

Razvoj HACCP sustava u proizvodnji tvrdog sira

Krivić, Ivona

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:167:531855>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-19**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

RAZVOJ HACCP SUSTAVA U PROIZVODNJI TVRDOG SIRA

ZAVRŠNI RAD

IVONA KRIVIĆ

Matični broj: 58

Split, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

RAZVOJ HACCP SUSTAVA U PROIZVODNJI TVRDOG SIRA

ZAVRŠNI RAD

IVONA KRIVIĆ

Matični broj: 58

Split, rujan 2020.

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
UNDERGRADUATE UNIVERSITY STUDY OF FOOD TECHNOLOGY

DEVELOPING HACCP SYSTEM IN CHEESE PRODUCTION

BACHELOR THESIS

IVONA KRIVIĆ

Parent number: 58

Split, September 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu

Kemijsko-tehnološki fakultet

Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambene tehnologije

Znanstveno područje: Prehrambena tehnologija

Znanstveno polje: Sigurnost i kvaliteta hrane

Tema rada je prihvaćena na XXVIII. sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko-tehnološkog fakulteta

Mentor: Prof. dr. sc. Josipa Giljanović

RAZVOJ HACCP SUSTAVA U PROIZVODNJI TVRDOG SIRA

Ivona Krivić, 58

Sažetak: Nakon što je Republika Hrvatska stupila u Europsku uniju, donosi se novi Zakon o hrani i Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu. 1.siječnja 2009. godine donesena je Odredba Zakona o hrani (NN 46/07). Od tada svi subjekti u poslovanju s hranom, osim primarne proizvodnje, dužni su uspostaviti sustav upravljanja sigurnošću hrane, koji se temelji na HACCP sustavu. Prema tome, svi subjekti u poslovanju s hranom od tog datuma bili su dužni implementirati HACCP sustav u svoje pogone.

Danas je sustav kontrole kvalitete hrane važan dio svake organizacije koja se bavi proizvodnjom i preradom hrane. Važnu ulogu u kontroli kvalitete hrane ima set standarda ISO, koji daje niz uputa i preporuka za implementaciju.

Cilj ovog rada je opisati implementaciju HACCP sustava u procesu proizvodnje tvrdog sira. Potrebno je provesti analizu opasnosti tijekom cijelog procesa proizvodnje te odrediti kritične kontrolne točke (KKT) i kritične granice. U radu je opisano uspostavljanje sustava nadzora za kontrolu KKT te popravne radnje u slučaju pojave opasnosti, važnost preduvjetnih programa i kontrola kvalitete.

Ključne riječi: HACCP, analiza opasnosti, kritične kontrolne točke, tvrdi sir

Rad sadrži: 60 stranica, 4 slike, 4 tablice, 30 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav povjerenstva za obranu:

1. Izv. prof. dr. sc. Ante Prkić	predsjednik
2. Doc. dr. sc. Zvonimir Marijanović	član
3. Prof. dr. sc. Josipa Giljanović	mentor

Datum obrane: 15.rujna 2020.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta Split, Ruđera Boškovića 35.

BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split

Faculty of Chemistry and Technology Split

Undergraduate University Study of Food Technology

Scientific area: Food technology

Scientific field: Safety and quality of food

Thesis subject was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology, session no. XXVIII.

Mentor: Prof. dr. sc. Josipa Giljanović

DEVELOPING HACCP SYSTEM IN CHEESE PRODUCTION

Ivona Krivić, 58

Abstract: After joining the European Union, Republic Croatia passed a Food Act and a Law of food hygiene and microbiological criteria. On January 1st, 2009 the Regulation of the Food Act was passed. Since then all food business operators, except at the level of primary production, are required to establish a food safety management system, which is based on the HACCP system. Accordingly all food business operators, from that date, were required to implement the HACCP system in their facilities.

Today, food quality control systems are an important part of any food production and processing organization. An important role in food quality control system is played by a set of ISO standards, which gives a series of instructions and recommendations for implementation.

The purpose of this paper is describe the implementation of the HACCP system in hard cheese production. It is necessary to conduct a hazard analysis during the process and determine critical control points (CCP) and critical limits. In this paper I described the establishment of a supervisory control system for CCP and corrective actions in case of danger, the importance of prerequisite program and quality control.

Keywords: HACCP, hazard analysis, critical control points, hard cheese

Thesis contains: 60 pages, 4 figures, 4 tables, 30 references

Original in: Croatian

Defence committee:

- | | |
|---|--------------|
| 1. Ante Prkić, PhD, associate prof. | chair person |
| 2. Zvonimir Marijanović, PhD, assistant prof. | member |
| 3. Josipa Giljanović, PhD, full prof. | supervisor |

Defence date: September 15th, 2020.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of Faculty of Chemistry and Technology Split, Ruđera Boškovića 35.

Završni rad je izrađen u Zavodu za Analitičku kemiju, Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom prof. dr. sc. Josipe Giljanović, u razdoblju od lipnja do kolovoza.

ZAHVALA

U prvom redu, veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Josipi Giljanović, koja mi je omogućila da izradim ovaj završni rad te pomogla brojnim savjetima prilikom izrade istog.

Također se želim zahvaliti svojim roditeljima, braći i prijateljima koji su uvijek bili uz mene i pružali mi podršku, u dobrim i lošim trenutcima.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Zadatak završnog rada bio je provesti analizu opasnosti i odrediti kritične kontrolne točke (KKT), kritične granice i uspostaviti plan nadzora (HACCP plan) u kritičnim kontrolnim točkama odnosno korake u procesu proizvodnje tvrdog sira.

SAŽETAK:

Nakon što je Republika Hrvatska stupila u Europsku uniju, donosi se novi Zakon o hrani i Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu. 1.siječnja 2009. godine donesena je Odredba Zakona o hrani (NN 46/07). Od tada svi subjekti u poslovanju s hranom, osim primarne proizvodnje, dužni su uspostaviti sustav upravljanja sigurnošću hrane, koji se temelji na HACCP sustavu. Prema tome, svi subjekti u poslovanju s hranom od tog datuma bili su dužni implementirati HACCP sustav u svoje pogone.

Danas je sustav kontrole kvalitete hrane važan dio svake organizacije koja se bavi proizvodnjom i preradom hrane. Važnu ulogu u kontroli kvalitete hrane ima set standarda ISO, koji daje niz uputa i preporuka za implementaciju.

Cilj ovog rada je opisati implementaciju HACCP sustava u procesu proizvodnje tvrdog sira. Potrebno je provesti analizu opasnosti tijekom cijelog procesa proizvodnje te odrediti kritične kontrolne točke (KKT) i kritične granice. U radu je opisano uspostavljanje sustava nadzora za kontrolu KKT te popravne radnje u slučaju pojave opasnosti, važnost preduvjetnih programa i kontrola kvalitete.

Ključne riječi: HACCP, analiza opasnosti, kritične kontrolne točke, tvrdi sir

SUMMARY:

After joining the European Union, Republic Croatia passed a Food Act and a Law of food hygiene and microbiological criteria. On January 1st, 2009 the Regulation of the Food Act was passed. Since then all food business operators, except at the level of primary production, are required to establish a food safety management system, which is based on the HACCP system. Accordingly all food business operators, from that date, were required to implement the HACCP system in their facilities.

Today, food quality control systems are an important part of any food production and processing organization. An important role in food quality control system is played by a set of ISO standards, which gives a series of instructions and recommendations for implementation.

The purpose of this paper is describe the implementation of the HACCP system in hard cheese production. It is necessary to conduct a hazard analysis during the process and determine critical control points (CCP) and critical limits. In this paper I described the establishment of a supervisory control system for CCP and corrective actions in case of danger, the importance of prerequisite program and quality control.

Keywords: HACCP, hazard analysis, critical control points, hard cheese

Sadržaj

UVOD.....	3
1. OPĆI DIO.....	4
1.1. KVALITETA HRANE.....	4
1.2. HACCP SUSTAV	5
1.2.1. POVIJEST HACCP SUSTAVA.....	5
1.2.2. PREDUVJETNI PROGRAMI	6
1.2.2.1. DOBRA HIGIJENSKA PRAKSA I DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA	6
1.2.2.2. STANDARDNI OPERATIVNI POSTUPCI - SOP.....	10
1.2.2.3. STANDARDNI SANITACIJSKI OPERATIVNI POSTUPCI - SSOP.....	10
1.2.3. SEDAM NAČELA HACCP SUSTAVA.....	11
1.2.4. 12 KORAKA HACCP SUSTAVA	12
1.2.4.1. FORMIRANJE HACCP TIMA.....	13
1.2.4.2. DETALJAN OPIS PROIZVODA	13
1.2.4.3. UTVRDITI NAMJENU PROIZVODA	14
1.2.4.4. KONSTRUKCIJA DIJAGRAMA TIJEKA	14
1.2.4.5. VERIFIKACIJA DIJAGRAMA TIJEKA U POGONU	14
1.2.4.6. ANALIZA OPASNOSTI.....	14
1.2.4.7. ODREĐIVANJE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI (KKT).....	20
1.2.4.8. ODREĐIVANJE KRITIČNIH GRANICA ZA SVAKU KRITIČNU KONTROLNU TOČKU	20
1.2.4.9. USPOSTAVLJANJE SUSTAVA ZA NADZIRANJE KONTROLE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI.....	21
1.2.4.10. USPOSTAVLJANJE POPRAVNIH RADNJI	21
1.2.4.11. USPOSTAVLJANJE POSTUPAKA VERIFIKACIJE.....	21
1.2.4.12. USPOSTAVLJANJE DOKUMENTACIJE I ZAPISA.....	22
1.3. TVRDI SIR.....	23
1.3.1. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE TVRDOG SIRA	23
1.4. RAZVIJANJE HACCP SUSTAVA U PROIZVODNJI TVRDOG SIRA	29
1.4.1. FORMIRANJE HACCP TIMA.....	29
1.4.2. DETALJAN OPIS PROIZVODA	29
1.4.3. UTVRDITI NAMJENU PROIZVODA	30
1.4.4. KONSTRUKCIJA DIJAGRAMA TIJEKA	30
1.4.5. VERIFIKACIJA DIJAGRAMA TIJEKA U POGONU	32

1.4.6. ANALIZA OPASNOSTI	32
1.4.7. ODREĐIVANJE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI	38
1.4.8. ODREĐIVANJE KRITIČNIH GRANICA ZA SVAKU KRITIČNU KONTROLNU TOČKU	40
1.4.9. USPOSTAVLJANJE SUSTAVA ZA NADZIRANJE KONTROLE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI	41
1.4.10. USPOSTAVLJANJE POPRAVNIH RADNJI	41
1.4.11. USPOSTAVLJANJE POSTUPAKA VERIFIKACIJE	42
1.4.12. USPOSTAVLJANJE DOKUMENTACIJE I ZAPISA	43
ZAKLJUČAK	45
LITERATURA	46

UVOD

HACCP je kratica za engleski naziv *Hazard Analysis and Critical Control Point*. Definiramo ga kao proces analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točki, koji obuhvaća cijeli niz preventivnih postupaka, a cilj mu je osigurati zdravstveno ispravnu hranu. Najjednostavnije se može reći da je HACCP zapravo sustav samokontrole, ali i sustav kvalitete kojom osiguravamo neškodljivost hrane.

Primjena načela HACCP sustava zakonski je preduvjet u Europskoj uniji za proizvođače hrane već nekoliko godina, a temeljem Zakona o hrani od 07. svibnja 2007. godine postaje zakonski preduvjet i u Republici Hrvatskoj. Zakon o hrani predstavlja temelj za osiguranje visoke razine zaštite zdravlja ljudi i interesa potrošača u vezi s hranom. Zakon o hrani definira zahtjeve o sustavu samokontrole te subjektima u poslovanju s hranom nalaže obvezu uspostave sustava samokontrole u objektima za proizvodnju hrane u skladu s načelima analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točki, odnosno implementaciju HACCP sustava. (1)

U skladu s legislativom EU u području sigurnosti prehrambenih proizvoda temeljenoj na smjernicama 852/04, 853/04 i 854/04, u Republici Hrvatskoj su na snazi sljedeći zakonski akti glede primjene HACCP sustava : *Zakon o hrani* (Narodne novine, br. 81/13), *Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu* (Narodne novine, br. 81/13), *Zakon o veterinarstvu* (Narodne novine, br.: 82/13 i 148/13), *Zakon o službenim kontrolama koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja* (Narodne novine, br. 81/13) i *Zakon o informiranju potrošača o hrani* (Narodne novine, br. 56/13)

1971. godine Komisija *Codex Alimentarius* je priznala HACCP sustav, a od 1993. godine HACCP sustav se počeo primjenjivati na području Europske unije.

1. OPĆI DIO

1.1. KVALITETA HRANE

Kvaliteta hrane podrazumijeva niz kompleksnih karakteristika hrane koje određuju njenu vrijednost, prikladnost za konzumaciju i prihvatljivost kod potrošača. Ona opisuje stupanj izvrsnosti, sve parametre i zahtjeve koje je potrebno ispuniti kako bi se zadovoljile potrebe i očekivanja potrošača. Sigurnost hrane je osnovni preduvjet kvalitete hrane te podrazumijeva hranu bez ili s prihvatljivom razinom kontaminanata, prirodno prisutnih toksina i drugih tvari koji ju mogu učiniti štetnom za zdravlje ljudi. Osim sigurnosti, na kvalitetu hrane utječu i nutritivna svojstva hrane, senzorska svojstva hrane (izgled, oblik, boja, tekstura, okus, miris), trajnost, pakiranje, označavanje i druge karakteristike. Na navedene karakteristike utječe kvaliteta sirovina korištenih u proizvodnji hrane, sastav hrane i metoda prerade te način i uvjeti skladištenja. Na kvalitetu hrane, također, utječu i socijalni čimbenici (kultura, tradicija), važeći propisi i zakonska regulativa, dostupnost, cijena, robna marka, usluga pri distribuciji/prodaji i način rukovanja.

Postoje dva modela na osnovu kojih se dijele karakteristike kvalitete. Unutarnje karakteristike fizički su nerazdvojive od proizvoda i primjetne su (karakteristike teksture i okusa) ili priopćene (sigurnost, zdravlje), a rezultat su fizikalno-kemijskih i ostalih svojstava hrane (pH-vrijednost, sastav, mikrobiološka kontaminacija). Vanjske karakteristike ne moraju nužno biti povezane sa svojstvima proizvoda, ali mogu utjecati na potrošačevu percepciju kvalitete. To su karakteristike povezane s proizvodnim i marketinškim aspektima proizvoda, ali također utječu na prihvaćanje proizvoda (dobrobit životinja, održivost proizvodnje, ime brenda). (2)

1.2. HACCP SUSTAV

HACCP je kratica za engleski naziv *Hazard Analysis and Critical Control Point*. Definiramo ga kao proces analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točki, koji obuhvaća cijeli niz preventivnih postupaka, a cilj mu je osigurati zdravstveno ispravnu hranu. Najjednostavnije se može reći da je HACCP zapravo sustav samokontrole, ali i sustav kvalitete kojom osiguravamo neškodljivost hrane. HACCP sustav se sastoji od dvije osnovne komponente:

1. HA predstavlja analizu rizika, odnosno identifikaciju opasnosti u svakoj fazi proizvodnje hrane i procjenu značaja tih opasnosti po ljudsko zdravlje
2. CCP (kritične kontrolne točke) predstavljaju faze u proizvodnji u kojima se može spriječiti ili eliminirati rizik po sigurnost hrane ili njihov utjecaj svesti na prihvatljiv nivo, kao i vršiti njihova kontrola. (3)

1.2.1. POVIJEST HACCP SUSTAVA

HACCP sustav je nastao 1960-ih godina u suradnji tvrtke Pillsbury s NASA-om i američkim vojnim laboratorijem u Naticku, s ciljem osiguranja sigurne hrane za astronaute. Zbog uspjeha koji su postigli s HACCP sustavom, 1971. godine održana je prva prezentacija HACCP sustava na Nacionalnoj konferenciji o zaštiti hrane na kojoj su ispitane kritične kontrolne točke (KKT) i dobre proizvođačke prakse (DPP/GMP) u proizvodnji sigurne hrane. Agencija za hranu i lijekove (*Food and Drug Administration*, FDA), nakon konferencije, traži od Pillsburyja da uspostavi i upravlja programom obuke za inspekciju konzervirane hrane za inspektore FDA. Program obuke je prvi put održan u rujnu 1972. godine u trajanju od 21 dan, a ujedno je ovo bio prvi put da se HACCP sustav koristio za obrazovanje drugih prehrambenih objekata u industriji. (4)

1979. godine Agencija za hranu i lijekove objavila je „*Termički obrađena nisko-kisela hrana pakirana u hermetički zatvorenim posudama*“ i „*Kisela hrana*“ po

principu HACCP sustava. 1985. godine potvrđeno je da je HACCP sustav najučinkovitiji način osiguranja sigurnosti hrane. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 1985. i 1986. godine) te Međunarodna komisija za mikrobiološke standarde (1988.godine) su poticale primjenu HACCP-sustava. (5)

Codex Food Hygiene Committee je 1990. godine podržao sustav HACCP. Analiza opasnosti i odabranih kritičnih kontrolnih točki provodila se prema stablu odluke. 1993. godine *Codex Alimentarius* predstavlja praktičnu primjenu HACCP sustava u prehrambenoj industriji, a 1995. godine je osnovana Svjetska trgovinska organizacija (*World Trade Organization, WTO*) te su na snagu stupili standardi, preporuke i smjernice od strane *Codexa* te HACCP dokumenti. Od tada je primjena HACCP sustava postala međunarodni zahtjev za osiguranje sigurnosti hrane. (6)

1.2.2. PREDUVJETNI PROGRAMI

HACCP sustav uspješno funkcionira samo uz realizaciju preduvjetnih programa. Preduvjetni programi predstavljaju opće aktivnosti koje utječu na zdravstvenu ispravnost hrane. Preduvjetni programi se sastoje od Dobre higijenske prakse (DHP), Dobre proizvođačke prakse (DPP), Standardnih operativnih postupaka (SOP) i Standardnih sanitacijskih operativnih postupaka (SSOP). Osnovni preduvjetni programi za implementaciju HACCP sustava su: čišćenje i dezinfekcija, održavanje opreme, kontrola štetočina te usporedna edukacija osoblja o načinu i realizaciji istih. (7)

1.2.2.1. DOBRA HIGIJENSKA PRAKSA I DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA

Od 1.siječnja 2006. godine u Europskoj uniji se primjenjuju novi zajednički propisi na području higijene hrane, takozvani „*Higijenski paket*“, čiji temelj predstavlja *Europski Zakon o hrani (EC 178/02)* donesen 2002.godine, a u

kojem se po prvi puta na nivou cijele Europske unije daju smjernice za uspostavu sustava osiguranja zdravstvene ispravnosti hrane u čitavom lancu „od polja do stola“ po novim principima i načelima. Hrvatski *Zakon o hrani* (NN broj 46/07) i podzakonski akti kojima se utvrđuju opća pravila higijene hrane potpuno su u skladu s europskim zakonodavstvom ovog područja. (8)

Subjekti u poslovanju s hranom su dužni obavljati sve higijenske postupke u skladu s Dobrom higijenskom praksom, a to su osigurati osnovnu higijenu u poslovnom objektu, održavati opremu, higijenski savršeno rukovati hranom i osobnom higijenom, ispravno zbrinjavanje otpada, čišćenje i dezinfekcija te upravljanje štetočinama. (9)

Pod Dobrom proizvođačkom praksom (*Good Manufacturing Practice, GMP*) podrazumijeva se dio sustava osiguranja kvalitete kojim se postiže da se proizvodi dosljedno i trajno proizvode i provjeravaju prema odgovarajućim normama u skladu s njihovom namjenom. Propisi Dobre proizvođačke prakse koncipirani su tako da minimiziraju mogućnost nastanka problema u radu tvornice koji bi mogli negativno utjecati na kvalitetu proizvoda. U mnogim su zemljama definirani zakonski propisi kojim se od proizvođača lijekova, medicinskih proizvoda, hrane ili kozmetike zahtijeva primjena načela Dobre proizvođačke prakse tako da se osiguraju zahtjevi sigurnosti, kvalitete ili djelotvornosti proizvoda. (10)

Poslovni objekti

Poslovni objekt je potrebno održavati čistim i urednim. U poslovnom objektu se zahtijeva određeni broj umivaonika spojenih na kanalizacijski sustav. Sanitarni čvorovi ne smiju se otvarati direktno prema prostorijama gdje se priprema hrana, a potrebno je imati dovoljan broj umivaonika koji služe samo za pranje ruku. Umivaonici moraju imati toplu i hladnu vodu, sredstva za pranje ruku i higijensko sušenje ruku. U kuhinji je nužno umivaonik za pranje ruku odvojiti od sudopera za pranje sirovina i pribora.

U poslovnom objektu je također potrebno osigurati dobru izmjenu zraka. Ventilacijski sustav mora biti izrađen tako da omogućava pristup za čišćenje i zamjenu filtara i drugih dijelova. Sanitarne prostorije moraju imati dovoljnu

izmjenu zraka, koja može biti prirodna ili putem ugrađenih sustava za izmjenu zraka. Prostorije moraju imati odgovarajuću prirodnu ili umjetnu rasvjetu. Kemikalije i sredstva za čišćenje ne smiju se držati u prostorijama gdje se priprema hrana. (8)

Prostori u kojima se hrana priprema, obrađuje i prerađuje

Podovi moraju biti u dobrom stanju i pogodni za čišćenje i dezinfekciju. Zidovi do odgovarajuće visine, ovisno u vrsti objekta, moraju biti glatki i izvedeni tako da su pogodni za čišćenje i dezinfekciju. Stropovi moraju biti izvedeni tako da sprječavaju nakupljanje prašine, umanjuju kondenzaciju i rast nepoželjnih plijesni te otpadanje čestica. Prozori i drugi otvori moraju biti konstruirani tako da sprječavaju nakupljanje prašine. Ukoliko su otvoreni, moraju biti zaštićeni određenom zaštitom od kukaca. Vrata se moraju lako čistiti i dezinficirati. Trebaju biti glatka, bez oštih kutova i ukrasnih pregiba, postojana na utjecaj okoliša i radnih uvjeta. Vrata također moraju biti zaštićena zaštitom za kukce. Površine moraju biti izrađene od materijala koji se lako čisti i dezinficira, to jest moraju biti glatke, perive, otporne na koroziju i ne smiju biti toksične. Potrebno je imati posebnu prostoriju za pranje i čišćenje opreme, koja mora imati toplu i hladnu vodu. Oprema mora biti od nekorozivnog materijala i pogodna za čišćenje. Kada je potrebno, mora se osigurati prostor za pranje sirovina. Voda u takvim prostorijama mora biti zdravstveno ispravna. (8)

Osobna higijena

Svaka zaposlena osoba koja rukuje s hranom mora osiguravati visok nivo osobne higijene. Mora nositi prikladnu, čistu odjeću i obuću, a gdje je to potrebno i zaštitnu odjeću. Mora vezati kosu na potiljku i nositi određena prikrivala za glavu, kao što su kapa ili mrežica za kosu. Prilikom rukovanja s hranom, ne smije se nositi nakit ni satovi, niti dodirivati lice, kosa, pušiti, pljuvati, jesti ili žvakati gumu za žvakanje.

Osobama koje rukuju s hranom strogo je zabranjeno:

- započeti posao bez zdravstvenog pregleda na kliconoše
- doći na posao ako boluje od neke zarazne bolesti, koja se može prenijeti

hranom ili je njezin kliconoša

- raditi s ranama, ogrebotinama, gnojnim prištevima ili čirevima na koži ruku ili na drugim otvorenim dijelovima tijela
- doći na posao ukoliko imaju dijareju ili druge probavne tegobe

Svaka osoba koja rukuje s hranom mora svakih 6 mjeseci obaviti liječnički pregled te pregled na kliconoštvo. Redovita liječnička kontrola dokazuje se sanitarnom knjižicom.

Učinkovito pranje ruku je važno da se spriječi širenje štetnih mikroorganizama na hranu kojom osoba rukuje, pribor i radne površine. Zaposlenici moraju prati ruke:

- kada ulaze na radno mjesto ili se vraćaju s pauze
- nakon odlaska na toalet
- prije pripreme hrane
- nakon kontakta sa sirovom hranom
- nakon rukovanja s otpadcima hrane ili pražnjena smeća
- nakon čišćenja
- nakon dodirivanja lica, usta ili brisanja nosa

Ruke se peru pravilno pod tekućom vodom i s tekućim sapunom na način da se dobro istrlja površina ruku i prstiju u trajanju od 2 minute. Nakon toga se ruke dobro isperu te osuše jednokratnim papirnatim ručnicima. Ako je potrebno ruke se peru i dezinfekcijskim sredstvom. (8)

Čišćenje, pranje i dezinfekcija

Učinkovito čišćenje i pranje uklanja mikroorganizme i nečistoću s ruku, opreme i površina i time sprječava njihovo širenje na hranu. U svrhu učinkovite provedbe navedenih mjera potrebno je:

- osigurati da zaposlenici temeljito peru i suše ruke prije rukovanja hranom

- čistiti i prati mjesta gdje se drži hrana, kao i opremu i pribor između izvođenja dviju različitih radnji, osobito nakon rukovanja sa sirovom hranom
- osigurati da prostor bude pospremljen i čist za vrijeme rada te kada se posao završi

Dezinfekcija je postupak uništavanja živih mikroorganizama kemijskim sredstvom (dezinficijensom). Primjenjuje se na neživim objektima, što uključuje radne površine, pribor, spremnike za hranu i one dijelove objekta u kojima je potrebno provesti dezinfekciju. (8)

Održavanje zaliha i upravljanje štetočinama

Štetočine često pasivno dolaze do kuhinjskog prostora s ambalažom, paletama ili na foliji. Najveći problem predstavljaju žohari, mravi, miševi i štakori. U kuhinjama nailaze na optimalne uslove za život i reprodukciju te tu mogu opstati duže vrijeme. Iz tog razloga se prodiranje štetnika mora minimalizirati. Vanjska vrata ne smiju biti dugo otvorena. Preventivne, vizualne inspekcije na štetočine moraju se provoditi redovito.

Što je više robe skladišteno, veća je vjerojatnost da će se pojaviti štetočine. Uklanjanje štetočina se mora povjeriti ovlaštenim subjektima. (8)

1.2.2.2. STANDARDNI OPERATIVNI POSTUPCI - SOP

Standardni operativni postupci obuhvaćaju sve vrste uputa kojima se definira *tko* mora nešto napraviti, *zašto* se to radi, *što* točno treba napraviti i *kako* se to radi. Određuje se i učestalost provođenja navedenih radnji, granične vrijednosti prihvatljivosti i popravne radnje ako rezultati nisu zadovoljavajući. (7)

1.2.2.3. STANDARDNI SANITACIJSKI OPERATIVNI POSTUPCI - SSOP

Standardni sanitacijski operativni postupci utvrđuju način i korake sanitacije s

obzirom na mogućnost direktne kontaminacije proizvoda tijekom proizvodnje. Uključuje i *pred operativnu sanitaciju* (čišćenje opreme, pribora i površina prije početka proizvodnje) i *operativnu sanitaciju* (čistoća opreme tijekom proizvodnje, higijena radnika, manipulacija sa sirovinom, poluproizvodom i gotovim proizvodom). (7)

1.2.3. SEDAM NAČELA HACCP SUSTAVA

HACCP sustav sastoji se od sljedećih sedam načela:

1. Provesti analizu opasnosti.

Primjena ovog načela uključuje popis koraka u postupku i identificiranje tamo gdje mogu nastati značajne opasnosti. HACCP tim usredotočit će se na opasnosti koje se mogu spriječiti, ukloniti ili kontrolirati HACCP planom.

2. Odrediti kritične kontrolne točke (KKT).

Kritična kontrolna točka je točka, korak ili postupak u kojem se može primijeniti određena kontrola te na taj način spriječiti, ukloniti ili smanjiti opasnost na prihvatljive razine. HACCP tim će koristiti stablo odluke za pomoć u identifikaciji kritičnih kontrolnih točki u procesu. Broj potrebnih kritičnih kontrolnih točki ovisi o koracima obrade i kontroli potrebnoj za osiguranje sigurnosti hrane.

3. Uspostaviti kritičnu granicu.

Kritična granica je maksimalna ili minimalna vrijednost do koje se moraju kontrolirati biološki, fizički ili kemijski parametri na kritičnim kontrolnim točkama kako bi se rizik spriječio, eliminirao ili smanjio na prihvatljivu razinu. Kritična granica je obično mjera poput vremena, temperature, pH, težine ili neke druge mjere koja se temelji na znanstvenoj literaturi i/ili regulatornim standardima.

4. Uspostaviti sustav za nadziranje kontrole kritičnih kontrolnih točki.

HACCP tim će opisati postupke praćenja za mjerenje kritične granice na svakoj kritičnoj kontrolnoj točki. Postupci praćenja trebaju opisati kako će se mjeriti, kada se mjeri, tko je odgovoran za mjerenje i koliko često se mjerenje provodi tijekom proizvodnje.

5. Uspostaviti korektivne mjere koje treba poduzeti kada nadzor pokazuje da određene kritične kontrolne točke nisu pod kontrolom.

Korektivne mjere su radnje koje treba poduzeti kada dođe do odstupanja od kritične granice. HACCP tim će odrediti korake koji će se poduzeti kako bi se spriječilo da potencijalno opasna hrana uđe u prehrambeni lanac. To obično uključuje prepoznavanje problema i potrebne korake za osiguranje od ponovnog pojavljivanja problema.

6. Uspostaviti postupke za verifikaciju / provjeru kako bi se potvrdilo da HACCP sustav radi učinkovito.

Ovaj korak uključuje provjeru aktivnosti kako bi se utvrdilo odvija li se HACCP plan po unaprijed određenom planu. Može uključivati aktivnosti kao što su pregled zapisa, prethodni pregled pošiljaka, umjeravanje instrumenata i testiranje proizvoda.

7. Uspostaviti dokumentaciju koja se odnosi na sve postupke i zapise odgovarajuće ovim načelima i njihovoj primjeni.

Ključna komponenta HACCP plana je bilježenje podataka pomoću kojih se može dokazati da je hrana proizvedena sigurno. Evidencija također mora sadržavati podatke o HACCP planu, HACCP timu, opis proizvoda, dijagram tijeka, analizu opasnosti, kritične granice, sustav nadzora, korektivne radnje, postupke vođenja evidencije i postupke provjere. (11)

1.2.4. 12 KORAKA HACCP SUSTAVA

1. Formiranje HACCP tima
2. Detaljan opis proizvoda
3. Utvrditi namjenu proizvoda

4. Konstrukcija dijagrama tijeka
5. Verifikacija dijagrama tijeka u pogonu
6. Analiza opasnosti (načelo 1)
7. Određivanje kritičnih kontrolnih točki (KKT) (načelo 2)
8. Određivanje kritičnih granica za svaku kritičnu kontrolnu točku (načelo 3)
9. Uspostavljanje sustava za nadziranje kontrole kritičnih kontrolnih točki (načelo 4)
10. Uspostavljanje popravni radnji (načelo 5)
11. Uspostavljanje postupaka verifikacije (načelo 6)
12. Uspostavljanje dokumentacije i zapisa (načelo 7) (12)

1.2.4.1. FORMIRANJE HACCP TIMA

Prvi korak u izradi HACCP plana je formiranje HACCP tima. Takav tim naziva se multidisciplinarni tim, a sačinjen je od svih struka potrebnih jednoj tvrtki, a tu spadaju inženjeri strojarstva, prehrambeni tehnolozi, sanitarni inženjeri, voditelji kvalitete i vanjski stručnjaci. Voditelj HACCP tima je HACCP koordinator i on mora imati upravljačke sposobnosti obučenost za HACCP. (12)

1.2.4.2. DETALJAN OPIS PROIZVODA

U ovom koraku je potrebno potpuno opisati prehrambeni proizvod. Opis mora uključivati najmanje informacije o sastavu, strukturi i fizikalno - kemijskim svojstvima, postupcima prerade i proizvodnje, pakiranju, uvjetima skladištenja i distribucije te roku trajanja proizvoda. Detaljan opis proizvoda pomaže za lakšu identifikaciju opasnosti prilikom proizvodnje određenog prehrambenog proizvoda. (13)

1.2.4.3. UTVRDITI NAMJENU PROIZVODA

Namjena proizvoda bi se trebala temeljiti na očekivanoj uporabi proizvoda od strane krajnjeg potrošača. U specifičnim slučajevima u ovom koraku potrebno je uzeti u obzir i ranjive skupine stanovništva. (13)

1.2.4.4. KONSTRUKCIJA DIJAGRAMA TIJEKA

Prema *Pravilniku o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava*, dijagram tijeka je sustavni prikaz slijeda koraka ili postupaka primijenjenih u procesu pripreme, proizvodnje, prerade, pakiranja, skladištenja, prijevoza i distribucije hrane. Dijagram tijeka sastavlja HACCP tim. Konstrukcija dijagrama tijeka prepoznaje sve korake u proizvodnji od prijema sirovina do gotovog proizvoda. (13, 14)

1.2.4.5. VERIFIKACIJA DIJAGRAMA TIJEKA U POGONU

HACCP tim bi trebao potvrditi operacije obrade prema dijagramu tijeka tijekom svih faza i sati rada i po potrebi izmijeniti dijagram tijeka. (13)

1.2.4.6. ANALIZA OPASNOSTI

HACCP tim bi trebao nabrojati sve opasnosti za koje se može očekivati da će se pojaviti na svakom koraku od primarne proizvodnje, prerade, proizvodnje i distribucije do trenutka potrošnje. Nakon toga, HACCP tim bi trebao provesti analizu opasnosti kako bi se utvrdilo koje opasnosti su takve prirode da je njihovo uklanjanje ili spuštanje na prihvatljive razine bitno za proizvodnju sigurne hrane.

U provedbu analize opasnosti potrebno je uključiti sljedeće korake:

- vjerojatnost pojave opasnosti i ozbiljnost njihovih štetnih učinaka na zdravlje
- kvalitativna i/ili kvantitativna procjena prisutnosti opasnosti
- preživljavanje i/ili razmnožavanje zabrinjavajućih mikroorganizama
- postojanje u hrani toksina, fizikalnih ili kemijskih agensa ili njihova proizvodnja tijekom tehnološkog procesa proizvodnje te uvjeti koji vode ka njihovoj proizvodnji

Nakon što HACCP tim provede analizu opasnosti mora razmotriti mjere nadzora koje se mogu primijeniti za svaku opasnost. Za neke specifične opasnosti može biti potrebno više od jedne mjere nadzora, a neke opasnosti se mogu zajedno smanjiti upotrebom jedne mjere nadzora. (13)

Opasnost je sve ono što može imati posljedice za zdravlje potrošača. Opasnosti za zdravstvenu ispravnost hrane mogu biti:

- biološke opasnosti (štetnici, kao što su miš, žohar, mikrobiološke opasnosti itd.)
- fizičke opasnosti (npr. komad stakla, ostatak ambalaže i sl.)
- kemijske opasnosti (npr. ostatak deterdženta i sl.)

Mikrobiološka opasnost za zdravstvenu ispravnost hrane

Mikrobiološku opasnost za zdravstvenu ispravnost hrane predstavljaju različite vrste mikroorganizama: bakterije, virusi, paraziti, plijesni, kvasci i gljivice. Bakterije su najčešći uzročnici bolesti vezanih za hranu. Mikroorganizmi, kao biološka opasnost, predstavljaju najčešći uzrok trovanja hranom. Velika pažnja se posvećuje prevenciji njihove prisutnosti i razmnožavanju u hrani tijekom postupka analize opasnosti i procjeni kritičnih kontrolnih točki u procesu proizvodnje hrane prema HACCP planu. (15)

Mikroorganizmi imaju različite putove širenja, uvjete razmnožavanja i rasta, način ulaska u organizam domaćina i mogućnost preživljavanja u nepovoljnim uvjetima. U ljudski ili životinjski organizam, mikroorganizmi se mogu unijeti

direktno putem zagađene hrane ili vode ili indirektno, odnosno prijenos mikroorganizama putem predmeta koji se koriste prilikom pripreme hrane. Ukoliko se istim priborom reže sirovo meso peradi zaraženo patogenom bakterijom roda *Salmonella spp.* i sirova salata doći će do križne kontaminacije. U tom slučaju izvor zaraze neće biti sirovo meso, nego salata koja je kontaminirana zaraženim priborom.

Najugroženije osobe od trovanja hranom mikroorganizmima su djeca i starije osobe te osobe sa slabijim imunitetom. Trovanje hranom najčešće izaziva probavne tegobe, ali također postoje i mikroorganizmi koji oštećuju druge organe te izazivaju druge tegobe neovisno o probavnim tegobama, a tu npr. spada *L.monocytogenes*, koja izaziva spontani pobačaj.

Mikroorganizmi mogu uzrokovati epidemije - pojava bolesti među većim brojem ljudi u nekom određenom vremenu i prostoru ili pandemije (epidemija svjetskog razmjera). U RH provodi se mikrobiološko ispitivanje hrane na pojedine uzročnike, što je propisano posebnim propisima, a najmanje jedanput godišnje svi ljudi koji sudjeluju u proizvodnji hrane obavezni su obaviti poseban zdravstveni pregled.

Najčešći uzročnici trovanja hranom su bakterije. Bakterije su jednostanični, mikroskopom vidljivi organizmi za koje se kaže da su najbrojniji na zemaljskoj kugli. Ako do trovanja hranom dolazi uslijed djelovanja samog mikroorganizma u organizmu čovjeka, govorimo o infekciji, a najčešći simptomi infekcije su mučnina, povraćanje, povišena tjelesna temperatura i glavobolja. Do trovanja također može doći djelovanjem toksina, koje bakterije izlučuju u hranu (emetički toksin - *Staphylococcus aureus* ili *Bacillus cereus*) ili toksina koje bakterije izlučuju u probavnom traktu (dijarealni toksin - *Clostridium perfringens* ili *Bacillus cereus*). Kod trovanja hranom djelovanjem toksina dominiraju simptomi od strane probavnog trakta, bez temperature i općih simptoma. Izuzetak je botulinum toksin, koji nastaje djelovanjem bakterije *Clostridium botulinum*, te izaziva tešku kliničku sliku pacijenta.

Najznačajnije bakterijske vrste koje mogu utjecati na zdravstvenu ispravnost hrane su: *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Yersinia*

enterocolitica, *Vibrio spp.*, *Aeromonas hydrophilia*, *Brucella*, *Clostridium perfringens* tip A, *Clostridium botulinum*, *Shigella spp.* i drugi. (16)

Virusi (lat. virus - sluz, otrov) su mnogo manji organizmi od bakterija, jednostavnije građe i ne mogu preživjeti samostalno, tj. za preživljavanje im je potrebna stanica domaćina. Liječenje virusnih infekcija predstavlja veliki izazov u medicini. Većina antivirusa djeluju tako da sprječavaju razmnožavanje virusa i napredovanje bolesti, ali ne ubija uzročnike bolesti.

Najpoznatije virusne infekcije su uglavnom infekcije gornjih dišnih putova - obična prehlada, gripa i tonzilofaringitis. Faringitis je upala ždrijela. (17)

Najčešći virusni uzročnici alimentarnih infekcija su: Norovirus, Hepatitis virus A, Hepatitis virus E, Rotavirus, Enterovirusi, Astrovirusi, Adenovirusi tip 40 i 41, Coronavirus i drugi.

Paraziti su sićušni organizmi od kojih su neki čak vidljivi i golim okom. Postoji više vrsta parazita koji mogu uzrokovati opasnost za ljudsko zdravlje, ali kod nas se sustavno prati samo jedan parazit *Trichinella spp.*

Najznačajniji paraziti uzročnici alimentarnih infekcija su: *Echinococcus granulosus*, *Trichinella spp.*, *Giardia duodenalis*, *Anisakis simplex*, *Enterobius vermicularis*, *Fasciola hepatica*, *Toxoplasma gondii*, *Trichuris trichiura* i drugi. (16)

Povoljni uvjeti za rast i razmnožavanje mikroorganizama su hrana, temperatura, vlaga, vrijeme, kisik, pH-vrijednost. U povoljnim uvjetima rast i razmnožavanje mikroorganizama se odvija ubrzano. Najveći broj bakterija, koje uzrokuju trovanje hranom, najbrže rastu i razmnožavaju se na temperaturi 37°C. Porastom temperature, rast bakterija se usporava. Na temperaturi 74°C većina bakterija se inhibira već nakon 2 minute. To znači da adekvatna termička obrada hrane uništava bakterije. Temperature 4°C i niže od 4°C usporava rast većine bakterija. Mnogi mikroorganizmi koji uzrokuju trovanje hranom ne mogu se razmnožavati na temperaturi nižoj od 5°C pa bi temperatura u rashladnim uređajima trebala biti niža od spomenute, ali važno je napomenuti da se na taj način ne uništavaju mikroorganizmi nego se samo inhibira njihov rast i

razmnožavanje. Tijekom dubokog zamrzavanja na temperaturama -18°C mikroorganizmi se samo inhibiraju, a prilikom ponovnog odmrzavanja postaju ponovno aktivni.

Iz svega toga možemo zaključiti da je opasna zona za rast i razmnožavanje mikroorganizama u temperaturnom rasponu od 5°C do 63°C . (15)

Fizička i kemijska opasnost za zdravstvenu ispravnost hrane

Fizičke opasnosti u hrani uključuju komadiće stakla, plastike, gume, metala, kosti, tkanine, drva, kamena, hrđe, ostatke kukaca i malih životinja. U hranu najčešće dospijevaju nenamjerno, ali mogu biti i namjerno dodani u svrhu patvorenja. Ozlijede potrošača i druge štetne pojave ovise prije svega o veličini stranog tijela koje se nalazi u namirnici. Praćenjem ozljeda stranim tijelima iz namirnice, FDA je uočila da jedino tvrde i oštre čestice promjera od 7mm do 25mm mogu biti opasne. Čestice veće od 25mm su dovoljno velike i uočljive da ih potrošač ne proguta. (17)

Mnoge sirovine u prehrambenoj industriji sadrže kemijske tvari, koje zbog svoje toksičnosti, ako se konzumiraju u velikim količinama, mogu uzrokovati zdravstvene probleme. Takvi spojevi se mogu inaktivirati ili ukloniti kuhanjem ili pripremanjem hrane. Postoje određeni kemijski spojevi, koji zadnjih nekoliko godina predstavljaju ogroman problem prilikom prerade hrane, a to su na primjer trans-masne kiseline ili akrilamid, koji nastaju preradom hrane. Također je važno obratiti pažnju na ambalažu u koju se proizvod pakira jer može doći do migracije nepoželjnih spojeva iz ambalaže u prehrambeni proizvod.

Kemijske i fizičke opasnosti za zdravstvenu ispravnost hrane mogu se podijeliti u sljedeće skupine:

1. Prirodni toksini

Prirodni toksini mogu se podijeliti na toksikante biljnog podrijetla, toksine animalnog podrijetla i mikrobne toksine. U toksikante biljnog podrijetla spadaju lektini, oksalati, fitati, tanini, inhibitori enzima, ksantini, fitoestrogeni, cijanogeni glikoziti, goitrogene tvari, piramidini iz boba, vazoaktivni amini, pirozidinski alkaloidi, aristolohične kiseline te alergeni

biljnog podrijetla. U toksine animalnog podrijetla spadaju histamin, avidin, prioni, laktoza, retinol i alergeni animalnog podrijetla. U mikrobne toksine spadaju mikotoksini (aflatoksini, okratoksini, fumonizini, trihoteceni, zearalenon, patulin) i algalni toksini (saksitoksini, brevetoksini, ciguatoksini i maitotoksini, Venerupin toksin, Pfiestria toksin, palitoksin, domoična kiselina).

2. Onečišćivači iz okoliša

U ovu skupinu spadaju industrijske onečišćujuće tvari, kao što su dioksini, policiklički aromatski ugljikovodici, poliklorirani bifenili, teški metali, radioaktivni elementi, nitrati i nitriti te pesticidi.

3. Onečišćivači nastali tijekom prerade ili čuvanja hrane

4. Toksikanti u namirnicama, hrani i vodi dospjeli ili nastali tijekom proizvodnje, obrade ili čuvanja

U ovu skupinu ubrajamo toksine iz genetski modificirane hrane, akrilamid, furan, produkti oksidacije masti i ulja, trans masne kiseline, kloropropanoli, alkoholi, etil karbamat, policiklički aromatski ugljikovodici, tiramin i vazoaktivni amini, nitrozamini i aminokiselinski derivati.

5. Onečišćivači iz materijala i predmeta u dodiru s hranom

U ovu skupinu spadaju različiti metali i slitine, plastika i nanočestice.

6. Prehrambeni aditivi

Prema *Pravilniku o prehrambenim aditivima* (NN 062/2010), prehrambeni aditiv jest svaka tvar koja se sama po sebi ne konzumira kao hrana, niti je prepoznatljiv sastojak određene hrane bez obzira na hranjivu vrijednost, a čije je dodavanje hrani namjerno zbog tehnoloških razloga u proizvodnji, preradi, pripremi, obradi, pakiranju, prijevozu ili skladištenju i ima za posljedicu, ili se može očekivati da će imati za posljedicu, da će aditiv ili njegov derivat postati izravno ili neizravno sastojak hrane. Prema tehnološkim i funkcionalnim svojstvima aditivi se dijele u sljedeće kategorije: sladila, bojila, konzervansi, antioksidansi, nosači, kiseline,

regulatori kiselosti, tvari za sprječavanje zgrudnjavanja, tvari protiv pjenjenja, tvari za povećanje volumena, emulgatori, emulgatorske soli, učvršćivači, pojačivači arome, tvari za pjenjenje, tvari za želiranje, tvari za poliranje, tvari za zadržavanje vlage, modificirani škrobovi, plinovi za pakiranje, potisni plinovi, tvari za rahljenje, sekvestranti, stabilizatori, zgušnjivači i tvari za tretiranje brašna. (17, 18)

1.2.4.7. ODREĐIVANJE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI (KKT)

U ovom koraku kontrolom se opasnost može spriječiti, ukloniti ili svesti na prihvatljiv nivo. Važno je znati da se jedna KKT može koristiti za kontrolu više mogućih opasnosti, a nekad je potrebno više KKT da bi se kontrolirala određena opasnost. Identificirane opasnosti treba preispitati preko stabla odluke. Tijekom prethodnog koraka se detektiraju određene opasnosti i one se potom provlače kroz pitanja stabla odluke te na temelju odgovora zaključujemo radi li se o KKT. (13)

1.2.4.8. ODREĐIVANJE KRITIČNIH GRANICA ZA SVAKU KRITIČNU KONTROLNU TOČKU

Kritična granica je maksimalna i/ili minimalna vrijednost prema kojoj biološki, kemijski i fizički parametar mora biti kontroliran u KKT da spriječi, odstrani ili smanji na prihvatljivu razinu nastajanje opasnosti za sigurnost hrane.

Kritične granice moraju biti navedene i potvrđene za svaku kritičnu kontrolnu točku, ako je to moguće. Postoji mogućnost da se u nekim slučajevima razradi više kritičnih granica. Kritična granica je obično mjera poput vremena, temperature, aktiviteta vode, pH, ili neka druga, utemeljena na znanstvenoj literaturi ili zakonskim propisima. (12, 13)

1.2.4.9. USPOSTAVLJANJE SUSTAVA ZA NADZIRANJE KONTROLE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI

U ovom koraku se provodi planirano mjerenje ili promatranje kritičnih vrijednosti u svakoj KKT da bi se ustanovilo prekoračenje kritične granice i kada je povećana opasnost da proizvod ugrozi zdravlje potrošača. Postupci nadzora moraju na vrijeme otkriti gubitak kontrole nad KKT, kako bi se na vrijeme moglo spriječiti kršenje kritičnih granica. Postupci nadzora opisuju tko provodi nadzor, što se nadzire (kritične granice), kako se izvodi nadzor (mjerenjem - fizikalna ili kemijska veličina ili promatranjem proizvoda, opreme ili postupaka), kada (kontinuirani nadzor - temperatura, koncentracija ili povremeni nadzor - pH vrijednost, koncentracija), gdje (na KKT ili što je bliže KKT). (12)

1.2.4.10. USPOSTAVLJANJE POPRAVNIH RADNJI

Kada vrijednosti u KKT izađu izvan kritičnih granica moraju se razviti posebne popravne radnje. HACCP tim utvrđuje korake koji će spriječiti potencijalnu opasnost i korake koji će ispraviti proces, što uključuje i korake koji će osigurati da se problem više ne pojavi. Popravne radnje mogu biti interventne i preventivne. Postupci odstupanja i odlaganja proizvoda moraju se dokumentirati u HACCP evidenciji. (12, 13)

1.2.4.11. USPOSTAVLJANJE POSTUPAKA VERIFIKACIJE

Ovaj korak uključuje aktivnosti koje je potrebno uraditi da bi se zaključilo radi li HACCP plan ispravno. Aktivnosti za postupke verifikacije uključuju pregled HACCP sustava i njegovih zapisa, pregled rezultata nadzora KKT, analizu proizvoda na izlazu te samo testiranje proizvoda. (12)

1.2.4.12. USPOSTAVLJANJE DOKUMENTACIJE I ZAPISA

Svi HACCP postupci moraju biti dokumentirani. Zapisi su ključni dio HACCP plana i koriste se kao dokaz da je hrana proizvedena sigurno. Zapisi trebaju uključivati informacije o timu, opis proizvoda, dijagram tehnološkog procesa, analizu opasnosti, identifikaciju KKT i kritičnih granica, sustav nadzora, popravne radnje te postupke verifikacije. (12)

1.3. TVRDI SIR

Prema *Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva* (NN 20/09), sirevi su svježi proizvodi ili proizvodi s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvode odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg, bivoljeg mlijeka i /ili njihovih mješavina), vrhnja, sirutke ili kombinacijom navedenih sirovina. U proizvodnji sireva dozvoljena je upotreba mljekarskih kultura, sirila i/ili drugih odgovarajućih koagulacijskih enzima i/ili dozvoljenih kiselina za koagulaciju.

Obzirom na udio vode u bezmasnoj tvari sira, konzistenciju i građu, sirevi se proizvode i stavljaju na tržište pod nazivima: ekstra tvrdi sir, tvrdi sir, polutvrdi sir, meki sir i svježi sir. Tvrdim sirom se naziva sir koji u bezmasnoj tvari sira sadrži od 49% do 56% vode. (19)

1.3.1. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE TVRDOG SIRA

Glavna sirovina za proizvodnju ovog sira jest svježe kravljje mlijeko. Prema *Pravilniku o mlijeku i mliječnim proizvodima*, mlijeko označava prirodni sekret mliječne žlijezde životinja iz uzgoja, dobiven jednom ili više mužnji, kojem ništa nije dodano niti oduzeto. (20)

Prijem mlijeka

Prosječan sastav kravljeg mlijeka je 87% vode i 13% suhe tvari, odnosno 3,7% masti, 3,7% proteina, 4,8% laktoze i 0,8% pepela. Najzastupljenija bjelančevina u mlijeku je kazein. Sastav mlijeka može varirati, a to ovisi o rasi životinje, godišnjem dobu, prehrani i slično.

Nakon prijema mlijeka, nužno je obaviti mikrobiološku analizu mlijeka, test kiselosti i test na antibiotike. Mlijeko koje se koristi za proizvodnju sira mora biti mikrobiološki ispravno, dobrog kemijskog sastava i ne smije sadržavati nikakve ostatke antibiotika. (21)

Standardizacija mlijeka

Standardizacija mlijeka je postupak naravnavanja sastojaka mlijeka u proizvodnji sireva, a sastoji se od dodavanja obranog mlijeka u mlijeko za sirenje i obiranju dijela vrhnja (masti) iz punomasnog mlijeka. Mast se podešava prema proteinima, a mlijeko koje služi za proizvodnju sira treba imati što veći odnos proteini/mast, jer što ima više proteina proteinski gel je gušći i lakše se u njega uklopi mast i drugi sastojci, odnosno bolje je iskorištenje mlijeka. Standardizacija mlijeka omogućava proizvodnju sira ujednačene kvalitete naročito kada na nju mogu utjecati sezonske varijacije te proizvodnju sireva različitog postotka masti kako bi se zadovoljili zahtjevi tržišta. (21, 22)

Pasterizacija mlijeka

Pasterizacija je postupak toplinske obrade mlijeka s ciljem uništavanja vegetativnih oblika mikroorganizama. Pasterizacija mlijeka služi za uništavanje svih patogenih i tehnološki štetnih mikroorganizama. Odvija se u pasterizatoru na temperaturi otprilike 71-75°C u trajanju od 15 sekundi.

Sirovo mlijeko putem cjevovoda dolazi u kotlić pasterizatora. Pumpa dalje mlijeko potiskuje u pločasti izmjenjivač topline gdje se mlijeko zagrijava u suprotnom toku s vrućim pasteriziranim mlijekom. Nakon toga mlijeko automatski ide na baktofugu, da bi se uklonio višak mikroorganizama. Baktofugiranje se odvija po principu različite gustoće bakterija i mlijeka. Baktofugat (koncentrat bakterija) se sterilizira na temperaturi 130°C, a zatim se spaja s baktofugiranim mlijekom. Potom slijedi separator za obiranje mliječne masti (ovisno o proizvodu), a zatim se ponovno vraća u pločasti izmjenjivač na dogrijavanje pomoću vruće vode ili vodene pare. Mlijeko se na temperaturi pasterizacije drži neko vrijeme, a potom se vraća preko povratnog ventila u izmjenjivač topline gdje se dijelom ohladi, u suprotnom toku sa sirovim mlijekom. Mlijeko nakon pasterizacije može odmah ići na daljnju preradu ili se skladištiti u posebnim tankovima za pasterizirano mlijeko.

Nakon pasterizacije, u pasteriziranom mlijeku može zaostati 1% mikroorganizama, a 99% istih moraju biti uništeni. (21, 22, 23)

Dodavanje starter kultura

Toplinski obrađeno mlijeko se hladi na temperaturu 21-30°C, kako bi se osigurala potrebna temperatura rasta bakterija čistih kultura. Takvo mlijeko se puni u zgotovljač te mu se dodaju starter kulture. Tekuće čiste starter kulture dodaju se u mlijeko za sirenje, ovisno o zrenju, u količini od 0,05-5%. Zrenje mlijeka djelovanjem bakterija može trajati od pet minuta do dva sata.

Mlijeku je također potrebno dodati otopinu lizozima jer on sprječava kasno nadimanje sira. Također se dodaje otopina kalcij klorida, koja ima važnu ulogu u procesu koagulacije mlijeka te utječe na formiranje sirnog gruša. Prije zrenja mlijeku se dodaju anato boje, koje siru daju karakterističnu postojanu žutu boju. Važno je da se ne pretjera u količini dodane boje da proizvod ne bi bio previše intenzivne boje i previše blještav. (22)

Dodavanje sirila

Nakon što mlijeko postigne odgovarajuću kiselost djelovanjem bakterija, dodaje mu se sirilo. Prije nego što se sirilo ulije u mlijeko potrebno ga je razrijediti do 10 puta s čistom vodom slobodnom od klora. Mlijeko je potrebno dobro izmiješati neposredno nakon dodatka sirila, da bi se sirilo ravnomjerno rasporedilo. Nakon toga mlijeko se ostavi da bi se formirao sirni gruš željene čvrstoće. Čvrstoća gruša je specifična za pojedinu vrstu sira prema zadanoj tehnologiji. Tvrdi sirevi režu se u formi mekšeg gruša i u manja sirna zrna. Meki sirevi se režu u čvršćoj formi i u veća sirna zrna. Tijekom sirenja važna je aktivnost mliječno kiselih bakterija, a što uvjetuje smanjenjem pH i povećanjem čvrstoće sirnog gruša. Poznato je da u siru zaostaje oko 6% sirila, koje, ovisno o tehnologiji, ostaje aktivno nakon što je sir proizveden. (22)

Obrada gruša

Nakon što je mlijeko dovoljno usireno, reže se sirni gruš. Gruš se reže na kockice. Veličina zrna na koje se reže određena je vrstom sira, odnosno konkretno za tvrdi sir gruš se reže na što manje kockice, prosječna veličina treba da bude od 1 do 3 mm. Nakon rezanja, zrna gruša se miješaju određeno vrijeme da bi se pravilno dispergirali u sirutci. Za učvršćivanje kockica primjenjuje se dogrijavanje gruša. Dogrijavanje gruša pospješuje daljnje

izdvajanje sirutke. Temperatura i vrijeme dogrijavanja ovise o vrsti sira. Za tvrdi sir otprilike iznosi 40-45°C u trajanju od 10 do 40 minuta. Temperaturu je potrebno postepeno povećavati za otprilike 1°C/2 min. Naglim dogrijavanjem se oko zrna stvara opna, koja onemogućava izdvajanje sirutke i na taj način loše utječe na kvalitetu sira. Kad se postigne temperatura dogrijavanja, zrno se suši na toj temperaturi određeno vrijeme, uz stalno miješanje, da bi se postigla daljnja dehidracija zrna. Prekidom miješanja, zrna se sljepljuju u sirnu masu, poslije čega se ispušta sirutka. (21)

Oblikovanje sira

Nakon što se odvoji sirutka od sirne mase, masa se prebacuje u odgovarajuće kalupe. Kalupi za oblikovanje sira mogu biti plastični ili metalni, različitih veličina i oblika. (21)

Predprešanje i prešanje sira

Predprešanje sira može se vršiti u mehaniziranoj kadi za predprešanje. Potom se prešano tijesto sira reže na manje komade i oblikuje prenošenjem u odgovarajuće kalupe.

Osnovna svrha prešanja je da se pojedina sirna zrna stope u kompaktnu masu kojom je lako manipulirati, da se iz sira istisne sva suvišna sirutka i da se kora sira zagladi.

Prešanje sira se treba odvajati postepeno, jer naglo prešanje uvjetuje kompresiju površine sira i zarobljavanje sirutke u sirutkinim džepovima. Jačina i trajanje prešanja povećava se povećanjem željenog sadržaja suhe tvari u siru. Ukoliko se proizvodi tvrdi sir, primjenjuje se sve veći tlak, a trajanje prešanja je duže. (22)

Salamurenje sira

Nakon završenog prešanja sira, sir se uranja u salamuru. Salamura se sastoji od 18-27% soli, temperature 8-16°C, kiselosti 4,7-5,1 i 0,02% kalcija. Uranjanjem sira u salamuru poboljšavaju se organoleptička svojstva sira te se zaustavlja daljnje zakiseljavanje sira, odnosno aktivnost mikroorganizama.

Trajanje procesa soljenja sira ovisi o vrsti sira. Proces može trajati od 15 minuta do 5 dana, a za tvrdi sir uglavnom je potrebno 2-3 dana. (22)

Zrenje sira

Nakon što se sir izvadi iz salamure, suši se 2-3 dana kako bi u zrionu ušao sa što manjim sadržajem vlage. Temperatura zriane iznosi 10-18°C, a relativna vlažnost otprilike 60-85%.

Tvrđi sirevi uglavnom zriju pod korom složeni na drvenim policama. U početku ih je potrebno svakodnevno okretati, kako se sir ne bi deformirao i kako bi se sirne rupice pravilno formirale. Nakon što se formira kora sira, sir je potrebno okretati 2-3 puta u 10 dana. Zrenje tvrdih i polutvrdih sireva traje od 1 do 4 mjeseca.

Zrenje sira čine sve biokemijske transformacije (razgradnja) proteina, masti i mliječnog šećera djelovanjem različitih enzima u siru. Izvor najvažnijih enzima koji utječu na biokemijske procese tijekom zrenja polutvrdih i tvrdih sireva su:

1. Sirilo. Poznato je da u siru zaostaje oko 6% sirila. Razgradni produkti nastali djelovanjem sirila ne utječu na okus sira ili siru daju gorak okus, naročito u prvim tjednima zrenja. Djelovanjem sirila dolazi do omekšavanja sirnog tijesta. Nastali produkti se dalje razgrađuju, djelovanjem enzima bakterija mliječno-kiselog vrenja i nestartertskih bakterija u siru, na jednostavnije spojeve koji siru daju karakterističnu aromu, miris, okus i konzistenciju. Ako se poveća količina sirila, u siru će se povećati količina gorkih spojeva iznad kapaciteta enzima bakterija mliječno-kiselog vrenja, što ima za posljedicu nastajanje gorkog okusa sira.
2. Prirodni (indogeni) enzimi mlijeka. U mlijeku postoji oko 60 različitih vrsta prirodnih enzima. Učinak prirodnih enzima najviše je izražen kod sireva, kod kojih nije provedena toplinska obrada mlijeka. U adekvatnim uvjetima tijekom zrenja prirodni enzimi mogu imati povoljan učinak na senzorska svojstva sira (vanjski izgled sira, miris sira, konzistenciju sirnog tijesta i okus sira).

3. Enzimi bakterija mliječno-kiselog vrenja (starter ili čiste kulture). Postoje različite vrste čistih kultura, odnosno postoje čiste kulture koje imaju izraženiji učinak na zrenje sira (veći enzimski potencijal) i one koje imaju slab ili nikakav učinak na zrenje sira. Važno je pravilno odabrati odgovarajuću kulturu da bi se poboljšala senzorska svojstva sira.
4. Enzimi bakterija nestarterske mikroflore. Ove bakterije u sir mogu dospjeti kontaminacijom iz okoline tijekom procesa proizvodnje (u mlijeko i sir) ili tijekom procesa zrenja sira (na površini sira). Tijekom zrenja njihov se broj u siru povećava. Razgrađuju proteine i masti te mogu značajno utjecati na aromu i okus sira. Imaju negativan utjecaj kod većine tipova sireva, ali je također utvrđeno da imaju presudnu ulogu za formiranje arome i okusa nekih vrsta sireva. (22, 24)

Njega zrelog sira te pakiranje i skladištenje

Zreo sir, koji je izašao iz zriane, prvo je potrebno oprati i očistiti, kako bi se uklonile plijesni, koje su nastale na kori sira tijekom zrenja. Opran sir je potrebno dobro osušiti. Potom se svaki sir premazuje takozvanim plastičnim premazom, koji siru služi kao zaštita od mikroorganizama.

Za pakiranje sira koriste se različiti ambalažni oblici, a najčešće su to polimerne folije i plastični materijali. Sir se može pakirati cijeli u originalnoj veličini ili izrezan na manje komade. Nakon pakiranja sir se deklarira te skladišti.

Sir se skladišti u tamnim i hladnim prostorijama. Temperatura skladišta iznosi 8°C, a relativna vlažnost zraka 75-90%, ovisno o vrsti sira koji se tu skladišti. (21, 25)

1.4. RAZVIJANJE HACCP SUSTAVA U PROIZVODNJI TVRDOG SIRA

1.4.1. FORMIRANJE HACCP TIMA

Formiranje HACCP tima predstavlja prvi korak implementacije HACCP sustava. Poželjno je da članovi tima posjeduju znanja s različitih područja sigurnosti hrane čime se postiže multidisciplinarni pristup pri utvrđivanju opasnosti i načinu postupanja s nastalim opasnostima tijekom preradbenog procesa. Odgovornost HACCP tima je da uspostavi HACCP sustav.

Svaki HACCP tim na čelu ima voditelja. Odgovornost voditelja HACCP tima je da planira, organizira i vodi uspostavu HACCP sustava, priprema i održava pripadajuću dokumentaciju i zapise te izvještava Upravu o aktivnostima. (26, 27)

1.4.2. DETALJAN OPIS PROIZVODA

Proizvod je potrebno detaljno opisati da bi se poslije lakše identificirala opasnost. Važno je dati kompletan opis proizvoda, uključujući i informacije vezane za sigurnost hrane poput: sastava, fizikalno - kemijske strukture, microcidnog/-statskog tretmana (grijanje, zamrzavanje, sušenje), pakiranja, roka trajanja proizvoda i slično. (27)

NAZIV	Tvrđi sir
VRSTA	Punomasni tvrdi sir
SASTOJCI	Pasterizirano kravlje mlijeko, mljekarske kulture, natrijev klorid, kalcijev klorid, lizozim i sirilo
FIZIKALNO - KEMIJSKA SVOJSTVA	Proizvod sadrži najmanje 44% mliječne masti u suhoj tvari i 49-56% vode u bezmasnoj tvari sira, pH vrijednost ne ispod 5,1.

MIKROBIOLOŠKA SVOJSTVA	Proizvod udovoljava odredbama Zakona o hrani (NN 81/13, 14/14 i 30/15), Zakona o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13) i Vodiču za mikrobiološke kriterije za hranu
METODE OBRADE	Pasterizacija, fermentacija, rezanje gruša, prebacivanje gruša u perforirane kalupe, prešanje, soljenje i zrenje.
MANIPULACIJA	Transport, skladištenje i čuvanje na temperaturi od +4 do +8°C.
ROK TRAJANJA	365 dana
PRISUTNOST ALERGENA	Mlijeko
KONTAKTNA AMBALAŽA	Polimerna vrećica
TRANSPORTNA AMBALAŽA	Kartonska kutija
NAMIJENJENA UPORABA	Široka skupina potrošač

Tablica 1. Detaljan opis proizvoda

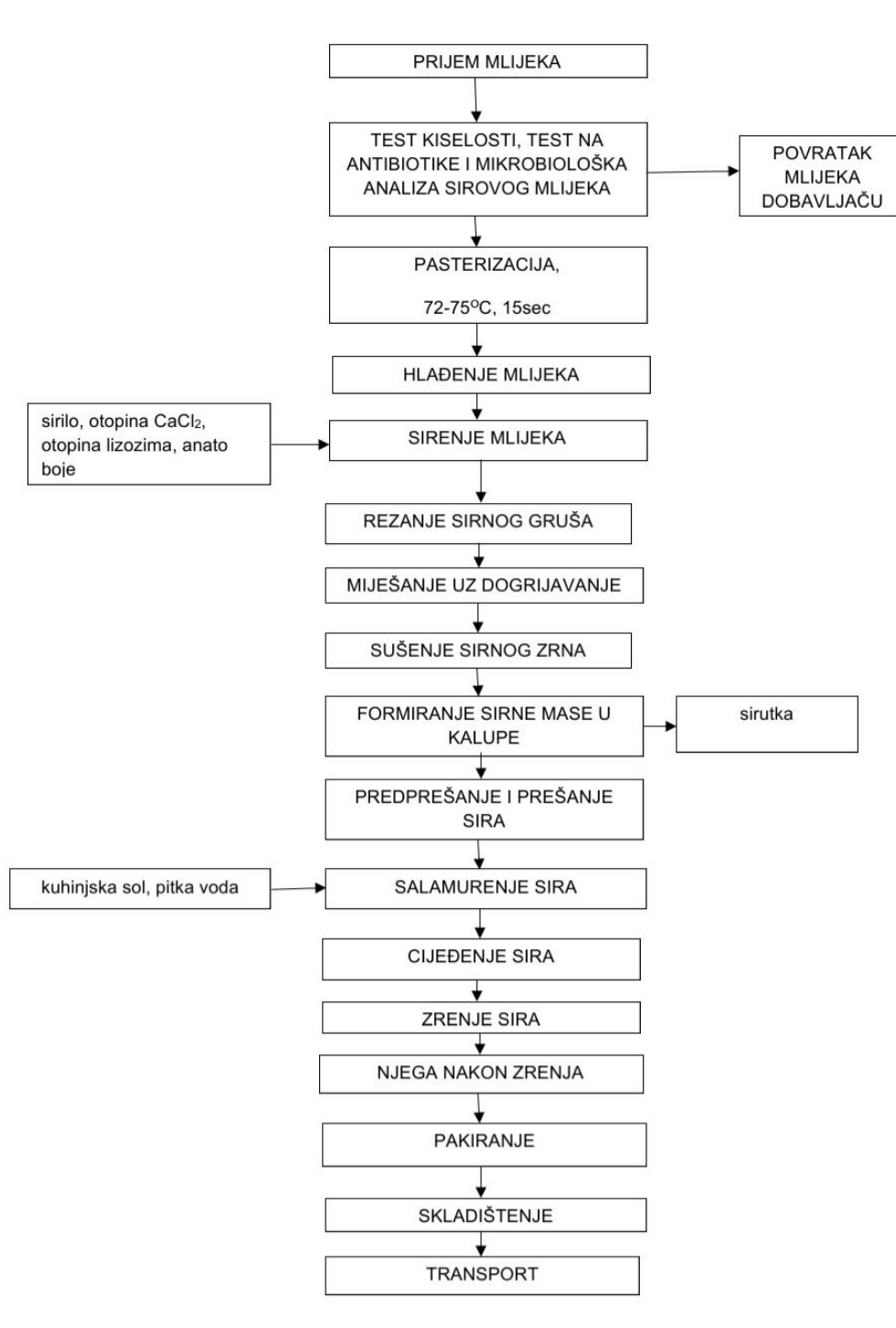
1.4.3. UTVRDITI NAMJENU PROIZVODA

Uz detaljan opis proizvoda, važno je i identificirati grupu potrošača od koje se očekuje da će konzumirati proizvod te obratiti pozornost na osjetljivi dio populacije.

1.4.4. KONSTRUKCIJA DIJAGRAMA TIJEKA

Članovi HACCP tima moraju definirati dijagram tijeka proizvodnje koji pokriva sve procese proizvodnje određenog proizvoda, od prijema sirovine, proizvodnje, pakiranja i skladištenja do transporta proizvoda. Dijagram tijeka je ispravno prikazati pomoću tekstualnih okvira u kojem su upisane aktivnosti procesa, a okviri su međusobno povezani strelicama koje objašnjavaju njihove međusobne odnose i smjer kretanja procesa tako da se ulazne sirovine nalaze na početku

stranice, a gotov proizvod na dnu. Jedan dijagram tijeka može biti korišten za više proizvoda ukoliko su koraci preradbenog procesa slični, a svrha dijagrama tijeka je dokumentiranje procesa i postavljanje temelja za analizu opasnosti. (27)



Slika 1. Dijagram tijeka procesa proizvodnje tvrdog sira

1.4.5. VERIFIKACIJA DIJAGRAMA TIJEKA U POGONU

Nakon što se sastavi dijagram tijeka, HACCP tim mora na mjestu proizvodnje potvrditi točnost i cjelovitost dijagrama. Potvrđivanje dijagrama tijeka se provodi provjerom svih postupaka proizvodnog procesa. U slučaju detektiranja nedostatka, HACCP tim prepravlja nedostatke te ispravlja dokumente. Ukoliko nema nedostataka, odgovorna osoba se potpisuje na dnu papira, a svi zaposlenici su dužni koristiti dijagram tijeka u procesu proizvodnje. Sve provjere koje se uvode na dijagramu tijeka mora provjeriti HACCP tim. (26)

1.4.6. ANALIZA OPASNOSTI

Analizom opasnosti započinje prvi od sedam načela HACCP sustava. U ovom koraku se analiziraju sve moguće opasnosti tijekom procesa proizvodnje. Potencijalne opasnosti se procjenjuju na temelju verificiranog dijagrama tijeka. HACCP tim ima zadaću da razmotri svaku aktivnost i sastavi popis mogućih opasnosti.

Članovi HACCP tima izrađuju tablice u koje dokumentiraju potencijalne opasnosti, a tablice im služe za odlučivanje o značajnosti opasnosti i određivanju odgovarajućih kontrolnih mjera. Tablice se izrađuju tako da se svaka procesna aktivnost iz dijagrama tijeka prepisuje u tablice za analizu opasnosti te se toj aktivnosti određuje izvor ili uzrok moguće opasnosti.

Analiza opasnosti zahtijeva točnost i specifičnost svih detalja o vrstama opasnosti, njihovim izvorima i uzrocima. Nepotpuna analiza opasnosti može ugroziti svrhu HACCP sustava.

Nakon što se ustanove sve potencijalne biološke, kemijske i fizikalne opasnosti, potrebno im je odrediti razinu značajnosti, a temelji se na procjeni vjerojatnosti pojave i ozbiljnosti posljedica koje opasnost može izazvati. Značajna opasnost je ona opasnost za koju je vjerojatno da će se dogoditi i da de njena pojava izazvati zdravstvene poteškoće kod potrošača. (26)

Kod mikrobiološke analize mliječni proizvodi se pregledavaju na sljedeće mikroorganizme: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium*, koliformne bakterije (*Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* i *Salmonella*).

Salmonella spp. su gram-negativne, pokretne, štapićaste, fakultativno anaerobne bakterije koje imaju sposobnost razgradnje glukoze, ali ne i laktoze. Bolest uzrokovana ovom bakterijom je salmoneloza, odnosno bakterijska infekcija tankog i debelog crijeva.

Listeria monocytogenes je patogena gram-pozitivna, fakultativno anaerobna bakterija, koja kod ljudi i životinja uzrokuje bolest listeriozu. Moguća je opasnost od kontaminacije mlijeka i sira navedenom bakterijom. Problem kod ove bakterije predstavlja velik temperaturni raspon rasta, od -0,4 do 45°C (optimalna 37°C) u rasponu pH vrijednosti od 4,4 do 9,4, a može također podnijeti i visoku koncentraciju soli (do 10%).

Koliformne bakterije su štapićaste, gram-negativne, nesporogene bakterije koje mogu biti aerobne ili fakultativno anaerobne i obično imaju sposobnost fermentacije laktoze uz tvorbu plina. Koliformne bakterije proizvode plinove te uzrokuju rano nadimanje sira, nadimanje tvrdih sireva, sluzavost mlijeka, rupičavost sirnog tijesta kod mekih sireva te izaziva mane okusa, mirisa i konzistencije sira. U grupi koliformnih bakterija spada, između ostalih, *Escherichia coli*. *E.coli* fermentira glukozu, laktozu i neke druge šećere uz stvaranje mliječne, octene i mravlje kiseline. Hidrolizom mravlje kiseline u mlijeku nastaje jednaka količina CO₂ i H₂. (28)

ANALIZA OPASNOSTI		PROCJENA RIZIKA	
FAZA POSTUPKA	VRSTA OPASNOSTI I POTENCIJALNI UZROK B - biološka opasnosti K - kemijska opasnost F - fizička opasnost	RAZINA RIZIKA x VJEROJATNOST POJAVE	KONTROLNE MJERE
PRIJEM MLJEKA	K Antibiotici u mlijeku	5 x 3 = 15	Redovito provođenje testa na prisutnost antibiotika u mlijeku. Edukacija kooperanata.

	F Mehanička nečistoća u mlijeku	$3 \times 1 = 3$	Filtracija mlijeka prije njegova istakanja u duplikator.
	B Mikroorganizmi u mlijeku	$5 \times 1 = 5$	Mjerenje kiselosti
PASTERIZACIJA	B Zaostajanje patogenih i uvjetno patogenih mikroorganizama u mlijeku zbog nedovoljno visoke temperature i vremena trajanja pasterizacije	$5 \times 3 = 15$	Repasterizacija mlijeka. Kontrola temperature i vremena pasterizacije. Kontrola rada pasterizatora.
	K Kontaminacija kemikalijama zbog nepravilnog ispiranja i dezinfekcije, kontaminacija otrovima za štetnike	$3 \times 1 = 3$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Pridržavanje plana sanitacije. Edukacija zaposlenika. Higijena zaposlenika.
	F Onečišćenje stranim tijelima (komadi brtvi, metala)	$2 \times 1 = 2$	
HLAĐENJE MLIJEKA	B Razvoj mikroorganizama	$5 \times 0,5 = 2,5$	Kontrola temperature.

Tablica 2. Analiza opasnosti za faze prijema mlijeka i pasterizacije (26, 29)

ANALIZA OPASNOSTI		PROCJENA RIZIKA	
FAZA POSTUPKA	VRSTA OPASNOSTI I POTENCIJALNI UZROK B - biološka opasnosti K - kemijska opasnost F - fizička opasnost	RAZINA RIZIKA x VJEROJATNOST POJAVE	KONTROLNE MJERE
VODA	B Kontaminacija mikroorganizmima Koliformne i fekalne bakterije u vodi Sulfitreducirajuće klostridije Aerobni mezofili	$5 \times 0,5 = 2,5$	Informativne kontrole vode jednom godišnje.
	K Ostatci sredstava za zaštitu bilja Teški metali Radioaktivni izotopi	$5 \times 0,5 = 2,5$	Preduvjetni programi.
	F	$5 \times 0,5 = 2,5$	Informativne kontrole

	Talog		vode jednom godišnje.
SOL	B Kontaminacija mikroorganizmima Aerobne mezofilne bakterije plijesni	$1 \times 0,5 = 0,5$	Provjereni dobavljač. Kontrolirani skladišni uvjeti.
	K Dijelovi ambalaže, pijeska, kamenčići, dijelovi insekata i drugih štetočina	$1 \times 0,5 = 0,5$	Provjereni dobavljač. Preduvjetni programi Kontrolirani skladišno uvjeti.
PRIJEM OSTALIH SIROVINA (sirilo, čiste kulture, aditivi, CaCl_2 , lizozim)	B Mikroorganizmi izvan granica propisanih važećim pravilnikom	$5 \times 0,5 = 2,5$	Praćenje definiranih kriterija za prijem (vizualna, kvalitativna i kvantitativna kontrola sirovine, popratne dokumentacije) Prihvatanje sirovina samo onih koje zadovoljavaju kriterije za prijem Ocjena dobavljača
	K Pesticidi i ostale kemikalije Alergeni Nedopuštene kemijske tvari nastale nakon oštećenja originalne ambalaže Dodavanje aditiva u proizvod (više nego je predviđeno)	$5 \times 0,5 = 2,5$	
	F Oštećenja na originalnoj ambalaži	$2 \times 1 = 2$	
PRIJEM AMBALAŽE	B Mikroorganizmi u granicama izvan onih propisanih zakonskom regulativom	$5 \times 0,5 = 2,5$	Pri svakom korištenju nove vrste ambalaže traži se certifikat o zdravstvenoj ispravnosti ambalaže, odnosno njezinoj uporabljivosti za prehrambenu industriju. Praćenje definiranih kriterija za prijem (vizualna kontrola ambalaže i popratne dokumentacije) Prihvatanje ambalaže samo one koja zadovoljava kriterije za prijem. Ocjena dobavljača. Odvojeno skladištenje ambalaže od sirovina, proizvoda i kemijskih sredstava za čišćenje.
	K Kemijske tvari u granicama izvan onih propisanih zakonskom regulativom Ambalaža koja nije odobrena za prehrambenu industriju	$5 \times 0,5 = 2,5$	
	F Strani materijali, ostatci kamenčića, pijeska ili nekog drugog materijala	$2 \times 1 = 2$	

Tablica 3. Analiza opasnosti za prijem drugih sirovina (26, 29)

ANALIZA RIZIKA		PROCJENA RIZIKA	
FAZA POSTUPKA	VRSTA OPASNOSTI I POTENCIJALNI UZROK B - biološka opasnosti K - kemijska opasnost F - fizička opasnost	RAZINA RIZIKA x VJEROJATNOST POJAVE	KONTROLNE MJERE
DODAVANJE ADITIVA, KULTURA, SIRILA	B Mikroorganizmi u nedopuštenim granicama u zdravstveno neispravnoj hrani.	$5 \times 0,5 = 2,5$	Vaganje aditiva.
	K Dodavanje previše aditiva	$5 \times 1 = 5$	Vaganje aditiva.
	F Strana tijela, prašina	$2 \times 1 = 2$	Preduvjetni programi vezani za skladištenje. Pridržavanje Plana sanitacije. Higijena radnika
GRUŠANJE	B Kontaminacija patogenim mikroorganizmima uslijed neadekvatnog rukovanja i lošeg higijenskog stanja zaposlenika i opreme, cross kontaminacija sirovina	$3 \times 1 = 3$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Pridržavanje Plana sanitacije. Edukacija i higijena zaposlenika. Oprema i repromaterijeli moraju biti namijenjeni prehrambenoj industriji
	K Kontaminacija kemikalijama i tvarima u pogonu	$3 \times 0,5 = 1,5$	
	F Onečišćenje stranim tijelima, kukcima, prašinom, paučinom i ostalim nečistoćama.	$3 \times 0,5 = 1,5$	
REZANJE GRUŠA	B Kontaminacija patogenim mikroorganizmima uslijed neadekvatno čiste opreme	$3 \times 1 = 3$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Pridržavanje Plana sanitacije. Edukacija i higijena zaposlenika. Oprema i repromaterijali moraju biti namijenjeni prehrambenoj industriji.
	K	$3 \times 0,5 = 1,5$	

	Kontaminacija zdravstveno neispravnim vodom		zdravstvenu ispravnost.
	F Kontaminacija stranim tijelima, kukcima, prašinom, paučinom i ostalim nečistoćama	$3 \times 0,5 = 1,5$	Preduvjetni programi
FORMIRANJE SIRNE MASE U KALUPE	B Kontaminacija patogenim mikroorganizmima uslijed nepravilnog rukovanja i lošeg higijenskog stanja zaposlenika i opreme, cross kontaminacija sirovina	$3 \times 1 = 3$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Pridržavanje Plana sanitacije. Edukacija i higijena zaposlenika. Oprema i repromaterijali moraju biti namijenjeni prehrambenoj industriji
	K Kontaminacija kemikalijama i tvarima u pogonu	$3 \times 0,5 = 1,5$	
	F Onečišćenje stranim tijelima, kukcima, prašinom, paučinom i ostalim nečistoćama	$3 \times 0,5 = 1,5$	
PREŠANJE SIRA	B Kontaminacija patogenim mikroorganizmima uslijed nepravilnog rukovanja i lošeg higijenskog stanja zaposlenika i opreme, cross kontaminacija sirovina	$3 \times 1 = 3$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Pridržavanje Plana sanitacije. Edukacija i higijena zaposlenika. Oprema i repromaterijali moraju biti namijenjeni prehrambenoj industriji
	K Kontaminacija kemikalijama i tvarima u pogonu	$3 \times 0,5 = 1,5$	
	F Onečišćenje stranim tijelima, kukcima, prašinom, paučinom i ostalim nečistoćama	$3 \times 0,5 = 1,5$	
SALAMURENJE SIRA	B Kontaminacija patogenim mikroorganizmima uslijed nepravilnog rukovanja i lošeg higijenskog stanja zaposlenika i opreme, cross kontaminacija sirovina	$5 \times 1 = 5$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Pridržavanje Plana sanitacije. Edukacija i higijena zaposlenika. Oprema i repromaterijali moraju biti namijenjeni prehrambenoj
	K	$3 \times 0,5 = 1,5$	

	Kontaminacija ostatcima sredstava za čišćenje		industriji
	F Strana tijela	$3 \times 0,5 = 1,5$	
ZRENJE SIRA	B Rast nepoželjnih mikroorganizama tijekom zrenja. visoka temperatura zrenja i visoka relativna vlažnost zraka u zrioni, neodgovarajući sastav zraka u zrioni te neodgovarajući sastav sira.	$3 \times 1 = 3$	Odgovarajuća ventilacija (najmanje tri izmjene zraka u 24 sata). Prema potrebi: odvlaživanje / ovlaživanje zraka, hlađenje / grijanje prostorija za zrenje sira. Kontrola temperature i relativne vlažnosti tijekom procesa.
	K Kontaminacija ostatcima sredstava za čišćenje	$3 \times 0,5 = 1,5$	Pridržavanje preduvjetnih programa. Odvojeno skladištenje kemikalija od proizvoda. Edukacija i higijena zaposlenika.
	F Onečišćenje stranim tijelima	$3 \times 0,5 = 1,5$	
SKLADIŠTENJE	B Broj nepoželjnih mikroorganizama zbog neadekvatnih uvjeta i temperature skladištenja. Pojava raznih štetočina	$5 \times 1 = 5$	Dnevna kontrola temperature skladištenja gotovih proizvoda. Edukacija zaposlenika. Adekvatna sanitacija prostora i hladnjaka za skladištenje. Provođenje DDD mjera.
TRANSPORT	B Razvoj mikroorganizama uslijed nečistih transportnih kutija i neadekvatne temperature transporta.	$5 \times 1 = 5$	Adekvatna sanitacija prijenosnih kutija. Edukacija vozača i djelatnika.

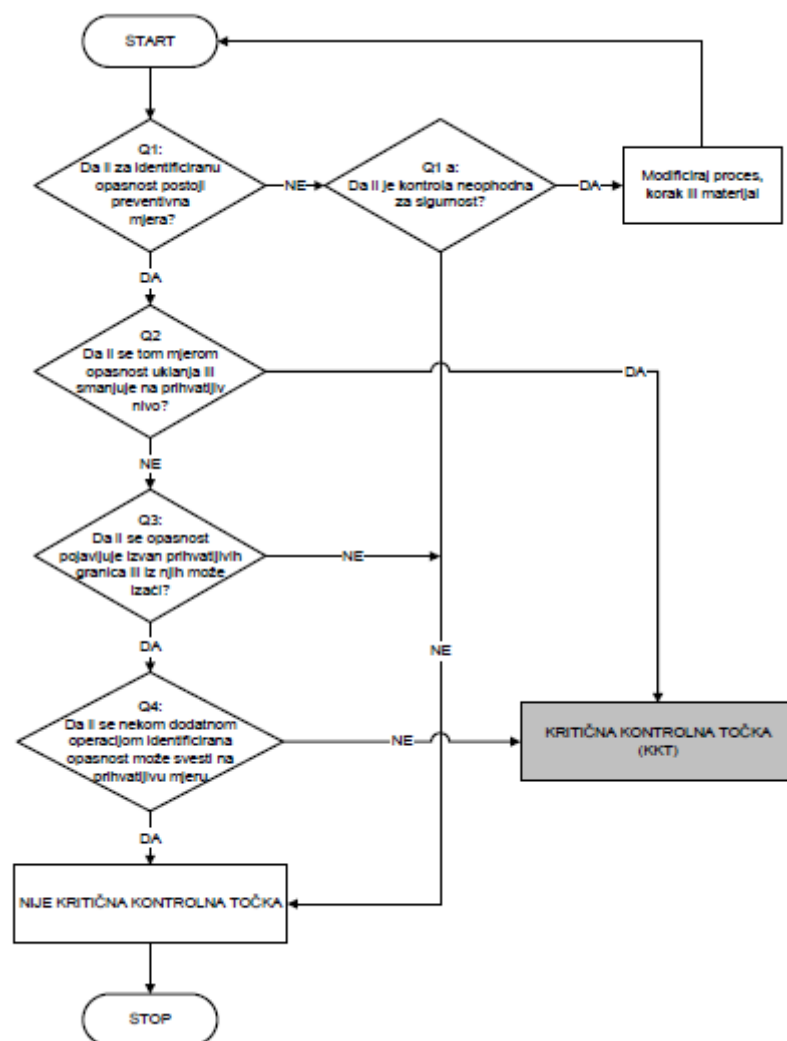
Tablica 4. Analiza opasnosti za proces proizvodnje tvrdog sira (29)

1.4.7. ODREĐIVANJE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI

Identifikacija kritičnih kontrolnih točki može biti određena na više načina. Prikupljena znanja i iskustvo HACCP tima jedna su od načina za određivanje,

ali puno sigurniji način je određivanje kritičnih kontrolnih točki pomoću stabla odluke. Stablo odluke je "alat" kojim se olakšava identifikacija KKT i osigurava otkrivanje samo pravih KKT. Koristi se na način da se svaka detektirana opasnost iz koraka 6 provlači kroz pitanja stabla odluke i na temelju zaključenih odgovora, pomicanjem po stablu odluke, spoznajemo spada li određena faza u KKT. (26)

Pri određivanju kritičnih kontrolnih točki za proizvodnju tvrdog sira, pomoću stabla odluke, utvrđene su 2 KKT. Prva KKT utvrđena je u procesu prijema mlijeka, a druga tijekom pasterizacije mlijeka.



Slika 2. Prikaz stabla odluke (26)

1.4.8. ODREĐIVANJE KRITIČNIH GRANICA ZA SVAKU KRITIČNU KONTROLNU TOČKU

Nakon utvrđivanja KKT, HACCP tim određuje kritične granice za svaku KKT kako bi se osigurala proizvodnja zdravstveno ispravne hrane. Kritične kontrolne točke moraju biti mjerljive, tj. imati kvantitativnu vrijednost kako bi se zadovoljila ova točka implementacije. Zbog toga kritične granice uvijek imaju apsolutnu vrijednost, a ne raspon. (26)

Proizvodna faza	KKT broj	Opis opasnosti	Kritična vrijednosti za svaku preventivnu mjeru	Način nadzora			
				Što?	Kako?	Kada?	Tko?
PRIJEM MLJEKA	KKT - 1	B Razvoj mikroorganizama zbog neadekvatnih uvjeta čuvanja i transporta sirovog mlijeka	Temperatura od 0 do 8°C Kiselost kravljeg mlijeka ne manja od 6,5 pH jedinica	Temperatura Kiselost	Mjerenjem (termometar, pH metar)	Prilikom svakog prijema mlijeka	Zaposlenik
		K Rezidue antibiotika	Negativan test na antibiotike	Rezidue antibiotika i ostaci sredstava za čišćenje i dezinfekciju	Brzi test na antibiotike	Prilikom svakog prijema mlijeka	Zaposlenik
PASTERIZACIJA	KKT - 2	B Preživljavanje nepoželjnih mikroorganizama zbog neadekvatne temperature i vremena pasterizacije	Temperatura pasterizacije za sir 63 °C/30 min, hlađenje na 32°C, za jogurt od 90 do 95°C/5 min, hlađenje na 42°	Temperatura pasterizacije, vrijeme trajanja pasterizacije i test na fosfatazu	Mjerenjem vremena i vizualno (displej temperature na kotlu za sirenje i pasterizaciju)	Tijekom procesa pasterizacije	Zaposlenik

Slika 3. Primjer HACCP tablice za određivanje kritičnih granica za svaku KKT
(26)

Kritična granica za preventivnu mjeru hlađenja mlijeka iznosi 0 do 8°C. Ove temperature mlijeka osiguravaju zaustavljanje rasta mikroorganizama kako bi se spriječilo njegovo kvarenje prije prerade. Osim temperaturnih vrijednosti, prikladnost mlijeka za preradu određuje se i pH vrijednostima čija je kritična granica 6,5 iz čega slijedi kako kiselost sirovog kravljeg mlijeka ne smije biti manja od 6,5 pH jedinica.

Druga KKT je faza pasterizacije. Pasterizacijom se u mlijeku uništavaju vegetativni oblici patogenih bakterija, ali postoji opasnost od preživljavanja neželjenih mikroorganizama zbog neadekvatne temperature i vremena trajanja pasterizacije.

S obzirom da je svježe mlijeko namirnica široke potrošnje, pravilno određene granice pasterizacije su od presudne važnosti održavanje javnog zdravlja, stoga su temperaturni i vremenski raspon pasterizacije određeni propisima *Codex alimentarius* i iznose 72°C/15 sekundi ili 63°C/30 minuta.

1.4.9. USPOSTAVLJANJE SUSTAVA ZA NADZIRANJE KONTROLE KRITIČNIH KONTROLNIH TOČKI

U tablici (slika 3) je prikazan način nadzora kritičnih kontrolnih točki. U fazi prijema mlijeka nadziru se temperatura i kiselost mlijeka mjerenjem pomoću termometra i pH-metra. Ove kontrole obavlja osoba koja preuzima mlijeko, odnosno vozač, i važno je da se kontrole temperature i kiselosti provjeravaju prilikom svakog prijema mlijeka. Također je važno nadzirati količinu antibiotika ili eventualne ostatke sredstava za čišćenje i dezinfekciju. To također određuje zaposlena osoba, pomoću testa na antibiotike, prilikom svakog prijema mlijeka.

U fazi pasterizacije zaposlena osoba mjerenjem nadzire temperaturu i vrijeme trajanja pasterizacije tijekom procesa, a učinkovitost procesa pasterizacije određuje pomoću testa na alkalnu fosfatazu.

1.4.10. USPOSTAVLJANJE POPRAVNIH RADNJI

U slučaju da se ipak pojavi opasnost, unatoč sustavima za nadziranje, važno je utvrditi koje popravne radnje treba poduzeti. Zadatak HACCP tima je da predloži učinkovite popravne radnje koje će osigurati zdravstveno ispravnu hranu.

Proizvodna faza	KKT broj	Opis opasnosti	Korektivni postupci	Verifikacija
PRIJEM MLJEKA	KKT - 1	B Razvoj mikroorganizama zbog neadekvatnih uvjeta čuvanja i transporta sirovog mlijeka K Rezidue antibiotika	Vraćanje mlijeka dobavljaču	Umjeravanje opreme (kvartalno) Pregled zapisa (dnevno) Pregled zapisa (dnevno)
PASTERIZACIJA	KKT - 2	B Preživljavanje nepoželjnih mikroorganizama zbog neadekvatne temperature i vremena pasterizacije	Ponoviti pasterizaciju. Ako nije u redu pozvati službu održavanja da se utvrdi uzrok nepravilnosti. Umjeravanje opreme i zrenje polutvrdog sira duže od 60 dana	Kontrola ispravnosti kotla za sirenje i umjeravanje opreme (godišnje) Pregled zapisa (dnevno)

Slika 4. Primjer HACCP tablice za utvrđivanje popravni radnji za svaku KKT
(26)

U tablici su opisane popravne radnje za ranije navedene kritične kontrolne točke. Kako vidimo, prilikom prijema mlijeka, ukoliko mlijeko ne zadovoljava kriterije (kiselost, temperatura, antibiotici) mlijeko je odmah potrebno vratiti dobavljaču.

Kod druge KKT valjanost pasterizacije provjerava se testom na alkalnu fosfatazu. Ukoliko se testom utvrdi da je alkalna fosfataza prisutna u mlijeku, pasterizacija nije adekvatno obavljena. Popravne radnje u tom slučaju su ponoviti postupak pasterizacije, umjeravanje opreme i zrenje sira duže od 60 dana da bi se uklonili ostatci neželjenih mikroorganizama.

1.4.11. USPOSTAVLJANJE POSTUPAKA VERIFIKACIJE

Verifikacija, odnosno potvrda HACCP sustava, kao ključni element provjere,

provodi se prema verifikacijskom planu. Verifikacijom se utvrđuje učinkovitost HACCP sustava tijekom duljeg vremenskog perioda.

Aktivnosti za postupke verifikacije uključuju pregled HACCP sustava i njegovih zapisa, pregled rezultata nadzora KKT, analizu proizvoda na izlazu te samo testiranje proizvoda. (12)

1.4.12. USPOSTAVLJANJE DOKUMENTACIJE I ZAPISA

Dokumentacija je bitan čimbenik cijelog sustava. Dokumentacija se mora čuvati jer ona pokazuje povijest sustava, provođenje nadzora, odstupanje i korektivne mjere. Važno je da sva dokumentacija bude označena na odgovarajući način, da su te oznake svima pojašnjene i da je sva potrebna važeća dokumentacija distribuirana do odgovarajućih djelatnika koji sudjeluju u pojedinom procesu.

Primjeri dokumenata HACCP sustava su:

- analiza opasnosti,
- opis proizvoda,
- HACCP priručnik,
- dijagram tijeka,
- HACCP plan ,
- plan osposobljavanja zaposlenika,
- plan internih audita

Dokumentaciju slijede određeni zapisi, a tu spadaju:

- aktivnost nadzora KKT-a i KT-a,
- zapisi o nesukladnosti,
- zapisi o provedenom osposobljavanju,

- zapisi sa sastanka HACCP tima,
- zapisi o provedenim internim auditima,
- zapisi o verifikaciji,
- zapisi o validaciji,
- zapisi o sljedivosti
- zapisi o provedenim čišćenjima (30)

ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je izraditi HACCP plan u proizvodnji tvrdog sira. Pravilna provedba HACCP sustava omogućava proizvodnju hrane koja je sigurna za potrošače. Pravilnu implementaciju HACCP sustava moguće je provesti stalnom kontrolom dokumentacije te edukacijom osoba koje rukuju s hranom.

U ovom radu, prilikom analize opasnosti procesa proizvodnje tvrdog sira, utvrđene su dvije KKT:

1. Prijem mlijeka - KKT1
2. Pasterizacija mlijeka - KKT2

Također su utvrđene sve popravne mjere, kritične granice te sustavi nadziranja kontrole kritičnih kontrolnih točki

LITERATURA

1. Zakon o hrani (Narodne novine 46/2007)
2. M.Hruškar, H.Medić, N.Vahčić, I.Bauman, Upravljanje kvalitetom hrane - Quality management systems (ISO 9001), Faculty of Food and Biotechnology, University of Zagreb, 6-7
3. J.Lu, X.Pua, C.Liu, C.Chang, K.Cheng, *Journal of Food and Drug Analysis*: The implementation of HACCP management system in a chocolate ice cream plant, 3.izdanje, vol.22, 2014., str 391-398
4. <https://safefoodalliance.com/haccp/the-history-of-haccp/> (pristupljeno 18.06.2020.)
5. http://foodsafety.psu.edu/angel_stuff2/fssbook/docs/HACCP_history.pdf (pristupljeno 18.06.2020.)
6. J. Giljanović, Sustav: Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP), Upravljanje kvalitetom, 2018.
7. Đ. Pahor, V. Jurčević, I. Marković, Preduvjetni programi za uspješnu implementaciju i održavanje HACCP sustava u ugostiteljskim objektima, Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko - goranske županije, Rijeka, 2005.
8. Hrvatska agencija za hranu, Vodič za osobe koje posluju hranom, Osnovne upute za higijensku proizvodnju hrane
9. <https://sigurnosthrane.blogspot.com/2018/04/dobra-higijenska-praksa.html> (pristupljeno 03.07.2020.)
10. <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/medicina/667-dobra-proizvodacka-praksa-medicinskih-proizvoda> (pristupljeno 03.07.2020.)
11. <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/medicina/667-dobra-proizvodacka-praksa-medicinskih-proizvoda> (pristupljeno 03.07.2020.)
12. N. Vahčić, HACCP sustav, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2012., 15-16, 25-30
13. General principles of food hygiene, hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application, CAC/RCP 1-1969, Rev. 4, 2003 - Annex, 21-28
14. Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava, Narodne novine br. 68/2015, Zagreb, 2015.

15. I. Bulić i suradnici, Đ. Pahor i suradnici, I. Štambuk, K. Tomić, HACCP vodič - Praktična provedba načela HACCP sustava za ugostitelje, Hrvatska obrtnička komora, 1. izdanje, veljača 2009., 1-5
16. A. Marinculić, B. Habrun, Lj. Barbić, R. Beck, Biološke opasnosti u hrani, Hrvatska agencija za hranu, Osijek, 2009.
17. B. Šarkanj, D. Kipčić, Đ. Vasić - Rački, F. Delaš, K. Galić, M. Katalenić, N. Dimitrov, T. Klapac, Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani, Hrvatska agencija za hranu, Osijek, 2010.
18. Pravilnik o prehranbenim aditivima, Narodne novine br. 62/2010, Zagreb, 2010.
19. Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva, Narodne novine, br. 20/2009, Zagreb, 2009.
20. Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima, Narodne novine, br. 20/2009, Zagreb, 2009.
21. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnoloski-proces-proizvodnje-sira> (pristupljeno 21.07.2020.)
22. A. Ivanković, Proizvodnja polutvrdog i tvrdog sira, završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno - tehnološki fakultet Osijek, 2016. str. 6-20
23. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=46918> (pristupljeno 24.07.2020.)
24. S. Kalit, Zrenje sireva, Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, Zagreb
25. <https://glogora.com/kako-servirati-sir/posluzivanje/cuvanje-sireva> (pristupljeno 26.07.2020.)
26. M. Vnućec, Implementacija HACCP-a u odobrenom objektu za preradu mlijeka malog kapaciteta, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, rujan 2017., str. 19-45
27. Š. Glogora, N. Antunac, Primjena HACCP sustava u proizvodnji Paškog sira, Mljekarstvo (2) 127-152, 2007.
28. D. Petrović, Fizikalno - kemijske, mikrobiološke i promjene strukture tijekom zrenja kravljeg, ovčjeg i miješanog sira, završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Odjel prehrambene tehnologije prerada mlijeka, Karlovac, srpanj 2015., str. 32-35

- 29.M. Živalj, Razvijanje HACCP sustava u proizvodnji sira, završni rad, Sveučilište u Splitu, Kemijsko - tehnološki fakultet, Split, rujan 2019. str. 33-46
- 30.E. Popadić, Primjena sustava osiguravanja kvalitete u proizvodnji UHT mlijeka, završni rad, Sveučilište u Splitu, Kemijsko - tehnološki fakultet, Split, srpanj 2019. str. 35-37