

# Izrada prijedloga HACCP-plana u proizvodnji tradicionalnih sireva tvrdog tipa - primjer paškog sira

---

Rudnik, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:951612>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Martina Rudnik  
1428/USH

IZRADA PRIJEDLOGA HACCP-  
PLANA U PROIZVODNJI  
TRADICIONALNIH SIREVA  
TVRDOG TIPA – PRIMJER PAŠKOG  
SIRA

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom doc. dr. sc. Irene Barukčić.

## **ZAHVALA**

Na prvom se mjestu želim zahvaliti svojoj mentorici doc. dr. sc. Ireni Barukčić na uloženom vremenu, strpljenju i svim savjetima prilikom izrade ovog rada.

Veliko hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj ljubavi koju ste mi pružili. Hvala za sve riječi utjehe kada je bilo teško, ali i za lijepe trenutke kada smo zajedno slavili sve moje male uspjehe.

Također želim zahvaliti Mislavu na podršci i motivaciji kroz cijelo studiranje.

Hvala i mojim prijateljima na potpori i svim lijepim trenucima koje ću zauvijek pamtit. Hvala Marijani što je uvijek vjerovala u mene.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

## IZRADA PRIJEDLOGA HACCP-PLANA U PROIZVODNJI TRADICIONALNIH SIREVA TVRDOG TIPA – PRIMJER PAŠKOG SIRA

*Martina Rudnik, 1428/USH*

**Sažetak:** *Povećana potražnja za autohtonim proizvodima navela je proizvođače paškog sira na unaprjeđenje proizvodnje u cilju njihove zaštite. Proizvodnja paškog sira u registriranim i odobrenim objektima podliježe obvezi uspostave sustava upravljanja sigurnošću hranom koji se temelji na principima HACCP sustava. HACCP sustav je temelj samokontrole koji omogućava identifikaciju, procjenu i uspostavu kontrole nad potencijalnim opasnostima u svim fazama proizvodnje, od sirovine do distribucije. Implementacija je olakšana primjenom 12 koraka definiranih u dokumentu Codex Alimentarius. Cilj ovog rada bio je uspostaviti prijedlog HACCP plana u proizvodnji paškog sira u skladu sa zahtjevima opisanim u 7 načela. Analizom opasnosti utvrđene su biološke i kemijske opasnosti prilikom prijema i pasterizacije ovčjeg mlijeka, te su za njih definirane kritične granice, nadzor, korektivne radnje, postupci verifikacije i popratna dokumentacija. Opasnosti detektirane u drugim procesnim koracima uspješno se mogu kontrolirati preventivnim mjerama koje se temelje na preduvjetnim programima.*

**Ključne riječi:** *analiza rizika, HACCP, KKT, načela, paški sir*

**Rad sadrži:** 59 stranica, 3 slike, 15 tablica, 52 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** *Doc.dr.sc. Irena Barukčić*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. *Rajka Božanić*
2. Doc. dr. sc. *Irena Barukčić*
3. Izv. prof. dr. sc. *Marina Krpan*
4. Prof. dr. sc. *Mirjana Hruškar* (zamjena)

**Datum obrane:** 27. rujna 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Department of Food Technology and Engineering**  
**Laboratory for Technology of Milk and Milk Products**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences  
**Scientific field:** Food Technology

### **ESTABLISHING A PROPOSAL FOR A HACCP-PLAN IN THE PRODUCTION OF TRADITIONAL HARD CHEESE - PAG CHEESE**

*Martina Rudnik, 1428/USH*

**Abstract:** *Increased demand for indigenous products has led Pag cheese producers to improve their production. Production of Pag cheese in registered facilities is a subject to the obligation to establish a food safety management system based on the principles of the HACCP system. The HACCP system is the foundation of self-control that enables identification, assessment and establishment of control over potential hazards in all stages of production. Implementation is facilitated by applying the 12 steps defined in the Codex Alimentarius document. The aim of this paper was to establish a proposal for a HACCP plan in the production of Pag cheese in accordance with the requirements described in 7 principles. The hazard analysis identified biological and chemical hazards during the reception and pasteurization of sheep's milk and for them are determined critical limits, supervision, corrective actions, verification procedures and accompanying documentation. Hazards identified in other processes steps are successfully controlled by preventive measures.*

**Keywords:** *HACCP, KKT, Pag cheese, principles, risk analysis*

**Thesis contains:** 59 pages, 3 figures, 15 tables, 52 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** *PhD. Irena Barukčić, Assistant Professor*

**Reviewers:**

1. PhD. *Rajka Božanić*, Full professor
2. PhD. *Irena Barukčić*, Assistant Professor
3. PhD. *Marina Krpan*, Associate Professor
4. PhD. *Mirjana Hruškar*, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 27. September 2021

**Sadržaj:**

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	2
2.1. AUTOHTONI SIREVI KROZ POVIJEST .....	2
2.1.1. Otočki autohtoni sirevi.....	3
2.2. PAŠKI SIR .....	3
2.2.1. Proizvodnja ovčjeg mlijeka.....	4
2.2.2. Gospodarski značaj uzgoja paške ovce .....	4
2.2.3. Karakteristike ovčjeg mlijeka .....	5
2.2.4. Specifičnosti paškog sira.....	8
2.3. TEHNOLOŠKI OPIS PROIZVODNJE PAŠKOG SIRA .....	9
2.4. CODEX ALIMENTARIUS STANDARD HACCP-a .....	10
2.5. HACCP SUSTAV .....	12
2.5.1. Preduvjetni programi .....	12
2.5.2. Sljedivost .....	15
2.5.3. Sustav službenog nadzora .....	16
2.5.4. Prednosti uspostave HACCP sustava.....	17
2.6. IMPLEMENTACIJA HACCP SUSTAVA.....	17
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	19
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	27
4.1. HACCP TIM .....	28
4.2. OPIS PROIZVODA I IDENTIFIKACIJA UPOTREBE .....	29
4.3. IZRADA I POTVRDA DIJAGRAMA TIJEKA.....	31
4.4. PRIMJENA NAČELA HACCP SUSTAVA.....	33
4.4.1. Analiza rizika i definiranje KKT.....	33
4.4.2. Definiranje kritičnih granica .....	41
4.4.3. Sustav nadzora i korektivne mjere .....	45
4.4.4. Verifikacija i validacija.....	47
4.4.5. Dokumentacija .....	49
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	54
<b>6. LITERATURA</b> .....	55



# 1. UVOD

Prepoznatljivost pojedinih geografskih područja vidljiva je u bogatstvu autohtonih proizvoda koji zbog svoje posebnosti predstavljaju specifičnost tog kraja. Navedeni su proizvodi često nositelji oznake izvornosti i zemljopisnog podrijetla. Postupak zaštite naziva „paški sir“ oznakom izvornosti započeo je u srpnju 2017. godine, na inicijativu Udruge proizvođača Paškog sira otoka Paga, te je on danas među 31 proizvoda zaštićenih na razini Europske unije. Tradicijska proizvodnja paškog sira započinje kada i uzgoj paške ovce, još 1870. godine. Potaknuti potrebom da na oskudnom području iskoriste sve što im se nudi otočani su započeli proizvodnju autohtonog paškog sira iz sirovog ovčjeg mlijeka. Ovisno o godini i dostupnoj količini mlijeka, godišnje se proizvede oko 300 tona paškog sira. Povećana potražnja i želja za zadovoljenjem tržišta navela je otočane na prijenos proizvodnje s manjih gospodarstava u sirane. Uzimajući u obzir prirodu same sirovine i tijek proizvodnog procesa, ovakav oblik proizvodnje podrazumijeva odgovarajući nadzor i usklađivanje sa zakonskim okvirima radi bolje zaštite potrošača u pogledu sigurnosti hrane. Prema Zakonu o hrani (NN 81/13) obaveza svakog subjekta u poslovanju hranom je proizvodnja sigurne, zdravstveno ispravne hrane koja je neškodljiva za zdravlje potrošača i prikladna za konzumaciju. Pri tomu se nalaže uspostava sustava temeljenog na HACCP načelima (Pravilnik NN 68/15), što omogućava uspostavu, provedbu i održavanje postupaka samokontrole koji se temelje na analizi opasnosti.

Sukladno svemu navedenom, cilj ovog rada bio je na temelju 12 koraka za implementaciju HACCP sustava definiranih Codex Alimentariusu-om izraditi prijedlog HACCP plana u proizvodnji tradicionalnih sireva tvrdog tipa, a kao primjer uzet je paški sir. Procesni koraci koji će biti prepoznati kao moguća opasnost definirat će se kao KKT što će doprinijeti lakšoj kontroli sigurne proizvodnje. Osim navedenih zahtjeva temeljenih na načelima HACCP sustava istaknut će se važnost preduvjetnih programa u sprječavanju opasnosti.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. AUTOHTONI SIREVI KROZ POVIJEST

Prvi oblici proizvodnje sira dogodili su se sasvim spontanom zakiseljavanjem mlijeka uslijed nemogućnosti osiguravanja adekvatne temperature za skladištenje. Čuvajući mlijeko u životinjskim mješinama ljudi su vrlo brzo shvatili da uz pomoć temperature i bakterija mliječne kiseline prisutnih u mlijeku mogu dobiti sir. Tekuća faza koju su dobili danas je poznata kao sirutka, a kruti dio kao sir. Ovakav oblik čuvanja lako kvarljive namirnice kao što je mlijeko brzo se raširio i postao dio kulture drevnih civilizacija. Sir je prepoznat kao koncentrirani izvor proteina visoke biološke vrijednosti bogat vitaminima toplivim u masti i vodi. Zbog lako probavljivih izvora hranjivih tvari ne čudi da je sir brzo postao dio pravilne prehrane (Matijević, 2015). Sirarstvo se s vremenom razvijalo i od spontanog zakiseljavanja došlo se do upotrebe prvih oblika sirila. Radilo se o sekretu želuca mladih jarića, teladi i janjadi, ali i o zakiseljavanju uz pomoć izlučevina smokvina ploda (Tratnik i Božanić, 2012).

Sirarstvo se dalje razvijalo spontano, te smo kao rezultat dugogodišnjeg razvoja tehnologije proizvodnje na određenom području dobili autohtone sireve. Značaj autohtonih sireva vidljiv je i u svijetu tijekom razvoja danas najprodavanijih vrsta sireva kao što su *Gouda* i *Emmentaler*. Naši autohtoni sirevi potječu iz različitih regija stoga su i njihova senzorska svojstva odraz specifičnih geografskih i klimatskih uvjeta. Njihova posebnost kao posljedica područja na kojima se proizvode potaknula je zaštitu autohtonih sireva oznakama zemljopisnog podrijetla. Prerada ovčjeg i drugih vrsta mlijeka u autohtone sireve doprinosi razvoju obiteljskih gospodarstava, očuvanju tradicije i bogate gastronomske ponude (Samardžija i Antunac, 2002). Na ovaj se način čuvaju obilježja prepoznatljivosti pojedinih krajeva Hrvatske. Otoci su mjesta proizvodnje tvrdih autohtonih sireva iz ovčjeg mlijeka poput bračkog, krčkog, creskog, rapskog i paškog sira. U kontinentalnom dijelu od kravljeg i ovčjeg mlijeka proizvode se tounjski i lećevački sir te lički škripavac (Lukač-Havranek, 1995).

### 2.1.1. Otočki autohtoni sirevi

Tradicionalna proizvodnja otočkih autohtonih ovčjih sireva započinje sa sirovim mlijekom koje siru daje posebno izražajan okus i specifičnu teksturu. Iako svi koriste istu polaznu sirovinu - sirovo ovčje mlijeko, autohtoni otočki sirevi se razlikuju zbog autohtonih bakterija koje sudjeluju u zrenju sira. Autohtone kulture u usporedbi s komercijalnim kulturama imaju bolju sposobnost korištenjem velikog broja aminokiselina kao prekursora arome sira. Prilikom identifikacije podrijetla tradicionalnih sireva proizvedenih iz sirovog mlijeka određuju se autohtone bakterije kao objektivni pokazatelj područja proizvodnje (Samaržija, 2005).

Uzgoj ovaca na otocima se temelji na iskorištavanju prirodnih pašnjaka nižih trava koje ovce posebno vole. U mediteranskom području ovce se drže na ograđenom području gdje pasu samoniklo bilje i na taj način održavaju ravnotežu ekosustava i sprječavaju širenje šikare i eroziju tla. Vegetacija na otocima obiluje aromatičnim i ljekovitim biljem koje značajno utječe na okus ovčjeg mlijeka. Sol u tlu i česte posolice dodatno će naglasiti posebnost i kakvoću autohtonih otočkih sireva (Garibović i sur., 2006).

Osim autohtonih kultura kao dio tradicije neki proizvođači zadržali su i upotrebu janječeg sirila koje se dobije nakon što se janjeći želudac dobro osoli. Ukoliko se koristi ovakvo prirodno sirilo životinjskog podrijetla, moguće je da ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i plijesni bude iznad preporučenih ili dozvoljenih vrijednosti mikrobioloških parametara (Oštarić i sur., 2015).

## 2.2. PAŠKI SIR

Paški sir je naš najpoznatiji tradicijski autohtoni sir čija se proizvodnja veže isključivo za otok Pag i dva otočića paškog arhipelaga, Maun i Škrda. Sve faze proizvodnje paškog sira provode se unutar opisanog geografskog područja i sukladno tome zaštićen je oznakom zemljopisnog podrijetla. Sir je za stanovnike otoka Paga u početku predstavljao rezervu masti i bjelančevina, ali i vrijedan prehrambeni proizvod kojim se moglo trgovati. Iako se proizvodnja ovčjeg mlijeka u paški sir prvi put spominje još 1831. godine, proizvodnja kakvu danas poznajemo započela je oko 1870. godine (Udruga proizvođača paškog sira otoka Paga, 2018).

### 2.2.1. Proizvodnja ovčjeg mlijeka

Osnovna sirovina u proizvodnji paškog sira je ovčje mlijeko paških ovaca. Uzgoj ovaca započeo je tisućama godina prije uzgoja krava, prvenstveno radi mesa, mlijeka i kože. Nakon uspješnog pripitomljavanja ovaca započela je i proizvodnja sira. Broj ovaca i koza u konstantnom je porastu zbog sve veće potražnje za mesom, ali i proizvodima dobivenim od kozjeg i ovčjeg mlijeka (Mazinani i Rude, 2020).

Kao i druge mediteranske zemlje i Hrvatska ima dugu tradiciju ovčarstva, proizvodnje i prerade ovčjeg mlijeka. Najviše se ovčjeg mlijeka proizvodi u priobalnim područjima Istre i Dalmacije, otocima Pag, Brač, Krk i Cres. U kontinentalnoj Hrvatskoj najviše ga se proizvodi u Ličko-senjskoj, Požeško-slavonskoj, Varaždinskoj i Virovitičko-podravskoj županiji (Vukašinović i sur., 2008). Nakon blagog pada broja ovaca u periodu između 2013. godine i 2016. godine započeo je ponovni rast broja koji je na kraju 2019. godine iznosio približno 700 000, od čega je 44 158 uzgojno valjanih grla (HAPIH, 2020).

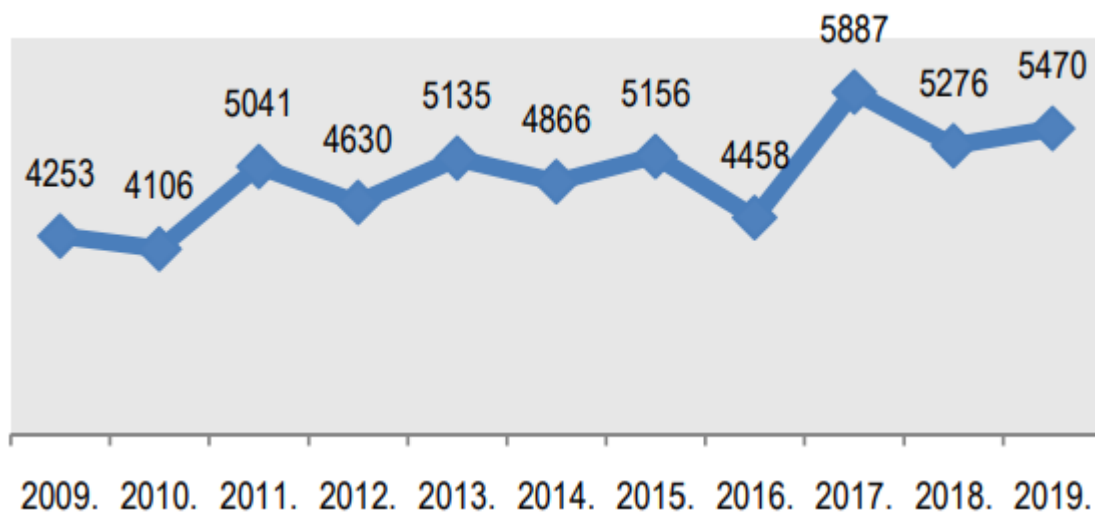
### 2.2.2. Gospodarski značaj uzgoja paške ovce

Zbog surovog okoliša na otoku Pagu stanovništvo je oplemenilo domaće ovce sa *merino negretti* ovnovima te su dobili ovce prilagođene upravo tim uvjetima. Paška ovca je građom nešto manja u odnosu na druge otočke ovce. Ženke su manje mase koja se kreće između 30 i 40 kg, dok su ovnovi malo krupniji te imaju oko 50 kg (Matijević, 2015).

Uz Dalmatinsku i Ličku pramenku, paška ovca pripada skupini tri najbrojnije pasmine na prostoru Hrvatske. Uzgaja se radi mlijeka koje se koristi u proizvodnji paškog sira, te radi mesa, janjadi malih masa izvrsne kvalitete. Procijenjena populacija paške ovce 2019. godine iznosi 30 000, dok je broj uzgajivača ostao isti u odnosu na 2018. godinu i iznosi 51 (tablica 1.). Otok Pag podijeljen je između dvije županije, Ličko-senjske i Zadarske županije, koje pokrivaju cijelo uzgojno područje paške ovce. Ukupan broj uzgojno valjanih paških ovaca u ove dvije županije iznosi 5470 (slika 1.) (HAPIH, 2020).

Tablica 1. Brojčani pokazatelj paške ovce (HAPIH, 2020)

Paška ovca	2019.
Procjenjena populacija	30 000
Uzgojno valjana grla	5 470
Uzgajivači	51
Prosječna veličina stada	107



Slika 1. Broj uzgojno valjanih grla paške ovce (HAPIH, 2020)

### 2.2.3. Karakteristike ovčjeg mlijeka

Mlijeko je po definiciji biološka tekućina koja je svojim složenim sastavom postala sinonim za očuvanje zdravlja. Uz promjenjivi sastav mlijeko karakterizira i karakterističan okus i miris te bijela do žućkasto-bijela boja. Uspoređujući razne vrste mlijeka može se zaključiti da u osnovi imaju isti sastav samo različite udjele pojedinih komponenti. Najveća je razlika vidljiva u količini proteina i masti, dok je udio ugljikohidrata i pepela relativno sličan. U proizvodnji sira najvažnija komponenta su proteini mlijeka među kojima se razlikuju dvije glavne skupine, kazein i proteini sirutke. Bitno svojstvo kazeina je koagulacija koja ovisno o odabiru kiseline ili proteolitičkih

enzima može imati različite produkte. Proteini sirutke su hidrofilniji od kazeina te zaostaju u sirutki nakon izdvajanja sirnog gruša (Tratnik i Božanić, 2012).

Sastav i dopuštena količina pojedinih parametara kvalitete ovčjeg mlijeka definirana je Pravilnikom o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka objavljenom krajem 2020. godine (NN 136/20). Udio mliječne masti je najpromjenjiviji parametar u mlijeku što pokazuje i dozvoljeni raspon od 3 do 12 %, uz prosječnu vrijednost od 7,2 %. Dozvoljena količina proteina u ovčjem mlijeku je između 3,8 % i 8 %, dok je prosječni udio 4,6 %. Prema Pravilniku (2020) je definirana i točka ledišta koja ne smije biti viša od  $-0,560\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a količina suhe tvar bez masti mora biti niža od 9,5 %. Sirovo ovčje mlijeko ne smije imati gustoću nižu od  $1,034\text{ gcm}^{-3}$  na temperaturi od  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  jer manja gustoća može ukazivati na dodatak vode, što ukazuje na patvorenje. Dozvoljeni stupanj kiselosti je u rasponu od 8,0 do 12,0 °SH, a pH vrijednost od 6,5 do 6,8. Količina mikroorganizama u 1 mL ukoliko se radi o prvom razredu mora biti manja od 1,5 milijuna, a za drugi razred smije biti veća od 1,5 milijuna. Pravilnikom je definiran broj somatskih stanica za kravlje mlijeko, ali ne i za ovčje i kozje (Tratnik i Božanić, 2012; Pravilnik, 2020).

Usporedbom s ostalim vrstama mlijeka primjerice kozjim, kravljim i bivoljim može se zaključiti da ovčje mlijeko ima najveći udio masti, suhe tvari, laktoze i najzastupljenijeg proteina mlijeka - kazeina. Upravo velika količina kazeina koji veoma lako koagulira i izdvaja se iz mlijeka čini ovčje mlijeko pogodnim za proizvodnju tvrdih sireva kao što je paški (Tratnik i Božanić, 2012; Mazinani i Rude, 2020). Njegova bolja nutritivna vrijednost u usporedbi s kravljim mlijekom vidljiva je u većoj količini aminokiselina poput lizina, histidina, alanina, serina i valina (Molik i sur., 2012).

Velika količina željeza jedna je od prednosti u proizvodnji sira iz ovčjeg mlijeka zbog utjecaja na oksidativne promjene mliječne masti. Posljedica ovih oksidativnih promjena je posebno izražajna aroma, za koju su zaslužne kratkolančane masne kiseline, oštrina okusa i mirisa koja čini ovčje sireve toliko prepoznatljivima (Tratnik i Božanić, 2012).

Na kemijski sastav ovčjeg mlijeka utječu brojni čimbenici. Klima na području uzgoja i izvor hrane su čimbenici koji su veoma slični za područja na kojima se uzgaja najviše ovaca. Najčešće je to oskudno područje, siromašno padalinama i vegetacijom. Početna ishrana ovaca bila je napasivanjem ili upotrebom voluminoznih krmiva proizvedenih na području otoka Paga, sve dok

nije porasla potražnja za paškim sirom. Samo krmiva dobivena na području proizvodnje nisu bila dovoljna stoga počinje uvoz voluminoznih krmiva. U ta voluminozna krmiva se ubraja dobro prosušeno sijeno livadnih trava, višegodišnjih leguminoza ili djetelinsko-travnih smjesa s dobro očuvanim lišćem, ne starije od godinu dana. Bez obzira na uvoz i dalje najmanje 65 % voluminoznih krmiva u obroku moralo je potjecati sa otoka Paga (Udruga proizvođača paškog sira otoka Paga, 2018). Na kemijski sastav mlijeka utječe i genotip, stadij laktacije, dob, tjelesna razvijenost i bolesti. Osim kemijskog sastava za proizvodnju sira je vrlo važna i higijenska kvaliteta mlijeka. Higijenska kvaliteta se definira ukupnim brojem mikroorganizama i brojem somatskih stanica koje pokazuju zdravstveno stanje mliječne žlijezde. Somatske su stanice epitelne stanice vimena i stanice krvi koji mogu ukazati na upalu vimena, mastitis. Broj somatskih stanica najčešće se izražava na 1 mL uzorka mlijeka (Vukašinović i sur., 2008; Watkins i sur., 2014).

Statistički podatci pokazuju da je prosječna dužina laktacije paških ovaca 2019. godine iznosila 167 dana od toga je vrijeme mužnje bilo svega 128 dana. Najmanja količina masti i proteina zabilježena je u prvim laktacijama, a neznatno povećanje zabilježeno je u kasnijim laktacijama. Izrazito mala dnevna količina mlijeka od svega 0,8 kg pokazuje koliko je zaista teško zadovoljiti potrebe tržišta za paškim sirom (HAPIH, 2020).

Proizvodnja ovčjeg mlijeka u Republici Hrvatskoj sezonskog je karaktera, što znači da je i sama proizvodnja sira ograničena. Ovčje mlijeko je pogodno za zamrzavanje zbog malih globula masti koje su bolje dispergirane nego u drugim vrstama mlijeka (Mazinani i Rude, 2020). Stoga je jedan od načina da se sačuva višak mlijeka za kasniju obradu u mliječne proizvode zamrzavanje na -27 °C. Prednost ove metode je očuvanje proteina mlijeka (Wendorff, 2001). Hrvatska proizvodi veoma malo ovčjeg mlijeka u odnosu na potražnju stoga se ova tehnika kod nas ne koristi. Sav sezonski prinos se prerađuje u sir ili druge fermentirane proizvode.

#### 2.2.4. Specifičnosti paškog sira

Paški sir svojim izgledom i okusom mora zadovoljiti određena pravila kako bi mogao nositi taj naziv. Proizvodi se isključivo od mlijeka paških ovaca i može se prepoznati po svom pravilnom, niskom cilindričnom obliku, ravnom do lagano konveksnom plaštu te po relativno malim dimenzijama i masi do 3,5 kg. Kora mu je glatka i tvrda, zlatnožute do svijetlocrvenkasto-smeđe boje ovisno o duljini zrenja. Sirno tijesto je u početnim fazama zrenja svijetlo žute boje, a kasnije poprima tamniju nijansu. Tijekom zrenja moguća je pojava manjih nepravilnih rupica, a tijesto postaje manje elastično, kompaktno i guste teksture (Udruga proizvođača paškog sira otoka Paga, 2018).

Sukladno Pravilniku o mlijeku i mliječnim proizvodima (NN 133/2007) kojem podliježe i paški sir, sirevi se prema sadržaju vode u bezmasnoj suhoj tvari sira dijele na ekstra tvrde, tvrde, polutvrde, meke i svježje. Paški sir pripada skupini ekstra tvrdih sireva čiji je udio vode u bezmasnoj suhoj tvari manji od 51 % (Pravilnik, 2007). Ekstra tvrdi sirevi od svih sireva imaju najviše suhe tvari, a najmanje vode. To su sirevi koji prolaze vrlo dugo zrenje, najčešće oko 6 mjeseci pa čak i do više od godine dana. Najčešće se opisuju kao pikantni zbog veoma intenzivnog okusa i mirisa (Matijević, 2015). Prema sadržaju masti u suhoj tvari sirevi se dijele na ekstra masne, punomasne, masne, polumasne i posne sireve. S obzirom na udio masti u suhoj tvari Paški sir pripada skupini punomasnih sireva (Pravilnik, 2007).

Proizvodnja Paškog sira je sezonskog karaktera, što se poklapa s mužnjom ovaca na otoku Pagu od siječnja do kraja lipnja. Ukupna proizvodnja paškog sira procjenjuje se na 180 do 220 tona godišnje (Vasiljević, 2014). Koliko je teško zadovoljiti potrebe tržišta za paškim sirom pokazuje i činjenica da se od 100 L ovčjeg mlijeka proizvede svega 15-17 kg paškog sira (Tratnik i Božanić, 2012).



### 2.3. TEHNOLOŠKI OPIS PROIZVODNJE PAŠKOG SIRA

Postupak proizvodnje paškog sira u sirani najčešće započinje pasterizacijom mlijeka nakon što je mlijeko dopremljeno cisternama do proizvodnog pogona. Pasterizacija je češće prisutna u malim siranama na otoku Pagu nego na obiteljskim gospodarstvima. Ukoliko se koristi pasterizirano mlijeko potrebno je dodati 10 % svježeg sirovog mlijeka. Najbolje bi bilo koristiti sirovo mlijeko neposredno nakon mužnje jer visoka toplinska obrada oštećuje svojstvo sirenja što nije pogodno za tvrde sireve. Ipak, sirovo mlijeko je prikladno za obradu isključivo uz visoki stupanj higijene i sanitarni nadzor. Ukoliko se želi izbjeći pasterizacija mlijeko se može i termalizirati na 63-69 °C / 10-60 sekundi čime se inaktiviraju psihrotrofne bakterije, ali ne i enzimi. Pasterizacija se provodi u izmjenjivačima topline na temperaturi između 70 i 75 °C u trajanju od 15 sekundi. Na ovaj se način sprječava nadimanje sira i potencijalno štetni učinci po zdravlje krajnjeg potrošača. Još jedan od načina da se zaštite potrošači je i dodatak mikrobnih kultura, najčešće bakterija mliječne kiseline. One su odgovorne za inhibiciju rasta nepoželjnih mikroorganizama, aromu, kiselost, proteolizu i lipolizu (Matijević, 2015). Mljekarske kulture za paški sir sadrže selekcionirane sojeve termofilnih bakterija mliječne kiseline koje za svoj rast trebaju temperaturu između 40 i 50 °C (Gligora i Antunac, 2007; Tratnik i Božanić, 2012).

Iako je dozvoljeno dodavati kalijev klorid prilikom proizvodnje, često nije potreban jer ovčje mlijeko ima dovoljne količine kalcija (Wendorff, 2005). Nakon temperiranja mlijeka i dozvoljenog dodatka lizozima dodaje se sirilo. Sirilo djeluje na glavni protein mlijeka kazein te dolazi do njegove koagulacije. Najčešće se za proizvodnju tvrdih sireva koriste proteolitički enzimi životinjskog podrijetla poput kimoizina i pepsina. Sirenje se provodi na temperaturi 30-33 °C/40-60 minuta. Dobiveni gruš se reže pomoću sirarskih harfi na sitna sirna zrna veličine zrna pšenice radi što boljeg izdvajanja sirutke. Obrađeni gruš se uz konstantno miješanje postupno dogrijava te zadržava na temperaturi od 38 do 45°C 10-30 minuta. Sirna zrna se zatim stavljaju u perforirane kalupe i idu na prešanje. Sir sada ima odgovarajući oblik i ide na salamurenje koje mora trajati duže od 12 sati u salamuri dobivenoj isključivo od paške soli. Količina dodane paške soli ovisi o količini vode u koju se dodaje sve dok se ne postigne slanost 18-24 °Bè (Udruga proizvođača paškog sira otoka Paga, 2018). Mikrobiološki neispravna salamura može uzrokovati brojne mane sira. Mikroorganizmi otporni na visoke koncentracije soli mogu razgraditi proteine što će dovesti do pojave sluzi na površini sira. Ukoliko je salamura nedovoljno slana moguća je pojava

diskoloracije površine sira. Nakon salamurenja koluti se polažu na drvene palete te smještaju u zriionu na prikladnu temperature gdje sir prolazi postupak zrenja (HAH, 2007; Tratnik i Božanić, 2012). Tijekom zrenja potrebno je obratiti pažnju na povoljnu klimu u zriionu koja će spriječiti razvoj plijesni ili stvaranje kore radi prebrzog sušenja. Uvjeti koji moraju biti zadovoljeni u zriionu su vlažnost zraka 60-90 % i temperatura između 10 i 20 °C. Ukoliko se pojave plijesni one se uklanjaju četkanjem uz pomoć salamure, vode ili sirutke. Tijekom vrlo dugog zrenja sirevi se više puta okreću i premazuju biljnim uljem da se ne bi posušili. Zrenje traje minimalno 60 dana, dok mu je prosjek između 6 mjeseci i godine dana, a nekad i duže (Udruga proizvođača pašskog sira otoka Paga, 2018).

#### 2.4. CODEX ALIMENTARIUS STANDARD HACCP-a

Codex Alimentarius je osnovan od strane međunarodnih organizacija FAO (Organizacija za hranu i poljoprivredu) i WHO (Svjetska zdravstvena organizacija) 1963. godine u cilju razvoja harmoniziranog međunarodnog standarda za hranu. Republika Hrvatska je članica Codex Alimentarius od 1994. godine, a od 1. srpnja 2013. godine sudjeluje u radu Codex Alimentarius kroz članstvo u Europskoj uniji koja je također kao zajednica članica Codex Alimentarius. Ministarstvo poljoprivrede je Nacionalna Codex Alimentarius kontakt točka kao nadležno središnje i koordinacijsko tijelo za poslove vezane uz Codex Alimentarius u Republici Hrvatskoj.

Dokument koji je temelj za današnju implementaciju HACCP sustava predstavljen je javnosti pod nazivom *Recommended International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene* (CAC/RCP 1-1969) i od tada je revidiran 5 puta, posljednji put 2020. godine.

Codex Alimentarius standard se može podijeliti u tri cjeline: uvod, poglavlja o dobroj higijenskoj praksi te u konačnici koraci za implementaciju HACCP sustava. U uvodnom dijelu se navode definicije za lakše razumijevanje standarda kao i upute za njegovu upotrebu. Veliki dio standarda odnosi se na primjenu dobre higijenske prakse kroz sve faze proizvodnje. Definiraju se zahtjevi za izgled i okoliš objekta, čišćenje, dezinfekciju i kontrolu štetoina te upravljanje otpadom. Detaljno su opisani postupci za provođenje osobne higijene svih djelatnika u cilju proizvodnje sigurne hrane. Također se navode zahtjevi za vođenje dokumentacije, procedure za opoziv i zahtjevi za pravilno informiranje potrošača. Sukladno tome definiraju se preduvjetni programi (PRP) koji će

biti temelj za implementaciju HACCP sustava. Posljednji dio dokumenta opisuje primjenu HACCP-a u 12 koraka (Codex Alimentarius Commission, 2020).

Sukladno Codex Alimentariusu svaka je zemlja uspostavila svoj oblik sustava upravljanja na temeljima HACCP-a. Sustavi upravljanja razlikuju se u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju. Razvijene zemlje usmjerile su svoje djelovanje prema smanjenju i prevenciji bolesti uzrokovanih hranom. Kako bi ostvarile cilj primjenjuju načela sljedivosti, održivosti, obrane hrane (*food defense*) i postupke za sprječavanje patvorenja. Zemlje u razvoju još nisu dostigle ovaj nivo te i dalje pronalaze način za uspostavu jedinstvenog standarda sigurnosti hrane. Na tom putu susreću se s brojnim poteškoćama poput financijskih problema i ograničenja na području obrazovanja zaposlenika (Weinroth, 2018).

Prvo pojavljivanje HACCP sustava u zakonodavnim aktima Republike Hrvatske dogodilo se objavom Pravilnika o provedbi obvezatnih mjera u odobrenim objektima radi smanjenja mikrobioloških i drugih onečišćenja mesa, mesnih proizvoda i ostalih proizvoda životinjskog podrijetla namijenjenih prehrani ljudi (NN 74/97). Kasnije se ova obaveza proširila na sve subjekte u poslovanju s hranom što je bilo definirano Zakonom o hrani (NN 117/03) te vezano uz usklađivanja zakonodavstva Republike Hrvatske kao kandidata za pristupanje Europskoj uniji. Rok za provedbu je pomaknut stoga su tek od 2009. godine svi subjekti u poslovanju s hranom, osim na razini primarne proizvodnje, bili dužni prema Zakonu o hrani (NN 46/07) uspostaviti sustav upravljanja sigurnošću hrane koji se temelji na principima HACCP sustava.

Kako bi se olakšala implementacija HACCP-a kasnije je objavljen Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (NN 68/15). Osim ovog Pravilnika HACCP je danas dio i drugih zakonskih akata poput Zakona o hrani (NN 81/13), Zakona o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13), Zakona o veterinarstvu (NN 82/13 i 148/13), Zakona o službenim kontrolama koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja (NN 81/13) i Zakona o informiranju potrošača o hrani (NN 56/13).

Dokument izrađen u skladu s načelima HACCP sustava prema Pravilniku o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (NN 68/15) naziva se HACCP plan.

Njegov cilj je pomoću kontrole mogućih opasnosti osigurati sigurnost hrane u dijelu proizvodnog lanca koji se razmatra.

## 2.5. HACCP SUSTAV

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) je sustav kontrole koji omogućava identifikaciju, procjenu i uspostavu kontrole nad kemijskim, fizičkim i biološkim opasnostima koje su važne za sigurnost hrane u bilo kojoj fazi pripreme, proizvodnje, prerade, pakiranja, skladištenja, prijevoza i distribucije hrane (Zakon o hrani, 2013).

Na zahtjev NASA-e 1960-ih godina uspostavljen je prvi koncept HACCP sustava. Tvrtka Pillsbury počela je raditi na razvoju sigurne hrane pogodne za svemirska putovanja. Ovo je bio prvi oblik zahtjeva za smanjenje patogena i detaljnije analize nametnut prehrambenoj industriji, a da ga postojeća kontrola nije mogla ispuniti. Izvorni HACCP plan imao je tri načela i kao takav je predstavljen javnosti na Konferenciji o zaštiti hrane gdje je preporučen za široku uporabu u prehrambenoj industriji. Nakon što je komisija Codex Alimentarius prepoznala HACCP sustav kao alat za poboljšanje sigurnosti hrane u svijetu, on ubrzo postaje međunarodni zahtjev i dio zakonske regulative (Weinroth, 2018). HACCP je danas dio standarda Codex Alimentarius Recommende International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene.

### 2.5.1. Preduvjetni programi

Prije uspostave HACCP sustava u bilo koji proizvodni pogon, pa tako i u siranu, veoma je važno implementirati preduvjetne programe kao prvi korak prema proizvodnji sigurne hrane jer kombiniranom primjenom preduvjetnih programa i HACCP-a moguće je ostvariti željeni cilj, a to je zaštita potrošača. Prema Pravilniku (NN 68/15) preduvjetni programi su strukturalni, higijenski i drugi zahtjevi koje subjekt u poslovanju hranom mora ispuniti te aktivnosti koje mora provoditi, a koje su potrebne za održavanje higijene u cijelom lancu hrane. Prilikom prvih primjena HACCP sustava prepoznata je potreba za dodatnim mjerama poboljšanja sigurnosti hrane. Preduvjetni programi smanjuju osnovne potencijalne rizike tijekom proizvodnje i osiguravaju povoljne okolišne uvjete za proizvodnju sigurne hrane (Wallace i Williams, 2001).

U preduvjetne programe ubrajaju se četiri osnovna sustava: dobra proizvođačka praksa (Good Manufacturing Practice - GMP), dobra higijenska praksa (Good Hygienic Practice - GHP), sustav standardnih operativnih postupaka (SOP) i sustav standardnih sanitacijskih operativnih postupaka (SSOP). Prema Zakonu o hrani (NN 81/2013) zakonska obaveza svakog subjekta u poslovanju s hranom je uvođenje sljedivosti koja se prema nekim autorima svrstava u preduvjetne programe. Proizvodnja paškog sira u siranama podliježe svim navedenim zakonima stoga je dužna implementirati sve preduvjetne programe.

U nekim primjerima dobra proizvođačka praksa je sastavni dio cjelokupnih operativnih procedura tijekom proizvodnje, a u drugima je više fokusirana na pojedine segmente koji utječu na sigurnost hrane. Propisi dobre proizvođačke prakse obuhvaćaju minimalne zahtjeve za kontrolu i sanitaciju proizvodnih procesa, te su koncipirani tako da minimiziraju mogućnost nastanka opasnosti tijekom proizvodnog procesa koji bi mogli negativno utjecati na kvalitetu i sigurnost proizvoda. Uključuje i zahtjeve za prikladnu opremu i materijale opreme, logistiku procesa, održavanje adekvatne temperature, dizajn okoliša i lokaciju objekta u cilju kontrole štetnika (Jeličić i sur., 2009; Barukčić, 2019).

Dobra higijenska praksa definira pravila ponašanja i odijevanja radnika, točnije nošenje zaštitne odjeće, obuće i kapa za zaštitu kose. Također, zabranjuje uporabu kozmetičkih sredstava i strogo definira osobnu higijenu. Definišu se i postupci pranja, dezinfekcije te raspored i prikladnosti prostorija za pušenje i prostorija za jelo (Jeličić i sur., 2009). Učinkovito pranje ruku sapunom i vodom osnovna je mjera kontrole zaraze u proizvodnji hrane i provodi se uvijek kada postoji opasnost od križne kontaminacije. Vanjska odjeća mora se adekvatno zbrinuti nakon ulaska u prostor proizvodnje hrane, a obuća zamijeniti s čistom. Sukladno navedenom preporuča se da radna odjeća u sirani bude svijetlih boja kako bi se lakše prala na visokim temperaturama te da se mijenja najmanje dva puta tjedno (Savez udruga malih sirara RH „SirCro“, 2013). Osim u dobroj proizvođačkoj praksi, okoliš i lokacija objekta definirani su i u dobroj higijenskoj praksi. Prostor uz objekte mora se održavati čistim od elemenata koji mogu privući štetnike. Prema dobroj higijenskoj praksi siranu bi se trebalo smjestiti čim bliže mjestu mužnje kako bi se rizik tijekom transporta mlijeka sveo na minimum. Ukoliko je moguće radi lakšeg održavanja adekvatne temperature lokaciju za izgradnju sirane treba odrediti prema smjeru vjetrova i položaju sunca (EU vodič dobre higijenske prakse, 2016).

Standardni sanitacijski operativni postupci utvrđuju način i korake sanitacije s obzirom na mogućnost direktne kontaminacije tijekom proizvodnje. Glavni dokument standardnih sanitacijskih operativnih postupaka je SSOP plan. Za lakše provođenje mjera iz SSOP plana donesene su radne upute, procedure sanitacije i priručnici. SSOP planom definiraju se odgovorne osobe te njihove nadležnosti nad pojedinim radnjama na području sanitacije. Za navedene radnje definiraju se granične vrijednosti prihvatljivosti i popravne radnje ako rezultati nisu zadovoljavajući (Gligora i Antunac, 2009). SSOP uključuju predoperativnu sanitaciju koja se odnosi na postupke čišćenja opreme, pribora i površina prije početka proizvodnje i operativnu sanitaciju koja se odnosi na čišćenje opreme, pribora i površina tijekom proizvodnje, higijenu radnika, rukovanje sa sirovinom, poluproizvodom ili gotovim proizvodom. Učestalost čišćenja ovisi o mogućnostima koje određuje sama proizvodnja. Prilikom prijema mlijeko se skladišti u laktofrizima do daljnje prerade, a nakon što se isprazni potrebno ga je oprati. Ostala sirarska oprema poput kalupa, harfi, kotla, posuda i grabilica potrebno je čistiti nakon svake upotrebe. Podovi u proizvodnom prostoru čiste se najmanje jedanput dnevno po završetku proizvodnje, a jedanput mjesečno se preporuča rastavljanje i čišćenje odvoda i sifona za otpadnu vodu. Preporuča se jednom tjedno ili prema potrebi više puta prati zidove i pregrade u proizvodnom prostoru. Prečesto čišćenje i dezinfekcija zrione može mijenjati ravnotežu u mikroklimi (temperatura, vlaga, prisutnost plijesni) te prouzročiti probleme kod zrenja. Sukladno tome zidovi, pregrade i podovi u zrioni peru se samo kada je prazna, najčešće jednom godišnje. Ostale prostorije, klimatizacija, ventilacija i stroj za vakumiranje se peru prema potrebi. Sirevi su proizvodi koji ne zahtijevaju sistematičnu dezinfekciju već je čišćenje dovoljno za osiguranje mikrobiološki ispravnog proizvoda (Savez udruga malih sirara RH „SirCro“, 2013; Jeličić i sur., 2009).

SSOP plan naglašava važnost čišćenja strojeva, opreme i radnih prostora u svim fazama proizvodnog procesa u cilju ranog otkrivanja potencijalnih prijetnji za sigurnost hrane. Redovno i temeljito čišćenje kao dio SSOP plana doprinijet će smanjenju broja patogena odgovornih za trovanja hranom. Potrebno je educirati zaposlenike kako bi svi koji rade na istom području posao obavljali na isti način i tako izbjegli križnu kontaminaciju (Ilie, 2013).

Kako bi se provjeravala uspješnost provedbe SSOP plana, dobre higijenske i proizvođačke prakse potrebno je voditi svakodnevne evidencije, dnevnik rada. Na liste evidencija upisuju se rezultati provedenih kontrolnih mjera i odgovorna osoba koja provodi postupak kontrole. Najčešće

evidencijske liste su one o čišćenju, dnevnoj količini prerađenog mlijeka, količini proizvoda označenih serijom, kontroli vode i uvjetima u zrioni. Jedna od važnijih evidencija je ona o kontroli temperature pasterizacije, sirenja, salamurenja, zrenja i skladištenja zbog očuvanja mikrobiološke ispravnosti proizvoda. Svaku provedenu edukaciju zaposlenika potrebno je evidentirati kako bi se djelovalo prema uputama standardnih operativnih postupaka. Dodatci koji se koriste tijekom proizvodnje, poput sirila i mikrobioloških kultura, ima svoju evidenciju ulaska i skladištenja sve do upotrebe u proizvodnom procesu. Svaku sistematsku provedbu deratizacije i prema potrebi dezinfekciju također je potrebno evidentirati (Savez udruga malih sirara RH „SirCro“, 2013).

Standardni operativni postupak (SOP) obuhvaća dokumentaciju poput radnih uputa i instrukcija. Definiiraju se radne upute za djelatnike (ŠTO se radi?), njihove odgovornosti i nadležnosti na svim radnim mjestima (TKO što radi?). Radni postupci se detaljno opisuju kako bi djelatnici znali kako izvršavati svoje zadatke (KAKO se to radi?), ali i da bi razumjeli zašto obavljaju određene aktivnosti (ZAŠTO se to radi?) (Jeličić i sur., 2009). Razvojem SOP plana smanjuje se varijacija u izvedbi nakon promjena osoblja što rezultira održavanjem kvalitete. SOP se može koristiti i kao dio obuke osoblja jer pruža detaljne upute za rad i kao takav doprinosi smanjenu pogrešaka u komunikaciji između poslodavca i novozaposlenih. Također, nakon implementacije standardne analitičke metode potrebno je pomoću SOP plana detaljno definirati moguća odstupanja. Na taj način se smanjuju moguće razlike u izvedbi između laboratorija korištenih u standardnim analitičkim metodama i kontrolnim laboratorijima u industriji (EPA, 2007).

### 2.5.2. Sljedivost

Prema uredbi (EZ) br. 178/2002 sljedivost se definira kao mogućnost ulaženja u trag hrani, hrani za životinje, životinjama koje se koriste za proizvodnju hrane ili tvari koja je namijenjena ugrađivanju ili se očekuje da će biti ugrađena u hranu ili hranu za životinje, kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije.

Sljedivost u proizvodnji paškog sira je zakonska obaveza subjekta u poslovanju s hranom koji je dužan pohraniti dokumentaciju sve dok postoji mogućnost da bi se proizvod mogao konzumirati. Sljedivost prema dobavljačima započinje već pri sakupljanju mlijeka te se navode bitni podatci koji se moraju dokumentirati. Evidentiraju se podatci prilikom samog sabiranja mlijeka, tijekom transporta u cisternama te u konačnici po samom dolasku u siranu. Sljedivost prema dobavljačima

daje informacije o lotu tj. šarži zaprimljenog mlijeka, datumu zaprimanja, količini, nazivu proizvoda, kao i informacijama o dobavljaču, ali i otkupitelju. Prije prerade sirane provode brze testove na patvorenje određivanjem gustoće i točke ledišta mlijeka (Gabrić, 2016). U jednu seriju proizvodnje sira ulazi sirovo mlijeko sakupljeno od večernje mužnje prethodnog dana i jutarnje mužnje, te se vodi evidencija radi uspostave sljedivosti (Gligora i Antunac, 2007).

Prije prešanja, u središte gornje plohe sira stavlja se numerirana kazeinska pločica koja na sebi sadrži jedinstveni serijski broj koluta sira i zajednički znak pašskog sira. Koluti koji ne sadrže kazeinsku pločicu moraju se izuzeti iz sustava proizvodnje i nisu u skladu sa specifikacijom pašskog sira. Ako se prilikom završne kontrole utvrdi da gotov proizvod nije sukladan specifikaciji proizvoda koja je donesena od strane Ministarstva poljoprivrede, sadržaj kazeinske pločice mora se ukloniti (Udruga proizvođača pašskog sira otoka Paga, 2018).

Svaka serija koja se dnevno proizvede ima svoj prateći list proizvodnje čiji podatci prate proizvod sve do krajnjih potrošača. Pomoću njega se može pratiti datum proizvodnje, broj serije, rok trajanja i količina proizvoda, kao i podatci o datumu i količini isporuke određene serije (Gligora i Antunac, 2007).

### 2.5.3. Sustav službenog nadzora

Kontrole u internim laboratorijima su posljedica analize rizika te zakonska odgovornost proizvođača koji mora utvrditi njihovu učestalost. Prema količini mlijeka koja se preradi tijekom godine i analizi rizika pojedinog proizvoda planira se broj godišnjih analiza. Službene kontrole od strane veterinarskih inspektora i službenih veterinara mogu se izvoditi u svim fazama proizvodnje, prerade, rukovanja s hranom i skladištenja. U objektima za preradu mlijeka službenim kontrolama provodi se provjera sirovina, evidencije i praćenja KKT, gotovih proizvoda, uvjeta skladištenja, zbrinjavanja nusproizvoda kao i provjera dobre higijenske prakse. Ovisno o tome da li je objekt visokog ili malog rizika, te velikog ili malog proizvodnog kapaciteta kontrola se može provoditi tjedno ili mjesečno (Pravilnik 39/09).

Sukladno dnevnoj količini obrađenog mlijeka preporuča se mikrobiološka kontrola u internom laboratoriju. Ukoliko je dnevna proizvodnja ovčjeg mlijeka manja od 200 L poželjno je provesti barem jednu kontrolu tijekom proizvodnog ciklusa, a ukoliko je količina prerađenog mlijeka veća



od 200 L poželjne su dvije kontrole. Stoga je s obzirom na brzinu zakiseljavanja i način zrenja paški sir, kao tvrdi sir koji zrije duže od 60 dana, manjeg rizik nego svježi sirevi proizvedeni od iste sirovine. Poželjno je prije napuštanja proizvodnog objekta uzeti uzorke sira i provesti analizu na mikroorganizme, osim na koagulaza pozitivne stafilokoke koji se kontroliraju 72 sata nakon dodatka sirila jer je tada njihov broj najveći (Savez udruga malih sirara RH „SirCro“, 2013).

#### 2.5.4. Prednosti uspostave HACCP sustava

HACCP sustav ima brojne prednosti koje su prepoznali stručnjaci na području zaštite hrane. Definirani kontrolni parametri lako se nadgledaju na licu mjesta što uvelike olakšava detekciju i predviđanje opasnosti kroz cijeli proizvodni lanac. Ukoliko se opasnosti uoče u fazi razvoja proizvoda moguće je otkloniti opasnost korektivnim mjerama prije nego uzrokuju probleme i dođu do samih potrošača (Jeličić i sur., 2009). Implementacija HACCP sustava utječe na ekonomsku situaciju tako da povećava konkurentnost proizvoda, potražnju i prodaju, a smanjuje žalbe i gubitke. Jasno definiranim odgovornostima i zadaćama osigurava se veća radna učinkovitost zaposlenika. Povjerenje od strane kupaca, koji su prepoznali HACCP sustav kao sinonim za sigurnu hranu, pozitivno će utjecati i na ugled same tvrtke (Rosak-Szyrocka i Abbase, 2020).

#### 2.6. IMPLEMENTACIJA HACCP SUSTAVA

Uspostava HACCP sustava provodi se u 12 koraka, koji se sastoje od preliminarnih, prvih 5 koraka, nakon kojih slijedi uspostava 7 načela. 5 uvodnih radnji koji prethode uvođenju načela su:

1. Okupljanje HACCP tima i definiranje opsega
2. Opis proizvoda
3. Definiranje namjene i kupaca
4. Izrada dijagrama tijeka
5. Potvrda dijagrama tijeka na lokaciji

Nakon uspostave prvih 5 uvodnih radnji započinje implementacija HACCP načela definiranih standardom Codex Alimentarius Recommended International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene, CAC RCP 1-1969, rev. 5-2020.:

NAČELO 1: Provesti analizu opasnosti i identificirati kontrolne mjere.

NAČELO 2: Utvrditi kritične kontrolne točke (CCP).

NAČELO 3: Uspostaviti validirane kritične granice za pojedine CCP.

NAČELO 4: Uspostaviti sustav za nadziranje kontrole KKT.

NAČELO 5: Uspostaviti korektivne akcije.

NAČELO 6: Uspostaviti postupke validacije i verifikacije za potvrđivanje da HACCP sustav učinkovito djeluje.

NAČELO 7: Čuvanje zapisa i uspostava dokumentacije koja se odnosi na sve postupke i zapise sukladno ovim načelima i njihovoj primjeni.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

Eksperimentalni dio ovog rada podrazumijeva implementaciju HACCP načela definiranih standardom Codex Alimentarius Recommended International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene, CAC RCP 1-1969, rev. 5-2020. na primjeru tvrdog sira tipa paškog.

Pri tome će se slijediti 12 koraka navedenih u standardu (CAC RCP 1-1969, rev. 5-2020) kako je niže navedeno:

#### **KORAK 1.**

Kako bi se uspostavio učinkoviti HACCP plan potrebno je sastaviti multidisciplinarni tim stručnjaka. Ukoliko relevantna stručna znanja nisu dostupna unutar tvrtke, stručni savjeti mogu se dobiti i iz drugih izvora, kao što su trgovinska i industrijska udruženja, neovisni stručnjaci, nadležna tijela, stručna literatura i vodiči. HACCP tim također utvrđuje primjenu preduvjetnih programa i opseg HACCP sustava. Opseg definira koji su procesi i proizvodi obuhvaćeni HACCP sustavom.

#### **KORACI 2. i 3.**

Osim općih zahtjeva koje proizvod mora zadovoljiti prema specifikaciji navode se i sva relevantna ograničenja koja moraju biti obuhvaćena radi bolje uspostave kontrole opasnosti. Postupci prerade ukazuju na način proizvodnje koji može uključivati različite tehnološke procese poput toplinske obrade, sušenja zamrzavanja, dimljenja i dugih procesa ovisno o kojem se proizvodu radi.

Veoma je važno promišljati kako o namjeravanoj upotrebi tako i o potencijalno opasnoj koja se razlikuje od namijenjene. Tu se prvenstveno misli na neprimjerenu temperaturu skladištenja ili nepridržavanje uputa za pripremu i konzumaciju. U obzir je potrebno uzeti i osjetljivu populaciju i sukladno tome proširiti kontrole i nadzor proizvodnih procesa.

#### KORACI 4. i 5.

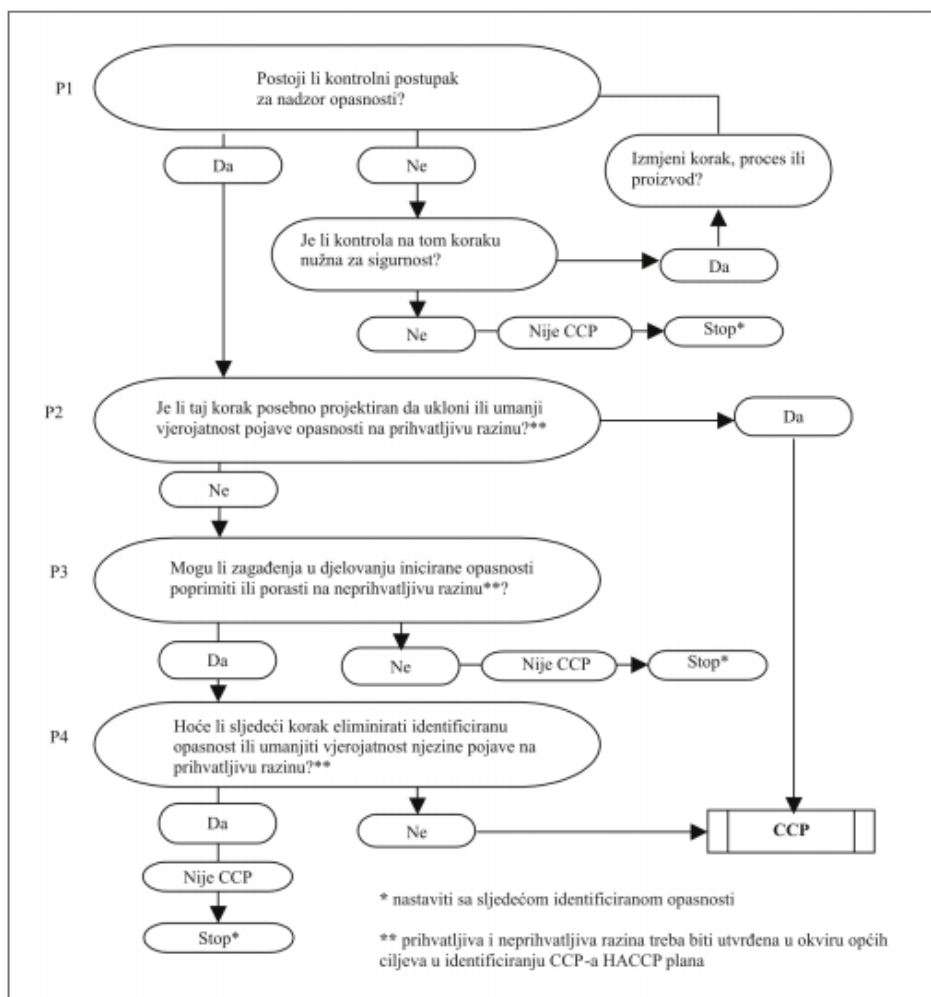
Dijagram toka izrađuje HACCP tim i vrlo je važno da se obuhvate svi koraci u proizvodnom procesu od sirovine do gotovog proizvoda. Prilikom definiranja svake pojedine operacije, procesnog koraka, potrebno je razmotriti prethodni proces, ali i onaj koji slijedi iza njega. U izradi dijagrama potrebno je obratiti pažnju na sirovine prilikom ulaska i skladištenja, kao i na vodu i zrak ukoliko se smatraju bitnim parametrima proizvodnje.

Prije nego se započne sa analizom opasnosti potrebno je da pojedinci upoznati sa proizvodnim procesima ili članovi HACCP tima potvrde dijagram tijeka.

Nakon pet uvodnih radnji slijedi implementacija 7 načela HACCP sustava.

#### KORACI 6 i 7 (Načelo 1 i 2):

Prvo načelo HACCP sustava odnosi se na analizu opasnosti svakog pojedinog procesnog koraka prema dijagramu tijeka. Rezultat analize je lista potencijalnih opasnosti na temelju koje se određuje koje su opasnosti KT, a koje KKT. U cilju sprječavanja i kontroliranja opasnosti definiraju se kritične kontrolne točke prema načelu 2. Prilikom definiranja KKT koristi se stablo odlučivanja (slika 2.) kao model logičnog zaključivanja definiran Codex Alimentariusom.



Slika 2. Stablo odlučivanja (Codex Alimentarius Commission, 2003)

Osim stabla odlučivanja, za analizu rizika se koriste i drugi modeli poput numeričkog. U procjeni se koristi umnožak učestalosti pojave opasnosti i ozbiljnosti posljedica ukoliko dođe do opasnosti. Vjerojatnost pojave opasnosti definira se brojevima od 1 do 5 sukladno opisu vidljivom u tablici 2. Broj 1 dodijelit će se prema opisu, opasnosti koja je gotovo nemoguća, jer se opasnost pojavljuje manje od jednom godišnje ili se uopće ne pojavljuje. Najveću vrijednost definiranu brojem 5 dodijelit će se opasnosti za koju je vrlo izvjesno da će se pojaviti ukoliko proces nije sukladan.

Tablica 2. Učestalost pojave opasnosti (Manning i Soon, 2013)

<b>VJEROJATNOST POJAVE OPASNOSTI / faktor s kojim se množi</b>	<b>OPIS UČESTALOSTI POJAVE OPASNOSTI</b>
Gotovo nemoguće / 1	Manje od jednom godišnje, nema podataka o pojavi u prošlosti
Malo vjerojatno / 2	Vrlo rijetko, poznato je da se može pojaviti
Nizak rizik pojave / 3	Izolirani slučajevi pojave uglavnom nakon nepropisnog rukovanja/postupanja
Vjerojatno / 4	Čimbenici vezani uz proizvod ili tehnološku operaciju čiji je prisutnost/pojava očekivana
Izvjesno / 5	Čimbenici vezani uz proizvod ili tehnološku operaciju koji se moraju uvriježeno kontrolirati

Ozbiljnost posljedica je drugi faktor koji će dati umnožak za matriks procjene rizika prikazan u tablici 4. Ozbiljnost posljedica ukoliko nastupi opasnosti zbog nedovoljne kontrole procesa je prikazana u tablici 3. Najmanja šteta uslijed pojave opasnosti ocijenjena je brojem 1 jer se radi samo o razočaranju kupaca bez velike opasnosti po njihovo zdravlje. Opasnosti koje nakon svoje pojave uzrokuju ozbiljne bolesti i u konačnici katastrofe ocijenjene su brojevima 5 i 6.

Tablica 3. Ozbiljnost posljedica ukoliko nastupi opasnost (Manning i Soon, 2013)

OZBILJNOST POSLJEDICA / faktor s kojim se množi	TEŽINA POSLJEDICA UKOLIKO NASTUPI OPASNOST
Mala šteta / 1	S aspekta zdravstvene ispravnosti nema opasnosti za korisnike proizvoda, blaže razočaranje kod potrošača, može uzrokovati njihove žalbe, neznatne posljedice
Štetno / 2	Vrlo blage medicinske intervencije, potrošači razočarani i vjerojatno će se žaliti proizvođaču
Ozbiljna šteta / 3	Oboljeli kod kuće, ne tako ozbiljne ozljede ili simptomi osim pri izlaganju ekstremno visokim dozama kroz duži vremenski period, nije nužan medicinski tretman, potrošači razočarani i vjerojatno će se žaliti nadležnom tijelu
Vrlo ozbiljna šteta / 4	Oboljeli kod kuće, nužan medicinski tretman, potrošači vrlo razočarani, značajan rizik tužbe
Pogubno, ozbiljna bolest / 5	Oboljeli hospitaliziran, značajan rizik tužbe, popraćeno medijski, intervencija službe za upravljanje kriznim situacijama, oštećen ugled proizvođača
Katastrofa / 6	Smrt, nepopravljive ozljede, najviša razina intervencije službe za upravljanje kriznim situacijama, izvjestan rizik tužbe, uništenje proizvođača

Rezultati dobiveni množenjem faktora prikazanih u tablici 2 i tablici 3 prikazani su u obliku tablice 4. Umnožak između 1 i 5 predstavlja opasnost koja se nadzire pomoću načela dobre proizvođačke prakse, a sama priroda problema provjerava se u okviru preduvjetnih programa. Umnožak između 6 i 9 ukazuje na opasnost koja ne predstavlja rizik po sigurnost hrane, ali može dovesti do zabrinutosti potrošača. Za ovaj oblik opasnosti nužna je kontrola putem načela dobre proizvođačke prakse jer bi ova opasnost mogla biti kontrolna točka. Opasnost definirana umnoškom 10 do 16 je najčešće kontrolna točka te se primjenjuje stablo odlučivanja i kreiraju korektivne mjere. Kao pomoć prilikom definiranja KT može se postaviti pitanje: Da li općenito postoje kontrolne mjere opisane u principima preduvjetnih programa i da li su one dovoljne u kontroli identificiranih opasnosti? Ukoliko je odgovor „da“, za ovu su opasnost dovoljni preduvjetni programi, a ukoliko je odgovor „ne“ tada je ova opasnost KT. Umnožak veći od 16 predstavlja opasnost koja je kritična

kontrolna točka i čiji nedostatan nadzor može rezultirati trovanjem potrošača (Manning i Soon, 2013).

Tablica 4. Matriks procjene rizika (Manning i Soon, 2013)

OZBILJNOST POSLJEDICA		VJEROJATNOST POJAVE				
		Gotovo nemoguće	Malo vjerojatno	Nizak rizik	Vjerojatno	Izvjescno
		1	2	3	4	5
Mala šteta	1	1	2	3	4	5
Štetno	2	2	4	6	8	10
Ozbiljna šteta	3	3	6	9	12	15
Vrlo ozbiljna šteta	4	4	8	12	16	<b>20</b>
Pogubno	5	5	10	15	<b>20</b>	<b>25</b>
Katastrofalno	6	6	12	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>30</b>

Djelatnosti vezane za analizu opasnosti provodi HACCP tim, a rezultate analize navodi u HACCP planu.

Nakon provedene analize opasnosti potrebno je definirati i kontrolne mjere. Uspostavom kontrolnih mjera opasnosti je moguće pravovremeno spriječiti, staviti pod kontrolu ili potpuno ukloniti. Za kontrolu pojedine opasnosti može biti primijenjeno više kontrolnih mjera, kao što i više opasnosti može biti kontrolirano jednom kontrolnom mjerom.

#### KORAK 8 (načelo 3.)

Radi osiguranja sigurnosti hrane i kontrole procesa proizvodnje potrebno je odrediti kritične granice, ciljane vrijednosti i toleranciju. Kritične granice su mjerljivi kriteriji koji ukazuju na maksimalne i minimalno dopuštene vrijednosti kao pokazatelje prihvatljivog i neprihvatljivog u



pogledu sigurnosti hrane. Unutar iste KKT moguće je da više parametara ima definirane kritične granice u cilju što bolje kontrole opasnosti.

KORACI 9. i 10. (načelo 4. i 5.)

Nadzorom KKT-a provjerava se njezina djelotvornost. Kao dio HACCP plana definira se područje nadzora, osoblje odgovorno za nadzor, opseg nadzora te u kojem trenutku i kako se provodi nadzor. Poželjno je redovito provoditi nadzor nad KKT koristeći fizikalne i kemijske metode, češće nego mikrobiološke testove, kako bi se omogućilo brzo reagiranje na moguću opasnost. Osobe koje su zadužene za nadzor su adekvatno obučeni radnici čiji je posao vezan za pojedine proizvodne linije gdje je detektirana KKT-a.

Kontinuirani monitoring i detaljno definirane kontrolne mjere omogućiti će lakše određivanje korektivnih mjera. Korektivna mjera je postupak koji se provodi nakon što se nadzorom utvrdi mogućnost gubitka kontrole nad KKT. Razmatra se i način na koji se uspostavlja kontrola i izdvajanje proizvod ili sirovina koji su nesukladni i kao takvi izvor opasnosti. Radnje koje se razmatraju kao najčešće korektivne mjere su testiranje, ponavljanje procesa obrade, karantena i u najgorem slučaju povlačenje i bacanje.

Kada se pojavi odstupanje od zadanih kritičnih granica u definiranoj KKT proizvod koji je proizveden u tom periodu smatra se potencijalno opasnim. Ukoliko nadzor nije konstantan SPH dužan je odrediti količinu proizvoda zahvaćenog odstupanjem. Analizom rizika moguće je identificirati i uvesti promjenu koje utječu na uzrok, kako bi se smanjila mogućnost ponavljanja. Detalji korektivnih mjera, o uzrocima i postupanjima sa nesukladnim proizvodima dokumentiraju se i periodički pregledavaju kako bi se osigurala njihova učinkovitost.

KORAK 11. (načelo 6.)

Prije implementacije HACCP plana potrebno je provesti njegovu validaciju od strane HACCP tima. Validacija je složeni proces prikupljanja podataka o elementima koji će zajedno osigurati kontrolu opasnosti i pokazati efikasnost HACCP plana. Elementi koji će to omogućiti su definirani prethodnim načelima, a zapravo se radi o identificiranim opasnostima, kritičnim kontrolnim točkama, kritičnim granicama, kontrolnim mjerama i dr.

Verifikacija je postupak kojim subjekt u poslovanju s hranom utvrđuje funkcioniraju li uspostavljene validirane metode, procedure, ispitivanja i drugi postupci. Tijekom inicijalne implementacije HACCP sustava i nakon uspostave verifikacije potrebno je osigurati dokaze o konstantnoj kontroli. Primjeri verifikacijskih aktivnosti su: pregled zapisa nadzora KKT-a i zapisa korektivnih mjera, kalibracija instrumenata, uzorkovanje i testiranje primjerice na mikroorganizme.

#### KORAK 12. (načelo 7.)

HACCP sustav podložan je promjenama i periodičnom nadzoru radi utvrđivanja novih potencijalnih KKT-a u područjima gdje one do sada nisu bile definirane. Ukoliko dođe do promjene koja bi mogla biti izvor opasnosti ili nova KKT potrebno je revidirati HACCP sustav. Primjeri ovakvih promjena su novi proizvodni procesi, nova oprema, uvođenje novih sastojaka ili potpuno novog proizvoda. Cilj čuvanja dokumentacije je mogućnost dokazivanja da je proizvodni proces siguran i pod konstantnim nadzorom (Codex Alimentarius Commission, 2020).

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

Cilj ovog rada bio je na temelju 12 koraka za implementaciju HACCP sustava definiranih Codex Alimentariusu-om izraditi prijedlog HACCP plana u proizvodnji tvrdog sira tipa paškog.

Nakon implementacije prvih 5 koraka započeta je provedba 7 načela HACCP sustava. U analizi rizika koristila su se dva modela, numerički model i stablo odlučivanja.

Dobiveni rezultati analize odredili su daljnju implementaciju ostalih načela HACCP sustava.

#### 4.1. HACCP TIM

Prvi korak u primjeni HACCP sustava je okupljanje HACCP tima. Sukladno zahtjevima kreiran je primjer multidisciplinarnog HACCP tima u sirani koja proizvodi paški sir (tablica 5.). Osim članova HACCP tima potrebno je definirati i voditelje i zamjenike kao i opis zaduženja pojedinih članova.

Tablica 5. Primjer sastava HACCP tima (KORAK 1) u proizvodnji paškog sira

ODGOVORNOST	IME I PREZIME	RADNO MJESTO	OPIS ZADUŽENJA U TIMU
<b>1. Voditelj HACCP tima</b>		Voditelj proizvodnje	Izrada dokumentacije Upravljanje dokumentima i zapisima Sudjelovanje u razvoju novih proizvod Interne kontrole procesa proizvodnje i rješavanje nesukladnosti
<b>2. Zamjenici voditelja HACCP tima</b>		Tehnolog u proizvodnji	Sazivanje sastanaka Edukacija ostalih članova tima Sudjelovanje u nabavi sirovina i repromaterijala
<b>3. Članovi HACCP tima</b>		Mikrobiolog/laborant	Poznavanje svih procesnih koraka, odgovornosti i ovlasti Izrada dokumentacije i upravljanje HACCP sustavom Poznavanje korektivnih radnji
		Djelatnik nabave	
		Rukovoditelj/djelatnik u službi održavanja	
		Voditelj skladišta	

Voditelji HACCP tima odgovoran je za planiranje, organiziranje, uspostavu HACCP sustava, revidiranje i vođenje dokumentacije. Članovi HACCP tima u sirani koja proizvodi paški sir bili bi tehnolozi u proizvodnji koji nadziru pojedine procese poput prijema mlijeka, pasterizacije, sirenja ili zrenja. U timu je poželjno imati mikrobiologe ili djelatnike koji su uključeni u rad internog laboratorija, a koji će svojim znanjem doprinijeti postizanju odgovarajuće sigurnosti proizvoda. Uz tehnologe u tim je potrebno uključiti i djelatnike drugih odjela kao što su nabava, održavanje, skladištenje sirovina i gotovih proizvoda, djelatnici transporta i sl. Ukoliko je riječ o proizvođaču manjeg opsega i nije moguće složiti ovakav multidisciplinarni tim, svakako se preporuča u HACCP tim uključiti vanjskog stručnjaka. Članovi HACCP tima moraju biti educirani o sustavima i postupcima temeljenim na načelima HACCP sustava o čemu mora postojati evidencija (Pravilnik, 2015).

#### 4.2. OPIS PROIZVODA I IDENTIFIKACIJA UPOTREBE

Prema svim zahtjevima o uključivanju relevantnih informacija vezanim za sigurnost proizvoda izrađen je opis proizvoda, paški sir. Uključena su sva ograničenja i zahtjevi koje paški sir kao ekstra tvrdi ovčji sir mora zadovoljiti.

Opis proizvoda (KORAK 2.) koji se na tržište smije stavljati pod nazivom paški sir i definiranje namjene i kupaca (KORAK 3.) prikazan je u tablici 6. Opis proizvoda sukladno posebnim propisima kao što je prikazano mora uključivati najmanje informacije o sastavu, strukturi i fizikalno-kemijskim svojstvima, postupcima prerade i proizvodnje, pakiranju, uvjetima skladištenja i distribucije, roku trajanja proizvoda, uputama za upotrebu, primjenjivim mikrobiološkim i/ili kemijskim kriterijima i označavanju proizvoda (Pravilnik, 2015).

Posebna pažnja posvećuje se hrani za specifičnu populaciju kao što su stariji, djeca i ljudi slabijeg imunološkog sustava koja zahtjeva česte i poboljšanje kontrolne procese. Stoga je bitno odrediti ciljanu populaciju koja će konzumirati proizvod jer nisu sve dobne skupine jednako osjetljive na moguće opasnosti. U skladu s navedenim opisana je njegova upotreba uključujući i alergeni potencijal. U konačnici proizvod mora biti siguran nakon što se skladišti i konzumira prema uputama navedenim na pakiranju (Wallace i Mortimore, 2016).

Tablica 6. Primjer opisa proizvoda i definiranje kupaca (KORAK 2 i 3)

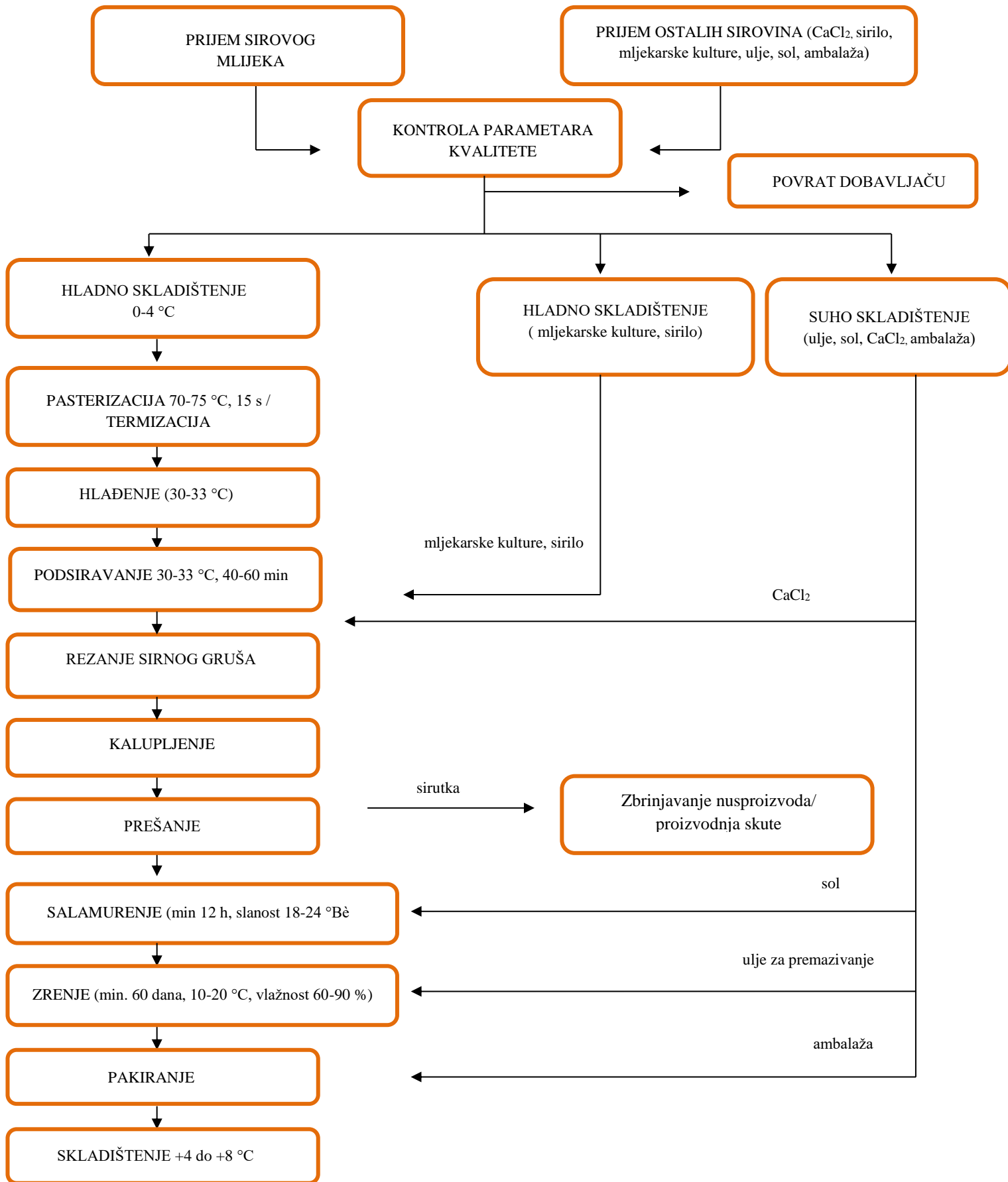
NAZIV	PAŠKI SIR
VRSTA	Ekstra tvrdi punomasni ovčji sir
SASTOJCI	Ovčje mlijeko s otoka Paga, mljekarske kulture, lizozim i sirilo
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA	Proizvod sadrži najmanje 45 % masti u suhoj tvari, suha tvar najmanje 55 %
MIKROBIOLOŠKA SVOJSTVA	Proizvod mora udovoljavati odredbama Zakona o hrani (NN 81/13), Zakona o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13) i uredbi komisije (EZ) br. 2073/2005 od 15. studenoga 2005. o mikrobiološkim kriterijima za hranu: <i>Salmonella spp.</i> M=0 cfu/25g <i>Escherichia coli</i> M=1000 cfu/g Koagulaza pozitivni <i>stafilokoki</i> M=1000 cfu/g * M= granična dopuštena vrijednost iznad koje se rezultati ne smatraju zadovoljavajućim
METODE OBRADE	Pasterizacija, sirenje, rezanje grušā, prešanje, soljenje, zrenje i pakiranje
MANIPULACIJA	Transport, skladištenje i čuvanje na temperaturi od +4 do +8 °C
ROK TRAJANJA	Ovisno o načinu pakiranja, u vakuumu godinu dana
PRISUTNOST ALERGENA	Mlijeko, tragovi jaja (ako je lizozim porijeklom iz jaja)
AMBALAŽA	Polimerne vrećice
UPOTREBA	Široka skupina potrošača osim osoba alergičnih na mlijeko, proteine mlijeka i sl. Proizvod spreman za upotrebu

#### 4.3. IZRADA I POTVRDA DIJAGRAMA TIJEKA

Dijagram tijeka proizvodnje paškog sira u sirani prikazan je na slici 3. Na dijagramu tijeka vidljivi su svi proizvodni procesi, njihova interakcija i parametri. Posebno su istaknuti svi dodatci koji se koriste prilikom proizvodnje kao što su sirilo, sol i mikrobiološke kulture. Prikazani su i nusprodukti proizvodnje kao što je sirutka koja se izdvaja i dalje prerađuje. Ukoliko sirovina (u ovom slučaju ovčje mlijeko) ne zadovoljava parametre kvalitete ili sigurnosti hrane odmah se uklanja i proizvodnja ne može ni početi.

Potvrda dijagrama tijeka provodi se u samom objektu u kojem se proizvodi paški sir. Provodi se paralelna analiza tijeka proizvodnje i izrađenog dijagrama te se evidentiraju razlike radi lakšeg usklađivanja. Ukoliko dođe do promjena u proizvodnim koracima potrebno je revidirati dijagram tijeka te ga ponovno dokumentirati (Wallace i Mortimore, 2016).

Dijagram tijeka se koristi pri provođenju analize opasnosti kao osnova za procjenu moguće pojave opasnosti te mogućnosti njezinog povećanja ili smanjenja.



Slika 3. Dijagram tijeka proizvodnje paškog sira (vlastita shema)



## 4.4. PRIMJENA NAČELA HACCP SUSTAVA

### 4.4.1. Analiza rizika i definiranje KKT

Kritična kontrolna točka, CCP (eng. critical control point) je bilo koji korak u procesu proizvodnje hrane u kojem se opasnost može spriječiti, eliminirati ili smanjiti na prihvatljivu razinu. Opasnost se definira kao biološki, kemijski ili fizički agens u hrani ili stanje hrane koje može uzrokovati štetan učinak na zdravlje, stoga je bitno analizirati svaki procesni korak (Pravilnik, 2015). Osim navedenog potrebno je razmotriti i ponašanje mikroorganizma koji utječu na opasnost te moguće stvaranja toksina u hrani pri određenim uvjetima.

Kako bi se odredio utjecaj pojedine opasnosti na zdravlje potrošača mora se procijeniti njena važnost tako da se definira vjerojatnost pojave opasnosti i ozbiljnost posljedica. Ovakav oblik analize moguć je uz primjenu numeričkog modela za svaki procesni korak prema dijagramu tijekom proizvodnje.

Nakon provedene analize rizika numeričkim modelom (tablica 4.) pristupa se analizi rizika pomoću stabla odlučivanja, a nakon analize opasnosti slijedi identifikacija kontrolnih mjera (tablica 7.). Učestalost i mjesto provedbe kontrolnih mjera određuje se uzimajući u obzir dijagram tijekom, spoznaje o sirovinama i saznanja odstupanja iz literature ili temeljem iskustva (Cusato i sur., 2012). SPH nakon razmatranja opasnosti definiranih prethodnim načelom, odlučuje koje su kontrolne mjere prikladne za pojedine procesne korake u cilju postizanja odgovarajuće kontrole opasnosti. Može se definirati i način na koji se provodi kontrola, primjerice radi li se o vizualnom nadzoru ili se koriste mjerni uređaji i brzi testovi ovisno o kojem se procesnom koraku radi. Primjenjivost ili izostanak prikladnih kontrolnih mjera za određene opasnosti može pomoći u definiranju KKT-a.

Proizvodnja započinje prijemom mlijeka, definiranim kao procesni korak u kojem je vrlo vjerojatna pojava patogenih mikroorganizama s obzirom da se radi o sirovom mlijeku. U ovom su procesnom koraku prepoznate sve tri vrste opasnosti, kemijska, biološka i fizička. Nisu sve jednako važne za sigurnost proizvod stoga se ni ne kontroliraju na jednaki način.

Analizom rizika utvrđena je opasnost po zdravlje potrošača zbog mogućih patogenih mikroorganizama i njihovih toksina u sirovom mlijeku. Mikrobiološki neispravno mlijeko može biti posljedica nepridržavanja higijenskih mjera prilikom mužnje i transporta do sirane, kao i neprikladne temperature koja će pogodovati rastu patogenih i potencijalno patogenih mikroorganizama. Kod mikrobiološke analize mliječni proizvodi se analiziraju na sljedeće mikroorganizme: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, koliformne bakterije (*Escherichia coli* i *Salmonella*). *Salmonella* i *Escherichia coli* su enterobakterije koje se uspješno inaktiviraju postupkom pasterizacije, a dobrom proizvođačkom praksom kontrolira se mogućnost križne kontaminacije tijekom daljnje obrade. *Listeria monocytogenes* može uspješno preživjeti na temperaturama skladištenja mlijeka pa hladni temperaturni lanac nije dovoljan kako bi se izbjegla zaraza. Uspješna inaktivacija je proces pasterizacije, a održavanje higijene svih površina u pogonu spriječiti će mogućnost križne kontaminacije (Drosinos i Siana, 2007).

Prema podacima istraživanja najčešći patogeni u sirovom ovčjem mlijeku, pa tako i u tvrdom siru proizvedenom od ovčjeg mlijeka, su *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* i *Listeria monocytogenes*. *S. aureus* tako može biti pokazatelj loše higijene tijekom mužnje, ali i nepridržavanja higijenske prakse tijekom daljnje prerade u sir (Gonzales-Barron i sur., 2017). Istraživanje provedeno na paškom siru pokazuje da je moguća pojava patogena posebno *S. aureus*-a, ali u nedovoljno velikim količinama da bi stvorili enterotoksine opasne za ljudsko zdravlje (Samaržija i sur., 2007). Iako nije bila dovoljna količina patogen za razvoj enterotoksina, ipak je i sama pojava *S. aureus*-a dovoljna da se ovaj procesni korak promatra kao KKT. Analizom rizika potvrđena je činjenica da je sirovo mlijeko podložno kvarenju i može biti izvor patogena ukoliko se proizvodi, skladišti i transportira u neadekvatnim higijenskim uvjetima.

Prisutnost mehaničkih nečistoća u svježe pomuzenom sirovom mlijeku uobičajena je pojava vidljiva golim okom te se stoga mlijeko obično podvrgava filtraciji na različite načine (Tratnik i Božanić, 2012) čime se sve nečistoće uspješno uklone. Stoga ova opasnost nije ocijenjena značajnom. Prisutnost antibiotika je zakonski strogo kontroliran parametar u pogledu sigurnosti i ispravnosti mlijeka (Pravilnik, 2020) pa se kontrolira prilikom svakog prijema. Ukoliko mlijeko kontaminirano antibioticima dospije u preradu može izazvati brojne negativne učinke poput nemogućnosti koagulacije u proizvodnji fermentiranih proizvoda i sireva, pojave bakteriofaga koji dalje uzrokuju niz različitih poteškoća u mljekari/sirani te kroz dulji vremenski period pridonose

jačanju antibiotske rezistencije kod ljudi (Tratnik i Božanić, 2012). U skladu sa navedenim numeričkim modelom opasnost je ocijenjena kao vjerojatna te bi mogla izazvati velike štete po ljudsko zdravlje.

Biološka i kemijska opasnost u procesnom koraku prijem mlijeka dodatno su analizirane uz pomoć stabla odlučivanja, kao najčešće metode definiranja KKT, te je potvrđeno da se radi o KKT.

Prilikom prijema ostalih sirovina potrebno je kao dio kontrolnih mjera, osim vizualne kontrole, provjeravati dokumentacije dobavljača. Opasnosti se na ovaj način zajedno sa održavanjem hladnog lanca mogu uspješno staviti pod kontrolu.

Nakon prijema sirovine je potrebno adekvatno skladištiti ovisno o tome zahtjeva li kontrola mogućih opasnosti hladno ili suho skladištenje.

Tijekom procesa pasterizacije detektirana je moguća pojava sve tri vrste opasnosti (biološka, kemijska, fizička). Cilj ovog procesnog koraka je uništavanje ili inaktivacija patogena eventualno prisutnih u mlijeku kako bi se smanjila vjerojatnost pojave opasnosti na prihvatljivu razinu. Preživljavanje patogena zbog nedovoljno dugog trajanja pasterizacije ili neadekvatne temperature predstavlja biološku opasnost u ovom procesnom koraku. Kontrolna mjera koja se provodi u cilju zaštite potrošača od patogena kao što su *E. coli*, *S. aureus* i *L. monocytogenes* je pasterizacija sirovog mlijeka. Iako se provodi pasterizacija potrebno je obratiti pažnju na mogućnost križne kontaminacije *S. aureus*-om tijekom proizvodnje, jer pasterizacija nije garancija da gotovi proizvod neće sadržavati patogene (Gonzales-Barron i sur., 2017). Kemijske i fizičke opasnosti tijekom pasterizacije nisu tako česte i vrlo ih se lako kontrolira primjenom dobre proizvođačke i higijenske prakse. Kao što se i navodi u preduvjetnim programima, potrebno je educirati zaposlenike kako bi oni mogli svakodnevno kontrolirati proizvodnju i na vrijeme spriječiti opasnosti koje se prema HACCP planu ne definiraju kao KKT.

Kontrolna mjera koja se navodi prema literaturi je i test na alkalnu fosfatazu. Alkalna fosfataza je enzim koji se inaktivira pasterizacijom i iako ga u ovčjem mlijeku ima tri puta više nego u kravljem, zbog svoje termičke osjetljivosti inaktivacija se ipak provodi uspješno (Wendorff i Kalit, 2017).

Značaj biološke opasnosti istaknut numeričkim modelom potvrđen je i stablom odlučivanja, stoga je pasterizacija drugi procesni korak definiran kako KKT.

Kontrolom tijekom prijema i hladnim skladištenjem sirila i drugih dodataka moguće je pojavu biološke opasnosti značajno umanjiti. Također, potrebno je educirati zaposlenike o pravilnom doziranju sirila i drugih dodataka poput mljekarskih kultura i  $\text{CaCl}_2$  (Ergonul, 2007).

Kemijska opasnost detektirana u procesnom koraku kalupljenja zbog ostataka sredstva za pranje uspješno se kontrolira edukacijom djelatnika o preduvjetnim programima (SSOP) i dobroj higijenskoj praksi.

Salamurenje je procesni korak koji utječe na bolji okus sira, smanjenje količine vode i enzimske aktivnosti. Osim navedenog sprječava rast i aktivnost patogenih mikroorganizama u siru što rezultira sigurnim proizvodom. Iako je pH salamura većinom veći od potrebne razine, preporuča se kontrola kao dio kontrolnih mjera u cilju sprječavanja pojave opasnosti. Adekvatan salinitet veći od 19,5 °Bè ograničit će rast halofilnih patogena poput *Listeria monocytogenes* i koagulaza pozitivnih stafilokoka koji se mogu pojaviti u siru (EU vodič dobre higijenske prakse, 2016). Mikroorganizmi otporni na visoke koncentracije soli mogu razgraditi proteine što će dovesti do pojave sluzi na površini sira. Ukoliko je salamura nedovoljno slana moguća je pojava diskoloracije površine sira (Tratnik i Božanić, 2012), a ukoliko se radi o preslanoj salamuri moguće je da sir bude pretvrd što će nepovoljno utjecati na zrenje i produžiti njegovo trajanje (Suherman i sur., 2021). Mikrobiološki neispravna salamura može uzrokovati brojne mane sira stoga se redovito kontrolira salinitet, pH i temperatura kao dio kontrolnih mjera. Navedene opasnosti ukazuju na potrebu kontrole salamurenja stoga je ona definirana kao KT, što je potvrđeno i stablom odlučivanja (slika 2/tablica 7).

Zrenje je veoma važan korak u proizvodnji paškog sira jer se tada razvija konačna aroma i okus sira po kojoj je on tako prepoznatljiv. Zbog neadekvatne temperature u zriion i prevelike vlažnosti može doći do pojave plijesni i razvoja nepoželjnih mikroorganizama koji će predstavljati biološku opasnost u ovom procesnom koraku. Previsoka temperatura ubrzava proces zrenja te može uzrokovati užeglost, neugodan okus sira ili kasno nadimanje sira kao posljedicu maslačne fermentacije. Niske temperature također nisu prikladne jer sir sporije zrije, a kao rezultat ćemo dobiti sir mekane, mazive konzistencije koji nije zadovoljavajući (Kalit, 2016). Ozbiljne posljedice

i velika vjerojatnost pojave biološke i kemijske opasnosti ukazuju na potrebu definiranja zrenja kao KT, kako prema numeričkom modelu tako i prema stablu odlučivanja.

Pakiranje može biti izvor kemijske i fizičke opasnosti, ali se zbog kontrole tijekom prijema ambalaže pojava ove opasnost može umanjiti. Kao prikladna kontrolna mjera provodi se kontrola dokumentacije dobavljača i vizualna kontrola mogućih oštećenja ambalaže.

Adekvatna temperatura skladištenja je između +4 i +8 °C te ukoliko je previsoka moguć je porast broja mikroorganizama. Mikroorganizmi se u ovoj fazi proizvodnje mogu pojaviti zbog križne kontaminacije koja je posljedica loše provedene proizvođačke prakse (Korakhashvili i Jeiranashvili, 2016). Osim temperature, istraživanje koje su proveli Bors i sur. (2018.) ističe važnost vlažnosti kao parametra u prevenciji rasta mikroorganizama. Zbog svega navedenog ovaj se procesni korak definiran kao KT (tablica 7).

Kontrola temperature skladišta je svakodnevna kontrolna mjera čiji se podatci zapisuju na evidencijske liste. Svakodnevnom kontrolom ova se opasnost može brzo detektirati, a posljedice po ljudsko zdravlje pravovremeno spriječiti. Iako postoji definirana opasnost u ovom procesnom koraku ona se uspješno stavlja pod kontrolu dobro provedenim preduvjetnim programima. Osim preduvjetnih programa potrebno je u skladu s dobrom proizvođačkom praksom pravilno izgraditi skladišni prostor u cilju kontrole fizičke opasnosti kao što su glodavci i druge štetočina.

Tablica 7. Analiza rizika i definiranje kritičnih kontrolnih točaka pomoću stabla odlučivanja

PROCESNI KORAK: prijem mlijeka									
PROCJENA RIZIKA					STABLO ODLUČIVANJA				
IDENTIFICIRANA OPASNOST/VRSTA OPASNOSTI (B, K, F)	VJEROJATNOST POJAVE	OZBILNOST POSLJEDICA	UMNOŽAK VJEROJATNOSTI POJAVE I OZBILNOSTI POSLJEDICA	KKT/KT	P1	P2	P3	P4	ZAKLJUČAK
Prisutnost antibiotika (K)	4	4/5	16/20	KKT	DA	NE	DA	NE	KKT
KONTOLNE MJERE:			redovito provođenje testa na prisutnost antibiotika u mlijeku, edukacija kooperanata i osoblja, veterinarske inspekcije						
Prisutnost patogenih mikroorganizama, i njihovih spora Ukupni broj mikroorganizama iznad 1,5 milijuna mL <sup>-1</sup> (B)	4	4/5	16/20	KKT	DA	NE	DA	NE	KKT
KONTROLNE MJERE:			kontrola temperature, mjerenje kiselosti						
Mehaničke nečistoće (F)	3	3	9	/					
KONTOLNE MJERE:			vizualni pregled prilikom istakanja iz cisterne u laktofriz, filtracija prije ulaska u pasterizator						
PROCESNI KORAK: prijem ostalih sirovina (CaCl <sub>2</sub> , sirilo, mljekarske kulture, ulje, sol, ambalaža)									
Porast broja mikroorganizama uslijed prekida hladnog lanca, kontaminacija soli mikroorganizmima (B)	2	3	6	/					
KONTROLNE MJERE:			održavanje hladnog lanca prilikom prijema mljekarskih kultura i sirila, pregled dokumentacije dobavljača						
Kontaminacija mikroorganizmima	3	2	6	/					

i kemijskim reziduama uslijed neodgovarajuće kvalitete ambalaže/sirila/kultura (B, K)									
<b>KONTROLNE MJERE:</b>			provjera dokumentacije dobavljača (tehničke specifikacije, atest za uporabu u prehrambene svrhe, analize sastava i svojstava, analize rokova trajanja – po šarži)						
Dijelovi oštećene ambalaže, insekti, pijesak, kamenčići (F)	3	2	6	/					
<b>KONTROLNE MJERE:</b>			vizualni pregled						
<b>PROCESNI KORAK: hladno skladištenje (mlijeko, mljekarske kulture, sirilo)</b>									
Porast broja mikroorganizama uslijed prekida hladnog lanca (B)	2	2	4	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>			evidencija temperature rashladnih uređaja i temperature u tankovima/laktofrizima, brza prerada						
<b>PROCESNI KORAK: suho skladištenje</b>									
Glodavci, kukci (F)	2	2	4	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>			dobra proizvođačka praksa, dezinfekcija, deratizacija						
<b>PROCESNI KORAK: pasterizacija</b>									
Preživljavanje patogena zbog neadekvatne temperature ili trajanja procesa (B)	3/4	5	15/20	KKT	DA	DA			KKT
<b>KONTROLNA MJERA:</b>			kontrola temperature i trajanja pasterizacije, kontrola rada pasterizatora						
Kontaminacija kemikalijama koje mogu zaostati nakon čišćenja (K)	2	2	4	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>			dobra proizvođačka praksa						
Strana tijela (metalni dijelovi pasterizatora) (F)	2	3	6	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>			servisiranje i svakodnevna vizualna kontrola rada pasterizatora, praćenje temperature i trajanja pasterizacije						

<b>PROCESNI KORAK: hlađenje</b>									
Nema detektiranih opasnosti	/	/	/	/					
<b>PROCESNI KORAK: podsiravanje</b>									
Kontaminacija pasteriziranog mlijeka uslijed dodatka mikrobiološki neispravnog sirila (B)	2	4	8	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>	skladištenje pri adekvatnoj temperaturi, edukacija osoblja o pravilnom rukovanju i dodatku sirila								
<b>PROCESNI KORAK: rezanje sirnog gruša</b>									
Nema detektiranih opasnosti	/	/	/	/					
<b>PROCESNI KORAK: kalupljenje i prešanje</b>									
Ostatci sredstava za čišćenje na kalupima i preši (K)	3	3	9	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>	edukacija djelatnika o preduvjetnim programima (SSOP) i dobroj higijenskoj praksi								
<b>PROCESNI KORAK: salamurenje</b>									
Rast nepoželjnih mikroorganizama u salamuri i kvarenje salamure (B)	3	4	12	KT	DA	NE	NE		KT
<b>KONTROLNA MJERA:</b>	kontrola saliniteta salamure aerometrima, pH, temperature i edukacija zaposlenika o pravilno održavanju higijene salamure								
Strana tijela (F)	3	2	6	/					
<b>KONTROLNA MJERA:</b>	vizualna kontrola, edukacija djelatnika								
<b>PROCESNI KORAK: zrenje</b>									
Rast nepoželjnih mikroorganizama, visoka temperatura, neadekvatna relativna vlažnost zraka u zrioni, neodgovarajući sastav sira (B, K)	4	4	16	KT	DA	NE	NE		KT
<b>KONTROLNA MJERA:</b>	kontrola uvjeta u zrioni, okretanje i premazivanje sireva uljem								



PROCESNI KORAK: pakiranje									
Korištenje neadekvatne ambalaže, migracija u proizvod (K)	3	2	6	/					
KONTROLNE MJERE:			provjera dokumentacije dobavljača						
Dijelovi ambalaže (F)	3	2	6	/					
KONTROLNE MJERE:			vizualna kontrola, edukacija djelatnika						
PROCESNI KORAK: skladištenje									
Porast broja mikroorganizama zbog neadekvatne temperature (B)	4	4	16	KT	DA	NE	NE		KT
KONTROLNE MJERE:			kontrola temperature i vođenje svakodnevne evidencije						
Pojava štetočina, glodavaca (F)	3	2	6	/					
KONTROLNE MJERE:			provođenje DDD mjera						

#### 4.4.2. Definiranje kritičnih granica

Kako bi se olakšalo prepoznavanje potencijalno opasnog proizvoda definira se interval koji osigurava sigurnu proizvodnju. Pojava opasnosti povezuje se sa vrijednostima koje nisu unutar intervala kojeg definiramo kao kritične granice.

Tablica 8. Uspostavljene kritične granice

KORAK U PROIZVODNOM PROCESU	Vrsta opasnosti	Opis opasnosti	Kritične granice
Prijem mlijeka	Biološka i kemijska	<p>Prisutnost mikroorganizama, patogenih i njihovih spora</p> <p>Rezidue antibiotika</p>	<p>Adekvatna temperatura (4-8 °C) i kiselost - pH (6,5-6,8), °SH (8,0-12,0), negativna reakcija na alkoholnu probu sa 72% etilnim alkoholom (svaki prijem)</p> <p>Ukupan broj mikroorganizama <math>\leq 1.500.000 \text{ mL}^{-1}</math> (na početku sezone proizvodnje)</p> <p>Odsutnost antibiotika – svaki prijem</p>
Pasterizacija	Biološka	Preživljavanje patogena zbog neadekvatne temperature ili trajanja procesa	Min 70-75 °C, 15 -20 sec

Sukladno dostupnoj literaturi i europskoj zakonskoj regulativi određene su kritične granice (tablica 8.) za KKT prijem mlijeka i pasterizaciju. Kritične granice nije dovoljno samo definirati već ih je potrebno i konstantno nadzirati. Određene su osobe odgovorne za nadzor i iako ovim načelom nije definirana obaveza edukacije djelatnika, ona je svakako poželjna temeljem preduvjetnih programa.

Kritična granica za preventivnu mjeru, hlađenje mlijeka, prema literaturi iznosi 0 do 8 °C, u praksi je to najčešće 4 °C u tankovima zbog očuvanja kvalitete mlijeka (Haenlein i Wendorff, 2006). Ove temperature mlijeka osiguravaju zaustavljanje rasta mikroorganizama kako bi se spriječilo njegovo kvarenje prije prerade. Osim temperaturnih vrijednosti, prikladnost mlijeka za preradu određuje i

pH vrijednost (Korakhashvili i Jeiranashvili, 2016). Zadovoljavajuća kiselost prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020) za sirovo ovčje mlijeko je pH vrijednost od 6,5 do 6,8 te titracijska kiselost po Soxhlet Henkelu ( $^{\circ}\text{SH}$ ) od 8,0 do 12,0. Vrlo bitan indikator svježine mlijeka je i alkoholna proba sa 72 % etilnim alkoholom koja mora biti negativna (Pravilnik 136/2020). Pozitivan ishod ove probe ukazuje na moguću prisutnost nepoželjnih proteolitičkih bakterija koje između ostalog mogu izazvati i tzv. slatko zgrušavanje mlijeka te značajno narušiti sposobnost nastanka odgovarajućeg gruš u proizvodnji sira (Božanić i sur., 2010). To su kriteriji koji bi se trebali kontrolirati prilikom svakog prijema, a u slučaju odstupanja od postavljenih granica mlijeko se ne smije zaprimiti u daljnju preradu.

Osim toga, kako je uglavnom riječ o manjim proizvođačima sira, često nije moguće osigurati mikrobiološku analizu prilikom svakog prijema. Stoga se preporuča osigurati istu na samom početku proizvodne sezone i provjeriti da ukupan broj mikroorganizama ne prelazi granice definirane Pravilnikom (NN 136/20), a bilo bi poželjno ponavljati ju u dvosmjesečnim intervalima dok traje sezona proizvodnje uz uvjet da nije bilo odstupanja u prethodno navedenim kriterijima (kiselost, alkoholna proba). Ukoliko se pojave uzastopna odstupanja ovih kriterija, mikrobiološku analizu treba češće ponavljati.

Količine veterinarskih lijekova i aditiva definirane su Pravilnikom o najvišim dopuštenim količinama ostataka veterinarskih lijekova u hrani (NN 29/2005). Neki od najčešćih antibiotika u mlijeku i njihove maksimalno dopuštene količine prikazane su u tablici 9.

Tablica 9. Maksimalno dopuštene količine antibiotika (Pravilnik, NN 29/2005)

1.2. Antibiotici					
1.2.1. Penicilini					
Amoksisicilin	Amoksisicilin	sve	4	mlijeko	
			50	mišić, jetra, bubreg, mast	
Ampicilin	Ampicilin	sve	4	mlijeko	
			50	mišić, jetra, bubreg, mast	
Benzilpenicilin	Benzilpenicilin	sve	4	mlijeko	
			50	mišić, jetra, bubreg, mast	
Kloksacilin	Kloksacilin	sve	30	mlijeko	
			300	mišić, jetra, bubreg, mast	
Dikloksacilin	Dikloksacilin	sve	30	mlijeko	
			300	mišić, jetra, bubreg, mast	
Nafcilin	Nafcilin	goveđa	30	mlijeko	Uporaba samo intramamarno
			300	mišić, jetra, bubreg, mast	
Oksacilin	Oksacilin	sve	30	mlijeko	
			300	mišić, jetra, bubreg, mast	
Penetamat	Penetamat	goveđa, svinje	4	mlijeko	Mast i koža kod svinja
			50	mišić, jetra, bubreg, mast	

Druga KKT je proces pasterizacije kojim se u mlijeku uništavaju vegetativni oblici potencijalnih patogenih mikroorganizama, ali postoji opasnost od preživljavanja termorezistentnih i spirogenih bakterija. Za proces pasterizacije prema Codex Alimentariusu i drugim literaturnim navodima definirano je da se provodi na minimalno 72 °C/15 sekundi. Nakon adekvatno provedene pasterizacije kemijska, fizikalna i organoleptička svojstva ovčjeg mlijeka su neznatno promijenjena. Iako se prije za proizvodnju paškog sira koristilo sirovo mlijeko, uvođenjem pasterizacije nije se utjecalo na okus mlijeka (Haenlein i Wendorff, 2006). Okus paškog sira i dalje je prepoznatljiv, a potrošači su dodatno zaštićeni od mogućih opasnosti.

Implementacija preduvjetnih programa kao dio HACCP sustava doprinosi mikrobiološkoj kvaliteti pasteriziranog mlijeka. Uvođenjem suvremenih uređaja koji imaju automatizirane postupke pranja i dezinfekcije unaprijedit će se infrastruktura sirane. Ovakva unaprijeđena infrastruktura omogućiti će lakše i bolje izvođenje pasterizacije u cilju inaktivacije patogena (Šmigić i sur., 2006).

Poželjno je da su kritične granice validirane na temelju istraživanja koje provodi SPH ili na njegov zahtjev za to osposobljena tijela.

#### 4.4.3. Sustav nadzora i korektivne mjere

Tablica 10. Prijedlog sustava nadzora i korektivne mjere za KKT (načelo 4 i 5)

PROCESNI KORAK:		PRIJEM MLIJEKA		
Tko?	Što?	Kako?	Kada?	Gdje?
Kooperant, voditelj sirane, tehnolog, laborant	Ispitivanje uzoraka mlijeka: određivanje kiselosti, alkoholne probe, temperature, rezidua antibiotika	Termometar, pH metar, pribor za određivanje titracijske kiselosti i provođenje alkoholne probe, brzi test na antibiotike	Prilikom svakog prijema mlijeka	Prijem mlijeka u siranu
	ukupanog broja mikroorganizama	mikrobiološki testovi	Na početku proizvodne sezone/dvomjesečno	
KOREKTIVNE MJERE:		Nezaprimanje mlijeka i po potrebi obavijest nadležnim institucijama		

PROCESNI KORAK:		PASTERIZACIJA		
Tko?	Što?	Kako?	Kada?	Gdje?
Tehnolog na dijelu za pasterizaciju, voditelj proizvodnje	Temperatura i trajanje pasterizacije	Pregledom komandne ploče na pasterizatoru	Kontinuirano dok traje pasterizacija i na kraju pasterizacije	Dio sirane u kojem se nalazi oprema za toplinsku obradu-pasterizator
KOREKTIVNE MJERE:		Zaustavljanje daljnje prerade mlijeka, ponavljanje procesa, test na učinkovitost pasterizacije (fosfatazna proba), servisiranje pasterizatora		

Pri odabiru postupka nadzora trebalo bi uzeti u obzir koliko se brzo i jednostavno dobiju rezultati provedenog nadzora u cilju osiguranja konstantnog tijeka procesa proizvodnje. U ovom dijelu izrade HACCP plana izrazito je bitno definirati kontrolu i kalibraciju instrumenta i opreme. Prilikom definiranja nadzora dati su odgovori na pitanja što se nadzire, tko provodi nadzor, kada i na koji način i u konačnici gdje se provodi (tablica 10). Druga istraživanja detaljno navode koji su to procesi nadzora u proizvodnji sira i koliko često se provode. Za KKT koje smo i mi definirali najčešće se prema literaturi nadzor provodi rutinski ili prilikom proizvodnje nove serije. Nešto rjeđe se definira gdje i kako se provodi nadzor jer je ova činjenica poznata svima koji rade u mljekarskoj industriji (El-Hofi i sur., 2009).

Nadzorom se mora omogućiti vremensko određivanje odstupanja od kritičnih limita kako bi se pravilno uklonilo i zbrinulo mlijeko koje ne zadovoljava parametre kvalitete i sigurnosti. Gubitci do kojih može doći ukoliko ova dva procesna koraka nisu dovoljno često kontrolirana su veliki, stoga se na temelju iskustva kontroliraju svakodnevno prije nego mlijeko krene u daljnju obradu.

U HACCP planu navedene su uz sustav nadzora i korektivne mjere koje se poduzimaju kada se pojavi odstupanje i potrebno je ponovno staviti KKT pod kontrolu i pravilno zbrinuti nesukladan proizvod. HACCP tim odgovoran je za definiranje korektivnih mjera, kao i za određivanje osoba odgovornih za provedbu istih.

Za procesni korak prijem mlijeka koji je definiran kao KKT određene su korektivne mjere prema načelu 5. Mlijeko koje nakon analize pokazuje pH izvan kritičnih granica ili je detektirana

prisutnost antibiotika ne zadovoljava parametre kvalitete i vraća se dobavljaču. Ukoliko je detektirano značajno odstupanje temperature od adekvatne tijekom transporta, moguće je lot označiti i nakon pasterizacije provesti njegovu mikrobiološku analizu (Drosinosi Siana, 2007). Količina antibiotika je zakonski definirana stoga se prema potrebi šalje obavijest nadležnim institucijama.

Za drugi procesni korak definiran kao KKT, pasterizaciju, također su određene korektivne mjere. Ukoliko pasterizacija nije dobro provedena potrebno ju je ponoviti, a ukoliko se utvrdi neispravnost pasterizatora potrebno je ukloniti kvar. Rad pasterizatora se konstantno kontrolira kao dio nadzora i u skladu sa načelima dobre proizvođačke prakse umjerava (Cusato i sur., 2012). Također, za svako servisiranje uređaja vodi se evidencija kako bi se izbjegle opasnosti povezane sa neispravnom opremom u sirani. Ipak uređaj je podložan kvarenju i potrebno je definirati korektivne mjere ukoliko njegov rad nije ispravan. Jedan od koraka koji mogu spriječiti posljedice loše provedene pasterizacije je i zrenje dulje od 60 dana iako se ova metoda nastoji izbjeći (EU vodič dobre higijenske prakse, 2016).

Prema literaturi jedna od opcija koja se također može primijeniti je i uključenje kružnog toka pasterizacije kako bi radnik koji je uočio nepravilnost u radu pasterizatora mogao pravovremeno obavijestiti voditelja proizvodnje. Ovisno o vodstvu u sirani osim voditelja proizvodnje može se obavijestiti i direktora koji će ustanoviti uzrok i definirati daljnje postupke (Gligora i Antunac, 2007).

#### 4.4.4. Verifikacija i validacija

Cilj provedbe verifikacije je periodična potvrda provođenja HACCP plana i provjera njegove funkcionalnosti i učinkovitosti. Verifikacija uključuje različite metode i aktivnosti kao što su nadzor KKT i KT, provjera evidencije i preduvjetnih programa, nadzor djelatnika prilikom provođenja korektivnih radnji, nasumično uzorkovanje i analiza sirovina, ambalaže i konačnih proizvoda. Prema literaturi postoje različiti načini provođenja verifikacije ovisno o tome koji parametar se verificira. Verifikacija se može provoditi vizualnim pregledom, internim auditima, uzimanjem briseva i mikrobiološkom analizom ili kemijskom analizom sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda (Jeličić, 2009).

Kao dio HACCP plana potrebno je verificirati sve KKT. Verifikacija KKT-e prijem mlijeka, uključuje kontrolu analize internog laboratorija od strane ovlaštenog veterinarskog inspektora. Internu analizu kakvoće provodi za to odgovorna osoba, koja svojim potpisom garantira usklađenost sa svim zahtjevima. Ovlašteni serviser svojim potpisom verificira ispravnost laktofriza, a voditelj proizvodnje svakodnevno verificira evidenciju nadzora temperature. Ukoliko se provode korektivne mjere voditelj je dužan provesti verifikaciju kao i provjeru ispravnog zbrinjavanja nesukladnog proizvoda.

Verifikacija pasterizacije uključuje redovito servisiranje pasterizatora od strane tehničke službe, te mikrobiološku analizu pasteriziranog mlijeka kao potvrda adekvatnog rada pasterizatora. Kao i kod prijema mlijeka potrebno je verificirati sve preglede, zapise i korektivne mjere koje služe kao dokaz usklađenosti sa HACCP planom (Gligora i Antunac, 2007). Osim potpisa ovlaštenog osoblja unutar sirane za potpunu verifikaciju potreban je potpis vanjskih institucija, kao što su inspeksijske i druge nadležne službe. Referentni dokument koji dokazuje uspješnost verifikacije je najčešće umjernica ili neka druga vrsta potvrde o umjeravanju koja sadrži podatke (naziv, tip, serijski broj, proizvođač, interna oznaka) o umjerenom uređaju (npr. temperaturna sonda, termometar, vaga, sonda pH metra, itd) i vremenski period u kojem vrijedi, a koja je izdana od strane tvrtke ovlaštene za umjeravanje.

Kako bi se izbjegli veliki troškovi umjeravanja sve opreme na godišnjoj razini, proizvođači mogu nabaviti jedan referentni termometar koji će periodički biti umjeravan od strane ovlaštene tvrtke, a pomoću istog interno provoditi provjeru ispravnosti rada rashladnih uređaja i drugih dostupnih temperaturnih sondi. Kod ovakvog načina verifikacije potrebno je voditi prateće zapise kako je predloženo u tablici 11.



Tablica 11. Evidencija verifikacije mjerne opreme

<b>VERIFIKACIJA MJERNE OPREME</b>					
<b>Opis postupka:</b> verifikacija mjerne opreme referentnim termometrom  <b>Opseg kontrole:</b> svaka 3 mjeseca			<b>Nadležan:</b> član HACCP tima  <b>Parametar:</b> temperatura  <b>Dozvoljeno odstupanje:</b> +1 °C/-1 °C		
DATUM	OPREMA ZA PROCES	IZMJERENE VRIJEDNOSTI OPREME ZA PROCES	IZMJERENE VRIJEDNOSTI REFERENTNE OPREME	ODSTUPANJE OD DOZVOLJENOG	POTPIS

Verifikacijski postupci osim navedenih uključuju i validaciju HACCP plana kao proces koji prethodi uspostavi HACCP sustava. Validacija se ne provodi periodički kao što se provodi verifikacija, a za njezinu provedbu osim voditelja sirane potrebno je i odobrenje ovlaštenog veterinarskog inspektora. Za provedbu validacije potrebna su teorijska i eksperimentalna znanja temeljena na znanosti (Wallace i Mortimore, 2016).

#### 4.4.5. Dokumentacija

Dokumentacija i čuvanje zapisa treba odgovarati prirodi i veličini proizvodnih postupaka. Ukoliko se radi o procesnom koraku koji predstavlja značajnu opasnost po sigurnost proizvoda, primjerice KKT, tada se taj proces detaljnije nadgleda. Sukladno tome dokumentacija o provedbi prijema mlijeka i pasterizacije je kompleksnija i sadrži više zapisa o provedenim kontrolnim mjerama. Navedene KKT zahtijevaju vođenje svakodnevnih zapisa od strane odgovornih osoba. Prilikom prijema mlijeka potrebno je voditi dokumentaciju o provedbi analize internog laboratorija i izvještajima referentnih laboratorija, te čuvati zapise o auditu dobavljača. Osoba odgovorna za ispravan rad pasterizatora svakodnevno vodi evidenciju temperature rada pasterizatora. Dokumentiraju se sva umjerenja kao i korektivne mjere ukoliko dođe do odstupanja. Kako bi

rad u bilo kojem segmentu proizvodnje bio siguran, kako za radnike tako i za proizvod, potrebno je izraditi upute za rukovanje opremom u sirani.

Veoma je važno da postoje dokazi o djelovanju HACCP sustava prema HACCP planu kako bi se osigurala sigurnost proizvoda. Dokumentacija mora biti jasna i dostupna djelatnicima na odgovarajućim pozicijama. U skladu sa istraživanjima u sirani je potrebno čuvati i dokumentirati neke od najčešćih primjera dokumentacije poput analize opasnosti, validacije kontrolnih mjera, promjena u HACCP planu i dr. Osim dokumenata čuvaju se i zapisi o nadzoru KKT-a, odstupanjima i korektivnim mjerama te provedbi verifikacije (Wallace i Mortimore, 2016; FDA).

Vođenje pojedinih evidencija je dio svakodnevnih aktivnosti u sirani, dok se neke provode na tjednoj, mjesečnoj te godišnjoj razini. Primjeri najčešćih evidencija u sirani prikazani su u tablici 12. Svakodnevne evidencije vode se za KKT i KT tijekom proizvodnje, te su primjeri takvih evidencija prikazani u tablicama 13, 14 i 15.

Tablica 12. Primjer popisa evidencija u sirani

<b>SVAKODNEVNE evidencije:</b>	prijem mlijeka (temperatura, test na antibiotike)
	kontrola temperature (skladišta, salamure, zrione)
	čišćenje i dezinfekcija
	nadzor KKT (prijem mlijeka, pasterizacija)
	laboratorijske analize
	zbrinjavanje nusproizvoda (sirutka)
	odstupanja i korektivne mjere
<b>TJEDNE / MJESEČNE / GODIŠNJE evidencije:</b>	edukacije djelatnika
	provedeni auditi
	aktivnosti verifikacije
	kontrola štetnika

Tablica 13. Evidencija KKT prijem mlijeka

<b>KKT: PRIJEM MLIJEKA</b>				
<p><b>Nadležan:</b> kooperant, voditelj sirane, tehnolog, laborant</p> <p><b>Parametar koji se nadzire:</b> temperatura, pH, rezidue antibiotika</p> <p><b>Kritične granice:</b> temperatura (4-8 °C), pH (6,5-6,8), odsutnost antibiotika</p> <p><b>Učestalost:</b> prilikom svakog prijema mlijeka</p>		<p><b>Korektivne mjere:</b> nezaprmanje mlijeka ukoliko parametri nisu unutar kritičnih granica i po potrebi obavijest nadležnim institucijama</p>		
DATUM/VRIJEME	IZMJERENE VRIJEDNOSTI	POTPIS	KOREKTIVNE MJERE	POTPIS (ako su provedene korektivne mjere)

Tablica 14. Prijedlog evidencije KKT pasterizacija

<b>KKT: PASTERIZACIJA</b>				
<p><b>Nadležan:</b> tehnolog na dijelu za pasterizaciju, voditelj proizvodnje</p> <p><b>Parametar koji se nadzire:</b> temperatura i trajanje pasterizacije</p> <p><b>Kritične granice:</b> min 70-75 °C, 15 -20 sec</p> <p><b>Učestalost:</b> tijekom svake pasterizacije</p>		<p><b>Korektivne mjere:</b> zaustavljanje daljnje prerade mlijeka ukoliko parametri nisu unutar kritičnih granica, ponavljanje procesa, test na učinkovitost pasterizacije, servisiranje pasterizatora</p>		
DATUM/VRIJEME	IZMJERENE VRIJEDNOSTI	POTPIS	KOREKTIVNE MJERE	POTPIS (ako su provedene korektivne mjere)

Tablica 15. Prijedlog evidencije KT salamurenje, zrenje i skladištenje

<b>KT: SALAMURENJE</b>				
<p><b>Nadležan:</b> radnici u sirani</p> <p><b>Parametar koji se nadzire:</b> salinitet salamure, pH, temperatura</p> <p><b>Kritične granice:</b> salinitet 18-24 °Bè, pH (4,7-5,2), temperatura 10-15 °C</p> <p><b>Učestalost:</b> svakodnevno</p>		<p><b>Korektivne mjere:</b> korekcija parametara koji nisu unutar kritičnih granica, procjena ispravnosti proizvoda</p>		
DATUM/VRIJEME	IZMJERENE VRIJEDNOSTI	POTPIS	KOREKTIVNE MJERE	POTPIS (ako su provedene korektivne mjere)
<b>KT: ZRENJE</b>				
<p><b>Nadležan:</b> radnici u sirani</p> <p><b>Parametar koji se nadzire:</b> temperatura, vlažnost</p> <p><b>Kritične granice:</b> 10-20 °C, vlažnost 60-90 %</p> <p><b>Učestalost:</b> svakodnevno</p>		<p><b>Korektivne mjere:</b> korekcija parametara koji nisu unutar kritičnih granica, procjena ispravnosti proizvoda</p>		
DATUM/VRIJEME	IZMJERENE VRIJEDNOSTI	POTPIS	KOREKTIVNE MJERE	POTPIS (ako su provedene korektivne mjere)

## KT: SKLADIŠTENJE

<b>Nadležan:</b> radnici u sirani		<b>Korektivne mjere:</b> korekcija temperature, procjena ispravnosti proizvoda, obavještanje službe održavanja		
<b>Parametar koji se nadzire:</b> temperatura				
<b>Kritične granice:</b> +4 do +8 °C				
<b>Učestalost:</b> svakodnevno				
DATUM/VRIJEME	IZMJERENE VRIJEDNOSTI	POTPIS	KOREKTIVNE MJERE	POTPIS (ako su provedene korektivne mjere)

## 5. ZAKLJUČCI

HACCP sustav ne može u potpunosti garantirati proizvodnju sigurne hrane, ipak kontrolom visoko rizičnih opasnosti, definiranih kao KKT, mogu se kontrolirati pojedini procesni koraci u proizvodnji paškog sira. Primjenom 12 koraka navedenih u Codex Alimentariusu olakšana je priprema i provedba implementacije HACCP sustava, a zaključci su sljedeći:

1. Prije implementacije HACCP sustava uspostavljeni su preduvjetni programi koji osiguravaju kontrolu mogućih opasnosti u proizvodnji paškog sira. Njihova je važnost istaknuta prilikom analize opasnosti te su navedeni kao kontrolne mjere proizvodnih procesa koji zahtijevaju nadzor.
2. Implementacija 7 načela provedena je nakon uvodnih radnji koje su uključivale uspostavu HACCP tima, opis proizvoda i proizvodnog procesa te izradu dijagrama tijekom na temelju kojeg je provedena analiza opasnosti.
3. Temeljem izrađenog dijagrama tijekom proizvodnje paškog sira numeričkim su modelom definirane 3 kontrolne točke (salamurenje, zrenje i skladištenje) koje su potvrđene i primjenom stabla odlučivanja.
4. Koraci definirani kao kritične kontrolne točke (KKT) i numeričkim modelom i stablom odlučivanja su prijem ovčjeg mlijeka u siranu te pasterizacija mlijeka pa ih je potrebno konstantno nadzirati. Za navedene KKT na temelju HACCP načela definirane su kontrolne mjere, kritične granice, nadzor, korektivne mjere, postupak verifikacije i uspostava dokumentacije.
5. HACCP sustav nije dovoljno samo uspostaviti već ga je potrebno kontinuirano održavati i u skladu s tim redovito revidirati u cilju proizvodnje sigurne, zdravstveno ispravne hrane.

## 6. LITERATURA

Barukčić I. (2019) Osnove osiguranja kvalitete hrane. U: *Priručnik za zanimanje Prerađivač prehrambenih sirovina* (Blažić, M., Zavadlav, S.), Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, str. 13-39.

Berruga, M. I., Molina, A., Althaus, R. L., Molina, M. P. (2016) Control and prevention of antibiotic residues and contaminants in sheep and goat's milk. *Small Ruminant Res.* **142**, 38-43.

Bors, A., Rusu, O. R., Bors, I., Florestein, V. (2018) Application of HACCP (hazard analysis critical control point) to cow Telemea cheese production, <<https://repository.uaiasi.ro/xmlui/handle/20.500.12811/1007>>. Pristupljeno 20. svibnja 2021.

Božanić, R., Jeličić, I., Bilušić, T. (2010) Analize mlijeka i mliječnih proizvoda. Plejada, Zagreb.

Cusato, S., Tavolaro, P., de Oliveira, C. A. F. (2012) Implementation of hazard analysis and critical control points system in the food industry: impact on safety and the environment. U: *Novel technologies in food science: Their impact on products, consumer trends and the environment* (McElhatton, A., do Amaral, S. P. J.), Springer Science+Business Media LLC, New York.

EPA (2007) Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs). EPA-United States Environmental Protection Agency, <<http://www.epa.gov/QUALITY/qs-docs/g6-final.pdf>>. Pristupljeno 15. Ožujka 2021.

Europski vodič dobre higijenske prakse u proizvodnji tradicijskih sireva i mliječnih proizvoda (2016) <[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety\\_fh\\_guidance\\_artisanal-cheese-and-dairy-products\\_hr.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_fh_guidance_artisanal-cheese-and-dairy-products_hr.pdf)>. Pristupljeno 10. ožujka 2021.

Drosinos, E., H., Siana, P. (2007) Haccp in the cheese manufacturing process, a case study. U: *Food safety a practical and case study approach* (McElhatton, A., Marshall, R. J.), Springer Science+Business Media LLC, New York.

FDA (2017) HACCP Principles & Application Guidelines. FDA-U.S. Food & drug administration, Silver Spring <<https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines#app-a>>. Pristupljeno 15. travnja 2021.

FAO (2020) *General Principles of Food Hygiene*, CAC/RCP 1-1969, FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rim.

Garibović, Z., Pavić, V., Mioč, B., Prpić, Z., Vnućec, I. (2006) Važnost ovčarstva u hrvatskim priobalnim područjima. *Agronomski glasnik* **6**, 509-522.

Gligora, Š., Antunac, N. (2007) Primjena HACCP sustava u proizvodnji paškog sira. *Mljekarstvo* **57**, 127-152.

HAH (2007) Jela hrvatske nematerijalne kulturne baštine. HAH - Hrvatska agencija za hranu, <[https://www.hah.hr/arhiva/paski\\_sir.php](https://www.hah.hr/arhiva/paski_sir.php)>. Pristupljeno 17. veljače 2021.

HAPIH (2020) Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje - Godišnje izvješće za 2019. godinu . HAPIH - Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, <[https://www.hapih.hr/wpcontent/uploads/2020/07/CS\\_ov%C4%8Darstvo\\_kozarstvo\\_male-%C5%BEivotinje\\_godi%C5%A1nje\\_izvje%C5%A1%C4%87e\\_2019.pdf](https://www.hapih.hr/wpcontent/uploads/2020/07/CS_ov%C4%8Darstvo_kozarstvo_male-%C5%BEivotinje_godi%C5%A1nje_izvje%C5%A1%C4%87e_2019.pdf)>. Pristupljeno 25. veljače 2021.

Ilie L. I. (2013) Sanitation standard operating procedures an essential preliminary program. *Lucrari stiintifice medicina veterinara*. **45**, 83-86.

Jeličić, I., Božanić, R., Krčmar, N. (2009) Primjena HACCP sustava u proizvodnji UHT steriliziranog mlijeka. *Mljekarstvo* **59**, 155-175.

Kalit , S. (2016) Proizvodnja ovčjih i kozjih sireva od sirovog mlijeka. Projekt „Tehnička pomoć u koordinaciji Programa kontrole i iskorjenjivanja bolesti životinja u Bosni i Hercegovini-Faza III“, Bosna i Hercegovina.

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



- El-Hofi, M. A., El-Tanboly, E. E., Ismail, A. A. (2009) implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system on UF white cheese production line. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.* **34**, 4565-4575.
- Haenlein, G. F. W., Wendorff, W. L. (2006) Sheep milk. U: *Handbook of milk of non-bovine mammals* (Young, W. P., Haenlein, G. F. W.), Blackwell Publishing, New Jersey, str. 137-194.
- Korakhashvili, A., Jeiranashvili, G. (2016) Food safety hazards in Georgian TushuriGuda cheese. *Ann. of Agrarian Sci.* **14**, 212-216.
- Manning, L., Soon, J. M. (2013) Mechanisms for assessing food safety risk. *Brit Food J.* **115**, 460-484.
- Matijević, B. (2015.) *Sirarstvo u teoriji i praksi*. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
- Mazinani, M., Rude, B. (2020.) Population, World Production and Quality of Sheep and Goat Products. *Am. J. of Animal and Veterinary Sci.* **15**, 291-299.
- Molik, E., Bonczar, G., Misztal, T., Żebrowska, A., Zięba, D. (2012). The effect of the photoperiod and exogenous melatonin on the protein content in sheep milk. *Milk Protein*, 325.
- Oštarić F., Antunac, N., Prpić, Z., Mikulec, N. (2015) Utjecaj sirila na kvalitetu paškog sira. *Mljekarstvo* **65**, 101-110.
- Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima (2007) *Narodne novine* **133**, Zagreb.
- Pravilnikom o najvišim dopuštenim količinama ostataka veterinarskih lijekova u hrani (2005) *Narodne novine* **29**, Zagreb.
- Pravilnika o učestalosti službenih kontrola i visini naknade za službene kontrole (2009) *Narodne novine* **39**, Zagreb.
- Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (2015) *Narodne novine* **68**, Zagreb.
- Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (2020) *Narodne novine* **136**, Zagreb.

Rosak-Szyrocka, J., Abbase, A. A. (2020) Quality management and safety of food in HACCP system aspect. *Prod. engineering archives* **26**, 50-53.

Samaržija, D., Antunac, N., 2002: Oznake kvalitete: izvornost (PDO), zemljopisno podrijetlo (PGI) i garantirano tradicijski specijalitet (TSG) u socijalnoj i gospodarstvenoj zaštiti tradicionalne proizvodnje sira. *Mljekarstvo* **52**, 279-290.

Samaržija, D. (2016) Kvaliteta ovčjeg mlijeka i specifičnosti ovčjih autohtonih sireva, Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, < <http://www.ovce-koze.hr/wp-content/uploads/2016/01/5.1.-KVALITETA-OV%C4%8CJEG-MLIJEKA-I-SPECIFI%C4%8CNOSTI-OV%C4%8CJIH-AUTOHTONIH-SIREVA.pdf>> . Pristupljeno 10. Ožujka 2021.

Šimigić, N., Djekić, I., Tomašević, I., Miočinović, J., Gvozdrenović, R. (2006) Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food control* **25**, 728-731.

Špoljarić, J., Plavljančić, D., Radeljević, B., Horvat Kesić, I., Antunac, N., Havranek, J., Mikulec, N. (2017) Control of Ewe and Goat Cheeses Labelling on the Croatian Market. *Food Nutr. Sci.* **8**, 379-391.

Tratnik, LJ., Božanić, R. (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.

Udruga proizvođača paškog sira otoka Paga (2018) Specifikacija proizvoda, <<https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/datastore/filestore/139/Specifikacija-Paski-sir.pdf>>. Pristupljeno 22. veljače 2021.

UREDBA (EZ) br. 178/2002 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane (2002) *Službeni list Europske unije*, Strasbourg.

UREDBA (EZ) br. 2073/2005 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o mikrobiološkim kriterijima za hranu (2005) *Službeni list Europske unije*, Strasbourg.

Vasiljević, V. (2014) Proizvodnja hrvatskih autohtonih sireva (diplomski rad), Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

Vodič dobre higijenske prakse za proizvodnju mliječnih proizvoda na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu (2013) Savez udruga malih sirara RH „SirCro“, Zagreb.

Vukašinović, Z., Antunac, N., Mikulec, N., Mioč, B., Barać, Z. (2008) Proizvodnja i kvaliteta mlijeka paških ovaca. *Mljekarstvo* **58**, 5-20.

Wallace, C. A., Mortimore, S. E. (2016) *HACCP. Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*, 2. Izd., Woodhead Publishing, Sawstone.

Watkins, P. J., Kearney, G., Rose, G., Allen, D., Ball, A. J., Pethick, D. W., & Warner, R. D. (2014) Effect of branched-chain fatty acids, 3-methylindole and 4-methylphenol on consumer sensory scores of grilled lamb meat. *Meat Sci.* **96**, 1088-1094.

Weinroth, M. D., Belk, A. D., Belk, E. K. (2018) History, development and current status of food safety systems worldwide. *Animal Frontiers* **8**, 9–15.

Wendorff W. L. (2001) Freezing qualities of raw ovine milk for further processing. *J. Dairy. Sci.* **84**, 74–78.

Wendorff W. L. (2005) Sheep milk and milk products: composition. U: Encyclopedia of animal science (Pond W. G, Bell A. W.) Marcel Dekker, New York.

Zakonu o hrani (2013) *Narodne novine*, **81**, Zagreb.

Zakona o službenim kontrolama koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja (2013) *Narodne novine*, **81**, Zagreb.

Zakona o informiranju potrošača o hrani (2013) *Narodne novine*, **56**, Zagreb.

Wendorff, W. L., Kalit, S. (2017) Processing of sheep milk. U: Handbook of milk of non-bovine mammals, 2. izd., (Young, W. P., Haenlein, G. F. W., Wendorff, W. L.), John Wiley & Sons, Ltd., New Jersey, str. 222-260.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je ovaj diplomski rad rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Martina Rudić

Ime i prezime studenta