosanitetski Pregled*, *74*(12), 1140–1147. https://doi.org/10.2298/VSP160212311S

Szczesniak, A. S. (1963). Classification of Textural Characteristics. *Journal of Food Science*, *28*(4), 385–389. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x

Škrbić, B., Antić, I., & Živančev, J. (2015). Presence of aflatoxin M1 in white and hard cheese samples from Serbia. *Food Control*, *50*, 111–117. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.031

Šmigić, N. (2019). *Normativno regulisanje bezbednosti i kvaliteta hrane*. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Šmigić, N., Djekić, I., Tomašević, I., Miočinović, J., & Gvozdenović, R. (2012). Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food Control*, *25*(2), 728–731.

Šmigić, N., Ozilgen, S., Gómez-López, V. M., Osés, S. M., Miloradović, Z., Aleksić, B., Miočinović, J., Smole Možina, S., Kunčič, A., Guiné, R., Gonçalves, J. C., Trafialek, J., Czarniecka-Skubina, E., Goel, G., Blažic, M., Herljević, D., Nikolić, A., Mujčinović, A., & Djekić, I. (2023). Consumer attitudes and perceptions towards chilled ready-to-eat foods: a multi-national study. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, *18*(2), 133–146. https://doi.org/10.1007/s00003-023-01424-1

Taché, J., & Carpentier, B. (2014). Hygiene in the home kitchen: Changes in behaviour and impact of key microbiological hazard control measures. *Food Control*, *35*(1), 392–400. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.026

Tapía, M. S., Alzamora, S. M., & Chirife, J. (2020). Effects of Water Activity (aw) on Microbial Stability as a Hurdle in Food Preservation. *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*, 323–355. https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch14

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, *2*, 53–55. https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd

Taylor, E. (2001). HACCP in small companies: Benefit or burden? In *Food Control* (Vol. 12, Issue 4, pp. 217–222). Elsevier BV.

Taylor, E., & Kane, K. (2005). Reducing the burden of HACCP on SMEs. *Food Control*, *16*(10), 833–839.

Teng, D., Wilcock, A., & Aung, M. (2004). Cheese quality at farmers markets: Observation of vendor practices and survey of consumer perceptions. *Food Control*, *15*(7), 579–587. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2003.09.005

Terzić-Vidojević, A., Veljović, K., Tolinački, M., Živković, M., Lukić, J., Lozo, J., Fira, Đ., Jovčić, B., Strahinić, I., Begović, J., Popović, N., Miljković, M., Kojić, M., Topisirović, L., & Golić, N.

(2020). Diversity of non-starter lactic acid bacteria in autochthonous dairy products from Western Balkan Countries - Technological and probiotic properties. *Food Research International*, *136*, 109494. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109494

Terzić-Vidojević, A., Vukašinović, M., Veljović, K., Ostojic, M., & Topisirović, L. (2007). Characterization of microflora in homemade semi-hard white Zlatar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, *114*(1), 36–42.

Tiozzo, B., Mari, S., Ruzza, M., Crovato, S., & Ravarotto, L. (2017). Consumers' perceptions of food risks: A snapshot of the Italian Triveneto area. *Appetite*, *111*, 105–115. https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.12.028

Tkaczynski, A. (2017). Segmentation in social marketing: Process, methods and application. *Segmentation in Social Marketing: Process, Methods and Application*, 109–125. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1835-0

Todd, E. C. D. (2014). Foodborne Diseases: Overview of Biological Hazards and Foodborne Diseases. In *Encyclopedia of Food Safety* (Vol. 1). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00071-8

Tomić, V., Milić, D., & Janković, D. (2020). Economic aspects of milk production and traditional dairy products on agricultural farms in the Republic of Serbia. *Ekonomika Poljoprivrede*, *67*(3), 881–893. https://doi.org/10.5937/ekopolj2003881t

Torkar, K. G., & Teger, S. G. (2006). The presence of some pathogenic microorganisms, yeasts and moulds in cheese samples produced in small dairy-processing plants. *Acta Agriculturae Slovenica*, *88*(1), 37–51.

Torres-Vitela, M. R., Mendoza-Bernardo, M., Castro-Rosas, J., Gomez-Aldapa, C. A., Garay-Martinez, L. E., Navarro-Hidalgo, V., & Villarruel-López, A. (2012). Incidence of salmonella, listeria monocytogenes, escherichia coli o157:h7, and staphylococcal enterotoxin in two types of mexican fresh cheeses. *Journal of Food Protection*, *75*(1), 79–84. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-258

Trafialek, J., Kaczmarek, S., & Kolanowski, W. (2016a). The Risk Analysis of Metallic Foreign Bodies in Food Products. *Journal of Food Quality*, *39*(4), 398–407.

Trafialek, J., Zwolinski, M., & Kolanowski, W. (2016b). Assessing hygiene practices during fish selling in retail stores. *British Food Journal*, *118*(8), 2053–2067. doi: 10.1108/BFJ-12-2015-0477

Trbović, D., Spirić, D., Lukić, M., Petrović, Z., Parunović, N., Djordjević, V., & Milićević, D. (2017). Fatty acid composition of cow ' s milk : opportunities and challenges for Serbian dairy producers. *Meat Technology*, *58*(2), 118–124.

Trmčić, A., Ralyea, R., Meunier-Goddik, L., Donnelly, C., Glass, K., D'Amico, D., Meredith, E., Kehler, M., Tranchina, N., McCue, C., & Wiedmann, M. (2017). Consensus categorization of cheese based on water activity and pH—A rational approach to systemizing cheese diversity. *Journal of Dairy Science*, *100*(1), 841–847. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11621

Tsaloumi, S., Aspridou, Z., Tsigarida, E., Gaitis, F., Garofalakis, G., Barberis, K., Tzoumanika, F., Dandoulaki, M., Skiadas, R., & Koutsoumanis, K. (2021). Quantitative risk assessment of Listeria monocytogenes in ready-to-eat (RTE) cooked meat products sliced at retail stores in Greece. *Food Microbiology*, *99*(April). https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103800

Tsany, F., Santoso, I., & Ikasari, D. M. (2017). Identification and Risk Analysis of Mozarella Cheese Production Process. *Journal of Industrial and Information Technology in Agriculture*, *1*(2), 18.

https://doi.org/10.24198/jiita.v1i2.14599

Tsuji, M., & Yokoigawa, K. (2012). Attachment of Escherichia coli O157:H7 to Abiotic Surfaces of Cooking Utensils. *Journal of Food Science*, *77*(4), 194–199. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02654.x

Tunick, M. H. (2007). Origins of cheese flavor. *ACS Symposium Series*, *971*, 155–173. https://doi.org/10.1021/bk-2007-0971.ch009

Ulusoy, B. H., & Chirkena, K. (2019). Two perspectives of Listeria monocytogenes hazards in dairy products: The prevalence and the antibiotic resistance. *Food Quality and Safety*, *3*(4), 233–241. https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyz035

Unal Turhan, E. (2019). The presence of pathogenic bacteria in traditional cheese sold in local market in Hatay province, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, *17*(3), 7135–7145.

Uprit, S., & Mishra, H. N. (2004). Instrumental textural profile analysis of soy fortified pressed chilled acid coagulated curd (paneer). *International Journal of Food Properties*, *7*(3), 367–378. https://doi.org/10.1081/JFP-200032918

USA. (2021). Food Safety and Regulation Requirements for Farmers ' Markets and Craft Shows. *Department of Agriculture, Nebraska, USA, Food Safety and Consumers Protection, Last Updated March 2021*, *March*, 1–3.

USDA-FSIS. (2015). *Best Practices Guidance for Controlling Listeria monocytogenes (Lm) in Retail Delicatessens*. *June*, 21.

Uwah, E. I., Nwoke, I. B., Inam, E. J., Udosen, I. E., & Udosen, E. D. (2020). Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Contamination in New Calabar River. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, *105*(2), 317–324. https://doi.org/10.1007/s00128-020-02921-x

Užar, D., & Radojević, V. (2019). The importance of agriculture in forming gross value added in Serbia in the period of 2008-2017. *Ekonomika Poljoprivrede*, *66*(4), 1091–1105. https://doi.org/10.5937/ekopolj1904091u

van Asselt, E. D., Boon, P. E., Swanenburg, M., Zeilmaker, M., & Mengelers, M.J.B, Fels-klerx, H. J. V. (2016). Chemical and physical hazards in the Dairy Chain. *Wageningen, RIKILT Wageningen UR (University & Research Centre), RIKILT Report 2016.003.*, 46.

van Asselt, E. D., van der Fels-Klerx, H. J., Marvin, H. J. P., van Bokhorst-van de Veen, H., & Groot, M. N. (2017). Overview of Food Safety Hazards in the European Dairy Supply Chain. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *16*(1), 59–75.

van Asselt, E. D., van der Spiegel, M., Noordam, M. Y., Pikkemaat, M. G., & van der Fels-Klerx, H. J. (2013). Risk ranking of chemical hazards in food-A case study on antibiotics in the Netherlands. *Food Research International*, *54*(2), 1636–1642. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.042

van Cauteren, D., Jourdan-da Silva, N., Weill, F. X., King, L., Brisabois, A., Delmas, G., Vaillant, V., & de Valk, H. (2009). Outbreak of Salmonella enterica serotype Muenster infections associated with goat's cheese, France, March 2008. *Euro Surveillance : Bulletin Européen Sur Les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*, *14*(31), 14–16. https://doi.org/10.2807/ese.14.31.19290-en

van Duynhoven, Y. T. H. P., Isken, L. D., Borgen, K., Besselse, M., Soethoudt, K., Haitsma, O., Mulder, B., Notermans, D. W., De Jonge, R., Kock, P., Van Pelt, W., Stenvers, O., & Van Steenbergen, J. (2009). A prolonged outbreak of Salmonella Typhimurium infection related to an uncommon vehicle: Hard cheese made from raw milk. *Epidemiology and Infection*, *137*(11),

1548–1557. https://doi.org/10.1017/S0950268809002337

Varzakas, T. H. (2011). Application of iso22000, failure mode, and effect analysis (FMEA) cause and effect diagrams and pareto in conjunction with HACCP and risk assessment for processing of pastry products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *51*(8), 762–782.

Veljković, B., Koprivica, B., Radivojević, D., & Mileusnić, Z. (2015). Mleko i mlečni proizvodi u spoljnotrgovinskom bilansu Srbije. *Agroekonomika*, *44*(66), 1–12.

Vilar, M. J., Rodríguez-Otero, J. L., Sanjuán, M. L., Diéguez, F. J., Varela, M., & Yus, E. (2012). Implementation of HACCP to control the influence of milking equipment and cooling tank on the milk quality. *Trends in Food Science and Technology*, *23*(1), 4–12. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08.002

Viljoen, B. C. (2001). The interaction between yeasts and bacteria in dairy environments. *International Journal of Food Microbiology*, *69*(1–2), 37–44.

Villanueva, C., Kogevinas, M., Cordier, S., Templeton, M., Vermeulen, R., Nuckols, J., Nieuwenhuijsen, M., & Patrick, L. (2014). Assessing Exposure and Health Consequences of Chemicals in Drinking. *Environment Health Prespectives*, *122*(3), 213–222.

Vlahović, B., Mugoša, I., Puskraić, A., & Užar, D. (2018). *Unapređenje proizvodnje i plasmana sira*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1-188.

von der Gracht, H. A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies. Review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting and Social Change*, *79*(8), 1525–1536. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.04.013

Vučić, T., Jovanović, S., Maćej, O., Barać, M., & Seratlić, S. (2006). Kvalitet užičkog kajmaka. *Zbornik Radova Simpozijum «Mleko i Proizvodi Od Mleka», Tara*, 81–84.

Vučić, T., Maćej, O., Jovanović, S., Seratlić, S., & Niketić, G. (2008). Zlatarski sir - Autohtona tehnologija i senzorne karakteristike. *Prehrambrna Industrija*, *1–2*, 97–101.

Vukić, D. V., Vukić, V. R., Iličić, M. D., Kravić, S., Kanurić, K. G., Degenek, J., Stojanović, Z. S., & Đurović, A. D. (2022). the Analysis of Industrial Produced Autochthonous Type of Kajmak. *Acta Periodica Technologica*, *302*(53), 167–175. https://doi.org/10.2298/APT2253167V

Wagner, M., Eliskases-Lechner, F., Rieck, P., Hein, I., & Allerberger, F. (2006). Characterization of Listeria monocytogenes isolates from 50 small-scale Austrian cheese factories. *Journal of Food Protection*, *69*(6), 1297–1303. https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.6.1297

Walker, E., Pritchard, C., & Forsythe, S. (2003). Food handlers' hygiene knowledge in small food businesses. *Food Control*, *14*(5), 339–343.

Walker, G. P., Dunshea, F. R., & Doyle, P. T. (2004). Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: A review. *Australian Journal of Agricultural Research*, *55*(10), 1009–1028. https://doi.org/10.1071/AR03173

Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008). Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, *88*(4–5), 389–405.

Wang, J., & Li, L. (2012). Comparative Study of Chemical Composition and Texture Profile Analysis between Camembert Cheese and Chinese Sufu. *Biotechnology Frontier*, *1*(1), 1–8.

WHO. (1989). *Health surveillance and management procedures for food-handling personnel*. World Health Organization, Geneva _TRS_785.pdf.

WHO. (2013). Strategic Plan for Food Safety: Including foodborne zoonoses. *World Health*

Organization, 1–31. http://www.who.int/foodsafety/strategic-plan/en/

WHO. (2024). *World Health Organization, WHO (2024). Antimicrobial resistance, https://www.who.int/news- room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance, pristupljeno 23.03.2024.* 2024.

Willis, C., McLauchlin, J., Aird, H., Jørgensen, F., Lai, S., & Sadler-Reeves, L. (2022). Assessment of the Microbiological Quality and Safety of Unpasteurized Milk Cheese for Sale in England between 2019 and 2020. *Journal of Food Protection*, *85*(2), 278–286. https://doi.org/10.4315/JFP-21-247

Wilson, A., Gray, J., Scott Chandry, P., & Fox, E. M. (2018). Phenotypic and genotypic analysis of antimicrobial resistance among listeria monocytogenes isolated from Australian food production chains. *Genes*, *9*(2). https://doi.org/10.3390/genes9020080

Worsfold, D., Worsfold, P. M., & Griffith, C. J. (2004). An assessment of food hygiene and safety at farmers' markets. *International Journal of Environmental Health Research*, *14*(2), 109–119. https://doi.org/10.1080/0960312042000209507

Wu, G. X., Zhou, J. Y., Hong, W. J., Huang, J., & Yan, S. Q. (2022). Treatment failure in a patient infected with Listeria sepsis combined with latent meningitis: A case report. *World Journal of Clinical Cases*, *10*(29), 10565–10574. https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i29.10565

Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K. H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*, *63*, 201–215. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013

Young, I., Thaivalappil, A., Greig, J., Meldrum, R., & Waddell, L. (2018). Explaining the food safety behaviours of food handlers using theories of behaviour change: a systematic review. *International Journal of Environmental Health Research*, *28*(3), 323–340. https://doi.org/10.1080/09603123.2018.1476846

Yu, H., Gibson, K. E., Wright, K. G., Neal, J. A., & Sirsat, S. A. (2017). Food safety and food quality perceptions of farmers' market consumers in the United States. *Food Control*, *79*, 266–271. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.010

Yu, M., & Nagurney, A. (2013). Competitive food supply chain networks with application to fresh produce. *European Journal of Operational Research*, *224*(2), 273–282.

Zakić, Z., & Stojanović, Ž. (2008). *Ekonomika agrara*. Ekonomski fakutet Univerziteta u Beogradu.

Zanin, L. M., da Cunha, D. T., de Rosso, V. V., Capriles, V. D., & Stedefeldt, E. (2017). Knowledge, attitudes and practices of food handlers in food safety: An integrative review. *Food Research International*, *100*, 53–62. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.042

Zastempowska, E., Grajewski, J., & Twaruzek, M. (2016). Food-borne pathogens and contaminants in raw milk - A review. *Annals of Animal Science*, *16*(3), 623–639.

Zhao, M. (2003). *Design of HACCP Plan for a Small-Scale Cheese Plant* (Vol. 53, Issue 9, pp. 1689–1699).

Zheng, Y., Liu, Z., & Mo, B. (2016). Texture profile analysis of sliced cheese in relation to chemical composition and storage temperature. *Journal of Chemistry*, *2016*. https://doi.org/10.1155/2016/8690380

Zhllima, E., Mehmeti, G., & Imami, D. (2021). Consumer preferences for cheese with focus on food safety—a segmentation analysis. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(22). https://doi.org/10.3390/su132212524

8. PRILOZI

Prilog 1. Kontrolna lista za ocenu ispunjenosti higijensko-sanitarnih uslova na mestu proizvodnje proizvoda od mleka (objekti u domaćinstvu i male mlekare).

Datum popunjavanja upitnika	
Mesto popunjavanja upitnika	
i) Opšte karakteristike objekta malog kapaciteta	
1. Da li je objekat (domaćinstvo) u kojem se obavlja prerada upisan u Registar objekata/ Registar odobrenih objekata u Upravi za veterinu ?	1. U postupku registrovanja 2. Registrovan (do 200 l mleka nedeljno) 3. Odobren (do 5000 l mleka nedeljno)
2. Koliko litara mleka se prerađuje na gazdinstvu na nedeljnom nivou? (u l)	
3. Koliku količinu proizvoda od mleka gazdinstvo proizvede na nedeljnom nivou? (u kg)	
4. Koja vrsta mleka se proizvodi i prerađuje na gazdinstvu?	1. kravlje mleko 2. kozje mleko 3. ovčije mleko
5. Koje proizvode od mleka gazdinstvo proizvodi? (moguće je izabrati više odgovora)	1. beli sir, kriška 2. sveži, sitan sir 3. polutvrdi sir 4. kajmak 5. surutka 6. urda
6. Gde se prodaju proizvodi sa gazdinstva?	1. na gazdinstvu 2. na lokalnoj pijaci 3. u maloprodajnom objektu 4. dostavom na kućnu adresu 5. na manifestacijama
7. Na kom području gazdinstvo plasira svoje proizvode?	1. na lokalnom tržištu 2. na teritoriji cele Srbije
8. U kom obliku gazdinstvo prodaje proizvod ?	1. upakovan 2. u rinfuzu 3. oba
ii) Konstrukcione karakteristike i uslovi higijene hrane u objektu za preradu mleka	
9. Da li su prostorije za preradu mleka odvojene od stambenog dela?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
10. Da li se prostor za preradu nalazi odvojeno od objekta za smeštaj životinja?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
11. Da li položaj, mesto i veličina objekta/prostorije omogućavaju uslovno skladištenje hrane u pogledu temperature?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
ii) Konstrukcione karakteristike i uslovi higijene hrane u objektu za preradu mleka	
12. Da li je objekat/prostorija uređen i opremljen da omogućava odgovarajuće održavanje, čišćenje i dezinfekciju?	0. Ne 1. Delimično 2. Da

13. Da li uređenje i opremljenost objekta/prostorije omogućavaju dobru higijensku praksu pri rukovanju hranom uključujući i zaštitu od kontaminacije, a naročito kontrolu štetočina?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
14. Da li su podovi pokriveni nepropusnim, neupijajućim, perivim i otpornim materijalom koji se lako čisti i prema potrebi dezinfikuje?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
15. Da li podovi prostorija imaju odgovarajući nagib prema slivnicima koji omogućava da se voda ne zadržava na podnim površinama?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
16. Da li su zidovi od poda do tavanice obloženi nepropusnim, neupijajućim, otpornim materijalom, sa glatkom površinom, koji se lako pere?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
17. Da li prozori imaju zaštitne mreže koje sprečavaju ulaz insekata?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
18. Da li su sve površine, koje dolaze u kontakt sa hranom od glatkog, perivog i netoksičnog materijala, otpornog na koroziju, koji se lako čisti i prema potrebi, dezinfikuje?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
19. Da li se u proizvodnji proizvoda od mleka koriste prohromski radni stolovi?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
20. Da li su podovi, zidovi i površine u prostoriji za proizvodnju bez vidljivih oštećenja?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
21. Da li u prostoriji za proizvodnju postoje vodovodne i kanalizacione instalacije?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
22. Da li u prostoriji za preradu ili u njenoj neposrednoj okolini postoji najmanje jedna oprema za pranje ruku?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
ii) Konstrukcione karakteristike i uslovi higijene hrane u objektu za preradu mleka	
23. Da li u blizini prostorije za proizvodnju postoi toalet?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
24. Da li u neposrednoj blizini prostorije za preradu postoji prostorija/prostor za presvlačenje/garderoba?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
iii) Primenjene higijenske i proizvođačke prakse	
25. Da li gazdinstvo koristi laktorfriz?	0. Ne 1. Delimično 2. Da

26. Da li je proizvodnja različitih proizvoda vremenski razdvojena?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
27. Da li se sprovodi čišćenje, pranje i dezinfekcija između proizvodnih faza?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
28. Da li su sirovine i prerađeni proizvodi u istom prostoru za hlađenje prostorno odvojeni i da li su preduzete sve neophodne mere da se spreči moguća kontaminacija?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
29. Da li voda koja se koristi u proizvodnji ima kvalitet vode za piće?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
30. Da li nosite čistu maramu/kapu u prostoru za proizvodnju?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
31. Da li perete ruke pre ulaska u prostor za proizvodnju?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
32. Da li se koristi mantil/kecelja u prostoru za preradu mleka, koji se odlaže pri izlasku iz prostora za preradu?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
33. Da li u prostoru za proizvodnju koristite posebnu obuću namenjenu samo u tu svrhu?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
(iv) Kontrola kvaliteta mleka i proizvoda od mleka	
34. Da li postoji standardna procedura proizvodnje, odnosno tehnološkog postupka proizvodnje?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
35. Da li se vode i čuvaju zapisi o količini prerađenog sirovog mleka i količini proizvedenih proizvoda?	0. Ne 2. Da
(iv) Kontrola kvaliteta mleka i proizvoda od mleka	
36. Da li se sprovodi kontrola kvaliteta mleka?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
37. Da li se sprovodi kontrola kvaliteta proizvoda?	0. Ne 1. Delimično 2. Da

v) Rukovanje sa opremom i upravljanje otpadom	
38. Da li su oprema i alati koji se koriste za proizvodnju napravljeni od glatkog materijala otpornog na koroziju koji se lako čisti, pere i prema potrebi dezinfikuje?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
39. Da li se otpadni materijal iz procesa prerade mleka redovno uklanja iz prostorija u kojima je nastao i privremeno smešta u namenski kontejner?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
vi) Obeležavanje proizvoda	
40. Da li proizvođač stavlja deklaraciju (oznaku) na upakovan proizvod?	0. Ne 1. Delimično 2. Da
41. Deklaracija sadrži (moguće je izabrati više odgovora):	1. Naziv proizvođača 2. Adresa proizvođača 3. Naziv proizvoda 4. Neto količina 5. Datum proizvodnje 6. Rok trajanja 7. Registarski broj objekta

Prilog 2. Kontrolna lista za ocenu higijensko-sanitarnih uslova na mestu prodaje proizvoda od mleka.

A. Opšte karakteristike mesta prodaje proizvoda od mleka	
Ime grada u kome se nalazi prodajno mesto	
Naziv i lokacija pijace	
Mesto prodaje proizvoda od mleka	1 – Otvoren prostor/ Pijaca 2 – Mlečna hala/Pijaca
B1. **Uslovi higijene na mestu prodaje proizvoda od mleka**	
1. Da li je okruženje oko prodajnog mesta čisto?	0 - < 5 m udaljeno od đubreta, toaleta, nesanitarnih odvoda 1 - 5-20 m udaljeno od đubreta, toaleta, nesanitarnih odvoda 2 - > 20 m udaljeno od đubreta, toaleta, nesanitarnih odvoda
2. Da li ima ustajale vode u blizini prodajnog mesta?	0 - ustajala voda u blizini, < 5m 1 - ustajala voda u blizini, > 5m 2 – nema ustajale vode u blizini prodajnog mesta
3. Da li su osvetljenje i ventialcija u prostoriji adekvatni?	0 - otvoren prostor, nema dostpunog osvetljenja, ni ventilacije 1 - zatvoren prostor, nema ventilacije, nezaštićeno osvetljenje 2 - zatvoren prostor, adekvatna ventilacija i zaštićeno osvetljenje
4. Da li su zidovi/podovi u prostoriji napravljeni od materijala koji je lak za čišćenje?	0 - otvoren prostor, nema zidova 1 - zatvoren prostor, betonski pod i okrečeni zidovi ili plocice na zidovima 2 - zatvoren prostor, podovi i zidovi obloženi pločicama
5. Da li su vidljivi leteći insekti i/ili štetočine oko prodajnog mesta?	0 - otvoren prostor, vidljivi leteći insekti/štetočine 1 - zatvoren prostor, vidljivi leteći insekti 2 - zatvoren prostor, insekti / štetočine nisu vidljivi
B1. **Uslovi higijene na mestu prodaje proizvoda od mleka**	
6. Da li postoji voda za piće na prodajnom mestu?	0 - nema (vidljive) česme 1 – otvoren prostor, česma 2 – zatvoren prostor, nekoliko vidljivih česmi
7. Da li postoji odgovarajući pribor za pranje ruku: sapun, voda, paprini ubrusi?	0 – nema (vidljive) česme 1 – zatvoren prostor, hladna i topla voda su dostupne, nema sapuna ni papirnih ubrusa/peškira 2 - zatvoren prostor, odgovarajući uslovi za pranje ruku

B2. Higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom	
8. Da li su radne površine napravljene od materijala koji je lak za čišćenje i dezinfikciju?	0 - otvoren prostor, nema radne površine, prodaje se iz kante 1 - radna površina je od drveta ili pločica 2 – radna površina je od nerđajućeg čelika
9. Da li se radne površine održavaju čistim tokom rukovanja i prodaje proizvoda od mleka?	0 - otvoren prostor, nema radne površine, prodaje se iz kante 1 – vidljiva je nečistoća na radnim površinama, prisutni su ostaci hrane 2 – čista radna površina od nerđajućeg čelika, nema vidljive prljavštine
10. Da li se vaga za merenje održava čistom i koristi samo za merenje proizvoda od mleka?	0 - vidljiva nečistoća, mere se različiti proizvodi 1 - vidljiva nečistoća, mere se samo proizvodi od mleka 2 - vidljiva čistoća, mere se samo proizvodi od mleka
11. Da li su proizvodi od mleka odvojeni od potrošača na način koji sprečava moguću kontaminaciju?	0 - otvoren prostor, direktna prodaja iz kante 1 - prodaja sa otvorenog pulta, kupci imaju pristup proizvodima 2 – zaštićena staklena vitrina, kupci nemaju direktan pristup proizvodima
12. Da li ima (suvišnih) ličnih stvari prodavca na tezgi (telefon, torba, hrana, kese, i sl.)?	0 - otvoren prostor, direktna prodaja iz kante 1- ima nekih ličnih stvari na radnoj površini 2 - nema nekih ličnih stvari na radnoj površini
B3. Kontrola temperature	
13. Da li se proizvodi od mleka čuvaju u rashladnim jedinicama?	0 - otvoren prostor, nema rashladnih jedinica 1-zatvoren prostor, proizvodi se čuvaju u rashladnim jedinicama, nema vidljivog termometra 2-zatvoren prostor, proizvodi se čuvaju u rashladnim jednicama, vidljiv termomentar
14. Da li postoje vidljivi nedostaci na rashladnim jedinicama (npr. buđ, kondenz, i sl.)?	0 - otvoren prostor, nema rashladnih jedinica 1 - postoji buđ ili kondenzacija u rashladnim jedinicama 2 - nema vidljive kondenzacije, ni buđi u rashladnim jedinicama
B4. Način pakovanja i obeležavanja proizvoda	
15. Da li se proizvodi od mleka čuvaju u zatvorenim posudama?	0 - otvorene posude na zemlji/nesanitarne površine 1 - drvena kaca ili PVC posuda sa poklopcem 2 – posuda od nerđajućeg čelika sa poklopcem
16. Da li se proizvodi od mleka prodaju u odgovarajućem pakovanju/ambalaži?	0 - proizvodi od mleka se prodaju u plastičnim kesama ili u posude koje donose kupci 1 - proizvodi od mleka se mere na licu mesta u PVC posudu za jednokratnu upotrebu 2 - proizvodi od mleka su prethodno upakovani u odgovarajuću ambalažu

B4. Način pakovanja i obeležavanja proizvoda	
17. Da li se proizvodi od mleka prodaju sa odgovarajućom deklaracijom?	0 - nema deklaracije, niti bilo kakvih informacija o proizvodu 1 - informacija o proizvođaču i proizvodu je dostupna na prodajnom mestu 2 - proizvodi od mleka se prodaju sa deklaracijom
B5. Lična higijena prodavca	
18. Da li je odeća prodavca čista i uredna?	0 - veoma prljava odeća sa vidljivim masnoćama, nema kecelje 1 - čista odeća, bez kecelje ili odeća nije potpuno pokrivena 2 - čista odeća, čista i uredna kecelja, potpuno prekriva odeću
19. Da li je kosa prodavca adekvatno zaštićena zaštitom za kosu ili kapom?	0 - nema zaštite, prljava kosa, duga nevezana kosa 1 - kosa je zaštićena čistom i urednom maramom, kosa je čista, duga kosa je vezana u rep 2 - jednokratna zaštita za kosu/ čista bela kapa
20. Da li su nokti prodavca čisti i uredno skraćeni?	0 - vidljiva nečistoća, neuredni, dugi nokti 1 - čisti, uredni, kratki nokti 2 - čiste rukavice na rukama koje se redovno menjaju
21. Da li prodavac rukuje hranom golim rukama?	0 – vidljivo neuredne ruke, pocepane rukavice 1 – čiste i uredne ruke 2 - čiste rukavice za jednokratnu upotrebu
22. Da li prodavac nosi nakit tokom rukovanja hranom?	0 - nosi upadljiv nakit koji nije prekriven 1 - nosi malo neprimetnog nakita (ogrlica, minđuše) 2 - nema vidljivog nakita
23. Da li prodavac jede, žvaće ili pije tokom prodaje proizoda od mleka?	0 - da, jede/pije, dokručkuje 2 - ne, nema hrane

Prilog 3. Upitnik za prodavce proizvoda od mleka.

Demografski podaci	
Pol prodavca	1 – ženski 2 - muški
Starost prodavca	1 - < 35 2 - 35-60 3 - > 60
Da li ste nekada tražili stručnu pomoć u vezi proizvodnje proizvode od mleka?	1 – ne, to je moje lično iskustvo 2 – ne, naučio/la sam od moje porodice 3 – da, imam člana porodice koji ima obrazovanje iz oblasti prehrambene tehnologije 4 – da, konsultujem tehnologa ili veterinara
Asortiman i karakteristike proizvoda od mleka	
1.Koje proizvode od mleka prodajete na pijaci? (označiti sve što odgovara)	1 – sveži sir 2 – zreli sir 3 – tvrdi sir 4 – kozji sir / ovčji sir 5 - kajmak 6 - sremski sir 7 – sirovo mleko 8– paprika u siru
2.Čije proizvode od mleka prodajete?	1-proizvodim i prodajem sopstvene proizvode od mleka 2 - prodajem proizvode od mleka koje su proizveli drugi članovi moje porodice 3-prodajem proizvode od mleka drugih proizvođača
3.Koji proizvodi od mleka se najčešće prodaju na pijaci?	1 – sveži sir 2 – zreli sir 3 – tvrdi sir 4 – kozji sir / ovčji sir 5 - kajmak 6 - sremski sir 7 – sirovo mleko 8 – paprika u siru
Primenjene prakse tokom proizvodnje i prodaje sira	
4. Koju vrstu mleka koristite za proizvodnju sira?	1 – sirovo mleko 2 – pola sirovo pola kuvano mleko 3 – kuvano mleko
5. Gde čuvate proizvode od mleka pre nego što ih donesete na pijacu?	1 – u frižideru u kome se čuvaju i druge namirnice za kuću hrana 2 – u posebnom frižideru, 3 – u hladnom skladištu (podrum, špajz, hladnjača)

Primenjene prakse tokom proizvodnje i prodaje sira	
6. Kako čuvate meki sir pre nego što ga donesete na pijacu?	1 – u salamuri napravljenoj od soli i hladne vode 2 – u salamuri napravljenoj od soli i prokuvane vode 3 – u salamri dobijenoj iz nove proizvodnje sira
7. Kako prevozite proizvode od mleka do pijace?	1 – sredstvima javnog prevoza 2 - automobilom, u kantama 3 - automobilom, u ručnom frižideru 4 - vozilom za prevoz hrane (sa kontrolom temperature) 5 – drugi su zaduženi za prevoz proizvoda, ja ih samo prodajem
8. Koliko vremena je potrebno da dovezete proizvode od mleka do pijace?	1 - > 2 h 2 - 1-2 h 3 - < 1 h
9. Koliko se najčešće zadržavate na pijaci?	1 - 8 h 2 - 5-8 h 3 - 3-5 h 4 - < 3 h
10. Koliko često prodajete proizvode od mleka na pijaci?	1 – svaki dan 2 – samo vikendom 3 – samo pijačnim danima

Prilog 4. Upitnik za ocenjivanje stavova, praksi i znanja o bezbednosti hrane među licima koja rukuju hranom u sektoru malih prerađivača mleka.

Datum popunjavanja upitnika	
Mesto popunjavanja upitnika	
Vrsta objekta za preradu mleka	1 – objekat za preradu mleka na gazdinstvu 2 – mala mlekara

i) Demografske karakteristike malih proizvođača

Pol	1 – muški 2 - ženski
Starost	1 - < 20 godina 2 - 20-40 godina 3 – 40-60 godina 4 - > 60 godina
Obrazovanje	1 – osnovna škola 2 – srednja škola 3 – viša škola 4 - fakultet
Radno iskustvo u mlekarskom sektoru i/ili porodična tradicija	1 – do 2 godine 2 – 2 – 8 godina 3 – 8 – 16 godina 4 - > 16 godina

ii) **Stavovi i mišljenja o bezbednosti hrane malih proizvođača**

Izjava/Tvrdnja	**Jako se slažem**	**Slažem se**	**Nemam mišljenje**	**Ne slažem se**	**Jako se ne slažem**
1. Konzumiranje proizvoda proizvedenih od sirovog/nepasterizovanog mleka je sigurno.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Pranje ruku toplom vodom i sapunom doprinosi prevenciji od trovanja hranom.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Nakon iznošenja đubreta napolje treba oprati ruke.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Povrede i posekotine na rukama treba da budu pokrivene da bi se prevenirala trovanja hranom.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Kada se kašlje/kija, nos i usta zaštitimo područjem lakta.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Bakterije koje izazivaju trovanja hranom mogu da se unesu u proizvode od mleka preko ruku osoba koje rukuju hranom, obuće i odeće.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Nošenje čiste radne odeće je važan pristup u prevenciji trovanja hranom.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Nošenje ukrasa (prstenje, minđuše, satove, narukvice, ogrlice i pirsing) prilikom rukovanja proizvodima od mleka je sigurno	☐	☐	☐	☐	☐
9. Čišćenje i dezinfekcija okoline, opreme i posuđa pre rukovanja mlečnim proizvodima sprečavaju trovanje hranom.	☐	☐	☐	☐	☐

ii) Stavovi i mišljenja o bezbednosti hrane malih proizvođača

Izjava/Tvrdnja	Jako se slažem	Slažem se	Nemam mišljenje	Ne slažem se	Jako se ne slažem
10. Sredstva za čišćenje treba držati blizu sudopera.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Korišćenje plastične tepalice za muve u cilju sprečavanja ulaska insekata u proizvodni prostor je bezbedno.	☐	☐	☐	☐	☐
12. Korišćenje kuhinjskog peškira za brisanje ruku, posuđa i lonaca je bezbedno.	☐	☐	☐	☐	☐
13. Da bi se proverilo da li je mleko pasterizovano treba koristiti termometar.	☐	☐	☐	☐	☐
14. Ako su mlečni proizvodi kontaminirani bakterijama koje izazivaju trovanja hranom, to može normalno da se uoči (vidi), pomiriše ili testira.	☐	☐	☐	☐	☐
15. Sirovo mleko može da se stavi u frižider bilo gde gde ima slobodnog mesta.	☐	☐	☐	☐	☐
16. Mikroorganizmi koji su na/u proizvodima od mleka u frižiderima umiru (uništava ih niska temperatura)	☐	☐	☐	☐	☐

iii) **Samoprijavljene prakse vezane za bezbednost hrane malih proizvođača**

Pitanje	Nikada	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. Da li rukujete mlekom i proizvodima od mleka kada imate povišenu temperaturu?	☐	☐	☐	☐	☐
2. Da li rukujete mlekom i proizvodima od mleka kada ste uznemireni i imate tahikardiju?	☐	☐	☐	☐	☐
3. Da li perete ruke nakon obavljenog telefonskog razgovora?	☐	☐	☐	☐	☐
4. Da li ruke brišete keceljom?	☐	☐	☐	☐	☐
5. Da li uklanjate sve svoje ukrase (prstenje, minđuše, satove, narukvice, ogrlice) pre nego što počnete da rukujete mlekom i mlečnim proizvodima?	☐	☐	☐	☐	☐
6. Da li potpuno pokrivate kosu kada rukujete mlekom i proizvodima od mleka?	☐	☐	☐	☐	☐
7. Kada ulazite u proizvodne prostorije da li promenite ili dezinfikujete obuću?	☐	☐	☐	☐	☐
8. Da li koristite vodoootporne flastere kada imate rane ili povrede na rukama?	☐	☐	☐	☐	☐

iii) Samoprijavljene prakse vezane za bezbednost hrane malih proizvođača

Pitanje	Nikada	Retko	Ponekad	Često	Uvek
9. Da li doručkujete ili pijete kafu u prostorijama u kojima se proizvodi ili pakuje hrana?	☐	☐	☐	☐	☐
10. Da li koristite istu opremu i posuđe i unutar i izvan proizvodnog područja?	☐	☐	☐	☐	☐
11. Da li postavljate posuđe i lonce na pod u proizvodnom prostoru?	☐	☐	☐	☐	☐
12. Da li koristite sprej za uništavanje insekata u proizvodnim prostorijama da biste uništili muve?	☐	☐	☐	☐	☐
13. Da li pripremate rastvor deterdženta/ dezinficijensa prema uputstvu proizvođača?	☐	☐	☐	☐	☐
14. Da li u istom frižideru čuvate i sirovo mleko i proizvode od mleka?	☐	☐	☐	☐	☐
15. Da li proveravate temperaturu u frižideru u kome čuvate proizvode od mleka ?	☐	☐	☐	☐	☐
16. Da li čistite/perete površinu sira, kada se pojavi promena boje sira u žućkastu/ružičastu?	☐	☐	☐	☐	☐

Prilog 5. Upitnik za ocenu stavova, praksi i znanja potrošača o bezbednosti hrane.

i) Demografske karakteristike potrošača	
Pol	1 – muški 2 - ženski
Starost	1 - < 20 godina 2 - 20-40 godina 3 – 40-60 godina 4 - > 60 godina
Obrazovanje	1 – osnovna škola 2 – srednja škola 3 – viša škola 4 - fakultet
Zaposlenje	1 – nezaposlen/a 2 – sezonsko zaposlenje 3 – stalo zaposlenje
Broj članova domaćinstva	1 – 1 2 – 2 3 – 2-3 4 – 4-5 5 - > 5
1. Da li u Vašem domaćinstvu postoji dete mlađe od 5 godina?	1 – Da 2 – Ne
2. Da li u Vašem domaćinstvu postoji osoba/e starija od 60 godina?	1 – Da 2 - Ne
3. Da li u Vašem domaćinstvu postoji osoba(e) slabijeg imunog sistema (dijabetes, bolesti jetre ili bubrega, kancer, autoimune bolesti, osobe na hemioterapiji ili na terapiji zračenjem, osobe sa presađenim organima)?	1 – Da 2 – Ne
4. Da li u Vašem domaćinstvu postoji trudnica?	1 – Da 2 – Ne
5. Da li ste Vi odgovorni za nabavku hrane u Vašem domaćinstvu?	1 – Da 2 – Ne
6. Da li ste Vi odgovorni za pripremu hrane u Vašem domaćinstvu?	1 – Da 2 – Ne

ii) Stavovi i mišljenja potrošača o bezbednosti proizvoda od mleka

Izjava	Potpuno se ne slažem	Ne slažem se	Bez stava	Slažem se	Potpuno se slažem
1. Smatram da su prethodno upakovani proizvodi od mleka* bezbedniji od onih koji se kupuju na meru.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Smatram da je bezbedno kupovati proizvode od mleka* na meru na pijaci.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Smatram da je bezbedno kupovati proizvode od mleka* na odeljenju delikatesa u supermarketu.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Tokom kupovine u supermarketu je važno proveriti datum isteka roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka*.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Rok trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka* i proizvoda koji su kupljeni na meru je isti.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Znam koliki je rok trajanja i koji su uslovi skladištenja proizvoda od mleka* koje kupujem na meru na pijaci.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Znam koliki je rok trajanja i koji su uslovi skladištenja proizvoda od mleka* koje kupujem na meru na odeljenju delikatesa u supermarketu.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Da bi osigurali bezbednost proizvoda, važno je skladištiti prethodno upakovane proizvode od mleka* prema uputstvu na deklaraciji.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Da bi osigurali bezbednost proizvoda, važno je da je temperatura frižidera niža od 5°C.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Važno je čuvati različite vrste hrane na odvojenim policama u frižideru kako bi se izbegla (unakrsna) kontaminacija.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Bezbednost proizvoda od mleka* može da se proceni na osnovu mirisa, izgleda i ukusa hrane.	☐	☐	☐	☐	☐
12. Bolje je baciti proizvode od mleka* nakon isteka roka trajanja, zbog mogućnosti trovanja hranom koja nije bezbedna.	☐	☐	☐	☐	☐

iii) Navike o kupovini, proizvoda od mleka

	Ne kupujem/Ne konzumiram	Na zelenoj pijaci	U supermarketu	U specijalizovanoj prodavnici	Na odeljenju delikatesa u supermarketu
1. Sveži/sitan, sremski sir	☐	☐	☐	☐	☐
2. Beli sir, kriška	☐	☐	☐	☐	☐
3. Kajmak	☐	☐	☐	☐	☐
4. Narezani kačkavalj/Gaudu	☐	☐	☐	☐	☐

(iv) Samoprijavljene prakse potrošača vezane za hranu	Nikada	Pone kad	Retko	Često	Uvek
1. Kada kupujem u prodavnici, proveravam datum isteka roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka*.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Kada kupujem beli sir u krišci na meru na pijaci, pitam prodavca kako da ga pravilno čuvam kod kuće.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Kada kupujem sremski/švapski/sitan sir na meru na pijaci, pitam prodavca, koliko dugo mogu da ga čuvam kod kuće.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Odmah nakon kupovine, stavljam proizvode od mleka* u frižider.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Redovno merim temperaturu u frižideru.	☐	☐	☐	☐	☐
6. U mom frižideru proizvodi od mleka* i voće/povrće se nalaze na odvojenim policama.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Pre jela, pogledam datum isteka roka trajanja prethodno upakovanih proizvoda od mleka*.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Pre jela, bezbednost proizvoda od mleka* procenjujem na osnovu izgleda i mirisa.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Pre jela, bezbednost proizvoda od mleka* procenjujem na osnovu izgleda i mirisa.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Bacam proizvode od mleka*, kada im istekne rok trajanja.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Kada proizvodima od mleka* istekne rok trajanja, koristim ih za pripremu pečenih jela **.	☐	☐	☐	☐	☐

Legenda:

* RTE mlečni proizvodi su svež sir, beli sir u salamuri i kajmak;

** Pečena jela su pite, proje, kiflice i pice.

Prilog 6. Uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta belih sireva u salamuri (kriška).

Grupa svojstava	**Opis nivoa kvaliteta / mana**	
1. Posmatrajte površinu kriške, njenu boju i izgled, a zatim nožem presecite uzorak kako biste ocenili izgled preseka.		
Opšti izgled (Vizuelni utisci)	**Kriška je sir ujednačene bele do bledo žute boje. Pravilnih je dimenzija bez oštećenja. Na preseku koji je gladak može postojati umeren broj malih šupljika nepravilnog oblika.**	
	Nekarakteristična boja (ružičasta ili izrazito žuta)	(oduzeti max 4)
	Oštećena i deformisana kriška	(oduzeti max 3)
	Pukotine, nepravilan oblik	(oduzeti max 3)
	Veliki broj sfernih šupljika, znaci nadimanja	(oduzeti max 4)
	Sluzava površina	(oduzeti max 3)
2. Prinesite uzorak ispod nosa i udišite i izdišite kroz nos		
Miris - (Olfaktorni utisci)	**Mlečno kiseo miris, može podsećati na jogurt ili maslac**	
	Previše oštar miris koji potiče od kiselina, jedak (relativno jak, paleći osećaj u nosnoj sluzokoži koji izazivaju proizvodi kao što su senf ili sirće)	(oduzeti max 4)
	Miris neke netipične kiseline (npr. sirćetna)	(oduzeti max 2)
	Miris na zagorelo mleko	(oduzeti max 4)
	Miris na kvasce i/ili stran miris (npr. na loj, metal, karton i sl.)	(oduzeti max 5)
3. Pritisnite uzorak između palca i kažiprsta, odlomite deo koji ćete staviti u usta, pritisnite ga jezikom o nepce.		
Tekstura - (Palpatorni utisci)	**Kriška ima srednje čvrstu povezanu teksturu koju karakteriše umerena krtost. Prilikom konzumiranja konzistencija kriške je kremasta i homogena**	
	Slabo povezana, izrazito lomljiva tekstura	(oduzeti max 3)
	Suva, zrnasta, brašnjava konzistencija	(oduzeti max 3)
	Suviše meka (gnjecava) ili suviše tvrda (žilava) tekstura	(oduzeti max 4)
4. Uneti u usta dovoljnu količinu uzorka kako bi se ocenila ukusnost.		
Ukus (Gustativni utisci)	**Prijatan mlečno-kiseo i slan ukus, može biti blagog maslačnog ukusa ukoliko je mlad ili oštrijeg ukoliko je zreliji.**	
	Kiselost previše izražena: oštar, paleći osećaj u usnoj i nosnoj šupljini	(oduzeti max 4)
	Nedovoljno ili previše izražena slanost	(oduzeti max 2)
	Prazan ukus, dominira kiselost i slanost	(oduzeti max 2)
	Ukus na zagorelo mleko	(oduzeti max 3)
	Prisustvo arome netipične kiseline (npr. sirćetne)	(oduzeti max 4)

Grupa svojstava	Opis nivoa kvaliteta / mana	
	Sir “rezi” (osećaj peckanja na jeziku kao pri konzumiranju gaziranih pića)	(oduzeti max 3)
	Netipičan ukus na životinjske masti (npr. ovčiji ili kozji loj)	(oduzeti max 5)
	Prisustvo gorčine i oporosti (nabiranje površine jezika, naročito u korenu)	(oduzeti max 4)
	Strani ukus, na kvasce, na plastiku, na karton, užeglo, metal i sl.	(oduzeti max 5)
Koeficijenti važnosti: Izgled 3; Miris 3; Tekstura 5; Ukus 9		

Prilog 7. Uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta svežeg sira.

Grupa svojstava	**Opis nivoa kvaliteta / mana**	
1. Posmatrajte površinu svežeg sira, njegovu boju i izgled, a zatim nožem razmažite deo uzorka kako biste ocenili izgled tankog sloja.		
Opšti izgled (Vizuelni utisci)	**Sveži sir je sir ujednačene bele do bledo žute boje. Homogen je, kremast i maziv.**	
	Nekarakteristična boja (ružičasta ili izrazito žuta)	(oduzeti max 4)
	Odvajanje seruma iz sira	(oduzeti max 3)
	Prilikom razmazivanja, primetne su grudvice u velikom broju i/ili grudvice su velike	(oduzeti max 3)
2. Prinesite uzorak ispod nosa i udišite i izdišite kroz nos		
Miris - (Olfaktorni utisci)	**Mlečno kiseo miris, može podsećati na jogurt ili maslac**	
	Previše oštar miris koji potiče od kiselina, jedak (relativno jak, paleći osećaj u nosnoj sluzokoži koji izazivaju proizvodi kao što su senf ili sirće)	(oduzeti max 4)
	Miris neke netipične kiseline (npr. sirćetna)	(oduzeti max 2)
	Miris na zagorelo mleko	(oduzeti max 4)
	Miris na kvasce i/ili stran miris (npr. na loj, metal, karton i sl.)	(oduzeti max 5)
3. Razmažite deo uzorka nožem kako biste ocenili njegovu mazivost a zatim unesite odgovarajuću količinu uzorka u usta i pritiskajte ga jezikom o nepce		
Tekstura - (Palpatorni utisci)	**Sveži sir ima glatku i kremastu povezanu teksturu. Maziv je i homogen, srednje čvrst.**	
	Suviše čvrsta ili suviše tečna konzistencija	(oduzeti max 3)
	Pojava izdvajanja seruma	(oduzeti max 4)
	Sir je suv, zrnast, brašnjav	(oduzeti max 3)
	Prisustvo suviše velikog broja sitnih grudvica i/ili suviše velikih grudvica	(oduzeti max 4)
4. Uneti u usta dovoljnu količinu uzorka kako bi se ocenila ukusnost.		
Ukus (Gustativni utisci)	**Ukus svežeg sira je blago slan i mlečno-kiseo. Može imati blagu jogurtnu ili maslačnu notu, i aromu kuvanog mleka.**	
	Kiselost previše izražena: oštar, paleći osećaj u usnoj i nosnoj šupljini	(oduzeti max 4)
	Nedovoljno ili previše izražena slanost	(oduzeti max 2)
	Sir "rezi" (osećaj peckanja na jeziku kao pri konzumiranju gaziranih pića)	(oduzeti max 3)
	Prisustvo arome netipične kiseline (npr. sirćetne)	(oduzeti max 4)
	Ukus na zagorelo mleko	(oduzeti max 3)
	Netipičan ukus na životinjske masti (npr. ovčiji ili kozji loj)	(oduzeti max 5)

Grupa svojstava	Opis nivoa kvaliteta / mana	
	Prisustvo gorčine i oporosti (nabiranje površine jezika, naročito u korenu)	(oduzeti max 4)
	Strani ukus, na kvasce, na plastiku, na karton, užeglo, metal i sl.	(oduzeti max 5)
Koeficijenti važnosti: Izgled 3; Miris 3; Tekstura 5; Ukus 9		

Prilog 8. Uputstvo za senzorno ocenjivanje kvaliteta kajmaka.

Grupa svojstava	**Opis nivoa kvaliteta / mana**	
1. Posmatrajte površinu kajmaka, njegovu boju i izgled, a zatim nožem razmažite deo uzorka kako biste ocenili izgled tankog sloja.		
Opšti izgled (Vizuelni utisci)	**Mlad kajmak je proizvod bele do bledo žute boje (boje slonovače). Maziv je, kremast i slojevit. U tankom sloju mogu se uočiti delovi pokožice.**	
	Zreo kajmak je bledo-žute do žute boje, ujednačene boje i mase, čvrst je ali maziv, zrnast.	
	Boja na površini je ujednačena.	
	Nekarakteristična boja	(oduzeti max 4)
	Odvajanje masne ili vodene faze iz mase kajmaka	(oduzeti max 4)
	Prilikom razmazivanja, primetne su grudvice u velikom broju i/ili grudvice su velike	(oduzeti max 3)
2. Prinesite uzorak ispod nosa i udišite i izdišite kroz nos		
Miris - (Olfaktorni utisci)	**Kajmak ima blag, prijatan mlečni/maslačni miris - ukoliko je mlad, a oštriji miris karakterističan za zrele sireve - ukoliko je zreo. Miris na kuvano mleko.**	
	Previše oštar miris koji potiče od kiselina, jedak (relativno jak, paleći osećaj u nosnoj sluzokoži koji izazivaju proizvodi kao što su senf ili sirće)	(oduzeti max 4)
	Miris neke netipične kiseline (npr. sirćetna)	(oduzeti max 2)
	Miris na zagorelo mleko	(oduzeti max 4)
	Miris na kvasce i/ili stran miris (npr. na loj, metal, karton, užeglo i sl.)	(oduzeti max 5)
3. Razmažite deo uzorka nožem kako biste ocenili njegovu mazivost a zatim unesite odgovarajuću količinu uzorka u usta i pritiskajte ga jezikom o nepce		
Tekstura - (Palpatorni utisci)	**Mladi kajmak ima glatku i kremastu teksturu prošaranu slojevima pokožice, dok je kod zrelog kajmaka tekstura čvršća i blago zrnasta. U oba slučaja tekstura je maziva, ali nije homogena.**	
	Kajmak je suviše tečan ili suviše čvrst	(oduzeti max 3)
	Tekstura potpuno homogena, podseća na margarin	(oduzeti max 3)
	Pojava jasnog izdvajanja faza (masti ili seruma)	(oduzeti max 4)
	Prisustvo suviše velikog broja sitnih grudvica i/ili suviše velikih grudvica	(oduzeti max 2)
	Masna faza kajmaka se ne topi u ustima, kajmak se lepi za nepce i jezik	(oduzeti max 3)
4. Uneti u usta dovoljnu količinu uzorka kako bi se ocenila ukusnost.		
Ukus (Gustativni utisci)	**Kajmak ima prijatan mlečno-maslačni ukus, sa blagom aromom na kuvano mleko. Ukoliko je kajmak zreo, može imati oštriji ukus, sličan zrelom siru.**	
	Kiselost previše izražena: oštar, paleći osećaj u usnoj i nosnoj šupljini	(oduzeti max 4)
	Ukus na zagorelo mleko	(oduzeti max 3)

Grupa svojstava	Opis nivoa kvaliteta / mana	
	Nedovoljno ili previše izražena slanost	(oduzeti max 2)
	Prisustvo arome netipične kiseline (npr. sirćetne)	(oduzeti max 4)
	Netipičan ukus na životinjske masti (npr. ovčiji ili kozji loj)	(oduzeti max 5)
	Prisustvo gorčine i oporosti (nabiranje površine jezika, naročito u korenu)	(oduzeti max 4)
	Kajmak "rezi" (osećaj peckanja na jeziku kao pri konzumiranju gaziranih pića)	(oduzeti max 2)
	Strani ukus, na kvasce, na plastiku, na karton, užeglo i sl.	(oduzeti max 5)
Koeficijenti važnosti: Izgled 3; Miris 3; Tekstura 5; Ukus 9		

Prilog 9. Ukupan kvalitet uzoraka kajmaka, n=36.

Broj uzorka	Senzorni kvalitet		Fizičko-hemijski kvalitet								Teksturalna svojstva			TQI	Grupa	Mesto kupovine/ Mesto proizvodnje
	Rezultat senzorne analize	Ocena senzornog kvaliteta	a_w	pH	SM (%)	MM (%)	So (%)	P (%)	MSM (%)	PSM (%)	PL (g)	DP (mm)	AF (g)			
1	4,62 ±0,24	5	0,93 ±0,00	5,87 ±0,17	56,77 ±0,02	46,00	0,83 ±0,85	8,88 ±0,17	81,04	15,64	52,69 ±30,53	9,90 ±0,06	18,69 ±0,59		**E**	P D
2	3,69 ±0.34	4	0,90 ±0,01	6,07 ±0,17	62,74 ±0,01	54,00	1,10 ±0,10	7,36 ±0,28	86,08	11,73	89,74 ±48,90	10,00 ±0,06	23,11 ±5,03	2,30	II	P D
3	4,97 ±0,08	5	0,92 ±0,02	6,01 ±0,01	65,33 ±0,02	57,00	1,21 ±0,01	5,65 ±0,85	87,26	8,65	153,30 ±92,00	10,00 ±0,06	32,63 ±1,77	2,41	III	P D
4	3,83 ±0,15	4	0,91 ±0,01	5,60 ±0,18	67,46 ±0,03	61,00	1,04 ±0,02	3,93 ±0,04	90,42	5,83	225,02 ±131,83	9,70 ±0,46	42,15 ±0,59	3,11	VI	P D
5	3,75 ±0,47	4	0,93 ±0,01	6,13 ±0,07	68,22 ±0,18	63,00	0,06 ±0,01	4,57 ±0,09	92,35	6,70	109,79 ±61,48	10,00 ±0,06	25,83 ±0,59	2,41	III	P D
6	1,93 ±0,72	2	0,90 ±0,00	5,13 ±0,07	70,91 ±0,10	66,00	0,28 ±0,02	3,59 ±0,17	93,08	5,06	135,28 ±77,18	10,00 ±0,00	31,27 ±1,56	2,93	V	P D
7	4,03 ±0,37	4	0,94 ±0,00	6,64 ±0,04	74,94 ±0,08	63,00	3,21 ±0,01	6,62 ±0,15	84,07	8,83	73,42 ±43,15	10,00 ±0,06	26,85 ±0,59	2,57	IV	P D
8	3,88 ±0,27	4	0,93 ±0,00	6,28 ±0,12	62,03 ±0,06	54,00	0,98 ±0,01	5,84 ±0,02	87,05	9,41	105,37 ±52,56	10,00 ±0,00	28,89 ±1,56	2,28	II	P D
9	3,86 ±0,37	4	0,93 ±0,02	6,43 ±0,01	66,86 ±0,01	53,00	0,77 ±0,01	10,70 ±0,18	79,27	16,00	63,56 ±37,64	10,00 ±0,06	23,11 ±4,12	1,88	I	P D
10	2,14 ±0,52	2	0,93 ±0,01	5,14 ±0,05	61,61 ±0,01	53,00	0,99 ±0,01	5,75 ±0,16	86,02	9,33	75,12 ±44,72	10,00 ±0,06	28,21 ±3,16	2,53	III	P D
11	4,68 ±0,22	5	0,93 ±0,00	6,59 ±0,07	56,42 ±0,13	40,00	2,15 ±0,01	9,04 ±0,11	70,90	16,02	39,77 ±27,74	9,90 ±0,17	23,11 ±5,23		**E**	P D
12	3,53 ±0,35	4	0,93 ±0,01	6,34 ±0,14	62,32 ±0,22	40,00	1,23 ±0,00	8,24 ±0,25	64,19	13,22	82,94 ±35,02	10,00 ±0,00	28,89 ±5,23		**E**	P D
13	3,43 ±0,48	3	0,92 ±0,00	6,58 ±0,01	61,97 ±0,18	55,00	0,47 ±0,04	4,50 ±0,49	88,75	7,26	133,92 ±80,27	10,00 ±0,00	30,93 ±1,56	2,58	IV	P D
14	3,26 ±0,54	3	0,91 ±0,00	5,97 ±0,08	65,99 ±0,09	61,00	0,77 ±0,02	2,76 ±0.00	92,45	4,18	139,02 ±86,62	10,00 ±0,00	36,37 ±2,57	2,91	V	P D

Broj uzorka	Senzorni kvalitet		Fizičko-hemijski kvalitet								Teksturalna svojstva			TQI	Grupa	Mesto kupovine/ Mesto proizvodnje
	Rezultat senzorne analize	Ocena senzornog kvaliteta	a_w	pH	SM (%)	MM (%)	So (%)	P (%)	MSM (%)	PSM (%)	PL (g)	DP (mm)	AF (g)			
15	1,24 ±0,52	1	0,93 ±0,00	5,07 ±0,06	55,66 ±0,02	43,00	0,46 ±0,00	8,04 ±0,04	77,26	14,44	39,09 ±23,19	9,80 ±0,32	14,28 ±2,03		**E**	P D
16	2,55 ±0,42	3	0,95 ±0,01	4,84 ±0,30	67,94 ±0,04	64,00	0,29 ±0,01	2,60 ±0,01	94,21	3,83	200,20 ±117,04	10,00 ±0,00	28,55 ±6,39	3,07	VI	MP MM
17	2,03 ±0,80	2	0,91 ±0,01	5,41 ±0,02	67,59 ±0,01	61,00	2,27 ±0,01	2,67 ±0,21	90,25	3,95	141,40 ±81,28	10,00 ±0,00	36,71 ±2,69	3,15	VI	MP MM
18	3,81 ±0,24	4	0,91 ±0,01	5,00 ±0,09	75,56 ±0,11	70,00	0,09 ±0,03	4,22 ±0,04	92,65	5,58	120,67 ±67,33	10,00 ±0,00	30,93 ±3,58	2,68	IV	MP MM
19	2,17 ±0,71	2	0,90 ±0,00	5,75 ±0,06	71,03 ±0,11	62,00	1,13 ±0,01	2,95 ±0,16	87,29	4,15	137,32 ±77,94	10,00 ±0,00	37,05 ±1,56	3,04	VI	MP MM
20	3,86 ±0,53	4	0,92 ±0,00	4,75 ±0,04	63,05 ±1,00	58,00	0,91 ±0,09	3,10 ±0,08	91,99	4,92	105,71 ±62,25	10,00 ±0,00	30,93 ±5,13	2,85	V	MP MM
21	2,07 ±0,35	2	0,90 ±0,01	5,18 ±0,04	65,83 ±0,01	61,00	0,75 ±0,01	3,20 ±0,15	92,67	4,86	109,45 ±60,92	10,00 ±0,00	30,59 ±2,69	2,95	V	MP MM
22	3,77 ±0,37	4	0,91 ±0,00	4,53 ±0,03	64,51 ±0,31	60,00	0,44 ±0,04	3,12 ±0.00	93,01	4,84	122,37 ±92,26	9,90 ±0,12	25,49 ±4,67	2,93	V	MP MM
23	3,68 ±0,84	4	0,90 ±0,01	5,10 ±0,03	65,07 ±0,32	58,00	2,97 ±0,22	3,15 ±0,10	89,14	4,84	76,14 ±41,66	10,00 ±0,06	21,75 ±3,58	3,18	VI	MP MM
24	3,16 ±0,43	3	0,94 ±0,01	4,62 ±0,18	68,47 ±0,54	63,00	0,97 ±0,01	2,72 ±0,14	92,02	3,97	108,43 ±62,84	10,00 ±0,00	29,91 ±3,58	2,84	V	MP MM
25	2,48 ±0,43	2	0,92 ±0,01	5,37 ±0,04	65,82 ±0,21	60,00	1,05 ±0,01	2,98 ±0,13	91,16	4,53	192,73 ±112,06	10,00 ±0,00	43,85 ±3,68	3,20	VI	MP MM
26	3,11 ±0,53	3	0,94 ±0,00	4,75 ±0,03	67,98 ±0,18	63,00	0,67 ±0,00	2,66 ±0,21	92,67	3,91	106,05 ±61,26	10,00 ±0,06	32,29 ±2,12	2,86	V	MP MM
27	3,99 ±0,17	4	0,93 ±0,01	6,29 ±0,04	65,31 ±0,02	48,00	0,96 ±0,05	14,38 ±0,31	73,50	22,02	96,53 ±57,33	10,00 ±0,00	28,21 ±3,12	1,86	I	P D
28	4,96 ±0,10	5	0,93 ±0,01	6,41 ±0,06	58,81 ±0,02	45,00	0,60 ±0,01	10,23 ±0,01	76,52	17,40	65,94 ±43,75	10,00 ±0,06	20,39 ±3,06		**E**	P D
29	4,79 ±0,15	5	0,93 ±0,01	5,90 ±0,14	67,75 ±0,01	54,00	1,34 ±0,06	9,23 ±0,07	79,71	13,62	63,22 ±41,78	10,00 ±0,06	20,39 ±1,02	2,04	I	P D

Broj uzorka	Senzorni kvalitet		Fizičko-hemijski kvalitet								Teksturalna svojstva			TQI	Grupa	Mesto kupovine/ Mesto proizvodnje
	Rezultat senzorne analize	Ocena senzornog kvaliteta	a_w	pH	SM (%)	MM (%)	So (%)	P (%)	MSM (%)	PSM (%)	PL (g)	DP (mm)	AF (g)			
30	4,64 ±0,05	5	0,91 ±0,58	4,95 ±0,06	68,74 ±0,02	56,00	1,56 ±0,01	8,39 ±0,22	81,47	12,21	72,74 ±43,39	9,80 ±0,25	26,17 ±0,59	2,26	II	P D
31	3,88 ±0,54	4	0,94 ±0,00	6,06 ±0,04	69,99 ±0,01	60,00	0,43 ±0,02	7,47 ±0,16	85,73	10,67	76,48 ±43,24	7,00 ±0,25	24,13 ±2,36	1,90	I	P D
32	4,09 ±0,13	4	0,95 ±0,00	6,05 ±0,13	74,55 ±0,71	67,00	0,78 ±0,03	4,64 ±0,42	89,87	6,22	65,26 ±37,61	9,90 ±0,06	19,71 ±2,12	2,39	III	P D
33	4,90 ±0,14	5	0,95 ±0,01	6,36 ±0,04	72,91 ±0,02	65,00	0,43 ±0,01	4,35 ±0,02	89,16	5,97	60,16 ±40,58	9,90 ±0,06	19,37 ±1,02	2,46	III	P D
34	2,14 ±0,84	2	0,93 ±0,00	6,07 ±0,01	63,50 ±0,04	52,00	1,16 ±0,01	6,57 ±0,11	81,90	10,35	48,61 ±27,56	10,00 ±0,06	14,62 ±0,59	2,56	IV	P D
35	2,99 ±0,26	3	0,94 ±0,00	5,51 ±0,11	81,34 ±0,06	76,00	0,49 ±0,02	3,34 ±0,02	93,43	4,11	38,07 ±22,01	10,00 ±0,06	14,96 ±2,36	2,82	V	MP MM
36	2,47 ±0,45	2	0,94 ±0,00	5,85 ±0,07	70,98 ±0,01	63,00	1,19 ±0,01	3,65 ±0,01	88,76	5,14	51,67 ±31,60	9,80 ±0,32	17,68 ±2,76	2,71	IV	MP MM
x_{sr}	3,46		0,92	5,68	66,55	57,64	1,00	5,59	86,31	8,59	99,37	9,88	26,98			
min	1,24		0,90	4,53	55,66	40,00	0,06	2,60	64,19	3,83	38,07	7,00	14,28	1,86		
max	4,97		0,95	6,64	81,34	76,00	3,21	14,38	94,21	22,02	225,02	10,00	43,85	3,20		
CV	28,72		1,64	11,14	8,31	14,11	70,40	51,77	8,31	55,91	46,28	5,05	27,07			

Legenda: a_w-aktivnost vode; SM-suva materija; MM-mlečna mast; UP-ukupni proteini; MSM-mlečna mast u suvoj materiji; PSM-ukupni proteni u suvoj materiji; PL-tvrdoća; DP-deformacija na piku; AF-lepljivost/sila prijanjanja; TQI-ukupan indeks kvaliteta; D-objekat u domaćinstvu, OP-pijaca; MP-maloprodajni objekat; MM-mala mlekara, E–eliminisan iz dalje analize; CV-koeficijent varijacije.

Prilog 10. FMEA primenjena u kratkom lancu snabdevanja belim sirevima u salamuri.

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	**Neuspeh /Uzrok**	**O[1]**	**S[2]**	**D[3]**	**RPN[4]**	**Korektivne mere**	**O**	**S**	**D**	**RPN**
Lista identifikovanih potencijalnih bioloških opasnosti i predložene korektivne mere										
Muža	Kontaminacija sirovog mleka patogenim mikroorganizmima *(E. coli* O157:H7, S*almonell*a spp., *Mb. tuberculosis*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus,* etc.)	3	5	5	75	Sir se proizvodi na registrovanim gazdinstvima Sir se proizvodi od mleka koje je proizvedeno na tom gazdinstvu (Srbija, 2017a). Muzne životinje moraju biti obuhvaćene programom mera zdravstvene zaštite životinja a uslovi za proizvodnju sirovog mleka i mleka moraju ispunjavaju zakonske uslove (Srbija, 2011b).	2	5	5	50
	Kontaminacija opreme za mužu patogenim mikroorganizmima zbog: - korišćenja kontaminirane vode za pranje - neadekvatnog pranja/zadržavanja mleka - loših uslova skladištenja oprane opreme	2	5	5	50	Periodične kontrole vode Dezinfekcija kontejnera Pranje opreme treba da bude potpuno Prostorija za skladištenje opreme koja je u kontaktu sa mlekom mora biti čista i zaštićena od štetočina	1	5	5	25
	Kontaminacija sirovog mleka patogenim mikroorganizmima zbog narušenog zdravlja osobe koja rukuje sirovim mlekom	2	3	5	30	Potrebno je da se povremenu obavljaju sanitarni pregledi Preporučuje se edukacija farmera/osoba koje rukuju sirovim mlekom Održavanje lične higijene i kontrola bolesti	1	3	5	15
	Prisustvo psihrotrofnih mikroorganizama (mikroorganizmi kvara) u sirovom mleku i njihov mogući rast tokom hlađenja	2	2	5	20	Primena odgovarajućeg temperaturnog režima tokom hlađenja	1	2	5	10

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
Dodavanje sirila	Kontaminacija proizvoda patogenim mikroorganizmima zbog narušenog zdravlja rukovaoca hranom/proizvođača sira	2	3	5	30	Moraju se vršiti povremeni sanitarni pregledi Preporučuje se edukacija proizvođača sira Neophodno je održavanje lične higijene Ljudima koji imaju ispoljene simptome bolesti nije dozvoljeno da rade sa hranom	1	3	5	15
Obrada gruša	Koagulacione posude - neadekvatno pranje/ostaci mleka i gela iz prethodnih proizvodnje	2	3	5	30	Posuđe se mora oprati i isprati nakon svake upotrebe Preporučuje se upotreba vode za piće Redovno čišćenje opreme za sečenje	1	3	5	15
	Mikrobiološka kontaminacija opreme za sečenje (nož, žice za sečenje) Mikrobiološka kontaminacija proizvoda usled ručne manipulacije	2	3	5	30	Potrebno je da se povremenu obavljaju sanitarni pregledi Preporučuje se edukacija proizvođača sira Neophodno je održavanje lične higijene Ljudima koji imaju ispoljene simptome bolesti nije dozvoljeno da rade sa hranom	1	3	5	15
	Mikrobiološka kontaminacija zbog loše higijene pribora koji se koristi (cedilo, kašika i krpe)	2	3	5	30	Adekvatno čišćenje i dezinfekcija cediljke i kašike Preporučuje da se svaki put koristi nova cediljka/gaza	1	3	5	15
	Razvoj plesni u grušu usled: – loše higijene stola za presovanje – drvenih krugova za presovanje – kamena za presovanje	3	2	4	24	Redovno pranje i dezinfekcija Održavanje higijene drvenog kruga i kamena, korišćenje drugih materijala umesto drveta	1	2	4	12
Zrenje	Razvoj plesni tokom zrenja sira	4	2	4	32	Potrebno je da se tokom zrenja sir održava čistim Kamen i krug potrebno je čistiti četkama i čistom vodom (temeljno oribati)	2	2	4	16

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
	Mikrobiološka kontaminacija vode za pripremu salamure	2	5	5	50	Korišćenje inhibitora rasta plesni Potrebna je vizuelna kontrola salamure Preporučuje se upotreba vode kvaliteta vode za piće	1	5	5	25
	Rast patogenih i mikroorganizama i uzročnika kvarenja u siru zbog neadekvatnih uslova u prostoriji za zrenje sira (temperatura, higijena prostorije, vlažnost prostorije, protok vazduha)	2	5	5	50	Proces zrenja mora da se odvija pod kontrolisanim uslovima Prostorija za zrenje mora da bude uredna i čista Temperatura u prostoriji za zrenje ne sme da pređe 18° C	1	5	5	25
Čuvanje	Rast patogenih i mikroorganizama uzročnika kvarenja tokom skladištenja sira (zavisi od temperature prostorije, vremena zrenja i higijenskih uslova)	2	5	3	30	Za sireve sa dugim periodom zrenja 10 - 15°C Za sireve sa kraćim periodom zrenja 0-4°C	1	5	3	15
Transport	Mikrobiološka kontaminacija usled loše higijene transportnog vozila	2	2	5	20	Redovno održavanje higijene vozila	1	2	5	10
	Mikrobiološka kontaminacija usled neodgovarajuće temperature u transportnom vozilu i / ili neodgovarajućeg vremena trajanja transporta	2	4	5	40	Potrebno je održavanje hladnog lanca Mogu da se koriste transportni / ručni frižider / termo torba Vreme trajanja transporta ne sme da bude duže od 2 sata (Srbija 2017a)	1	4	5	20
	Mikrobiološka kontaminacija usled istovremenog transporta različitih vrsta proizvoda	2	5	5	50	Potrebno je da različite vrste hrane budu fizički razdvojene	1	5	5	25
Direktna prodaja (pijaca)	Mikrobiološka kontaminacija usled korišćenja vode koja nije adekvatnog kvaliteta (nekontrolisani bunari, izvorska voda)	2	5	5	50	Preporučuje se upotreba vode kvaliteta vode za piće	1	5	5	25
	Mikrobiološka kontaminacija zbog prodavca sira (rane na rukama, bolesti)	2	3	5	30	Potrebno je da se povremenu obavljaju sanitarni pregledi	1	3	5	15

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
	Mikrobiološka kontaminacija usled: - loša higijena jedinica za hlađenje - izlaganje proizvoda u otvorenim posudama - kupci dodiruju proizvoda kada ga probaju - istovremeno izlaganje više različitih vrsta proizvoda (meso, jaja, živina) - vraćanje neprodatog sira sa pijace - loša higijena opreme (noževa, kašika, posuda, krpa)	2	4	5	40	Preporučuje se edukacija proizvođača sira Neophodno je održavanje lične higijene Ljudima koji imaju ispoljene simptome bolesti nije dozvoljeno da rade sa hranom Vitrine za hlađenje moraju da budu čiste Preporučuje se upotreba posuda sa poklopcima, upotreba folije ili krpa Mogu se koristiti dodaci za degustaciju hrane za jednokratnu upotrebu (čačkalice, plastične kopče, kartonski podmetači) Izlaganje različitih vrsta hrane je dozvoljeno, ali se mora voditi računa da se izbegne unakrsna kontaminacija Potrebno je održavanje hladnog lanca Preporučujem se korišćenje zaštitnih krpa / folija Mora se obaviti pranje nečistog posuđa i zamena dotrajalog	1	4	5	20
Lista identifikovanih potencijalnih hemijskih opasnosti i predložene korektivne mere										
Muža	Prisustvo rezidua veterinarskih lekova (antibiotici, hormoni, stimulansi rasta) zbog nepoštovanja propisanog perioda karence	3	3	5	45	Veterinarske lekove treba davati samo prema uputstvima veterinara Primena dobre poljoprivredne prakse	1	3	5	15
	Prisustvo aflatoksina u sirovom mleku zbog loše poljoprivredne prakse (hrana za životinje)	3	3	5	45	Muzne životinja treba hraniti hranom nabavljenom od proverenih dobavljača (ovlašćena prodaja stočne hrane)	2	3	5	30

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
	Prisustvo hemijskih zagađivača (pesticidi, dioksini, organofosfati, itd.) u sirovom mleku zbog loše poljoprivredne prakse (hrana za životinje)	2	3	5	30	Primena dobre poljoprivredne prakse Muzne životinja treba hraniti hranom nabavljenom od proverenih dobavljača (ovlašćena prodaja stočne hrane)	1	3	5	15
	Prisustvo deterdženata i dezinfekcionih sredstava u opremi za sakupljanje sirovog mleka usled nepravilnog pranja i ispiranja	2	2	5	20	Korišćenje odobrenih sredstava za pranje i dezinfekciju prema uputstvima proizvođača, mora se dobro ispirati	1	2	5	10
	Hemijska kontaminacija usled neodgovarajućeg skladištenja sredstava za čišćenje i dezinfekciju	2	4	5	40	Redovno čišćenje i dezinfekcija Sredstva za higijenu treba čuvati odvojeno od hrane	1	4	5	20
Dodavanje sirila i koagulacija	Prisustvo rezidua sredstava za čišćenje i dezinfekciju na priboru koji se koristi za koagulaciju mleka	2	2	5	20	Posuđe mora da se opere i dobro ispere nakon svake proizvodnje Deterdžent mora biti dozvoljen za upotrebu u prehrambenoj industriji Upotreba deterdženata i dezinfekcionih sredstava prema uputstvu proizvođača	1	2	5	10
Obrada gruša	Prisustvo mikotoksina (nakon razvoja plesni) zbog: - neadekvatna higijena stola za presovanje - drvenog kruga za presovanje - kamena za opterećenje	2	3	5	30	Redovno čišćenje i dezinfekcija prostorije Redovno održavanje higijene drveta i kamena Preporučuje se upotreba drugih materijala umesto drveta i kamena	1	3	5	15
Soljenje	Prisustvo teških metala (Hg, Pb, As, Cd) u soli	2	3	5	30	So je potrebno nabaviti od pouzdanih dobavljača	1	3	5	15
Zrenje	Prisustvo mikotoksina usled razvoja plesni tokom zrenja	2	3	5	30	Sir je tokom zrenja potrebno povremeno čistiti Kamen i drveni krug moraju redovno da se čiste Mogu da se koriste inhibitori rasta plesni	1	3	5	15

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
Direktna prodaja (pijaca)	Hemijska kontaminacija vode koja se koristi za pravljenje salamure teškim metalima i/ili ostacima hlora	2	3	5	30	Kvalitet vode je potrebno redovno proveravati Preporučuje se upotreba vode kvaliteta vode za piće	1	3	5	15
	Ostaci deterdženata za pranje posuđa	2	3	5	30	Potrebno je da se koriste odobreni deterdženti i dezinfekciona sredstva Ispiranje nakon obavljenog pranja mora da bude potpuno Sredstva za dezinfekciju moraju da se koriste u skladu sa uputstvima proizvođača	1	3	5	15
	Hemijska kontaminacija usled pribora (posuđe, noževi, itd.)	2	2	5	20	Potrebno je da se koriste materijali koji su dozvoljeni za upotrebu u prehrambenoj industriji Koristiti opremu koja se lako održava i gde je potrebno dezinfikuje (npr. nerđajući čelik)	1	2	5	10
	Hemijska kontaminacija usled korišćenja neadekvatnog materijala za pokrivanje posude (drvo, zarđali poklopci, novine, krpe)	2	2	5	20	Preproručuje se korišćenje plastičnih poklopaca / folija	1	2	5	10
Lista identifikovanih potencijalnih fizičkih opasnosti i predložene korektivne mere										
Muža	Prisustvo stranih tela koja potiču od oštećene opreme (komadi metala, žice, delovi tkanine itd.)	2	4	2	16	Koristi se oprema napravljena od odgovarajućih materijala Zamena oštećenog pribora Filtracija sirovog mleka	1	4	2	8
	Prisustvo slame/stelja, dlaka, blata, insekata, lica glodara, itd. usled loše higijenske i odgajivačke prakse i/ili zbog pada gumenih čaša na tlo tokom mašinske muže	2	3	2	12	Primena dobre higijenske i dobre odgajivačke prakse Zaštita sirovog mleka od štetočina Filtracija sirovog mleka	1	3	2	6

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
	Prisustvo stranih tela koja potiču od osobe koja rukuje sirovim mlekom (dugmad, nakit, itd.)	2	4	1	8	Primena dobre higijenske i dobre proizvođačke prakse Preporučuje se edukacija farmera /ljudi koji rukuju sirovim mlekom Izbegavanje manipulacija sa staklenim priborom	1	4	1	4
Koaulacija	Prisustvo stranih tela kao što su insekti, larve, staklo, metalni delovi, kosa) u posuđu	2	3	2	12	Zaštita posuđa od insekata i drugih štetočina Neophodno je održavanje lične higijene	1	3	2	6
Obrada gruša	Prisustvo stranih tela koja potiču od osobe koja seče gruš na kriške (kosa, dugmad, nakit)	2	4	1	8	Neophodno je održavanje lične higijene	1	4	1	4
Soljenje	Prisustvo stranih tela u soli	2	3	1	6	Nabavljanje soli u registrovanim prodavnicama	1	3	1	3
Transport	Prisustvo stranih tela (staklo, metalni delovi, kosa, prašina, insekti, larve insekata itd.) usled loše higijene vozila hygiene	2	3	2	12	Potrebno je redovno održavanje higijene vozila Preporučuje se transport proizvoda u zatvorenim posudama Redovno čišćenje i dezinfekcija	1	3	2	6
Direktna prodaja (pijaca)	Fizička kontaminacija usled izlaganja siru u otvorenim posudama	2	3	1	6	Preporučuje se da se sir prodaje na pijacama u hermetički zatvorenoj ambalaži, kao i da tokom prodaje ostane pokriven plastičnom folijom	1	3	1	3
	Kontaminacija usled prisustva metalnih čestica koje potiču od oštećenog posuđa ili druge opreme (npr. noževa)	2	5	2	20	Sir u kome je utvrđeno prisustvo metalnih čestica mora da se ukloni i uništi Zamena oštećene i polomljene opreme	1	5	2	10
	Fizička kontaminacija usled dodirivanja proizvoda od strane kupaca ili prodavaca (kosa)	2	2	2	8	Koristiti pribor za jednokratnu upotrebu (čačkalice, plastične kopče, kartonske podmetače)	1	2	2	4

Faze proizvodnje, prerade i distribucije	Neuspeh /Uzrok	O[1]	S[2]	D[3]	RPN[4]	Korektivne mere	O	S	D	RPN
	Fizička kontaminacija usled slučajnog lomljenja staklenih boca ili čaša	2	4	1	8	Sir u kome je utvrđeno prisustvo stakla treba uništiti i ukloniti Izbegavati rukovanje staklom u blizini hrane	1	4	1	4

Legenda: O-učestalost pojavljivanja (engl. Occurrence); S-ozbiljnost posledica (engl. Severity), D-mogućnost detekcije (engl. Detection); RPN-broj prioritetnog rizika (engl. Risk Priority Number)

9. BIOGRAFIJA

Biljana Aleksić je rođena 21.01.1972. godine u Beogradu, Republika Srbija. Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu upisala je u septembru 1991. god., a diplomirala u februaru 2001. god. sa prosečnom ocenom 8,40. Specijalističke akademske studije na Fakultetu veterinarske medicine je upisala školske 2013/2014. god., iz naučne oblasti higijena i tehnologija namirnica životinjskog porekla. Specijalistički rad, pod nazivom „Identifikacija bakterija mlečne kiseline iz tradicionalne fermentisane kobasice Lemeški kulen“ je odbranila u oktobru 2014. god. sa ocenom 10,0, čime je stekla ukupnu prosečnu ocenu na specijalističkim akademskim studijama 10,0. Školske 2015/2016. u okviru TEMPUS EDUVET projekta je upisala užu specijalizaciju Mikrobiologija namirnica na Fakultetu veterinarske medicine i u junu 2016. god. položila specijalistički ispit.

Od diplomiranja do danas, Biljana Aleksić je bila zaposlena u veterinarskoj stanici „Tika-vet“ Mladenovac, veterinarskoj stanici „Lane–in“ Ljubovija, industriji mesa „Damjanović“ Mladenovac, veterinarskoj apoteci „Dr. Doggy“, Beograd. Od februara 2018. god. je zaposlena u JPS Zavod za mlekarstvo u Beogradu, akreditovanoj laboratoriji za ispitivanje mleka i proizvoda od mleka na poziciji šefa mikrobiološkog odeljenja.

Doktorske akademske studije na studjskom programu Prehrambena tehnologija, na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu je upisala školske 2018/2019. god.

Do sada je, u saradnji sa drugim autorima, objavila ukupno 11 naučnih radova od kojih je 9 radova objavljeno u međunarodnim časopisima sa Sci. liste.

10. IZJAVE

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Биљана Алексић

Број индекса: ТН 180049

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Анализа хигијенско-санитарних услова и ставова учесника кратких ланаца снабдевања у функцији побољшања безбедности и квалитета производа од млека у Републици Србији

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, Потпис аутора

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Биљана Алексић

Број индекса: ТН 180049

Студијски програм: Прехрамбена технологија

Наслов рада: Анализа хигијенско-санитарних услова и ставова учесника кратких ланаца снабдевања у функцији побољшања безбедности и квалитета производа од млека у Републици Србији

Ментори: проф. др. Нада Шмигић и проф. др. Јелена Миочиновић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, Потпис аутора

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Анализа хигијенско-санитарних услова и ставова учесника кратких ланаца снабдевања у функцији побољшања безбедности и квалитета производа од млека у Републици Србији

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прерада
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

У Београду, Потпис аутора

1. **Ауторство**. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално**. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада**. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима**. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада**. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима**. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.