UNIVERZA V MARIBORU

FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO

Anita Rižnar

VPLIV PROCESNIH PARAMETROV CIP ČIŠČENJA NA MIKROBIOLOŠKO KAKOVOST DOMAČE SKUTE

Diplomska naloga

Maribor, marec 2011

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO
SI – 2000 MARIBOR, Smetanova 17

Diplomsko delo univerzitetnega študijskega programa

VPLIV PROCESNIH PARAMETROV CIP ČIŠČENJA NA MIKROBIOLOŠKO KAKOVOST DOMAČE SKUTE

Študentka:	Anita RIŽNAR
Študijski program:	univerzitetni, Kemijska tehnologija
Smer:	Biokemijska tehnika
Predvideni strokovni naslov:	univ. dipl. inž. kem. tehnol.
Mentor:	izr. prof. dr. Andreja Goršek
Somentor:	Robert Rojko, univ. dipl. inž. živ. tehn.

IZJAVA

Izjavljam, da sem diplomsko delo izdelala sama, prispevki drugih so posebej označeni. Pregledala sem literaturo iz področja diplomskega dela po naslednjih elementih:

Vir:	ScienceDirect, Web of Science
Gesla:	CIP, caustic, acid, concentration, dairy
Skupine gesel (unija itd.):	Cleaning in Place
Časovno obdobje:	Od leta 1979 do leta 2010
Število referenc:	37
Število prebranih izvlečkov:	18
Število prebranih člankov:	10
Število pregledanih knjig:	9

Podpis študentke

Maribor, marec 2011

Rižnar

Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Številka: K-530
Datum: 22.04.2010

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 1/2010)

izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Anita Rižnar, študent-ka univerzitetnega študijskega programa KEMIJSKA TEHNOLOGIJA, lahko izdela diplomsko delo pri predmetu Bioreakcijska tehnika.

Mentor-ica: izr. prof. dr. Andreja Goršek
Somentor-ica: Robert Rojko, univ. dipl. inž. živ. tehn.

Naslov diplomskega dela:

VPLIV PROCESNIH PARAMETROV CIP ČIŠČENJA NA MIKROBIOLOŠKO KAKOVOST DOMAČE SKUTE

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

INFLUENCE OF PROCESS PARAMETERS OF CIP CLEANING ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF COTTAGE CHEESE

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z »Navodili za izdelavo diplomskega dela« in ga oddati v treh izvodih ter en izvod elektronske verzije do 22.04.2011 v referatu za študentske zadeve Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.

DEKAN:
red. prof. dr. Željko Knez

UNIVERZA V MARIBORU FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO 3

Obvestiti:
- kandidata -ko,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti v arhiv

PR: SI56 0110 0609 1015 554 ID št. Za DDV: SI71674705
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Smetanova ulica 17, SI-2000 Maribor, telefon: +386 2 2294 400, faks: +386 2 2527 774, www.atom.si, fkkt@uni-mb.si

ZAHVALA

Zahvaljujem se somentorju, vodji sektorja kontrole in razvoja v podjetju Pomurske mlekarne d.d., Robertu Rojku za vodenje in pomoč pri opravljanju eksperimentalnega dela. Posebna zahvala je namenjena mentorici dr. Andreji Goršek za svetovanje in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Za ponujeno priložnost opravljanja eksperimentalnega dela in moralno podporo v dneh, ko je šlo kaj narobe se iskreno zahvaljujem Renati Vidonja in Simonu Kuzmiču ter vsem ostalim zaposlenim v Pomurskih mlekarnah, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastajanju tega diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi g. Francu Špindlerju iz podjetja Scala d.o.o. in g. Ivu Hauptmanu iz podjetja Hmezad inženiring d.o.o. za vso pomoč in svetovanje ter izkazano prijaznost.

Posebna zahvala je namenjena mojima staršema za vso podporo tekom študija, za vzpodbudne besede med nastajanjem diplomske naloge, predvsem pa da sta vseskozi verjela vame in mi omogočila študij.

VPLIV PROCESNIH PARAMETROV CIP ČIŠČENJA NA MIKROBIOLOŠKO KAKOVOST DOMAČE SKUTE

Povzetek

Kakovost domače skute je odvisna od mnogih dejavnikov, med katerimi je tudi čiščenje opreme s CIP sistemom, v kateri poteka tehnološki proces. Z raziskavami v okviru diplomskega dela smo določali optimalne procesne parametre CIP čiščenja v skutarni Pomurskih mlekarn. Namen dela je bil določiti spodnjo mejno vrednost koncentracije nove alkalne raztopine Deptal MP, ki bo še zagotavljala mikrobiološko kakovost domače skute. Glavni cilj naloge je bil usmerjen v določanje optimalne koncentracije lužine Deptal MP za izdelavo učinkovitega načrta CIP čiščenja, ki bo skladen z zahtevami HACCP sistema.

Učinkovitost CIP čiščenja in kakovost domače skute smo ugotavljali z vzorčenjem površin z brisi, z vzorčenjem zraka s sedimentacijsko metodo in s kontrolo koncentracije CIP čistil. Kvantitativno smo določali mikroorganizme v proizvodni opremi, zraku, surovini, izplaki in končnem proizvodu. Število mikroorganizmov smo pri vzorcih površin izrazili kot koncentracijo mikroorganizmov v brisu (CFU/mL) in pri vzorcih zraka kot koncentracijo mikroorganizmov v volumski enoti (CFU/m^3).

Rezultate mikrobioloških raziskav smo vrednotili glede na predpisane zgornje mejne koncentracije mikroorganizmov v okviru notranje kontrole obrata. Dokazali smo, da je delovna koncentracija za lužino Deptal MP v območju od (1 – 4) % in določili optimalno vrednost koncentracije pri 2,8 %. Z optimizacijo nam je uspelo znižati stroške in prihraniti na lužini Deptal MP, kislini, energiji in porabi sveže vode ter izboljšati načrt CIP čiščenja.

Ključne besede: CIP čiščenje, koncentracija CIP čistil, mikrobiološka kakovost, HACCP, domača skuta, plan čiščenja

UDK: 66-963:637.3(043.2)

INFLUENCE OF PROCESS PARAMETERS OF CIP CLEANING ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF COTTAGE CHEESE

Abstract

The quality of homemade cottage cheese depends on numerous factors, CIP-assisted equipment cleaning being one of them. Within the framework of this diploma paper, research was conducted to determine the optimal process parameters of CIP in the Pomurske Mlekarne cottage cheese production. The aim was to determine the lowest possible concentration of the new Deptal MP caustic cleaner, with which the microbiological quality of cottage cheese can still be preserved. Furthermore, the main goal of the paper is directed at defining the optimal concentration of the Deptal MP caustic cleaner for the development of an effective CIP system cleansing plan, which needs to be in compliance with the HACCP system requirements.

The effectiveness of the CIP-assisted cleaning and the quality of homemade cottage cheese were determined through swab sampling of selected surfaces, air sampling with sedimentation and through controlling the concentration of CIP cleaners. The concentration of microorganisms on the food processing equipment, in the air, in the raw matter, effluent and in the final product was estimated. The number of microorganisms from the surface was expressed as a number of microorganisms in the swab (CFU/mL). The concentration of microorganisms in air was expressed as the number of microorganisms per volume of air (CFU/m^3).

The results of the microbiological research were evaluated with regard to the requirements for concentration limits of microorganisms. These requirements were set by the production facility. The research has shown that the active concentration of the Deptal MP caustic cleaner ranges between (1 – 4) % and that the optimal value is 2.8 %. Through the optimization of the CIP system, costs were reduced, the use of Deptal MP caustic cleaner, acid, energy, water was economized and the overall CIP treatment plan was improved.

Key Words: CIP cleaning, concentration of CIP cleaners, microbiological quality, HACCP, cottage cheese, treatment plan

UDK: 66-963:637.3(043.2)

VSEBINA

1 UVOD 16
2 TEORETIČNI DEL 18
2.1 Predstavitev in organizacija podjetja Pomurske mlekarne d.d. 18
2.1.1 Pomurske mlekarne danes 18
2.1.2 Organizacija podjetja 19
2.2 Domača skuta 20
2.2.1 Domača skuta Pomurskih mlekarn 20
2.2.2 Tehnološki postopek izdelave domače skute 21
2.3 Avtomatski sistem za čiščenje-CIP sistem 24
2.3.1 Sistem čiščenja CIP 24
2.3.2 Osnovna čistila za sistem CIP 25
2.3.2.1 Močno alkalna čistila 26
2.3.2.2 Močno kisla čistila 26
2.3.2.3 Kombinacija čistil in razkužil 26
2.3.2.4 Čista razkužila 27
2.3.3 Procesni parametri CIP čiščenja 27
2.3.3.1 Temperatura 28
2.3.3.2 Koncentracija 28
2.3.3.3 Kontaktni čas 28
2.3.3.4 Mehanske sile 29
2.4 Kontrola čiščenja in sistem HACCP v mlekarnah 29
3 METODE IN MATERIALI 31
3.1 Shema in delovanje CIP skutarna 31
3.1.1 Shema CIP skutarna 31
3.2 Določitev mest za jemanje vzorcev 35
3.3 Čistilna sredstva in razkužila 35
3.3.1 Tekoče alkalno čistilno sredstvo za CIP naprave 36
3.3.2 Tekoče kislo čistilno sredstvo za CIP naprave 37
3.3.3 Razkužila 38

3.4 Vhodne surovine 38
3.5 Končni proizvod 39
3.6 Mikrobiološka gojišča 39
3.6.1 Gojišče PCA – Plate count skim milk agar 40
3.6.2 Gojišče VRB – Violet red bile agar 40
3.6.3 Gojišče TBX – Tryptone Bile X-Glucuronide agar 41
3.6.4 Gojišče YGC – Yeast extract glucose chloramphnicol agar 41
3.7 Raztopine in kemikalije 42
3.7.1 Raztopina za razredčevanje vzorcev – Ringerjeva raztopina 42
3.7.2 Reagenti za uravnavanje vrednosti pH gojišč in razredčeval 42
3.8 Laboratorijska oprema in aparature 43
3.9 Metode dela 43
3.9.1 Nastavitev parametrov posameznih programov 43
3.9.2 Kontrola koncentracije čistilnih sredstev 44
3.9.2.1 Deptal MP 45
3.9.2.2 Zlatol PS ACID 46
3.9.3 Merjenje pH vrednosti izplak 46
3.9.4 Mesta in način vzorčenja 47
3.9.5 Mikrobiološke preiskave 47
4 EKSPERIMENTALNI DEL 49
4.1 Čistilni sistem CIP skutarna 49
4.1.1 Vpliv koncentracije čistilnih sredstev 49
4.1.2 Jemanje vzorcev po pripravljenem planu vzorčenja 51
4.1.2.1 Vzorčenje površin z brisi 51
4.1.2.2 Vzorčenje surovine, končnih proizvodov, čistilnih sredstev in izplak 52
4.1.2.3 Vzorčenje zraka 53
4.1.3 Mikrobiološke preiskave 53
4.1.3.1 Določanje E.coli in koliformnih bakterij 53
4.1.3.2 Določanje SŠMO 53
4.1.3.3 Določanje plesni in kvasovk 54
4.1.3.4 Mikrobiološka preiskava zraka 54
5 REZULTATI 56
5.1 Določanje optimalnih procesnih parametrov CIP čiščenja 56
5.1.1 Kontrola koncentracije čistilnih sredstev 56
5.1.2 Kontrola CIP čiščenja 58
5.1.2.1 Vzorčenje in analiza površin določenih odvzemnih mest z brisi 58

5.1.2.2 Vzorčenje in analiza izplake iz sirnega kotla 2 po čiščenju 62
5.1.3 Kontrola kakovosti domače skute 64
5.1.3.1 Vzorčenje in analiza mleka v sirnem kotlu 2 64
5.1.3.2 Mikrobiološka preiskava zraka 65
5.1.3.3 Vzorčenje in analiza domače skute iz sirnega kotla 2 66
5.2 Plan CIP čiščenja opreme v skutarni 67
5.2.1 Navodila za CIP čiščenje 67
5.2.2 Kontrola in evidenca CIP čiščenja 68
6 ZAKLJUČEK 69
7 LITERATURA 71
8 PRILOGE 74
8.1 PRILOGA A 74
8.1.1 Življenjepis 74

SEZNAM SLIK

Slika 2 – 1: Pomurske mlekarne d.d. v Murski Soboti. 18
Slika 2 – 2: Organigram družbe Pomurskih mlekarn [27]. 19
Slika 2 – 3: Pakirana domača skuta Pomurskih mlekarn 0,5 kg (levo) in 1 kg (desno). 20
Slika 2 – 4: Diagram procesa izdelave domače skute [26]. 21
Slika 2 – 5: Polnjenje sirnega kotla 2. 22
Slika 2 – 6: Rezanje koaguluma.....22
Slika 2 – 7: Izpust in odcejevanje skute 23
Slika 2 – 8: Pokrivanje skute s folijo. 23
Slika 2 – 9: Pakiranje domače skute. 23
Slika 2 – 10: Sinnerjev krog. 27
Slika 3 – 1: Program CIP čiščenja v skutarni.....32
Slika 3 – 2: Shema CIP čiščenja v skutarni. 32
Slika 3 – 3: Nastavitve CIP čiščenja v skutarni.....33
Slika 3 – 4: Lužina Zlatol F84.....36
Slika 3 – 5: Nova lužina Deptal MP. 37
Slika 3 – 6: Kislina Zlatol PS Acid. 37
Slika 3 – 7: P3 – Oxonia Active 150. 38
Slika 3 – 8: Program CIP čiščenja za doziranje luga. 44
Slika 3 – 9: Določanje količnika m/p pred titracijo (levo) in po titraciji HCl (desno) 46
Slika 4 – 1: Plan določanja optimalne koncentracije lužine Deptal MP. 50
Slika 4 – 2: Ocevje za dovod mleka v sirni kotel 2. 51
Slika 4 – 3: Sirni kotel 2. 51
Slika 4 – 4: Ocevje za izhod iz sirnega kotla 2. 52
Slika 4 – 5: Odcejevalno sito.....52
Slika 4 – 6: Cisterna za lužino Deptal MP (levo) in za kislino Zlatol PS Acid (desno). 52
Slika 4 – 7: Plan izvajanja kontrole CIP čiščenja in kakovosti domače skute.....55
Slika 5 – 1: Koncentracija lužine Deptal MP v odvisnoti od koncentracije sekvestrena. ...58
Slika 5 – 2: Določanje SŠMO brisov površin pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP. 60
Slika 5 – 3: Določanje koliformnih bakterij (zgornja vrsta) in E.coli (spodnja vrsta).....60

Slika 5 – 4: Določanje plesni in kvasovk pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP. 60
Slika 5 – 5: Vpliv koncentracije lužine Deptal MP na učinek čiščenja. 61
Slika 5 – 6: Določanje SŠMO brisov površin pri 2,8 % koncentraciji lužine Deptal MP. 62
Slika 5 – 7: Določanje E.coli (zgornja vrsta) in koliformnih bakterij (spodnja vrsta).....62
Slika 5 – 8: Določanje plesni in kvasovk pri 2,8 % koncentraciji lužine Deptal MP. 62
Slika 5 – 9: Vpliv koncentracije lužine Deptal MP na SŠMO v izplaki po CIP čiščenju. 63
Slika 5 – 10: Določanje SŠMO v izplaki pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP. 63
Slika 5 – 11: Vpliv koncentracije lužine Deptal MP na vrednost pH izplake. 63
Slika 5 – 12: Rezultati mikrobiološke analize mleka. 64
Slika 5 – 13: Določanje koliformnih bakterij v mleku pri 0,8 % koncentraciji lužine. 65
Slika 5 – 14: Rezultati mikrobiološke preiskave zraka v skutarni. 65
Slika 5 – 15: Določanje plesni in kvasovk v zraku pri 0,8 % koncentraciji lužine. 65
Slika 5 – 16: Rezultati mikrobiološke analize domače skute. 66
Slika 5 – 17: Določanje koliformnih bakterij v sirnem zrnu pri 0,8 % koncentraciji lužine. .67

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 2 – 1: Sestava domače skute [28]. 20
Preglednica 3 – 1: Nastavitve CIP čiščenja za program P14 in P02. 34
Preglednica 3 – 2: Pregled odvzemnih mest, ki so bila vključena v raziskavo. 35
Preglednica 3 – 3: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za 1 % raztopino Zlatol F84. .36
Preglednica 3 – 4: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za 1 % raztopino Deptal MP. 37
Preglednica 3 – 5: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za 1 % kislino Zlatol PS Acid 37
Preglednica 3 – 6: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za P3 – Oxonia Active 150. ..38
Preglednica 3 – 7: Način vzorčenja na določenih odvzemnih mestih. 47
Preglednica 3 – 8: Mikrobiološke analize posameznih vzorcev (bris, živilo, zrak).....48
Preglednica 5 – 1: Kontrola koncentracije CIP čistil v skutarni. 56
Preglednica 5 – 2: Kontrola koncentracije sekvestrena v lužini Deptal MP. 57
Preglednica 5 – 3: Mikrobiološka analiza površin z brisi.....59

UPORABLJENE KRATICE

C_2H_6O	etanol
$C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$	metiloranž
$C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$	eriokrom črno T
$C_{20}H_{14}O_4$	fenolftalein
CaAc	kalcijev acetat
$CaCO_3$	kalcijev karbonat
CFU	kolonijska enota
CIP	čiščenje v zaprtem sistemu
d. d.	delniška družba
d. o. o.	družba z omejeno odgovornostjo
DVS	liofilizirana starter kultura
E. coli	Escherichia coli
EDTA	etilendiamintetraocetna kislina
EU	Evropska unija
FR	finančno računovodski sektor
HACCP	analiza tveganja kritičnih kontrolnih točk
HCl	klorovodikova kislina
ISO	mednarodna organizacija za standardizacijo

K	korak
KKT	kritična kontrolna točka
KOH	kalijev hidroksid
KS	komercialni sektor
LP	laboratorijsko poročilo
min	minimum
$MgCO_3$	magnezijev karbonat
MO	mikroorganizmi
NA	navodilo
NaCl	natrijev klorid
NaOH	natrijev hidroksid
P	program
PC	osebni računalnik
PCA	gojišče za skupno število mikroorganizmov
PS	proizvodni sektor
SH	kislinska stopnja po Soxhlet - Henklu
SKR	sektor kontrole in razvoja
SM	stroškovno mesto
SŠMO	skupno število mikroorganizmov
TBX	gojišče za Escherichia coli
TL	tehnološki list
VRB	gojišče za koliformne bakterije
YGC	gojišče za plesni in kvasovke

UPORABLJENI SIMBOLI

OZNAKA	VELIČINA	ENOTA
c_D	koncentracija lužine Deptal MP	%
c_s	koncentracija sekvestrena	ppm
c_Z	koncentracija kisline Zlatol PS acid	%
$\sum C$	vsota vseh kolonij na petrijevih posodicah	CFU
d	razredčitveni faktor prve razredčitve (10^{-1})	/
m	vrednost m	mL
n_1	število petrijevih posodic prve razredčitve	/
n_2	število petrijevih posodic druge razredčitve	/
N	število kolonijskih enot na mL	CFU/mL
N_Z	število mikroorganizmov v zraku	CFU/m^3
p	vrednost p	mL
pH	vrednost pH	/
t	čas	s
T	temperatura	°C
V_{CaAc}	volumen porabe 4 % kalcijevega acetata	mL
V_{HCl}	volumen porabe 0,1N HCl	mL
V_{NaOH}	volumen porabe 1N NaOH	mL
V_Z	volumen vzorčnega zraka	m^3

1 UVOD

V današnjem času je vse večja pozornost potrošnikov Evropske unije usmerjena k zdravi in uravnoteženi prehrani, katere eden temeljev so kakovostni mlečni izdelki. Poslovodstvo v mlekarnah je zato dolžno skrbeti za varnost in kakovost proizvodov, ki jih nudijo svojim potrošnikom. V ta namen se je v svetu razvil poseben sistem za analizo tveganja kritičnih kontrolnih točk Hazard Analysis Critical Control Point System (HACCP sistem), ki se je za zagotavljanje varnih, zdravstveno primernih in neoporečnih živil do sedaj izkazal kot najuspešnejša metoda.

Osnovna usmeritev in najpomembnejša vrednota Pomurskih mlekarn je zavezanost k kakovosti poslovanja ter visoki kakovosti in varnosti proizvodov. S svojim znanjem in izkušnjami spreminjajo mleko v »Bele zaklade neokrnjene narave« na način, ki zagotavlja zadovoljstvo kupcem, dobaviteljem, zaposlenim in lastnikom družbe. Temeljni cilj Pomurskih mlekarn je zagotoviti naravne, najkakovostnejše in zdravju prijazne mlečne izdelke v skladu z evropskimi standardi in tehnologijo. V podjetju se zavedajo, da je kakovost predpogoj za poslovno uspešnost in ključni dejavnik konkurenčnosti in produktivnosti na evropskih in drugih trgih [27]. Sem sodi tudi nenehno šolanje in izpopolnjevanje kadra na tem področju ter stalna prizadevanja po izboljšavi obstoječega higienskega stanja. Pri tem sta pomembna tudi ekonomski in ekološki vidik [17].

Za proizvodni proces kakovostnih in zdravstveno neoporečnih živil sta higiena in s tem povezano čiščenje zelo pomembni. Za dosego omenjenega cilja Pomurske mlekarne uporabljajo postopek čiščenja zaprtega cevnega sistema – CIP (angl. Cleaning in Place). Sistem CIP predstavlja tehniko čiščenja cevi in opreme na mestu delovanja brez predhodnega razstavljanja v posamezne elemente z učinkovitim prečrpavanjem čistil in razkužil ter začetnim in končnim izplakovanjem z vodo [29]. Do 50 let 20. stoletja se je čiščenje zaprtih sistemov izvajalo lokalno, in sicer tako, da so sistem cevi na mestu napolnili s tekočino, ročno pripravili delovne raztopine in po enem sklopu čiščenja zavrgli čistilna sredstva [33]. Integracija prvih CIP sistemov v proizvodne linije je v letu 1950 skupaj z avtomatizacijo procesov pomenila velik korak v tehnologiji čiščenja, saj je pripomogla k izboljšanju delovnih pogojev in zmanjšanju vpliva človeškega faktorja na

kvaliteto končnih izdelkov [36]. Računalniško voden sistem, ki je nadzoroval parametre kot so čas, temperatura, koncentracija in moč, je omogočal upravljavcem in čistilcem strojev enostaven nadzor nad čiščenjem s tehnologijo CIP [33].

Po pregledu strokovne literature smo ugotovili, da je le–te zelo malo, saj proizvajalci opreme obravnavajo CIP sisteme kot svoj »know how«. Na ta način si lahko pomagamo s proizvajalci kemikalij in čistilnih sredstev, ki nudijo strokovno in tehnično pomoč. Manjši del raziskav na področju tehnologije CIP čiščenja je bil usmerjen predvsem k iskanju rešitev za izboljšanje avtomatskega procesa čiščenja vzporedno z napredkom v kemiji in industrijski biotehnologiji. Glavni cilj teh raziskav je bil zmanjšanje stroškov tehnologije CIP sistema s prihrankom na energiji, kemiji, obratovalnem času, porabi sveže vode in obremenitvi odpadnih voda ter čistil [2, 8, 36]. Glede na te vire smo ugotovili, da je učinek čiščenja odvisen od mnogih dejavnikov, med katerimi so najpomembnejši čas delovanja, temperatura, mehanično učinkovanje in vrsta ter koncentracija čistilnega sredstva. Objavljene raziskave so bile usmerjene predvsem k izbiri vrste in koncentracije čistilnih sredstev za izboljšanje procesa čiščenja iz ekonomskega in ekološkega vidika, zato smo diplomsko delo namenili tej tematiki.

Namen raziskave v okviru diplomskega dela je bil določiti vpliv koncentracije čistilnega sredstva na učinek CIP čiščenja in mikrobiološko kakovost končnega izdelka. Po analizi obstoječega programa čiščenja smo poiskali najboljše rešitve z optimizacijo koncentracije čistilnega sredstva s ciljem izdelave učinkovitega in uporabnega programa čiščenja za dvig higienskega nivoja in zmanjšanje stroškov v obratu. Osredotočili smo se v določanje mejne koncentracije CIP čistila, ki bo še zagotavljala mikrobiološko neoporečnost domače skute in hkrati določili optimalno koncentracijo za izdelavo učinkovitega načrta CIP čiščenja, ki bo skladen z zahtevami HAACP sistema.

Dela smo se lotili s kratko predstavitvijo podjetja Pomurske mlekarne, d.d. in njihovih tehnoloških postopkov izdelave domače skute. Sledi splošen opis CIP čiščenja v mlekarnah s kontrolo v skladu s sistemom HACCP. V nadaljevanju smo predstavili metode nadzora procesa proizvodnje domače skute in pri tem uporabljene materiale, ki smo jih podrobno opisali v eksperimentalnem delu. V zaključku smo povzeli glavne rezultate mikrobioloških analiz in predstavili učinkovit program CIP čiščenja.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Predstavitev in organizacija podjetja Pomurske mlekarne d.d.

2.1.1 Pomurske mlekarne danes

Pomurske mlekarne so eden od nosilcev živilsko predelovalne industrije v severovzhodni Sloveniji in eden od stebrov slovenske mlekarske industrije. Letno pridelajo okrog 80 milijonov litrov mleka. Pri prireji mleka jih vodi tradicija prehranjevanja živali, z upoštevanjem vseh evropskih standardov o pridelavi, za zdravo ljudsko prehrano, neoporečnega mleka. Nedvomno se je iz teh razlogov za izdelke Pomurskih mlekarn oprijel tudi slogan Beli zakladi neokrnjene narave. Podobno skrb kot reji mleka v Pomurskih mlekarnah posvečajo tudi njegovi pridelavi, predvsem kakovosti proizvodov. Rezultati teh prizadevanj so že davno pridobljen certifikat za izvoz izdelkov na najzahtevnejša tuja tržišča, certifikat za kakovost International Organization for Standardization (ISO) 9001 in okoljevarstveni certifikat ISO 14001.

Pomurske mlekarne so bile ustanovljene leta 1945, podjetje Mlekopromet iz Ljutomera, ki je od leta 2001 del Pomurskih mlekarn, pa leta 1947. Podjetje na sliki 2 – 1 ima sedež v Murski Soboti in deluje z 185 zaposlenimi, med katerimi jih ima dobrih 13 odstotkov višjo ali visoko strokovno izobrazbo, približno polovica pa strokovno mlekarsko.

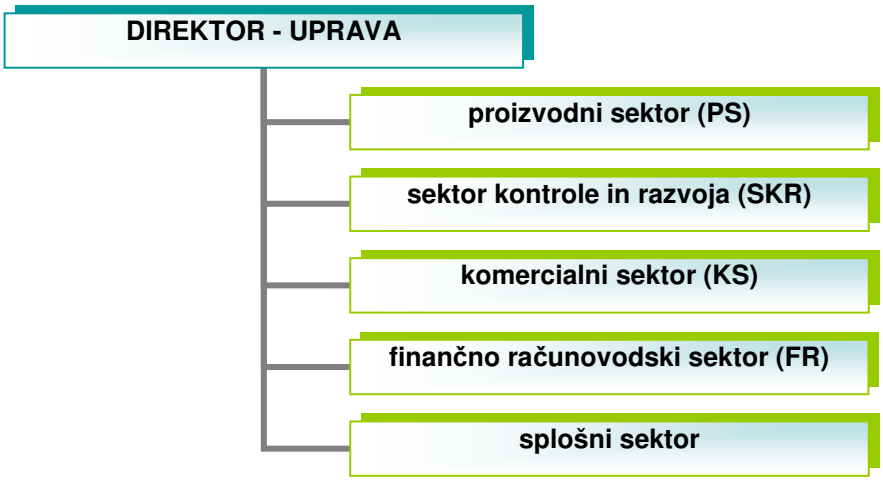
Slika 2 – 1: Pomurske mlekarne d.d. v Murski Soboti.

Medtem ko v Murski Soboti v glavnem proizvajajo mleko v prahu, maslo, sterilizirane in fermentirane izdelke ter skute, imajo v Ljutomeru izključno proizvodnjo priznanih Ljutomerskih sirov. 70 % celotne proizvodnje izdelkov prodajo na domačem trgu, 30 % pa na drugih tržiščih. V glavnem so to tržišča Evropske unije (EU), evropska tržišča izven EU in severno ameriški trg [27].

2.1.2 Organizacija podjetja

Organizacijo, ki jo prikazuje slika 2 – 2, sestavljajo:

- uprava,
- sektorji,
- delovne enote oz. službe,
- delovna mesta.



Slika 2 – 2: Organigram družbe Pomurskih mlekarn [27].

V proizvodnem sektorju sta organizirani dve proizvodni lokaciji: mlekarna Murska Sobota in sirarna Ljutomer. Sektor kontrole in razvoja izvaja dejavnost kontrole kvalitete izdelkov, dejavnost razvoja, investicij ter vzdrževanja sprejetih sistemov kakovosti. V komercialnem sektorju se izvajajo funkcija nabave surovin, blaga in materiala, marketinga, prodajne in druge aktivnosti, skladiščenje in odprema blaga. Finančno računovodski sektor opravlja finančno računovodske dejavnosti, podrejene zakonskim predpisom ter po potrebi po analitičnih in ažurnih podatkih o finančnem poslovanju družbe. V splošnem sektorju se opravljajo dejavnosti, povezane s splošnimi kadrovskimi, upravnimi in pravnimi zadevami, z organiziranjem in vzdrževanjem informacijske infrastrukture in sistema ter z zadevami splošnega družbenega standarda [27].

2.2 Domača skuta

2.2.1 Domača skuta Pomurskih mlekarn

Domača skuta je svež sir, pridobljen s koagulacijo sirotke, ki je nastala pri predhodni koagulaciji mleka, je torej stranski proizvod pridobivanja sirov. Skuta je bele do rumenkaste barve ter ima enakomerno mehko, zrnato, mazavo ali pastozno teksturo, ki je odvisna predvsem od temperature izdelave. Njen okus in vonj sta rahlo kiselkasta in odvisna od sestavin [31].

Domača skuta Pomurskih mlekarn je sveži sir, pripravljen iz pasteriziranega mleka z dodatkom izbranih mlečnokislinskih bakterij. Skuta ima vse dobre lastnosti fermentiranih mlečnih izdelkov, lahko prebavljivost in visoko biološko vrednost. Sestavo domače skute na 100 g podaja preglednica 2 – 1.

Preglednica 2 – 1: Sestava domače skute [28].

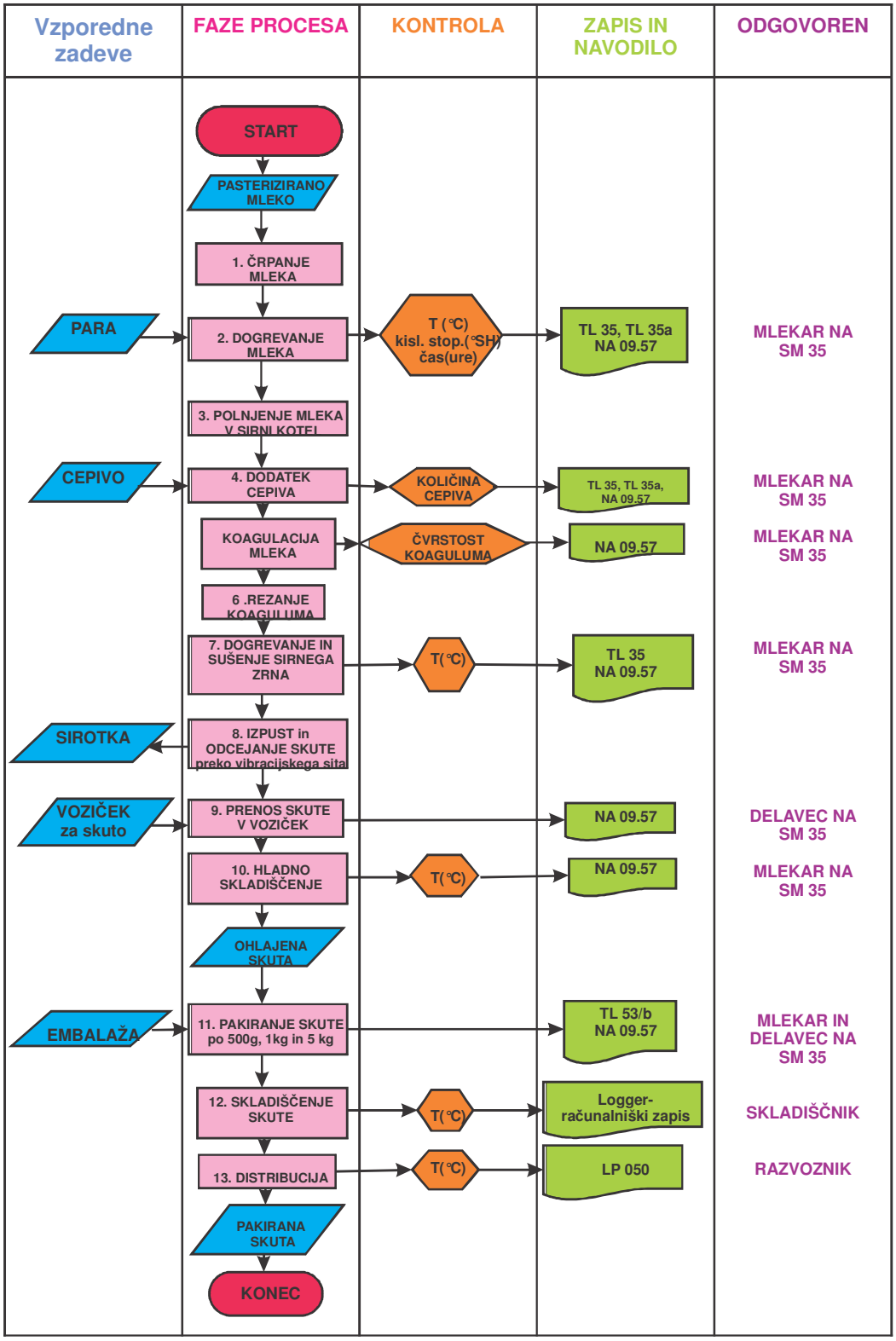
Sestava (100g)	DOMAČA SKUTA
energijska vrednost	**939 kJ/226 kcal**
beljakovine	**16 g**
ogljikovi hidrati	**2,5 g**
maščoba	**13 g**
kalcij	**0,4 g**

Skuta na sliki 2 – 3 je pod kontroliranimi pogoji pakirana v plastične lončke in plastične vrečke. Vsebina embalažne enote je 0,5 kg in 1 kg. Primerna je za peko prekmurske gibanice, skutnega zavitka, štrukljev in je nepogrešljiva osnova za namaze vseh vrst [28].

Slika 2 – 3: Pakirana domača skuta Pomurskih mlekarn 0,5 kg (levo) in 1 kg (desno).

2.2.2 Tehnološki postopek izdelave domače skute

Diagram procesa izdelave domače skute prikazuje slika 2 – 4.



Slika 2 – 4: Diagram procesa izdelave domače skute [26].

Delo na stroškovnem mestu (SM) 35 je sestavljeno iz dveh delov, izdelava skute in pakiranje skute, ki jo opravlja mlekar in dva delavca. Le–ti so z dinamiko dela seznanjeni preko naročilnic, ki jih dobijo od vodje dan pred proizvodnjo. Pred proizvodnjo je obvezno pranje sirnega kotla s CIP-om. Po pranju vzame mlekar izplako za mikrobiološko analizo in jo odnese v laboratorij za kontrolo učinkovitosti čiščenja. Obvezno je tudi pranje odcejevalnega sita, vozičkov in opreme ter parjenje sirnega kotla, vozičkov in opreme.

Tehnološki postopek izdelave domače skute na sliki 2 – 4 se prične s pasterizacijo mleka, pripravo surovine na SM 10. Mleko se skladišči v izoliranih tankih, v katerih mleko ohrani temperaturo (3 – 5) °C. Za izdelavo polnomastne domače skute se mleko tipizira na (2,6 – 2,75) % mlečne maščobe.

Sledi črpanje mleka preko toplotnega izmenjevalca iz tankov, kjer se skladišči po pasterizaciji, do sirnih kotlov. Mleko se dogreje preko toplotnega izmenjevalca na temperaturo (24 – 26) °C, ki je optimalna temperatura za delovanje mlečnokislinskih bakterij. Nato se mleko prečrpa v sirna kotla (2 x 10.000 L; nalivna količina mleka v kotlu je do 8.000 L), kar prikazuje slika 2 – 5.

Slika 2 – 5: Polnjenje sirnega kotla 2.

Slika 2 – 6: Rezanje koaguluma.

Za izdelavo domače skute se dodajo starter kulture v DVS (liofilizirani obliki) z namenom, da se doseže željena stopnja kislosti v določenem času (42 – 50) °SH / (16 – 20) h. Sledi rezanje koaguluma in nastajanje sirnega zrna, kar je prikazano na sliki 2 – 6. Sirno zrno se nato v kotlu preko dvojnega plašča s pomočjo pare dogreje na temperaturo sušenja (42 – 44) °C z namenom, da se pospeši sinereza in acidifikacija. Pri tem se sirna masa stalno meša, da ne pride do sprijemanja sirnega zrna.

Sledi izpust sirnega zrna in sirotke preko vibracijskega sita, kar prikazuje slika 2 – 7, kjer poteka ločevanje sirotke od sirnega zrna. S pomočjo greblice se potem skuta prenese v dezinficirane vozičke in se pokrije s čisto folijo, kar je prikazano na sliki 2 – 8, da se zaščiti pred negativnimi vplivi okolja. Skuta se takoj odpelje v hladilnico, kjer je temperatura pod 6 °C, da se prekine rast nezaželjenih mikroorganizmov pred pakiranjem domače skute.

Slika 2 – 7: Izpust in odcejevanje skute.

Slika 2 – 8: Pokrivanje skute s folijo.

Skuta se pakira v prostoru za pakiranje skute, ki se predhodno sterilizira s pomočjo UV svetilke 15 min. Pred začetkom pakiranja se dezinficira delovna površina, na kateri se ročno pakira skuta v polietilenske vrečke in lončke. Embalažne enote se zložijo v transportno embalažo, te pa na palete kot je prikazano na sliki 2 – 9.

Slika 2 – 9: Pakiranje domače skute.

Pakirana skuta se takoj prepeljejo v hladilnico, kjer je temperatura pod 6 °C z namenom, da se prekine nezaželjena rast mikroorganizmov. Na koncu se izvede distribucija s transportnimi vozili, ki so čista in katerih hladilna komora je ohlajena pod 6 °C [26].

2.3 Avtomatski sistem za čiščenje-CIP sistem

2.3.1 Sistem čiščenja CIP

V živilski industriji se uporabljajo različne metode čiščenja. Tam, kjer imamo opravka s pretoki in zaprtimi sistemi, je najpogostejše t.i. CIP (ang. Cleaning in place) čiščenje [29]. V mlekarstvu se je uveljavilo avtomatizirano kemično krožno čiščenje CIP, s katerim se po končanem delu ali uporabi strojev očistijo pasterizatorji, ocevja, skladiščni tanki, cisterne in kontinuirani stroji za izdelavo masla [20].

Sistem CIP predstavlja tehniko čiščenja cevi in opreme na mestu delovanja brez predhodnega razstavljanja v posamezne elemente z učinkovitim prečrpavanjem čistil in razkužil ter začetnim in končnim izplakovanjem z vodo [17]. Ta je običajno voden z mikroprocesorji in se ga lahko senzorsko nadzoruje. Ker poteka v zaprtem sistemu, je varnostno najmanj problematičen [29]. Avtomatizirano kemično krožno čiščenje CIP izključuje človeške napake, saj onemogoča, da bi delavci izpustili določeno fazo čiščenja ali pa jo opravili v krajšem času, kakor je priporočljivo [20]. Potek čiščenja s sistemom CIP in namen prikazuje preglednica 2 – 2.

Preglednica 2 – 2: Potek in namen čiščenja s sistemom CIP [34].

OPERACIJA	NAMEN
Predspiranje	Odstranitev velikih delcev nečistoč
Čiščenje z raztopino čistilnega sredstva	Odstranitev ostankov nečistoč
Spiranje	Odstranitev raztopine čistilnega sredstva
Razkuževanje	Uničenje mikroorganizmov
Končno spiranje	Odstranitev ostankov čistila in razkužila

Raztopine čistil in razkužil pripravljamo na nekem osrednjem mestu v zbirnih posodah. Iz zbiralnih posod jih črpamo, če je mogoče po ceveh, ki so namenjene za živila, do mesta, ki ga želimo očistiti, od tu pa v večini primerov spet v zbirne posode. Vsi večji votli deli takšnega zaključnega krožnega sistema so opremljeni z brizgalnimi glavami, ki morajo biti vgrajene tako, da zagotovijo dotok raztopin vse do površin, ki lahko pridejo v stik z živilom. Najprej je treba poudariti velik pomen učinkovitega uvodnega spiranja. Z uvodnim

spiranjem s površin odstranimo vse neprijetne in lažje odstranljive delce, ki na ta način ne bremenijo čistilne raztopine. Tako so čistilni učinki boljši in poraba čistilnih sredstev manjša. Vodo po uvodnem spiranju zavržemo. Drugače je pri vmesnih spiranjih in pri zadnjem spiranju. Njihova naloga je odstranitev ostankov čistilnih in razkuževalnih raztopin. Smotrno je na primer vodo po alkalnem čiščenju vračati v poseben zbirni rezervoar in jo pri naslednjem čiščenju uporabiti za uvodno spiranje [18].

Prednosti CIP sistemov so [30]:

- povečana higienska varnost, ker je manj ročnega dela,
- povečana kakovost čiščenja, saj je postopek pod stalnim nadzorom,
- dobra ponovljivost rezultatov čiščenja,
- nadzor stroškov pri porabi kemikalij, vode, časa in energije.

2.3.2 Osnovna čistila za sistem CIP

V prehrambeni industriji se danes uporabljajo zelo različna čistilna sredstva, katerih sestava je prilagojena namenu čiščenja. Splošno velja, da odstranjujemo:

- proteinske nečistoče s kombinacijo alkalij, tenzidov in oksidantov,
- maščobne nečistoče s kombinacijo tenzidov in alkalij,
- nizkomolekularne ogljikove hidrate z alkalijami in kislinami,
- visokomolekularne ogljikove hidrate z dodatkom oksidantov,
- mineralne zaostanke (vodni, mlečni in pivski kamen) s kislinami.

Pomembno je, da se sredstva, ki se uporabljajo pri čiščenju CIP, ne penijo, saj to povzroča težave v procesu čiščenja [30].

Čistilna sredstva, ki se uporabljajo za CIP postopek, razdelimo v štiri osnovne skupine:

- močno alkalna čistila,
- močno kisla čistila,
- kombinacija čistil in razkužil,
- čista razkužila.

V posebno skupino prištevamo koncentrate, ki se v posebnih primerih dodajajo čistilom ali pa jih kombiniramo z natrijevim hidroksidom [18].

2.3.2.1 Močno alkalna čistila

Osnova močno alkalnih čistil je navadno natrijev hidroksid (NaOH) v trdni ali tekoči obliki.

Prednosti čistilnega sredstva pred čistim NaOH so zlasti:

- hitrejše in učinkovitejše prodiranje v pore nečistoč in za enak učinek občutno krajše trajanje delovanja tudi pri nižji temperaturi;
- preprečevanje odlaganja vodnega kamna; sekvestrirajoči učinek je pri kakovostnih sredstvih celo tolikšen, da delno raztaplja že izločene netopne kalijeve in magnezijeve soli;
- preprečevanje ponovnega odlaganja že odstranjenih nečistoč na površine;
- preprečevanje penjenja delovnih raztopin tudi pri obremenitvah z nečistočami, ki povzročajo penjenje.

Osnovna naloga močno alkalnih čistil je učinkovito odstranjevanje oprijetih organskih nečistoč, ki se jih z uvodnim spiranjem ne uspe odstraniti. Koncentracijo sredstva predlaga ob upoštevanju ostalih dejavnikov proizvajalec in predvidi tudi dovoljeno odstopanje. V interesu uporabnika je, da predpisano koncentracijo vzdržuje z rednim nadzorom.

2.3.2.2 Močno kisla čistila

Kisla sredstva primerna za postopek CIP, so lahko na osnovi anorganskih kislin (predvsem dušikove in fosforne) ali na osnovi organskih kislin. Njihova vloga je raztapljanje vseh anorganskih zaostankov, ki jih z alkalnimi sredstvi ni mogoče odstraniti. Praviloma alkalnemu čiščenju sledi kislo čiščenje, seveda po vmesnem spiranju. Pomembnosti kislega čiščenja ne smemo podcenjevati, saj lahko že majhni ostanki anorganskih oblog zelo dobro ščitijo mikroorganizme, ki jih zato ni mogoče uničiti niti z močno alkalnimi sredstvi, niti s sicer zelo učinkovitimi razkužili.

Potreba po kislem čiščenju je odvisna od proizvodnih razmer. Redno kislo čiščenje je praktično nujno na vseh površinah, kjer obdelujemo proizvode ali surovine s toploto. V drugih primerih moramo ugotoviti potrebo po kislem čiščenju na osnovi prakse.

2.3.2.3 Kombinacija čistil in razkužil

Kombinacija čistil in razkužil so večinoma slabo alkalne, razkuževalna komponenta je največkrat aktivni klor, brom, jod ali kvarterne amonijeve spojine. Uporabimo jih lahko tam, kjer narava nečistoč ne zahteva agresivnejših medijev. Sočasnemu čiščenju in

razkuževanju sledi redno samo izpiranje z bakteriološko brezhibno vodo. Naknadno kislo čiščenje uporabimo občasno po potrebi.

2.3.2.4 Čista razkužila

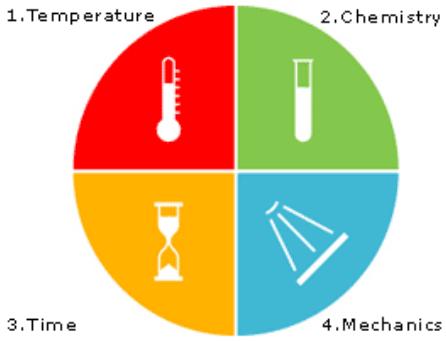
Osnovne lastnosti, ki jim mora ustrezati razkužilo pri obtočnem čiščenju so:

- hitro in učinkovito delovanje,
- širok spekter delovanja,
- možnost hitrega in učinkovitega izpiranja,
- razkužilo se ne sme peniti.

Opisanim pogojem najbolj ustrezajo razkužila na osnovi aktivnega klora in broma, zlasti še najsodobnejša razkužila, ki delujejo na osnovi aktivnega kisika. Uspešno delovanje razkužil je v veliki meri odvisno od uspeha predhodnega čiščenja. Razen tega je treba paziti, da se površine po čiščenju splaknejo do praktično nevtralne reakcije. Na vsak način mora biti pH odtekajoče izpiralne vode med 6 in 8 [18].

2.3.3 Procesni parametri CIP čiščenja

Na učinek čistil in razkužil pri uporabi ustreznega sredstva vplivajo štirje dejavniki: koncentracija, temperatura, čas delovanja sredstva in pri tem uporabljene mehanske sile. Te dejavnike je treba v praksi uskladiti glede na naravo nečistoče in drugih pogojev tako, da dosežemo optimalne učinke [18]. Te kritične procesne parametre CIP čiščenja je prvi opredelil dr. Sinner v Sinnerjevem krogu čiščenja [1], ki ga prikazuje slika 2 – 10. Parametri čiščenja so variabilni in razmerje med njimi določajo fizikalne lastnosti materiala, ki se čisti ter ekonomija.



Slika 2 – 10: Sinnerjev krog.

2.3.3.1 Temperatura

Na učinek čiščenja v veliki meri vpliva temperatura. Kot orientacija naj služi podatek, da so tople raztopine (30 – 40) °C od 2 do 4 – krat učinkovitejše, kot hladne. Za omenjeni parameter lahko zmanjšamo koncentracijo oziroma trajanje delovanja. Odločilna pa ni začetna temperatura čistilne raztopine v zbirni posodi, ampak povprečna temperatura med kroženjem.

Za temperaturo veljajo tudi nekatere omejitve. Pri čiščenju zaprtih posod visoka temperatura ni priporočljiva, ker pri hladnem izpiranju pride do nevarnega podtlaka. Temperaturne omejitve so navadno tudi pri kombinaciji čistil in razkužil, čistih razkužilih in kislih sredstvih zaradi narave teh sredstev [18]. Temperatura začetnega izpiranja je nad točko taljenja za maščobe 50 °C in pod točko denaturacije proteinov (70 – 80) °C. Pomembna je temperatura alkalnega čiščenja, saj se hitrost reakcije potroji z dvigovanjem temperature za 10 °C. Zato je pomembno, da se alkalno čiščenje izvaja pri čim višji temperaturi. Kljub temu, da je pri višji temperaturi tudi večja korozija cevovodov in ostalih kovinskih delov, se običajno uporabljajo temperature višje od 100 °C. Pri kislem čiščenju se uporabljajo nižje temperature, saj kislina še poveča korozijo in uničevanje gumijastih delov; temperatura je običajno med (60 – 70) °C in ne presega 90 °C [37].

2.3.3.2 Koncentracija

Koncentracija je odvisna od vrste umazanije, ki jo želimo odstraniti. Segrevane površine zahtevajo višjo koncentracijo kemikalije, kot hladne površine [37]. Čistila ter kombinacija čistil in razkužil so običajno sestavljena tako, da so delovne koncentracije od (0,5 – 2) %, za čista razkužila pa veljajo približno 10 – krat nižje vrednosti [18]. Koncentracija natrijevega hidroksida se giblje med (1,5 – 2) % in koncentracija kisline med (1,0 – 1,6) % [37]. Čim višja je koncentracija razkužila (v območju predpisanih koncentracij), tem boljše rezultate dosegamo [34]. Navadno pa imajo vsa čistila kritično koncentracijo, nad njo se čistilni učinek ne povečuje, temveč lahko celo zmanjšuje [18].

2.3.3.3 Kontaktni čas

Trajanje delovanja je praktično edina neodvisna spremenljivka [18]. Čas kroženja čistila je določen z efektivnim kontaktnim časom in časom potrebnim za en krog kroženja čistila. Za alkalni del čiščenja je običajno dovolj efektivni kontaktni čas 10 min, za začetno in končno izpiranje pa je dovolj efektivni kontaktni čas med petimi in desetimi minutami [37]. S spreminjanjem trajanja delovanja lahko nadoknadimo omejitve, ki veljajo za temperaturo in koncentracijo [18].

2.3.3.4 Mehanske sile

Mehaniko imamo lahko praktično za konstantno [18]. Za primerno dezinfekcijo se uporablja turbolentni tok, ki ga dosežemo s približno hitrostjo 1,5 m/s [37]. Prekoračitev navedene vrednosti nima smisla, saj ne izboljšamo mehanskih učinkov. S povečanjem hitrosti pretoka v zaprtih sistemih lahko turbolenco samo zmanjšamo [18]. Posebno pozornost pa je treba nameniti mrtvim kotom v cevovodih [37].

2.4 Kontrola čiščenja in sistem HACCP v mlekarnah

Kontrola čiščenja v proizvodnem procesu poteka preko:

- jemanja brisov površin,
- jemanja vzorca zadnje izplakovalne vode,
- vizualne kontrole čiščenja strojev in naprav ter prostorov.

Poleg kontrole čiščenja opravljajo Pomurske mlekarne tudi kontrolo pitne vode in odpadnih tehnoloških vod v skladu s predpisi, ki jo opravlja pooblaščen zavod [27].

Nadzor čiščenja se izvaja po sledečih metodah [10]:

- vizualni pregled,
- otip,
- klasična mikrobiološka metoda,
- hitre metode.

Kontrola čiščenja je lahko vizualna, potrebno pa je redno opravljati tudi laboratorijsko kontrolo z mikrobiološko preiskavo brisov površin ali izpirkov. Poleg klasičnih mikrobioloških metod se vse več uporabljajo tudi tako imenovani »hitri testi«, ki s hitrimi rezultati pripomorejo k učinkovitemu ukrepanju [16].

HACCP, analiza tveganja in ugotavljanja kritičnih kontrolnih točk (KKT) je analitsko orodje, ki vodstvenemu osebju v podjetju omogoča, da uvede in vzdržuje stroškovno učinkovit in kontinuiran program zagotavljanja neoporečnosti živil. Analiza tveganja razkrije kritične kontrolne točke, ciljne vrednosti, postopke nadziranja in odpravo pomanjkljivosti. Za mlekarno je proces HACCP sistem nujen, saj je lahko mleko najdražji element v strukturi cene in je izguba nadzora nad kakovostjo zelo draga, uspešno izvajanje sistema kakovosti z vgrajenim HACCP sistemom pa omogoča učinkovit nadzor [23].

Poudariti moramo, da imata lahko čiščenje in dezinfekcija pri proizvodnji in predelavi živil velik vpliv na varnost le-teh. Zato je neko čiščenje lahko tudi KKT. Tveganja moramo zato opredeliti na vsaki posamezni točki procesa, kjer izvajamo čiščenje. Še posebej je to pomembno takrat, kadar živilo pride v stik s površinami in kasneje ni več toplotno obdelano.

Monitoring in verifikacija v okviru sistema HAACP morata potrditi pravilnost izbranih metod čiščenja in dezinfekcije. V kolikor opazimo odstopanja na neki KKT od postavljenih vrednosti, moremo predvideti korektivne ukrepe in stanje izboljšati. To lahko dosežemo na različne načine, na primer s spremembo čistilnega sredstva, spremembo postopka čiščenja ali drugih dejavnikov, ki vplivajo na kakovost čiščenja [23].

Zato, da standardiziramo postopke čiščenja, izdelamo v okviru sistema HAACP pisni dokument, ki ga imenujemo higienski načrt. Uporabljajo ga še nazivi higienski plan ali tudi plan čiščenja oziroma dezinfekcije ali tudi program čiščenja in dezinfekcije. Higienski načrt v okviru sistema HACCP mora zajemati [3]:

- površine, predmete, naprave in pripomočke, ki jih moramo čistiti,
- določiti odgovornost za določeno nalogo,
- metodo in pogostost čiščenja,
- monitoring.

Poleg higienskega načrta dokumentacija HACCP v zvezi s čiščenjem obsega še varnostne liste za nevarna čistila in navodila za delo s čistili, ki jih podajo proizvajalci čistilnih sredstev. Da se zapisani postopki čiščenja tudi pravilno izvajajo, moramo v okviru sistema HACCP organizirati izobraževanje in izpopolnjevanje kadra.

3 METODE IN MATERIALI

3.1 Shema in delovanje CIP skutarna

3.1.1 Shema CIP skutarna

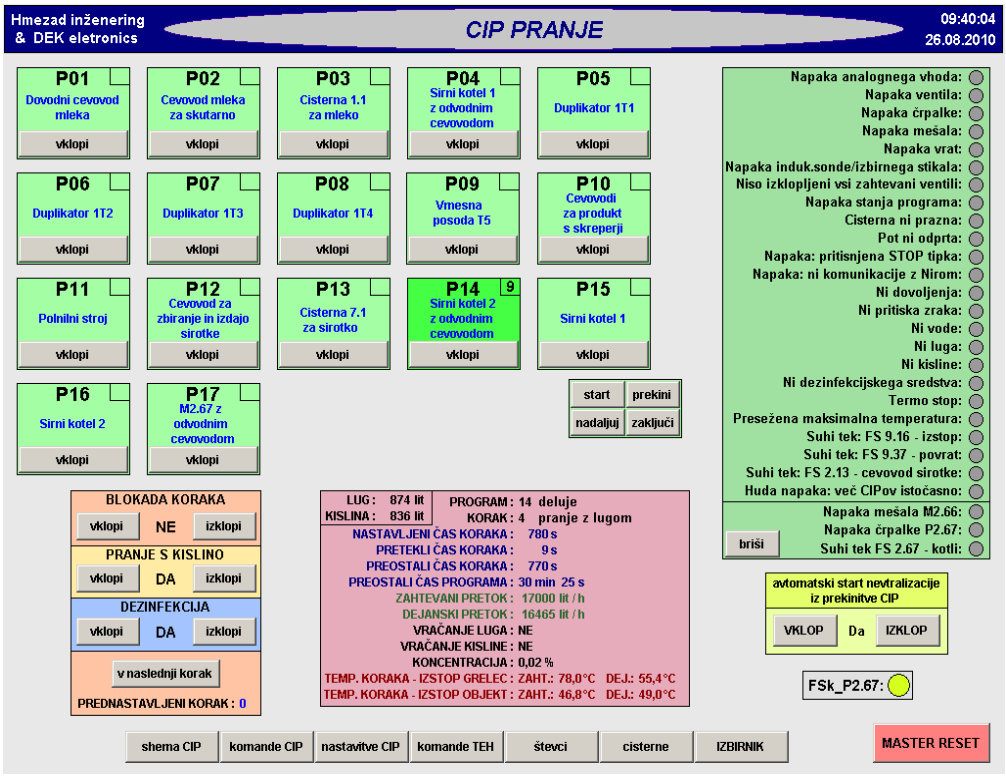
Programsko opremo za krmiljenje tehnološkega procesa s tehnološko – tehnično dokumentacijo za CIP sistem je izdelalo podjetje Hmezad inženirind d.o.o. iz Ljubljane. Podjetje Hmezad inženiring d.o.o. ima na področju uvajanja računalniško vodenih tehnoloških linij bogate izkušnje, uspešno izvedbo projektov pa potrjujejo njihove številne reference. Z avtomatizacijo procesa si prizadevajo za povečanje produktivnosti tehnoloških linij, zmanjševanje vpliva človeškega faktorja na kvaliteto končnih izdelkov in izboljšanje delovnih pogojev [12].

Procesno enoto CIP sistema krmilimo torej s pomočjo PC – daljinsko vodenje. Na njem imamo shemo celotnega sistema, recepture za izvajanje posameznih operacij in nastavitve vseh potrebnih parametrov. Med navedene parametre sodijo nivoji v rezervoarjih, prevodnosti raztopin za čiščenje, časi trajanja faz čiščenja, odpiranje in zapiranje pnevmatskih ventilov, vklop in izklop črpalk in stopnje čistosti posameznih objektov. Sistem omogoča čiščenje mešalnikov, rezervoarjev, cevovodov in polnilnega stroja, prečrpavanje izdelkov iz mešalnikov v rezervoarje in iz rezervoarjev do polnilnega stroja.

Izbiro programa CIP čiščenja prikazuje slika 3 – 1, na kateri je aktiven program P14 za čiščenje sirnega kotla 2 z odvodnim cevovodom. Program omogoča celoten pregled korakov čiščenja, čas trajanja, pretoke, koncentracijo čistilnih sredstev in temperaturo posameznih korakov. Omogoča tudi blokade koraka, pranje s kislino, pranje z dezinfekcijo in izbiro v naslednji korak.

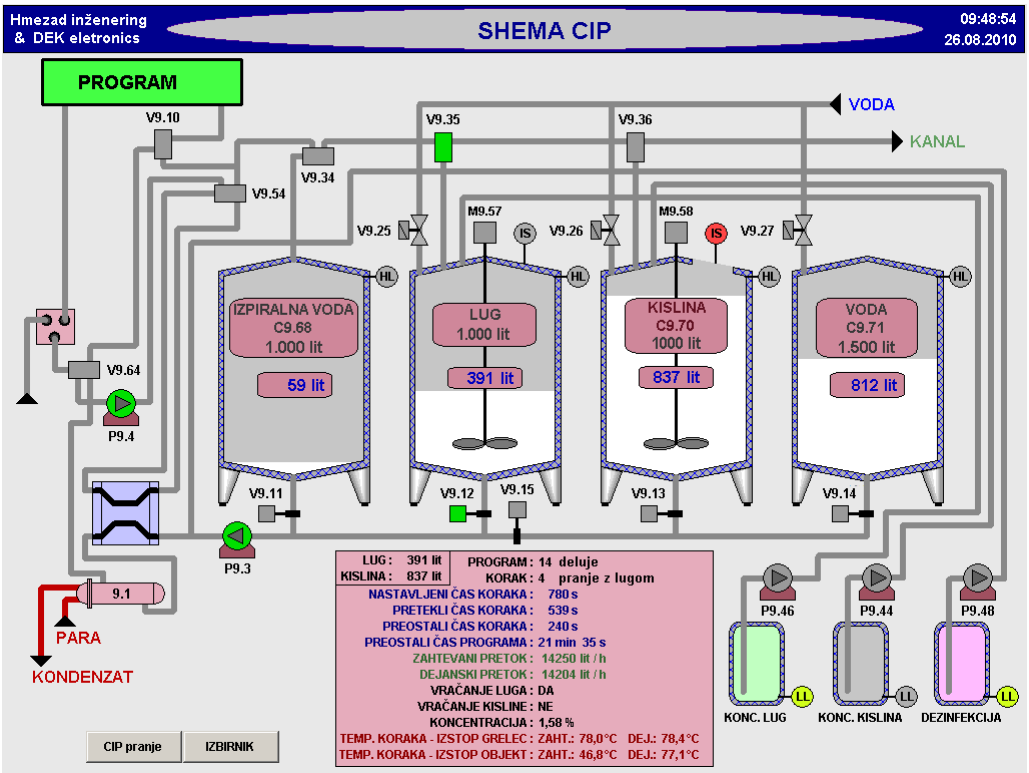
Tekom eksperimentalnega dela smo izvajali naslednje programe CIP čiščenja:

- P02 – cevovod mleka za skutarno,
- P14 – sirni kotel 2 z odvodnim cevovodom in
- P41 – doziranje luga.



Slika 3 – 1: Program CIP čiščenja v skutarni.

Na sliki 3 – 2 je prikaz sheme CIP-a in procesnih parametrov CIP-a za program P14.

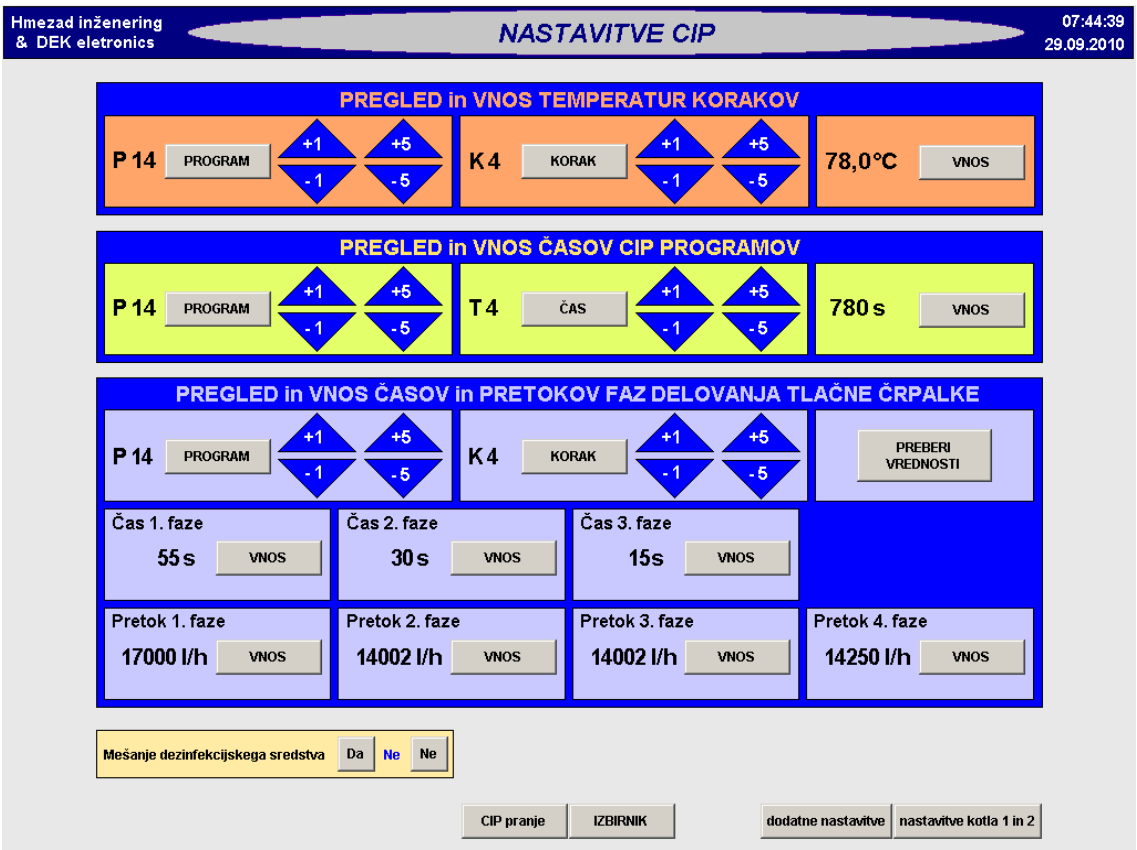


Slika 3 – 2: Shema CIP čiščenja v skutarni.

Hladno in toplo pitno vodo zagotavljamo iz obstoječega vodovodnega sistema. Na CIP shemi imamo štiri rezervoarje: rezervoar za izpiralno vodo, raztopino luga, kisline in hladno vodo. Raztopina luga in kisline se avtomatsko pripravlja iz pitne vode in koncentriranega čistilnega sredstva. Postajo za čiščenje, mešalnike, rezervoarje in polnilne stroje povezujejo fiksni cevovodi. Povezave izvedemo s povezovalnimi loki, pravilnost povezav pa je varovana z induktivnimi stikali, kar onemogoča napako poti izdelka ali čistilnega sredstva.

Za izvajanje čiščenja mešalnikov, rezervoarjev in polnilnih strojev so v le–teh nameščene tako imenovane pralne glave, preko katerih se v notranjost objekta čiščenja razpršuje čistilni medij, cevovodi pa se čistijo le s črpanjem čistilnih medijev preko njih. Medije potiska po cevovodih glavna centrifugalna črpalka, prav tako pa so nameščene črpalke za sprotno praznjenje mešalnikov in rezervoarjev med postopkom čiščenja.

Na sliki 3 – 3 je prikazan pregled in vnos temperatur za program P14, sestavljen iz 8 korakov, ki se bolj ali manj približajo vsem ostalim programom z razliko časovnega poteka in temperatur.



Slika 3 – 3: Nastavitve CIP čiščenja v skutarni.

Na strani nastavitve CIP-a je možno za vsak program posebej nastaviti temperaturo in čas posameznega koraka pranja, čas posameznih faz, zamikov in delovanj črpalk. Čiščenja se tako izvajajo po vnaprej vnesenih receptih, ki so definirani za posamezne sklope sistema.

Program P14 je tako definiran z naslednjimi vnesenimi koraki, ki jih prikazuje preglednica 3 – 1. Za primerjavo smo navedli še parametre za program P02, ki smo ga uporabljali tekom eksperimentalnega dela.

Preglednica 3 – 1: Nastavitve CIP čiščenja za program P14 in P02.

PROGRAM P14				PROGRAM P02			
KORAK	**delovanje**	***t*/s**	***T*/°C**	**KORAK**	**delovanje**	***t*/s**	***T*/°C**
K1	izpiranje	120	50	**K1**	izpiranje	125	50
K4	pranje z lugom	780	78	**K4**	pranje z lugom	770	82
K6	izpiranje luga	120	60	/	/	/	/
K7	pranje s kislino	470	63	**K7**	pranje s kislino	230	63
K8	izpiranje kisline	230	30	**K8**	izpiranje kisline	215	40
K9	dezinfekcija	160	10	**K9**	dezinfekcija	190	10
K11	izsesavanje	45	0	**K11**	izsesavanje	20	0
K12	odcejevanje	30	0	**K12**	odcejevanje	30	0

Iz preglednice 3 – 1 je razvidno, da je pri programu P02 izpuščen korak 6 – izpiranje luga, medtem ko se ostali parametri le malo razlikujejo glede časa trajanja posameznih korakov in zahtevanih temperatur. Zahteve za čiščenje s CIP sistemom so enake za vse objekte, prav tako tudi sistemski parametri in izbiranje receptov.

3.2 Določitev mest za jemanje vzorcev

Odvzem brisov na snažnost delovnih površin, vzorcev vhodnih surovin, končnih proizvodov, čistilnih sredstev, izplak po pranju in sedimentacijskih plošč za vzorčenje mikroorganizmov v zraku se je vršil na naslednjih odvzemnih mestih, ki so zbrana v preglednici 3 – 2.

Preglednica 3 – 2: Pregled odvzemnih mest, ki so bila vključena v raziskavo.

	DELOVNE PORŠINE	VHODNA SUROVINA Mleko	ZRAK / KONČNI PROIZVOD Skuta	ČISTILNA SREDSTVA	IZPLAKA
MESTA	ocevje za dovod mleka	sirni kotel 2 10.000 L	odcejevalno sito	rezervoar za raztopino luga 1000 L	ocevje za izhod iz sirnega kotla 2
	sirni kotel 2 10.000 L				
	ocevje za izhod iz sirnega kotla 2			rezervoar za raztopino kisline 1000 L	
	odcejevalno sito				

3.3 Čistilna sredstva in razkužila

Pri delu smo uporabljali čistilna sredstva in razkužila za CIP naprave dveh dobaviteljev, podjetja Ecolab d.o.o. iz Maribora in podjetja Scala d.o.o. iz Maribora, ki je posrednik za podjetje Hypred S. A. iz Dinard Cedexa v Franciji. Obe podjetji uspešno sodelujeta s podjetjem Pomurske mlekarne d.d. in redno izvajata mesečno kontrolo ter nastavitve delovnih koncentracij.

3.3.1 Tekoče alkalno čistilno sredstvo za CIP naprave

Zlatol F84 (Ecolab, Maribor)

Zlatol F84 na sliki 3 – 4 je tekoče, močno alkalno sredstvo za CIP in ostalo opremo iz nerjavečega jekla v živilsko predelovalni industriji. Vsebuje NaOH (36 – 39) %, je jedek, koroziven in povzroča hude opekline. Uporablja se v vodni raztopini z delovno koncentracijo od (2 – 5) % in delovno temperaturo od (60 – 80) °C po času programa. Fizikalne in kemijske lastnosti za 1 % raztopino Zlatol F84 prikazuje preglednica 3 – 3 [6].

Preglednica 3 – 3: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za 1 % raztopino Zlatol F84.

PARAMETRI	SPECIFIKACIJA
izgled barva vonj	tekočina brez barve brez vonja
pH vrednost pri 10 g/L	12
lastnosti vžiga	ni samovnetljiv
gostota	1,37 g/cm^3
topnost v vodi	popolnoma topen

Slika 3 – 4: Lužina Zlatol F84.

Deptal MP (Scala, Maribor)

Deptal MP na sliki 3 – 5 je enofazno čistilno sredstvo za čiščenje opreme namenjene za prevoz in sprejem mleka, sirarskih kotlov in toplotnih izmenjevalcev. Vsebuje do 2 % NaOH, od (2 – 5) % KOH in povzroča hude opekline. Dobro odstranjuje organske in anorganske obloge in ni primeren za aluminij, barvne in lahke kovine ter njihove zlitine. Kompleksni potencial za 1 % raztopino znaša 350 ppm $CaCO_3$. Čistilna raztopina se zamenja v celoti, ko pade koncentracija EDTA na 800 ppm. Uporablja se v vodni raztopini z delovno koncentracijo od (1 – 4) % in delovno temperaturo od (50 – 90) °C po času programa CIP čiščenja. Fizikalne in kemijske lastnosti za 1 % raztopino Deptal MP prikazuje preglednica 3 – 4. Pri čiščenju z Deptal MP običajno ni potrebno kislo čiščenje, posledično je poraba vode, energije, časa in čistil do 30 % nižja [14].

Preglednica 3 – 4: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za 1 % raztopino Deptal MP.

PARAMETRI	SPECIFIKACIJA
izgled barva vonj	rahlo motna tekočina rumenkasta brez vonja
pH vrednost pri 10 g/L	12,7 ± 0,2
lastnosti vžiga	ni samovnetljiv
gostota	1,31 ± 0,01 g/cm^3
topnost v vodi	popolnoma topen

Slika 3 – 5: Nova lužina Deptal MP.

3.3.2 Tekoče kislo čistilno sredstvo za CIP naprave

Zlatol PS ACID (Ecolab, Maribor)

Zlatol PS – acid (slika 3 – 6) je tekoč, močno kisel proizvod na osnovi dušikove kisline z dodatki inhibitorjev. Namenjen je za odstranjevanje mlečnega kamna s CIP postopkom. Uporablja se v vodni raztopini z delovno koncentracijo od (0,7 – 2) % in delovno temperaturo od (60 – 80) °C po času programa CIP čiščenja. Fizikalne in kemijske lastnosti za 1 % raztopino so prikazane v preglednici 3 – 5 [5].

Preglednica 3 – 5: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za 1 % kislino Zlatol PS Acid.

PARAMETRI	SPECIFIKACIJA
izgled barva vonj	tekočina brez barve oster, jedek
pH vrednost pri 10 g/L	< 1
lastnosti vžiga	ni samovnetljiv
gostota	1,33 g/cm^3
topnost v vodi	popolnoma topen

Slika 3 – 6: Kislina Zlatol PS Acid.

3.3.3 Razkužila

P3 – Oxonia Active 150 (Ecolab, Maribor)

Kemijsko gre za mešanico raztopine vodikovega peroksida in ocetne kisline, ki pa se kot razkužilo trivialno imenuje tudi perocetna kislina. Pri pripravi in uporabi raztopine moramo preprečiti stik razkužila s kožo in očmi. Povzroča lahko opekline in draži dihala, zato je priporočljiva uporaba zaščitne maske. Tekoče, kislo dezinfekcijsko sredstvo (slika 3 – 7) se uporablja v industriji hrane in pijač, predvsem pri razkuževanju prostorov, kjer pride do kontaminacij s plesnimi. Fizikalne in kemijske lastnosti za 1 % perocetno kislino podaja preglednica 3 – 6 [7].

Preglednica 3 – 6: Fizikalne in kemijske lastnosti pri 20 °C za P3 – Oxonia Active 150.

PARAMETRI	SPECIFIKACIJA
izgled barva vonj	bistra tekočina brez barve oster
pH vrednost pri 10 g/L	1
lastnosti vžiga	ni samovnetljiv
gostota	1,13 g/cm^3
topnost v vodi	popolnoma topen

Slika 3 – 7: P3 – Oxonia Active 150.

3.4 Vhodne surovine

Vzorčili in mikrobiološko preiskali smo mleko v sirnem kotlu 2, ki smo ga uporabili za izdelavo polnomastne domače skute. Z mikrobiološko analizo smo ugotavljali število koliformnih bakterij, E.coli in občasno preiskali tudi kvasovke in plesni.

Mleko se tipizira na (2,6 – 2,76) % mlečne maščobe na osnovi tehtanja specifične teže v kompomasterju. Sledi pasterizacija z ogrevanjem surovega mleka s konstantnim pretokom na temperaturo od (76 – 80) °C in efektivnim časom zadrževanja 15 s. Mleko za skuto pasteriziramo, da se uničijo patogeni mikroorganizmi in se zniža število tehnoloških škodljivcev [26]. To je pomembno, ker že kontaminirana surovina s patogenimi bakterijami ali mikroorganizmi kvara ne more zagotoviti zadovoljive mikrobiološke kakovosti končnega izdelka. Poleg tega pa obstaja še nevarnost, da s takšnimi surovinami okužimo celoten

obrat, kar ima za posledico možnost za rekontaminacijo. Zato je mikrobiološki nadzor nad vsemi dobavljenimi surovinami nujno potreben za zadovoljivo končno kakovost.

3.5 Končni proizvod

Kakovost domače skute je odvisna od mnogih dejavnikov, med katerimi sta pomembna predvsem ustreznost vhodnih surovin in snažnost opreme ter okolja, v katerem se odvija tehnološki proces. Tako kot za vse živilske obrate, velja tudi za proizvodnjo skute, da iz slabe surovine ni mogoče narediti dobrega in kakovostnega izdelka. Povečana mikrobiološka kontaminacija enega izmed naštetih dejavnikov lahko pomeni na koncu tehnološkega procesa zdravstveno neustrezno živilo. Za zagotavljanje mikrobiološke neoporečnosti domače skute smo dnevno izvajali kontrolo čiščenja proizvodne opreme in zraka med proizvodnjo ter vzorčili in mikrobiološko preiskali končni proizvod.

Vzorec sirnega zrna smo odvzeli na vibracijskem situ takoj po izpustu iz sirnega kotla 2, saj smo na ta način ugotovili možnost kontaminacije pred skladiščenjem in končnim pakiranjem domače skute. Vzporedno z mikrobiološko analizo odvzetega vzorca smo preiskali tudi pakirano domačo skuto iz sirnega kotla 2 na prisotnost koliformnih bakterij, E.coli, plesni in kvasovk, ki so glavni indikatorji higiene in mikrobiološke kakovosti izdelkov.

3.6 Mikrobiološka gojišča

Klasične metode za laboratorijsko ugotavljanje prisotnosti in števila mikroorganizmov so mešanica mikrobioloških, kemijskih in fizikalnih metod. Največkrat se uporabljajo za rast in namnožitev preučevanih mikroorganizmov hranljiva, selektivna ali diferencialna trdna ali tekoča gojišča [13].

Za posamezne skupine in skupno število mikroorganizmov smo uporabljali standardna komercialna gojišča dveh proizvajalcev, Mercka v Nemčiji in Biocara Diagnostics v Franciji. Vsa komercialna gojišča smo pripravili s segrevanjem v mikrovalovni pečici in vzdrževanjem temperature v vodni kopeli na (45° ± 1) °C.

3.6.1 Gojišče PCA – Plate count skim milk agar

Gojišče PCA smo uporabili za ugotavljanje skupnega števila mikroorganizmov. PCA agar tvori bele kolonije za določanje SŠMO.

Sestava:

- glukoza 1,0 g
- kvasni ekstrakt 2,5 g
- agar 10,5 g
- pepton in kazein 5,0 g
- mleko v prahu 1,0 g
- destilirana voda 1000 mL

Odtehtali smo 20 g PCA gojišča v prahu (Merck, Nemčija) in ga raztopili v 1000 mL destilirane vode. Zmes smo nato raztopili s segrevanjem v mikrovalovni pečici in ga ohladili ter uravnali pH gojišča na (7,0 ± 0,2). Gojišče smo nato avtoklavirali 15 min pri temperaturi 121 °C in preverili vrednost pH.

3.6.2 Gojišče VRB – Violet red bile agar

Gojišče VRB smo uporabili za ugotavljanje števila koliformnih bakterij, ki tvorijo rdeče kolonije s škrlatno rdečim centrom.

Sestava:

- pepton 7,0 g
- kvasni ekstrakt 3,0 g
- natrijev klorid 5,0 g
- laktoza 10,0 g
- nevtral rdeče 0,03 g
- žolčne soli 1,5 g
- kristalno vijolično 0,002 g
- agar 13,0 g
- destilirana voda 1000 mL

Odtehtali smo 39,5 g VRB gojišča (Merck, Nemčija) in ga raztopili v 1000 mL destilirane vode. Tega gojišča nismo avtoklavirali, temveč smo ga pred uporabo raztopili s segrevanjem v mikrovalovni pečici. Ko se je zmes ohladila, smo uravnali vrednost pH gojišča na (7,4 ± 0,2).

3.6.3 Gojišče TBX – Tryptone Bile X-Glucuronide agar

Gojišče TBX smo uporabili za ugotavljanje števila bakterij vrste Escherichia coli. Kot kromogen substrat je v gojišču 5-bromo-4kloro-3indolil-β-D-glukuronid (BCIG), ki obarva kolonije E.coli izrazito modro zeleno.

Sestava:

- tripton 7,0 g
- žolčne soli 1,5 g
- BCIG 75,0 mg
- agar 9,0 g
- destilirana voda 1000 mL

Odtehtali smo 30,6 g TBX gojišča (Biokar Diagnostics, Francija) in ga raztopili v 1000 mL destilirane vode. Zmes smo nato raztopili s segrevanjem v mikrovalovni pečici in ga ohladili ter uravnali pH gojišča na (7,2 ± 0,2). Gojišče smo nato avtoklavirali 15 min pri temperaturi 121 °C in preverili vrednost pH.

3.6.4 Gojišče YGC – Yeast extract glucose chloramphnicol agar

Gojišče YGC smo uporabili za ugotavljanje števila kvasovk in plesni, ki se ločijo po izgledu. Kolonije kvasovk so površinske, gladke, bleščeče, z gladkimi robovi, omejene rasti, kremaste ali rožnate barve. Plesni tvorijo najpogosteje hrapave, različno obarvane kolonije z jasno vidnim micelijem.

Sestava:

- glukoza 20,0 g
- kloramfenikol 0,1 g
- kvasni ekstrakt 5,0 g
- agar 14,9 g
- destilirana voda 1000 mL

Odtehtali smo 40 g gojišča v prahu YGC (Merck, Nemčija) in ga raztopili v 1000 mL destilirane vode. Vrednost pH gojišča smo uravnali na (6,6 ± 0,2). Še tekoče gojišče smo prelili v plastične erlenmajerice in sterilizirali v avtoklavu 15 min pri temperaturi 121 ºC.

3.7 Raztopine in kemikalije

Uporabili smo naslednje raztopine in kemikalije (Merck,Nemčija):

- 96 % etanol C_2H_6O,
- 0,1 N in 1 N klorovodikovo kislino HCl,
- 1N natrijev hidroksid NaOH,
- indikator metiloranž $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$,
- indikator fenolftalein $C_{20}H_{14}O_4$,
- indikator eriokrom črno T $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$,
- amonijev pufer,
- 4 % kalcijev acetat Ca $(CH3COO)_2$,
- Ringerjevo raztopino ¼ jakosti.

3.7.1 Raztopina za razredčevanje vzorcev – Ringerjeva raztopina

Za pripravo Ringerjeve raztopine ¼ jakosti smo uporabili Ringerjeve tabletke (Merck, Nemčija). Po šest tabletk smo raztopili v 3000 mL destilirane vode, premešali na magnetnem mešalu, da so se tabletke raztopile in uravnali vrednost pH na (6,9 ± 0,1) pri temperaturi 25 ºC. Za uravnavanje pH smo uporabili NaOH (c = 1 mol/L).

Za vzorčenje z brisi smo uporabili epruvete z Ringerjevo raztopino. Po 9,4 mL raztopine smo z dispenzorjem dozirali v epruvete. Epruvete z Ringerjevo raztopino smo sterilizirali 15 min pri temperaturi 121 °C. Po sterilizaciji je bilo v epruvetah 9,0 ml ± 2 % Ringerjeve raztopine. Ponovno smo preverili vrednost pH, ki je morala biti v predpisanem območju.

Za določanje mikroorganizmov v domači skuti smo uporabili steklenice z 90 mL Ringerjeve raztopine, v katere smo zatehtali 10 g vzorca skute in nato odpipetirali v petrijevko po 1 mL. Z merilnim valjem smo odmerili po 90 mL Ringerjeve raztopine v steklenice s pokrovi, ki smo jih nato sterilizirali 15 min pri temperaturi 121 °C.

3.7.2 Reagenti za uravnavanje vrednosti pH gojišč in razredčeval

- 1N NaOH (Merck, Nemčija),
- 1N HCl (Merck, Nemčija),

Za pripravo 1L standardnih raztopin smo uporabili avtomatske titrivale navedenih reagentov po navodilih proizvajalca.

3.8 Laboratorijska oprema in aparature

Tekom eksperimentalnega dela smo uporabljali:

- plinski gorilnik (Topling, Slovenija),
- termostat (Sutjeska, Beograd, SČG),
- avtoklav (Sutjeska, Beograd, SČG),
- avtomatsko pipeto (Merck, Nemčija),
- plastične petrijevke (Golias, Slovenija),
- vodno kopel (Kambič, Slovenija),
- hladilnik (LTH, Slovenija),
- stresalnik (IKA, Slovenija),
- tehtnico (Mettler Toledo, Švica),
- mikrovalovno pečico (LG, Južna Koreja),
- pH – meter (MP 125 pH Meter, Mettler Toledo, Švica),
- sterilizator (Kambič, Slovenija),
- računalniški program za CIP (Hmezad inženiring, Slovenija).

Poleg navedene opreme smo uporabljali še naslednje laboratorijske pripomočke: steklene epruvete z zamaški, stojala za epruvete, vatne palčke, erlenmajerice, lončke za Bactoscan, nastavke za pipetiranje, steklene pipete, birete, merilne valje, bučke in sterilne vrečke za vzorčenje.

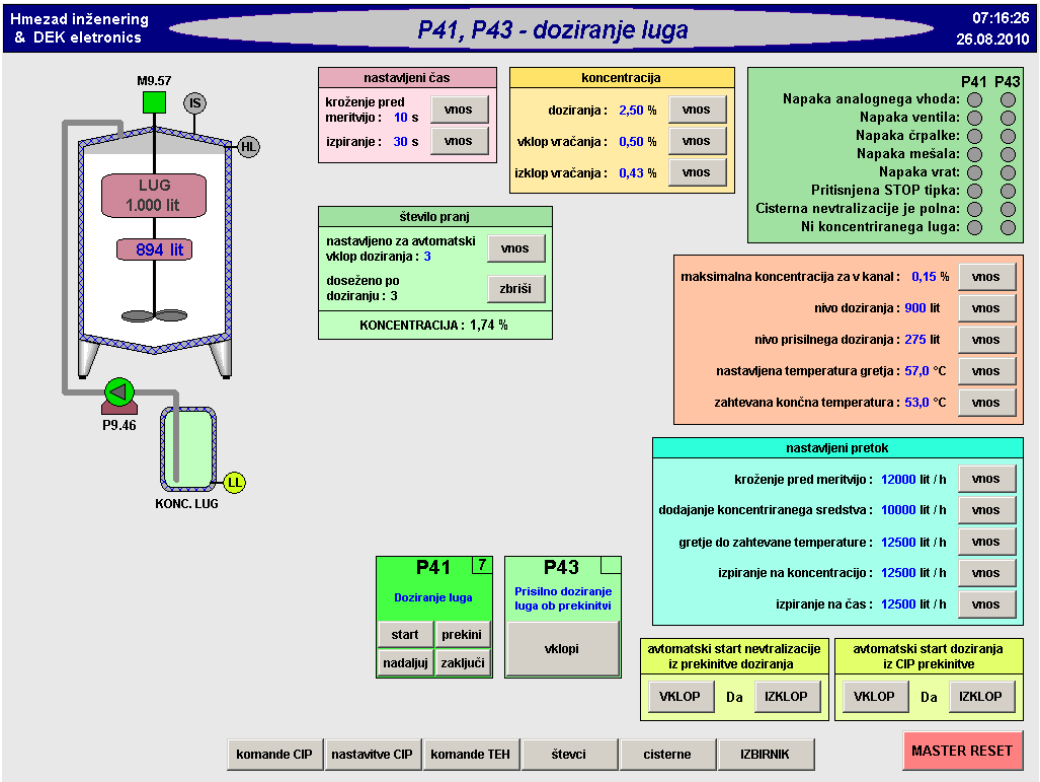
3.9 Metode dela

3.9.1 Nastavitev parametrov posameznih programov

V okviru eksperimentalnega dela smo spreminjali koncentracijo lužine Deptal MP v programu P41 – doziranje luga, ki se izvaja avtomatsko po nastavljenem številu pranj, doseženo po vsakem 3. pranju, kar prikazuje slika 3 – 8. S postopnim zmanjševanjem koncentracije smo v okencu »koncentracija doziranja« vnašali predvidene vrednosti v območju od (5 – 1) % koncentracije lužine. Vse ostale parametre čiščenja smo ohranili konstantne, saj smo na ta način lahko določili optimalno in mejno koncentracijo lužine.

Raztopina luga se avtomatsko pripravlja iz hladne pitne vode in koncentriranega čistilnega sredstva. Rezervoar za raztopino luga je opremljen z merilcem nivoja, merilcem prevodnosti raztopine, s črpalko za doziranje koncentriranega čistilnega sredstva in mešalom. Na osnovi v krmilni enoti določenih parametrov se rezervoar do določenega

nivoja napolni s hladno pitno vodo, nato se vključi mešalo. Dozirna črpalka črpa iz soda koncentrirano čistilno sredstvo v rezervoar do določene prevodnosti raztopine.



Slika 3 – 8: Program CIP čiščenja za doziranje luga.

3.9.2 Kontrola koncentracije čistilnih sredstev

CIP sistem ima avtomatsko kontrolo koncentracije na osnovi merjenja električne prevodnosti elektrolitov. Ob previsoki koncentraciji se odpre ventil za dotok sveže vode, ob prenizki pa ventil za dotok čistilnega sredstva. Kljub avtomatski kontroli koncentracije, je priporočljiv reden nadzor na osnovi titracije. Na ta način se izognemo nepotrebnemu dolivanju prevelike količine vode oziroma prezgodnjemu izpustu čistila. Poleg tega so elektrode za merjenje električne prevodnosti zelo občutljive in zato tudi nezanesljive [18].

Kontrolo koncentracij čistilnih sredstev smo izvajali po klasičnih metodah, ki temeljijo na titraciji delovne raztopine s klorovodikovo kislino oziroma natrijevim hidroksidom. Koncentracijo lužine Deptal MP smo kontrolirali dnevno, medtem ko smo kontrolo koncentracije kisline Zlatol PS ACID izvedli enkrat na teden, saj se je z uvedbo nove lužine kislo čiščenje zreduciralo na vsakih 7 – 10 alkalnih čiščenj.

Merila za koncentracijo raztopin vključujejo poleg koncentracije v odstotkih še p- in m-vrednost za določevanje obstojnosti čistilnih raztopin oziroma oceno izrabljenosti čistila na

osnovi količnika *m/p*. Metoda spremljanja razlik med *p*- in *m*- vrednostjo daje podatke o razgradnji primarnih alkalij (NaOH) na račun karbonizacije in obremenjenosti čistila, mejo obstojnosti pred zamenjavo [18]. S to metodo smo preverili obremenjenost alkalnega čistilnega sredstva Deptal MP pri določanju spodnje mejne vrednosti koncentracije.

Pomembna za enofazno čiščenje je mejna koncentracija sekvestrena v CIP raztopini čistila. Med CIP čiščenjem prihaja do razredčevanja CIP raztopine z vodo, s katero se vnašata $Ca(HCO_3)_2$ in $Mg(HCO_3)_2$, ki ju veže EDTA v kompleks. Na ta način pada koncentracija sekvestrena. Pod mejno koncentracijo sekvestrena lahko v fazi toplovodnega izpiranja pride do izpadanja $CaCO_3$ in $MgCO_3$ v obliki tankega filma na stenah opreme in posledično do nastajanja biofilma [14]. Iz navedenih razlogov smo na ta način izvedli EDTA titracijo za tekoče alkalno čistilno sredstvo Deptal MP.

3.9.2.1 Deptal MP

Kontrola koncentracije: K 10 mL delovne raztopine smo dodali indikator fenolftalein in titrirali s HCl (c = 0,1 mol/L) do preskoka iz vijolične v brezbarvno. Koncentracijo smo določili po enačbi 3.1.

$$c_{\mathrm{D}} = V_{\mathrm{HCl}} \cdot 0,21 \qquad (3.1)$$

kjer so: c_{D} – koncentracija lužine Deptal MP, %,

V_{HCl} – poraba 0,1 N HCl, mL.

EDTA titracija: Pri EDTA titraciji smo odpipetirali 50 mL delovne raztopine s pH > 12, ki smo ji z dodatkom 10 % HCl znižali pH na vrednost ca. 10. Nato smo delovni raztopini dodali par zrnc indikatorja eriokromčrno T in 10 mL amonijevega puferja za regulacijo pH do sivo modrega obarvanja. Raztopino smo titrirali s 4 % raztopino kalcijevega acetata do vijoličnega obarvanja in izračunali ppm EDTA po enačbi 3.2.

$$c_{\mathrm{s}} = V_{\mathrm{CaAc}} \cdot 180 \qquad (3.2)$$

kjer so: c_{S} – koncentracija sekvestrena v lužini Deptal MP, ppm,

V_{CaAc} – poraba 4% Ca – acetata, mL.

Za Deptal MP znaša spodnja meja 1000 ppm EDTA, delovna pa med (1500 – 1800) ppm EDTA [14].

m/p obremenjenost: *p*- in *m*- vrednost smo določili s titracijo na enak način kot v primeru kontrole koncentracije. Vrednost *p* so mL porabljene HCl (c = 0,1 mol/L) za titracijo 10 mL

1 % raztopine čistila Deptal MP, ob uporabi fenolftaleina kot indikatorja za preskok barve iz vijolične v brezbarvno kot je prikazano na sliki 3 – 9. Vrednost m pa so mL porabljene HCl (c = 0,1 mol/L) za titracijo 10 mL 1 % raztopine ob uporabi metiloranža kot indikatorja s preskokom iz rumene v čebulno barvo. Vrednosti p in m sta merilo za alkalnost raztopine čistila Deptal MP. Čim bolj je alkalno čistilo izrabljeno, tem večja je koncentracija natrijevega mila in karbonatov in posledično manjša koncentracija aktivnega čistila. Z izrabljenostjo čistila se količnik m/p povečuje. Meja m/p za Deptal MP znaša manj kot 2 in jo primeru presežene vrednosti zamenjamo. V praksi velja načelo, da pri m/p > 1,3 ni več ekonomično dodajati svežega čistila.

Slika 3 – 9: Določanje količnika m/p pred titracijo (levo) in po titraciji s HCl (desno).

3.9.2.2 Zlatol PS ACID

<u>Kontrola koncentracije:</u> K 50 mL delovne raztopine smo dodali metiloranž in titrirali z NaOH (c = 1 mol/L) do preskoka iz čebulne v rumeno barvo. Koncentracijo smo določili po enačbi 3.3.

$$c_Z = V_{NaOH} \cdot 0,24 \qquad (3.3)$$

kjer so: c_Z – koncentracija kisline Zlatol PS Acid, %,

V_{NaOH} – poraba 1 N NaOH, mL.

3.9.3 Merjenje pH vrednosti izplak

Kislost ali alkalnost izplake, določimo z merjenjem koncentracije H^+ ionov v fluidu. pH izplake je redko 7, običajno se giblje od (8 – 12,5), odvisno od tipa izplake. Za določanje pH vrednosti izplake po pranju smo uporabili pH – meter, ki smo ga umerili najprej s pufrom pH = 7,00, nato pa s pufrom pH = 4,00. Po kalibraciji smo splaknili in obrisali elektrodo ter jo namestili na vzorec in izmerili pH izplake.

3.9.4 Mesta in način vzorčenja

Uspešnost programov čiščenja in celotnega procesa od surovin preko posameznih faz do končnega izdelka smo ugotavljali z brisi, kontrolo koncentracij čistilnih sredstev in mikrobiološko kontrolo izplake, zraka, surovin ter končnih proizvodov. Le na ta način smo lahko ugotovili kritične točke procesa in dobili vpogled v razvoj mikroflore med predelavo. Določena mesta in način vzorčenja prikazuje preglednica 3 – 7.

Preglednica 3 – 7: Način vzorčenja na določenih odvzemnih mestih.

ODVZEMNA MESTA	NAČIN VZORČENJA
ocevje za dovod mleka v sirni kotel 2	• brisi: Bris 1
sirni kotel 2	• brisi: Bris 2 • lonček za Bactoscan za vhodno mleko
ocevje za izhod iz sirnega kotla 2	• brisi: Bris 3 • lonček za Bactoscan za izplako
odcejevalno sito	• brisi: Bris 4 • lonček za Bactoscan za domačo skuto • petrijeva ploščica za zrak
cisterna za čistilna sredstva	• lonček za Bactoscan za kislino in lužino

3.9.5 Mikrobiološke preiskave

Mikrobiološke preiskave posameznega vzorca (bris, živilo, zrak) so vključevale naslednje stopnje: vzorčenje in transport vzorca v mikrobiološki laboratorij, priprava vzorca za mikrobiološko preiskavo, izvedba ustrezne mikrobiološke metode in odčitavanje ter vrednotenje rezultatov.

Za preiskave vzorcev smo uporabljali standardne metode štetja kolonij na trdih gojiščih v petrijevih posodicah. Preiskave so bile kvalitativne – to so metode, pri katerih smo ugotavljali prisotnost oziroma odsotnost določenih mikroorganizmov v določeni količini vzorca, in kvantitativne. Preglednica 3 – 8 prikazuje predpisane mejne koncentracije analiziranih mikroorganizmov v določenih vzorcih in pogoje za njihovo določanje.

Preglednica 3 – 8: Mikrobiološke analize posameznih vzorcev (bris, živilo, zrak).

MIKROBIOLOŠKA ANALIZA	Agar	Čas inkubacije/h	Temperatura inkubacije/°C	Vzorec	Meje/ (CFU/mL)
				Bris	
Določanje E.coli	TBX	24	44	vhodno mleko brisi 1-2-3-4	**0**
				domača skuta	**<10**
Določanje koliformnih bakterij	VRB	24	30	vhodno mleko brisi 1-2-3-4	**0**
				domača skuta	**<10**
Določanje SŠMO	PCA	72	30	izplaka	**0**
				brisi	**<100**
Določanje plesni in kvasovk	YGC	96	25	vhodno mleko brisi 1-2-3-4	**<10**
				domača skuta	**<100**
Kontrola zraka/ (CFU/m^3)	YGC	96	25	zrak v skutarni	**0**

4 EKSPERIMENTALNI DEL

Eksperimetalni del raziskav v okviru diplomskega dela smo opravljali v podjetju Pomurske mlekarne d.d. v proizvodnem sektorju in sektorju kontrole in razvoja.

V skutarni smo določali optimalne procesne parametre CIP čiščenja z uvedbo nove alkalne raztopine Deptal MP. Osredotočili smo se predvsem v določanje mejne koncentracije čistilnega sredstva, ki bo še zagotavljala mikrobiološko neoporečnost domače skute.

Kakovost in učinkovitost čiščenja smo ugotavljali s klasičnimi mikrobiološkimi preiskavami v laboratoriju za mikrobiološke analize. V vzorcih smo kvantitativno določili mikroorganizme v proizvodni opremi, zraku, izplakah, surovinah in končnih proizvodih. Vzporedno z mikrobiološkimi preiskavami smo izvajali tudi redno kontrolo koncentracij čistilnih sredstev.

4.1 Čistilni sistem CIP skutarna

4.1.1 Vpliv koncentracije čistilnih sredstev

Postopki čiščenja celotne opreme proizvodnje v Pomurskih mlekarnah d.d. temeljijo na CIP sistemu, ki je popolnoma avtomatiziran, kar ima za posledico manjše emisije in delno rekuperacijo energije. Kljub temu si podjetje še vedno prizadeva za izboljševanje procesov, izdelkov in storitev ter za inovativnost v celotnem poslovanju kar je nujno za obstoj podjetja na trgu. Za dosego tega cilja smo se odločili, da na osnovi obstoječega programa čiščenja zaprtega cevnega sistema CIP izboljšamo program z namenom, da bi prihranili na vodi, kemiji, energiji in času.

Po analizi obstoječega programa smo se tako odločili, da zamenjamo trenutno alkalno čistilno sredstvo za CIP čiščenje Zlatol F84 dobavitelja Ecolab d.o.o. z novo čistilno raztopino Deptal MP, ki ga je predlagalo podjetje Scala d.o.o. v Mariboru. Glavni cilj uvedbe Deptala MP je bil zreducirati kislo čiščenje, ki se izvaja po vsakem alkalnem čiščenju na 1 x tedensko oziroma na vsakih 7 – 10 alkalnih čiščenj. Tako bi zmanjšali

potrebo po kislem pranju, ki je namenjeno predvsem odstranitvi mineralnih oblog, kot je vodni kamen. S tem bi se zmanjšala poraba vode in energije ter se povečala sama hitrost čiščenja, kar bi pripomoglo k izboljšanju procesa in zmanjšanju stroškov.

Z uvedbo nove lužine Deptal MP smo pripravili predlog za optimiranje CIP čiščenja v skutarni z Deptal MP in določili startne parametre za alkalno čiščenje po končani proizvodnji domače skute. V okviru eksperimentalnega dela optimizacije CIP sistema smo določali spodnjo mejno vrednost koncentracije Deptala MP in hkrati tudi optimalno koncentracijo, s katero smo si zadali izdelati učinkovit in uporaben program čiščenja. Optimiziran program bi nam na ta način zmanjšal pogostost in trajanje čiščenja, porabo vode, energije, stroške in hkrati povečal fleksibilnost in kapaciteto proizvodnje.

Pri določanju spodnjih mejnih vrednosti koncentracij, temperature in časa je bilo potrebno vzdrževanje vrednosti koncentracije v presledkih vsaj 5 alkalnih čiščenj in sočasna kontrola nastanka biofilma na stenah opreme. Koncentracijo smo zmanjševali postopoma v območju od (5 – 1) % z vzdrževanjem vrednosti 5 delovnih dni v tednu in dnevno izvajali kontrolo čiščenja. Potek spreminjanja koncentracije in sočasno kontrolo koncentracije čistila prikazuje slika 4 – 1.

Slika 4 – 1: Plan določanja optimalne koncentracije lužine Deptal MP.

4.1.2 Jemanje vzorcev po pripravljenem planu vzorčenja

4.1.2.1 Vzorčenje površin z brisi

S sterilnimi brisi v epruvetah z 9 mL fiziološke raztopine smo odvzeli brise površin naslednjih odvzemnih mest, ki so prikazana na slikah:

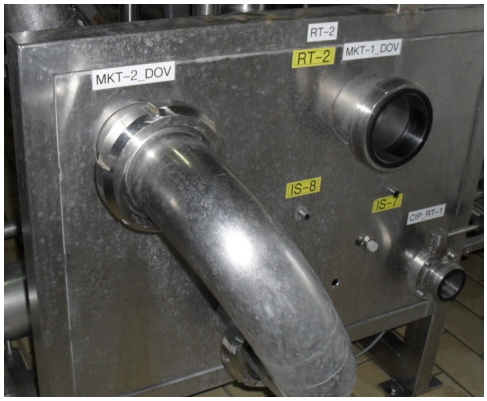
- ocevje za dovod mleka v sirni kotel 2 (slika 4 – 2),
- sirni kotel 2 (slika 4 – 3),
- ocevje za izhod iz sirnega kotla 2 (slika 4 – 4) in
- odcejevalno sito (slika 4 – 5).

Vsi brisi so bili odvzeti v jutranjem času, takoj po pranju s program CIP in na vsakem odvzemnem mestu je bil odvzet po en vzorec. Za vzorčenje z brisi smo uporabili vatne palčke in sterilne epruvete z 9 mL sterilne fiziološke raztopine. Pri vzorčenju površin z brisom smo vzorčili površino velikosti 20 cm^2 tako, da smo bris med vzorčenjem obračali in smer površine vsaj dvakrat zamenjali. Bris smo nato dali v epruveto s fiziološko raztopino in vsebino dobro premešali. Epruvete smo opremili z mestom vzorčenja in datumom. Po končanem vzorčenju smo vzorce transportirali do laboratorija, kjer smo izvedli mikrobiološko preiskavo.

Slika 4 – 2: Ocevje za dovod mleka v sirni kotel 2.

Slika 4 – 3: Sirni kotel 2.

Slika 4 – 4: Ocevje za izhod iz sirnega kotla 2.



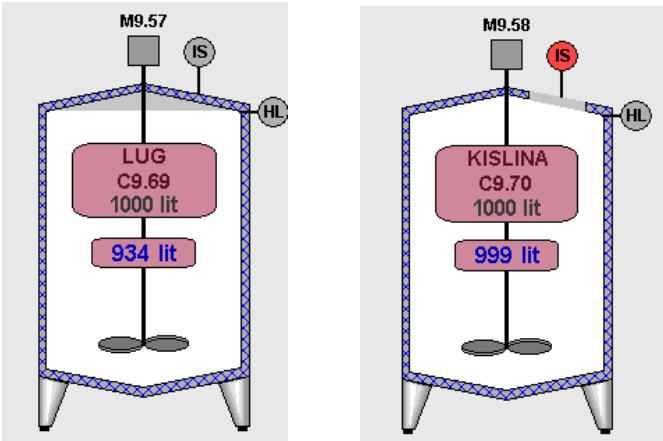
Slika 4 – 5: Odcejevalno sito.

4.1.2.2 Vzorčenje surovine, končnih proizvodov, čistilnih sredstev in izplak

Vzorec pasteriziranega mleka, domače skute, kisline, lužine in izplake iz sirnega kotla 2 smo odvzeli na odvzemnih mestih:

- sirni kotel 2,
- odcejevalno sito,
- ocevje za izhod iz sirnega kotla 2 in
- cisterna za čistilna sredstva (kislina, lug) na sliki 4 – 6.

Pri odvzemu vzorca za mikrobiološke preiskave smo uporabili lonček za Bactoscan, ki smo ga opremili z ustreznim mestom vzorčenja in datumom. Pred dostavo v laboratorij smo preprečili vsako naknadno onesnaženje, kvarjenje in poškodbe, saj bi to v veliki meri vplivalo na končne rezultate mikrobioloških analiz.



Slika 4 – 6: Cisterna za lužino Deptal MP (levo) in za kislino Zlatol PS Acid (desno).

4.1.2.3 Vzorčenje zraka

Mikrobiološko kontrolo zraka smo izvedli s sedimentacijsko metodo odprtih petrijevih ploščic z YGC agarjem, ki smo jih izpostavili zraku za čas izpusta skute preko vibracijskega sita dobrih 15 min polnjenja prvega vozička. Po preteklem času smo plošče pokrili, zalepili, označili z datumom ter dostavili v laboratorij, kjer smo jih inkubirali na temperaturi 25 °C.

4.1.3 Mikrobiološke preiskave

Delo v mikrobiološkem laboratoriju je potekalo pod sterilnimi pogoji, tako da ni bila možna okužba iz okolja. Pribor, ki smo ga uporabljali za delo, smo predhodno sterilizirali. Delovne površine in roke smo predhodno razkužili z ustreznim razkužilom. Mikrobiološke preiskave smo izvajali ob prižganem gorilniku.

4.1.3.1 Določanje E.coli in koliformnih bakterij

Za preiskavo brisov površin, vhodne surovine in končnega proizvoda smo uporabili metodo določanja E.coli in koliformnih bakterij. Odpipatirali smo 1 mL vzorca (izplake, brisi, surovine) direktno v sterilno petrijevko. Petrijevko smo prelili z TBX agarjem, ohlajenim na 45 °C za določanje bakterij E.coli. V primeru določanja koliformnih bakterij smo uporabili VRB agar, ohlajen na 45 °C in ga enakomerno porazdelili po petrijevi posodici. Ko se je gojišče z vmešanim vzorcem strdilo, smo obrnjene petrijeve posodice inkubirali 24 h pri temperaturi 44 °C (E.coli) in 30 °C (koliformne bakterije). Po inkubaciji smo prešteli vse vidne kolonije v petrijevih posodicah in jih izrazili kot število mikroorganizmov v CFU/mL. Med seboj smo jih ločili po zunanjem izgledu. E.coli so tvorile okrogle vijolične kolonije, koliformne pa okrogle roza kolonije.

4.1.3.2 Določanje SŠMO

Metodo določanja skupnega števila smo uporabili za mikrobiološko kontrolo brisov površin, izplake po pranju in svežega mleka v sirnem kotlu 2. Odpipetirali smo 1 mL vzorca (izplake, brisi, surovine) v sterilno petrijevko.

Sveže mleko iz kotla 2 smo odpipetirali z razredčitvijo 10^{-2}, ker smo predvidevali, da je število mikroorganizmov v 1 mL vzorca mleka in v osnovni razredčitvi 10^{-1} v večini primerov tako visoko, da bi ob neposredni nacepitvi vzorca na gojišču po inkubaciji poraslo preveč kolonij. Vzorec mleka smo predhodno 25 – krat dobro premešali. Po končanem penjenju smo s sterilno pipeto odpipetirali 1 mL mleka v epruveto z 9 mL Ringerjeve raztopine, ki smo jo 10 s stresali na mehanskem stresalniku. Na ta način smo dobili desetkratno razredčitev vzorca, to je 10^{-1}. Nadaljno decimalno razredčitev smo dobili

tako, da smo zmešali 1 mL osnovne razredčitve 10^{-1} z 9 mL Ringerjeve raztopine, 1 mL pa smo prenesli tudi v označene petrijeve posodice in vmešali PCA agar, ohlajen 45 °C.

Ko se je gojišče z vzorcem strdilo, smo petrijeve posodice obrnili na krovno stran in jih inkubirali 72 h pri temperaturi 30 °C. Po inkubaciji smo prešteli kolonije na vseh števnih ploščah in rezultat preračunali po formuli 4.1. Rezultat smo izrazili v številu kolonijskih enot na 1 mL vzorca (CFU/mL).

Preračun rezultatov:

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0{,}1 n_2)\, d} \qquad (4.1)$$

kjer so: N – število kolonijskih enot v 1mL vzorca, CFU/mL,

$\sum C$ – vsota vseh kolonij na petrijevih posodicah, CFU/mL,

n_1 – število petrijevih posodic prve razredčitve,

n_2 – število petrijevih posodic druge razredčitve,

d – razredčitveni faktor prve razredčitve (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3},…).

4.1.3.3 Določanje plesni in kvasovk

Za ugotavljanje mikrobiološke kakovosti v svežem mleku in domači skuti ter mikrobiološke preiskave brisov smo uporabili metodo štetja kolonij plesni in kvasovk. Pri vseh vzorcih smo odpipetirali 0,1 mL vzorca direktno v sterilno petrijevko s pripravljenim YGC agarjem in inkubirali 4 d pri temperaturi 25 °C. Po inkubaciji smo prešteli porasle kolonije kvasovk in plesni ter jih izrazili v številu kolonijskih enot na 1 mL vzorca (CFU/mL). Med seboj smo jih ločili po zunanjem izgledu. Kolonije kvasovk so površinske, gladke, bleščeče, z gladkimi robovi, omejene rasti, kremaste ali rožnate barve. Plesni tvorijo najpogosteje hrapave, različno obarvane kolonije z jasno vidnim micelijem. Sporangiji so s sporami različno obarvani, njihova obarvanost se spreminja s starostjo kolonije. Hife segajo v gojišče.

4.1.3.4 Mikrobiološka preiskava zraka

Prisotnost mikroorganizmov v zraku smo določali s sedimentacijsko metodo. Na določeno vzorčno mesto, odcejevalno sito v skutarni, smo za čas izpusta skute preko vibracijskega sita horizontalno izpostavili nepokrito petrijevo ploščo z YGC gojiščem. Po končanem vzorčenju smo ploščo zaprli s pokrovom petrijevke in jo transportirali v laboratorij, kjer

smo jo inkubirali 4 d na 25 °C in določili prisotnost plesni in kvasovk na enak način kot v točki 3.9.5.3. Število mikroorganizmov smo izrazili kot koncentracijo mikroorganizmov na volumsko enoto zraka (CFU/m^3), ki smo jo določili s pomočjo enačbe 4.2 [22].

$$N = \frac{\sum C \cdot 1000}{V_z} \tag{4.2}$$

kjer so: N – število mikroorganizmov v zraku, CFU/m^3,

$\sum C$ – število korigiranih kolonij, CFU,

V_z – volumen vzorčnega zraka, m^3.

Učinkovitost čiščenja in kakovost končnega proizvoda smo določali z opisanimi mikrobiološkimi preiskavami, ki jih prikazuje slika 4 – 7.

Slika 4 – 7: Plan izvajanja kontrole CIP čiščenja in kakovosti domače skute.

5 REZULTATI

5.1 Določanje optimalnih procesnih parametrov CIP čiščenja

5.1.1 Kontrola koncentracije čistilnih sredstev

Kontrolo koncentracije Deptal MP smo izvajali redno s 5 dnevnim vzdrževanjem koncentracije pri enaki vrednosti po klasični metodi, ki temelji na titraciji delovne raztopine s klorovodikovo kislino. Pri določanju spodnje mejne vrednosti koncentracije Deptal MP smo hkrati dnevno kontrolirali obremenjenost čistilnega sredstva in koncentracijo sekvestrena v CIP raztopini čistila. Koncentracijo kisline Zlatol PS acid smo pri določanju koncentracije lužine vzdrževali v predpisanem območju po programu CIP in opravili analizo 5. dan v tednu s titracijo natrijevega hidroksida. V času od 12. 7. do 30. 8. 2010 smo opravili 56 titracij in meritev, ki smo jih podali v preglednici 5 – 1 in 5 – 2.

Preglednica 5 – 1: Kontrola koncentracije CIP čistil v skutarni.

KONTROLA KONCENTRACIJE ČISTIL- CIP skutarna						
	titracija **Deptal MP**				titracija **Zlatol PS acid**	
MEJE		**(1 – 5) %**		**< 2**		**min. 2 %**
DNEVNA KONTROLA /datum vzdrževanja koncentracije	$p=V_{HCl}$/mL	c_D/%	$m= V_{HCl}$/mL	m/p	V_{NaOH}/mL	c_Z/%
12.7. - 27.7.	22,10	**4,6**	26,35	1,19	9,20	**2,2**
19.7. - 24.7.	19,40	**4,1**	23,15	1,19	8,75	**2,1**
26.7. - 31.7.	16,20	**3,4**	19,35	1,19	9,15	**2,2**
2.8. - 7.8.	13,35	**2,8**	15,80	1,18	9,20	**2,2**
9.8. - 14.8.	10,30	**2,2**	12,50	1,21	8,80	**2,1**
16.8. - 21.8.	6,75	**1,4**	8,45	1,25	8,75	**2,1**
30.8.2010	3,85	**0,8**	4,80	1,25	8,80	**2,1**

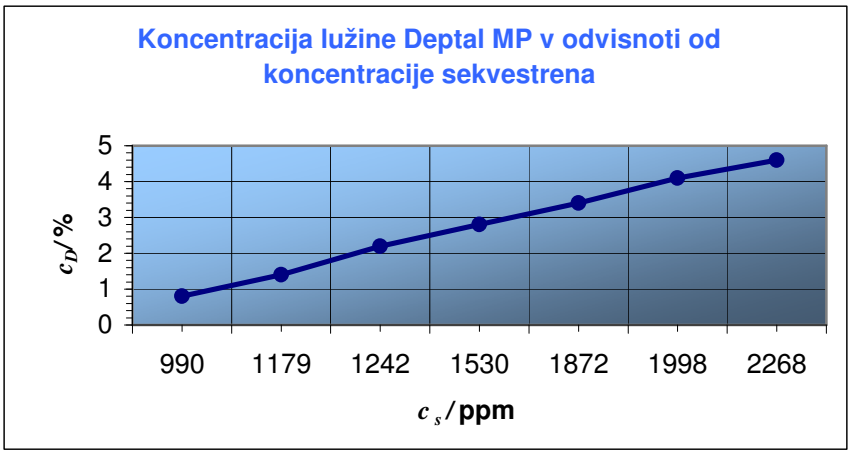
Koncentracijo lužine Deptal MP smo določili po enačbi 3.1, sekvestrena po enačbi 3.2 in kisline Zlatol PS Acid po enačbi 3.3. Iz preglednice 5 – 1 je razvidno, da obremenjenost CIP čistila ni presegla predpisanega območja, zato nam tekom eksperimentalnega dela ni

bilo potrebno zamenjati lužine. Kot vidimo, se vrednost količnika m/p z zniževanjem koncentracije Deptal MP povečuje, saj molekula natrijevega mila in karbonatov nimajo aktivnega čistilnega učinka in ovirajo molekule aktivnega čistila pri njihovi funkciji. Količnik m/p ni presegel niti praktične priporočljive meje m/p > 1,3 kot jo predpisuje proizvajalec in pri kateri ni več ekonomično dodajati svežega čistila. Tudi koncentracija kisline je bila ves čas v priporočljivih mejah za kislo čiščenje s Zlatol PS acid.

Preglednica 5 – 2: Kontrola koncentracije sekvestrena v lužini Deptal MP.

EDTA tiracija Deptal MP			
MEJE	**(1 – 5) %**		**delovna: (1500 – 1800) ppm min. 1000 ppm**
DNEVNA KONTROLA /datum vzdrževanja koncentracije	c_D/%	V_{CaAc}/mL	c_s/ppm
12.7. - 27.7.	**4,6**	12,60	**2268**
19.7. - 24.7.	**4,1**	11,10	**1998**
26.7. - 31.7.	**3,4**	10,40	**1872**
2.8. - 7.8.	**2,8**	8,50	**1530**
9.8. - 14.8.	**2,2**	6,90	**1242**
16.8. - 21.8.	**1,4**	6,55	**1179**
30.8.2010	**0,8**	5,50	**990**

Iz meritev in rezultatov, ki jih prikazuje preglednica 5 – 2 in slika 5 – 1 z grafično analizo rezultatov vidimo, da je koncentracija sekvestrena pri koncentraciji 0,8 % Deptal MP pod mejo, ki jo priporoča proizvajalec kar pomeni, da lahko pride nastajanja biofilma na stenah opreme in posledično do mikrobiološke oporečnosti. Previdnost je potrebna že pri 2,2 % lužini, saj je izmerjena koncentracija nižja od priporočljive delovne meje.



Slika 5 – 1: Koncentracija lužine Deptal MP v odvisnoti od koncentracije sekvestrena.

Iz slike 5 – 1 lahko sklepamo, da bo optimalna vrednost koncentracije Deptal MP v območju med (2,5 – 3,1) %, kjer je delovno območje sekvestrena, medtem ko lahko pričakujemo mejno koncentracijo čistilnega sredstva med (1 – 0,8) % glede na postavljeno minimalno mejo s strani dobavitelja.

5.1.2 Kontrola CIP čiščenja

5.1.2.1 Vzorčenje in analiza površin določenih odvzemnih mest z brisi

Uspešnost programov čiščenja smo določili z jemanjem brisov površin na določenih odvzemnih mestih, ki smo jih analizirali v mikrobiološkem laboratoriju. V času od 12. 7. do 30. 8. 2010 smo opravili 140 vzorčenj površin z brisi, v katerih smo z mikrobiološkimi preiskavami določili koliformne bakterije, E.coli, plesni in kvasovke ter SŠMO. V okviru notranje kontrole so določene naslednje mejne koncentracije mikroorganizmov:

- E.coli in koliformne bakterije 0 CFU/mL,
- plesni in kvasovke 10 CFU/mL in
- SŠMO 100 CFU/mL.

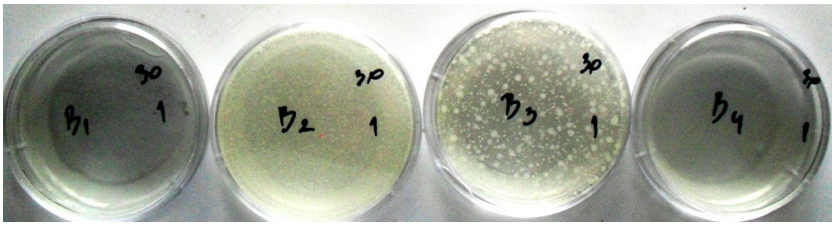
Bistvene rezultate mikrobioloških analiz smo podali v preglednici 5 – 3 skupaj s priloženimi slikami.

Preglednica 5 – 3: Mikrobiološka analiza površin z brisi.

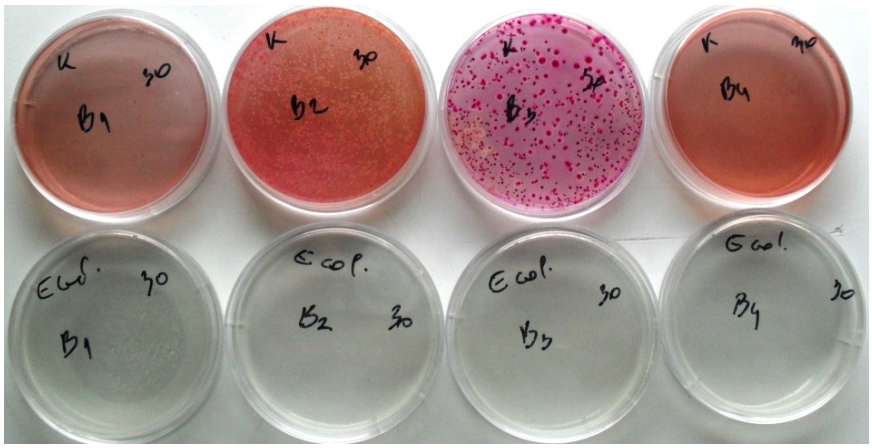
DNEVNA KONTROLA/ datum glavnih rezultatov	KONCENTRACIJA ČISTILNEGA SREDSTVA		BRISI POVRŠIN 1-2-3-4							
			E.coli/ (CFU/mL)			SŠMO/ (CFU/mL)		plesni/ (CFU/mL)		
			koliformne bakterije/ (CFU/mL)					kvasovke/ (CFU/mL)		
	c_D/%	c_Z/%								
13. 7. 2010	**4,6**	2,2	**1**	0	0	**1**	0	**1**	0	0
			2	0	0	**2**	0	**2**	0	0
			3	0	0	**3**	0	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	0	**4**	0	0
24. 7. 2010	**4,1**	2,1	**1**	0	0	**1**	0	**1**	0	0
			2	0	0	**2**	**35**	**2**	0	
			3	0	0	**3**	0	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	0	**4**	0	0
26. 7. 2010	**3,4**	2,2	**1**	0	0	**1**	**50**	**1**	0	0
			2	0	0	**2**	0	**2**	0	0
			3	0	0	**3**	0	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	0	**4**	0	0
2. 8. - 7.8.2010	**2,8**	2,2	**1**	0	0	**1**	0	**1**	0	0
			2	0	0	**2**	0	**2**	0	0
			3	0	0	**3**	0	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	0	**4**	0	0
14. 8. 2010	**2,2**	2,1	**1**	0	0	**1**	**14**	**1**	0	0
			2	0	0	**2**	0	**2**	0	0
			3	0	0	**3**	4	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	0	**4**	0	0
16. 8. 2010	**1,4**	2,1	**1**	0	0	**1**	0	**1**	0	0
			2	0	0	**2**	0	**2**	0	0
			3	0	0	**3**	**73**	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	**77**	**4**	0	0
30. 8. 2010	**0,8**	2,1	**1**	0	0	**1**	0	**1**	0	0
			2	0	∞	**2**	∞	**2**	**34**	0
			3	0	∞	**3**	∞	**3**	0	0
			4	0	0	**4**	0	**4**	0	**2**

Legenda:
1: ocevje za dovod mleka v sirni kotel 2
2: sirni kotel 2
3: ocevje za izhod iz sirnega kotla 2
4: odcejevalno sito

Iz preglednice 5 – 3 vidimo, da je z zniževanjem koncentracije lužine Deptal MP naraščalo SŠMO, med katerimi v območju od (4,6 – 1,4) % ni bilo analiziranih E.coli in koliformnih bakterij. Slednje so presegle predpisano mejno koncentracijo pri 0,8 % koncentraciji lužine s preseženo prisotnostjo plesni zaradi česar čiščenje ni bilo več učinkovito. Mikrobiološka neustreznost brisov površin je bila posledica prenizke koncentracije lužine, ki smo jo dosegli 30. 8. 2010 pri 0,8 % vrednosti. Rezultate mikrobioloških analiz pri tej koncentraciji prikazujejo slike 5 – 2, 5 – 3 in 5 – 4.

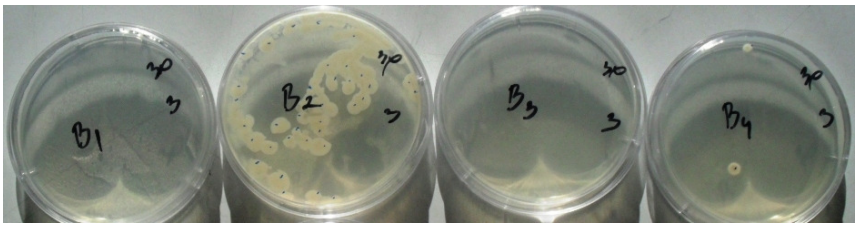


Slika 5 – 2: Določanje SŠMO brisov površin pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP.



Slika 5 – 3: Določanje koliformnih bakterij (zgornja vrsta) in E.coli (spodnja vrsta).

Doseženo neskončno število SŠMO v sirnem kotlu 2 in ocevju za izhod iz sirnega kotla 2 na sliki 5 – 2 se ujema z rezultati določanja koliformnih bakterij na sliki 5 – 3. Rezultat smo dejansko pričakovali, saj je bila koncentracija delovne raztopine pod priporočljivo mejo, ki znaša za Deptal MP 1 %.

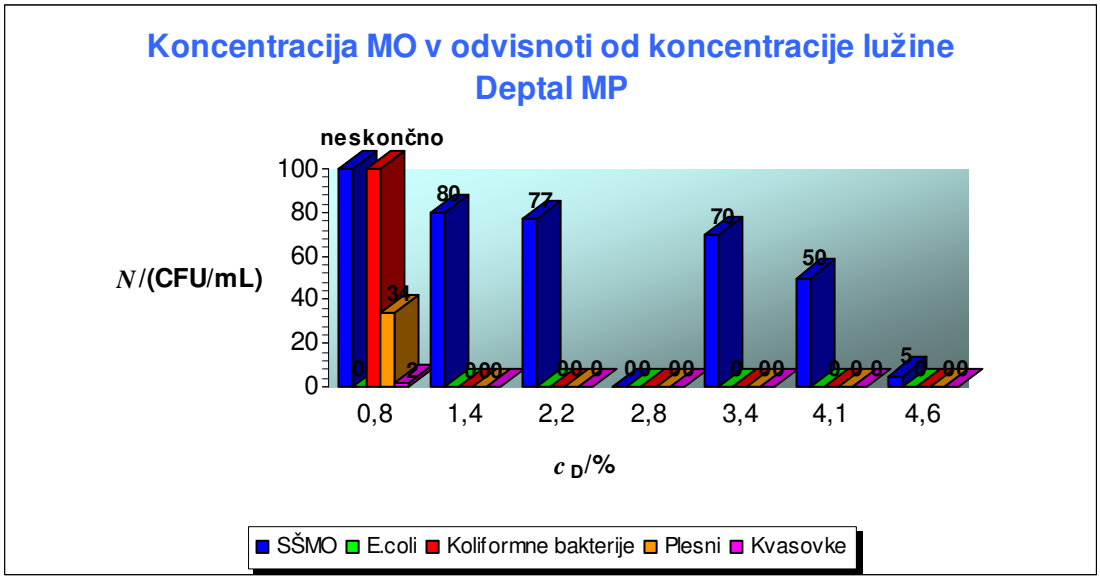


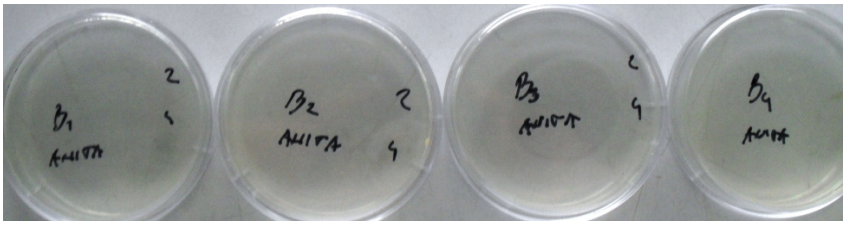
Slika 5 – 4: Določanje plesni in kvasovk pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP.

Z določanjem plesni in kvasovk pri 0,8 % koncentraciji na sliki 5 – 4 smo še dodatno potrdili mikrobiološko neustreznost, saj so plesni v sirnem kotlu 2 presegle zgornjo predpisano mejo. Dodatno so se pojavile še kvasovke na odcejevalnem situ kar bi lahko vplivalo na končno mikrobiološko kakovost domače skute. Glede na dobljene rezultate smo označili 1 % vrednost za mejno koncentracijo lužine Deptal MP in 0,8 % za neustrezno in zaključili z zniževanjem koncentracije.

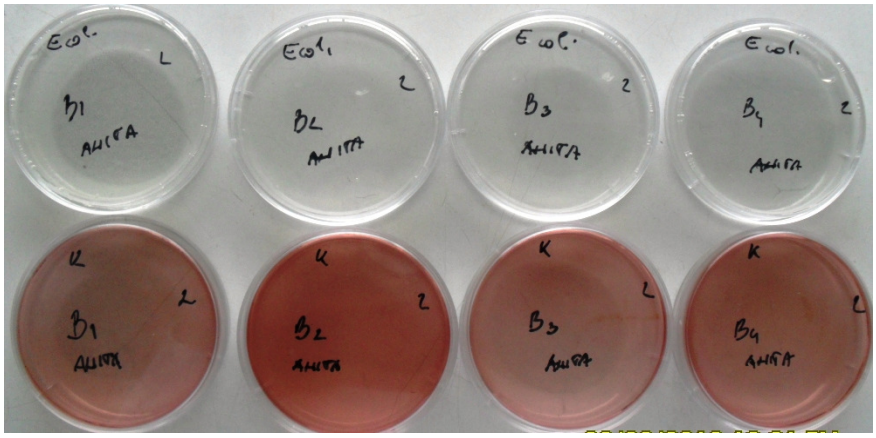
Rezultati mikrobioloških analiz v preglednici 5 – 3 kažejo, da je bilo SŠMO prisotno tudi pri višjih koncentracijah, saj imajo vsa čistila neko kritično koncentracijo, nad katero se njihov učinek ne povečuje, temveč se celo zmanjšuje. Tako se je manjše število mikroorganizmov pojavilo pri 4,6 % in 4,1 % koncentraciji, ki sta nad predpisanim delovnim območjem (1 – 4) % in ni preseglo predpisane zgornje meje mikroorganizmov.

Za lažje vrednotenje rezultatov mikrobioloških analiz o vplivu koncentracije lužine Deptal MP na učinek čiščenja in s tem povezano mikrobiološko ustreznostjo smo glavne rezultate grafično obdelali na priloženi sliki 5 – 5.

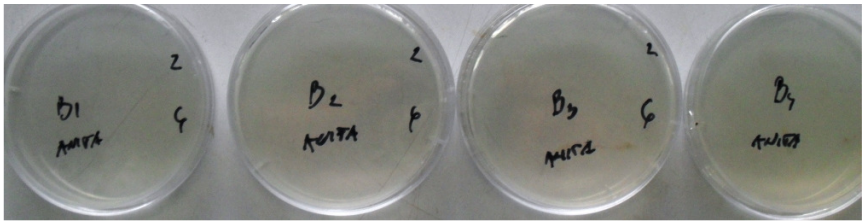

Koncentracija MO v odvisnoti od koncentracije lužine Deptal MP
neskončno
100
80
60
40
20
0
N/(CFU/mL)
80
77
70
50
34
0
2
0
0
0



Slika 5 – 6: Določanje SŠMO brisov površin pri 2,8 % koncentraciji lužine Deptal MP.



Slika 5 – 7: Določanje E.coli (zgornja vrsta) in koliformnih bakterij (spodnja vrsta).



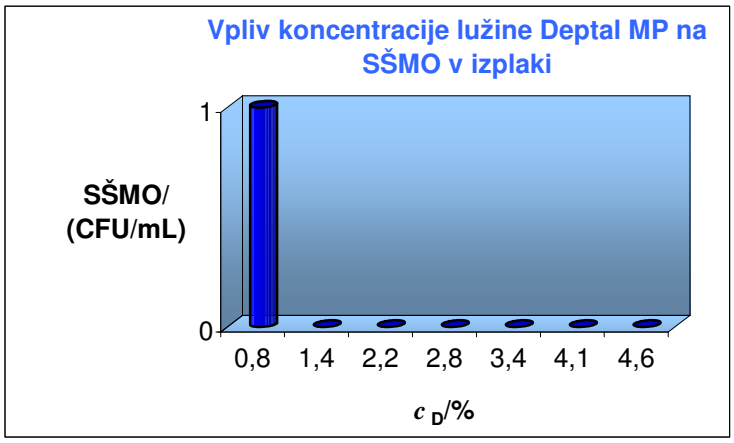
Slika 5 – 8: Določanje plesni in kvasovk pri 2,8 % koncentraciji lužine Deptal MP.

5.1.2.2 Vzorčenje in analiza izplake iz sirnega kotla 2 po čiščenju

Po končanem programu P14 za čiščenje sirnega kotla 2 z odvodnim cevovodom, smo dnevno vzorčili izplako iz ocevja za izhod iz sirnega kotla 2, kateri smo izmerili pH in določili SŠMO. Po vsakem CIP čiščenju smo izprali opremo s pitno vodo do nevtralne reakcije s pH = 7,0. V okviru notranjega nadzora je predpisana mejna koncentracija mikroorganizmov v izplaki:

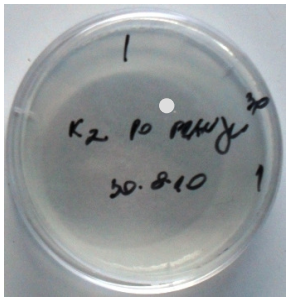
- SŠMO 0 CFU/mL in
- pH vrednost 6,5 – 7,5.

V času od 12. 7. do 30. 8. 2010 smo opravili 35 meritev in analiz, ki jih prikazujeta sliki 5 – 9 in 5 – 11.

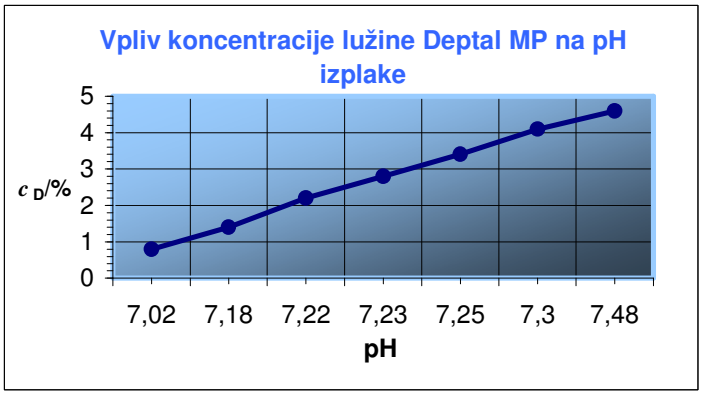


Slika 5 – 9: Vpliv koncentracije lužine Deptal MP na SŠMO v izplaki po CIP čiščenju.

Iz slike 5 – 9 vidimo, da se je učinkovitost čiščenja na osnovi določanja SŠMO v izplaki z izjemo 0,8 % koncentracije pri vseh izkazala za mikrobiološko ustrezno. SŠMO pri 0,8 % koncentraciji doseženi 30. 8. 2010, ki jo prikazuje slika 5 – 10, je preseglo zgornjo predpisano mejo kar smo pričakovali glede na rezultat brisa iz ocevja za izhod iz sirnega kotla 2, kjer smo vzorčili izplako. Bris 3 in izplaka sta bila tako prva pokazatelja neučinkovitega čiščenja in osnova za sledeče analize.



Slika 5 – 10: Določanje SŠMO v izplaki pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP.



Slika 5 – 11: Vpliv koncentracije lužine Deptal MP na vrednost pH izplake.

Slika 5 – 11 prikazuje pH izplake tekom spreminjanja koncentracije, ki je pomembna predvsem zaradi topljivosti organskih topil. Vrednost pH izplake se je z nižanjem koncentracije lužine Deptal MP postopno zmanjševala kar je posledica zniževanje koncentracije hidroksilne skupine OH^- in ostala v predpisanem območju.

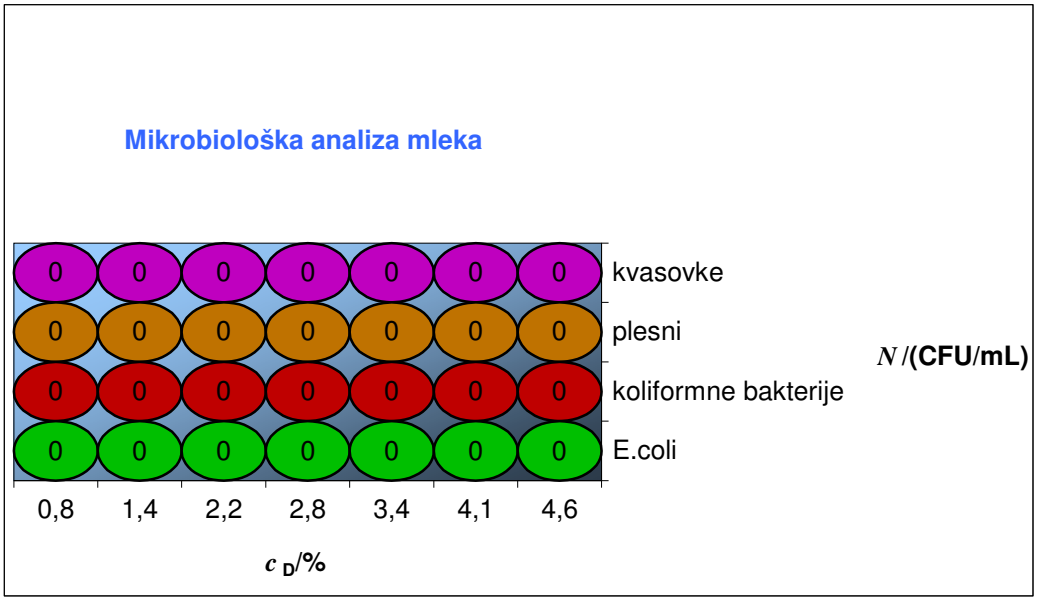
5.1.3 Kontrola kakovosti domače skute

5.1.3.1 Vzorčenje in analiza mleka v sirnem kotlu 2

Po vzorčenju mleka v sirnem kotlu 2 za izdelavo polnomastne domače skute, smo z mikrobiološko analizo ugotavljali število koliformnih bakterij, E.coli in prisotnost plesni ter kvasovk. V okviru notranje kontrole za zagotavljanje kakovosti končnega izdelka so za vhodno surovino predpisane naslednje mejne koncentracije mikroorganizmov:

- E.coli in koliformne bakterije 0 CFU/mL in
- plesni in kvasovke 10 CFU/mL.

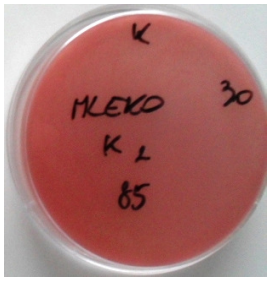
V času od 12. 7. do 30. 8. 2010 smo opravili 35 vzorčenj mleka za izdelavo domače skute. Rezultate mikrobioloških analiz pasteriziranega mleka s spreminjanjem koncentracije lužine prikazuje slika 5 – 12.



Slika 5 – 12: Rezultati mikrobiološke analize mleka.

Iz slike 5 – 12 je razvidno, da smo za izdelavo domače skute pri vseh koncentracijah čistila Deptal MP uporabili mikrobiološko ustrezno mleko in na ta način preprečili možnost kvara končnega izdelka z kontaminirano vhodno surovino. Poleg tega bi z mikrobiološko

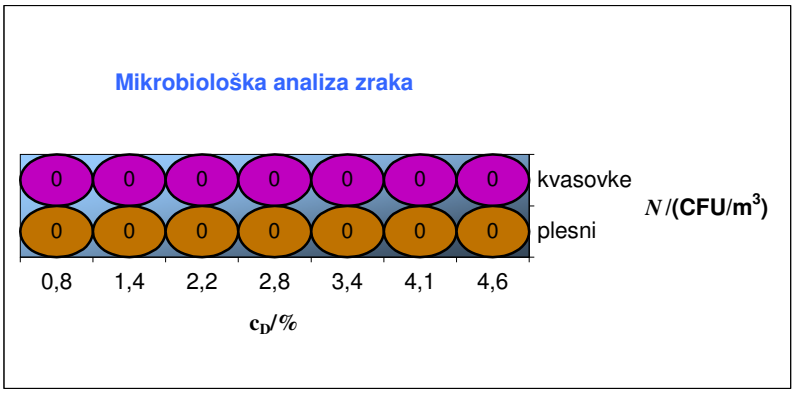
oporečno surovino lahko okužili celoten obrat, kar bi imelo za posledico možnost za rekontaminacijo. Z dobljenimi rezultati smo na ta način lahko izključili ta faktor in dosegli glavni cilj diplomskega dela. Slika 5 – 13 potrjuje mikrobiološko ustreznost pri 0,8 % koncentraciji dne 30. 8. 2010.



Slika 5 – 13: Določanje koliformnih bakterij v mleku pri 0,8 % koncentraciji lužine.

5.1.3.2 Mikrobiološka preiskava zraka

V času od 12. 7. do 30. 8. 2010 smo v skutarni opravili 35 vzorčenj zraka s sedimentacijsko metodo, v katerem smo določili koncentracijo kvasovk in plesni. Za zrak v skutarni velja v okviru notranjega nadzora predpisana koncentracija mikroorganizmov 0 CFU/m^3. Rezultate mikrobiološke preiskave zraka prikazuje slika 5 – 14.



Slika 5 – 14: Rezultati mikrobiološke preiskave zraka v skutarni.

Slika 5 – 15: Določanje plesni in kvasovk v zraku pri 0,8 % koncentraciji lužine.

Iz slike 5 – 14 vidimo, da v zraku ni bilo prisotnih kvasovk in plesni kar izključuje možnost tveganja mikrobiološke kontaminacije domače skute in zagotavlja dobro higiensko stanje v proizvodnem okolju. Tudi v času okužbe domače skute pri 0,8 % koncentraciji 30. 8. 2010 je bil zrak mikrobiološko ustrezen kar potrjuje slika 5 – 15. S tem smo dosegli dejansko koncentracijo, ki je bila glavni vzrok mikrobiološke neustreznosti in posledica neučinkovitega čiščenja zaradi prenizke koncentracije čistila Deptal MP.

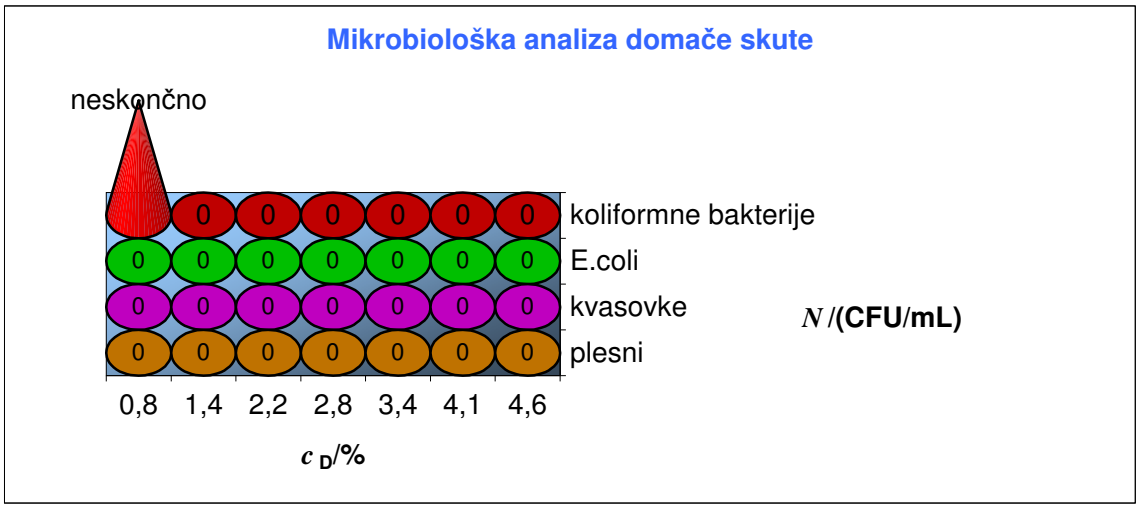
5.1.3.3 Vzorčenje in analiza domače skute iz sirnega kotla 2

Kakovost domače skute smo ugotavljali z mikrobiološko analizo določanja koliformnih bakterij, E.coli, plesni in kvasovk. V času od 12. 7. do 30. 8. 2010 smo opravili 61 vzorčenj domače skute, od tega 31 vzorcev sirnega zrna iz vibracijskega sita pred pakiranjem in 30 vzorcev pakirane domače skute.

Za domačo skuto je v okviru notranje kontrole predpisana naslednja zgornja koncentracija mikroorganizmov:

- E.coli in koliformne bakterije 10 CFU/mL in
- plesni in kvasovke 100 CFU/mL.

Rezultate mikrobiološke analize domače skute prikazuje slika 5 – 16.



Slika 5 – 16: Rezultati mikrobiološke analize domače skute.

Rezultati na sliki potrjujejo, da je koncentracija Deptala MP padla pod spodnjo mejno vrednost 1 %, saj so pri 0,8 % koncentraciji koliformne bakterije v domači skuti presegle zgornje predpisano območje. Ker smo rezultat pričakovali, smo zmanjšali proizvodnjo

domače skute in opravili mikrobiološko analizo sirnega zrna na situ, ki se je izkazalo za mikrobiološko oporečno ter prekinili proces pred pakiranjem.

Rezultat analize 30. 8. 2010, ki potrjuje porast s koliformnimi bakterijami pri 0,8 % koncentraciji prikazuje slika 5 – 17. Presenetil nas je rezultat prisotnosti kvasovk in plesni, ki je bil negativen, saj so te bile prisotne pri analizah brisov površin na odcejevalnem situ. Predvidevamo, da je to posledica majhne prisotnosti in majhne količine odvzetega vzorca sirnega zrna iz vibracijskega sita, ki ni uspela zajeti te vrste mikroorganizmov. Le–te bi se predvidoma pojavile po določenem času v primeru daljšega vzdrževanja koncentracije pri tej vrednosti.

Slika 5 – 17: Določanje koliformnih bakterij v sirnem zrnu pri 0,8 % koncentraciji lužine.

5.2 Plan CIP čiščenja opreme v skutarni

Čiščenje je uvrščeno med spremljajoče higienske programe, ki temeljijo na načelih HACCP in dobre higienske prakse in o katerih obvezno vodimo dokumentacijo. Obvezna dokumentacija o čiščenju sestoji iz plana in vodenja evidenc o čiščenju, ki predstavljata enega od podprogramov HACCP-a. Na osnovi tega smo izdelali plan CIP čiščenja, ki vsebuje navodila za čiščenje, evidenco in kontrolo čiščenja.

5.2.1 Navodila za CIP čiščenje

CIP čiščenje proizvodne opreme v skutarni je računalniško vodeno in določeno za vsak program posebej. Izvaja ga mlekar po končani proizvodnji domače skute, ki je zadolžen za vzorčenje in transport vzorcev v laboratorij za kemijske in mikrobiološke analize.

Program CIP čiščenja izvaja alkalno čiščenje, ki mu sledi 1 x tedensko kislo čiščenje in redna dezinfekcija po sledečem planu:

- Za alkalno CIP čiščenje se uporablja tekoče alkalno čistilno sredstvo Deptal MP z avtomatskim vzdrževanjem 2,8 % koncentracije na osnovi prevodnosti v območju

delovne temperature od (50 – 95) °C in trajanja čiščenja od 15 – 30 min, določeno po programu CIP.

- Z kislo CIP čiščenje se uporablja tekoče kislo sredstvo Zlatol PS acid z avtomatskim vzdrževanjem 2,1 % koncentracije na osnovi prevodnosti v območju delovne temperature od (50 – 95) °C in trajanja čiščenja 15 – 30 min.
- Za dezinfekcijo se uporablja tekoče kislo dezinfekcijsko sredstvo P3 – Oxonia Active 150 po programu CIP za določen čas trajanja dezinfekcije od (5 – 10) min.
- Po končanem CIP čiščenju izperemo opremo s pitno vodo do nevtralne reakcije s pH = 7,0.

5.2.2 Kontrola in evidenca CIP čiščenja

Sočasno s CIP čiščenjem se vršita evidenca in kontrola čiščenja, ki zaključujeta celotno dokumentacijo o čiščenju. Mikrobiološka kontrola zraka, brisov površin, vhodnega mleka, domače skute in izplake se izvaja dnevno, medtem ko se kontrola koncentracije čistilnih sredstev izvaja 1x tedensko. Kontrola izrabljenosti lužine Deptal MP z določanjem koncentracije sekvestrena v raztopini se izvaja dnevno oziroma po potrebi z vzdrževanjem v delovnem območju od (1500 – 1800) ppm. Za morebitni korektivni ukrep je odgovoren vodja za kontrolo in razvoj, g. Rojko Robert.

6 ZAKLJUČEK

Po pregledu znanstvene literature smo ugotovili, da je objavljenih malo študij o CIP sistemih, saj jih proizvajalci opreme obravnavajo kot svoj »know how«. Zato smo si v okviru eksperimentalnega dela pomagali z dobaviteljem čistilnega sredstva za CIP sisteme v mlekarski industriji, podjetjem Scala d.o.o., kot zastopnikom priznanih evropskih proizvajalcev čistilnih sredstev.

Glede na pregledano literaturo in svetovanje podjetja Scala d.o.o. smo ugotovili, da je učinek delovanja čistilnega sredstva medsebojno odvisen od štirih dejavnikov, med katere sodijo koncentracija čistila, temperatura delovne raztopine, čas delovanja in mehanske sile. Te kritične procesne parametre je opredelil že kemijski inženir dr. Sinner v njegovem ciklu čiščenja [1]. Za doseganje optimalnih učinkov je potrebno te dejavnike v praksi uskladiti glede na naravo nečistoče, da se lahko izdela plan čiščenja, ki je lahko tudi osnova za HACCP [18].

Ker so bile objavljene raziskave usmerjene predvsem k izbiri vrste čistil in določanju optimalne koncentracije za izboljšanje procesa čiščenja iz ekonomskega in ekološkega vidika, smo v okviru naših raziskav določali optimalno in mejno koncentracijo alkalnega CIP čistilnega sredstva. Ostali parametri so bili namreč že programsko določeni in s strani podjetja Hmezad inženiring d.o.o., ki je uvedlo računalniško voden sistem za obstoječo čistilno sredstvo pred uvedbo novega. Nova delovna raztopina Deptal MP je bila učinkovita v območju koncentracije od (1 – 4) %, temperature od (50 – 95) °C s časom delovanja in mehanike po CIP programu za vsak program posebej [14].

Predpostavili smo, da z višanjem koncentracije čistilnih sredstev dosegamo boljše učinke čiščenja in da nižje dajejo povečano število mikroorganizmov v proizvodnem okolju kar negativno vpliva na mikrobiološko kakovost domače skute. Navadno imajo vsa čistilna sredstva kritično koncentracijo, nad katero se njihov učinek ne povečuje, temveč celo zmanjšuje [18]. To smo tudi potrdili, saj je bilo predpisano območje delovne raztopine s strani dobavitelja od (1 – 4) %, naše raziskave pa so pri višjih koncentracijah kot sta 4,6 % in 4,1 % vendarle pokazale manjšo prisotnost SŠMO, ki je bila sicer v mejah notranje kontrole.

Pri določanju spodnje mejne vrednosti koncentracije z EDTA titracijo smo prav tako potrdili predpisano spodnje območje koncentracije sekvestrena 1000 ppm, na podlagi katerega smo mejno koncentracijo lužine Deptal MP dosegli pri vrednosti 1 %. Z rezultati smo dokazali, da je pri 0,8 % koncentraciji lužine Deptal MP, ki je pod mejo delovne raztopine, koncentracija sekvestrena dosegla vrednost 990 ppm in se izkazala za neučinkovito, saj domača skuta ni bila več mikrobiološko neoporečna. Na podlagi predpisane delovne koncentracije sekvestrena od (1500 – 1800) ppm, smo v tem območju določili optimalno koncentracijo Deptal MP pri 2,8 % z doseženo koncentracijo sekvestrena 1530 ppm. Ta vrednost koncentracije raztopine Deptal MP se je pri vseh mikrobioloških analizah izkazala za mikrobiološko neoporečno in najbolj učinkovito gledano s strani ekonomskega vidika in učinka čiščenja.

Rezultati naše raziskave so potrdili predpisana območja delovne raztopine Deptal MP za CIP čiščenje s strani dobavitelja. Z optimizacijo nam je uspelo znižati stroške čistilnega sredstva, saj so rezultati pokazali, da za čiščenje ni potrebna najvišja prepisana koncentracija. Prav tako smo z uvedbo nove lužine Deptal MP prihranili na kislini, saj se je potreba po kislem čiščenju zmanjšala na 1 x tedensko, kar je doprineslo tudi k zmanjšanju energije in porabe sveže vode. S tem smo izdelali učinkovit plan čiščenja v skladu s HACCP sistemom in naredili korak naprej v CIP čiščenju.

Obstaja pa še vedno možnost izboljšanja CIP čiščenja, saj nova dognanja o vplivu kemikalij na zdravje ljudi in okolja omogočajo razvoj manj nevarnih pripravkov za čiščenje, zaradi česar se spreminjajo in izboljšujejo tudi postopki pri njihovi praktični uporabi. Naslednji korak, ki ostaja predmet prihodnje raziskave, je uvedba nove kisle raztopine za CIP čiščenje Deptacid NT, ki za razliko od trenutne raztopine Zlatol PS acid, vsebuje zraven dušikove še fosforjevo kislino. Le–ta služi kot inhibitor in je istočasno aktivna pri odstranjevanju biofilma, zaradi česar je bolj primerna v kombinaciji z Deptalom MP.

Nov izziv predstavlja tudi hladno CIP čiščenje z uvedbo čistilnih sredstev, ki bi bila aktivna pri nižjih temperaturah v kombinaciji s hladno pitno vodo, kar bi pomenilo manj korakov in s tem posledično znižanje energije, vode in časa. Med raziskavami smo zasledili tudi možnost uporabe toka zraka v CIP sistemu namesto čistilnih sredstev in vode, s čimer bi znatno zmanjšali stroške [36]. Vsi omenjeni postopki in izboljšanje programske opreme ostajajo predmet prihodnjih raziskav v Pomurskih mlekarnah in drugih živilskih obratih, ki uporabljajo CIP čiščenje.

7 LITERATURA

[1] Andersen T.M., Madsen O.T., 2010. *CIP Tehnology: Challenges and Trends*, http://www.mork-clean-in-place.com/assets/white-papers/Clean-In-Place_Technology_-_Challenges_and_Trends.pdf [dostop: 23. 03. 2010].

[2] Bremer P.J., Fillery S., McQuillan A.J., 2006. *Laboratory scale Clean-In-Place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms*, International Journal of Food Microbiology 106, str. 254–262.

[3] Codex Alimetarius. 1999. *General Principles of Food hygiene*, str. 22.

[4] Diversey d.o.o., *CIP čiščenje*, http://www.johnsondiversey.com/Cultures/sl-SI/ Op Co/ Products+and+Systems/CIP+%C4%8Di%C5%A1%C4%8Denje.htm [dostop: 28.01.2011].

[5] Ecolab d.o.o., 2004. Varnostni list. *Zlatol PS Acid*. Maribor, str. 1–5.

[6] Ecolab d.o.o., 2004. Varnostni list. *Zlatol F84*. Maribor, Ecolab, str. 1–5.

[7] Ecolab d.o.o., 2007. Varnostni list. *P3-Oxonia active 150*. Maribor, str. 6.

[8] Eidea M.H., Homleida J.P., Mattssonb B., 2003. *Life cycle assessment (LCA) of cleaning-in-place processes in dairies*, Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 36, str. 303–314.

[9] Forder S., Hyde M.J., 2005. *Increasing Plant Efficiency Trought CIP*, http://biopharminternational.findpharma.com/biopharm/GMPs%2FValidation/Increasing-Plant-Efficiency-Through-CIP/ArticleStandard/Article/detail/146346[dostop: 15. 01. 2011].

[10] Formanek Z. 2001. *Cleaning and Desinfection*, Rapid Microbiological Methods Conference, Budapest.

[11] *Higienski menedžment in principi HACCP - modul 5*, wfk - Raziskovalni inštitut za tehnologijo čiščenja, Nemčija, http://hygiene-for-cleaners.eu/pages/slhome/moduli-1-do-6/m5-higienski-menedzment.php [dostop: 20. 12. 2010].

[12] Hmezad inženiring d.o.o., *Projektiranje*, http://www.hme-ing.si/Slo-prva.htm [dostop: 27. 07. 2010].

[13] Houghtby G. A., Maturin L. J., Koenig E. K. 1992. *Microbiological count methods*. V: *Standard Methods for Examination of Dairy products*. 16 th edition. Marshall R. T. (ed.). Washington, American public health association, str. 213–216.

[14] Hypred S.A., 2009. *Tekoče alkalno čistilno sredstvo za CIP naprave v agroživilski industriji primeren za trde vode DEPTAL MP*. Maribor, Scala d.o.o., str. 1–2.

[15] Jakobi G., Löhr A. 1987. *Detergents and Textille Wasching*, VCH Verlagsgeselschaft mbH, 220.

[16] Jernšek B. 2009. *Higiena živil: Laboratorijske vaje za študente živilstva in prehrane*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, str. 50–52.

[17] Kegl B. 2002. *Čistilna sredstva*. V: *Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP*. Rapor P. (ur.). Ljubljana, Slovenski inštitut za kakovost in meroslovje, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, str. 554–566.

[18] Kokol P. 1979. *Osnove CIP postopka za čiščenje, njegova uporabnost in obratna kontrola*. V: *Živilska mikrobiologija. Bitenčevi živilski dnevi '79, Ljubljana, 14–15 dec*. 1979. Adamič J., Bučar F. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, str. 169–181.

[19] Le Gentil C., Sylla Y., Faille C., 2010. *Bacterial re-contamination of surfaces of food processing lines during cleaning in place procedures*, Journal of Food Engineering 96, str. 37–42.

[20] Marvin D., Oštir Š. 2002. *Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, str. 75–76.

[21] Mayers D. 1988. *Surfactant science and tehnology*, VCH Publischers, Inc., 325.

[22] Morris G., Kokki M. H., Anderson K., Richardson M. D., 2000. *Sampling of Aspergillus spores in air*. Journal of Hospital Infection 44, str. 81–92.

[23] Peterman M. 2002. *HACCP v predelavi mleka*. V: V: *Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP*. Rapor P. (ur.). Ljubljana, Slovenski inštitut za kakovost in meroslovje, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, str. 344–359.

[24] Peterman M. *Izdelava HACCP načrta*. Inštitut za sanitarno inženirstvo, http://www.zzv-ce.si/uploads/izdelava%20haccp%20nacrta.pdf [dostop: 07. 10. 2010].

[25] Pomurske mlekarne d.d., 2009. *HACCP dokumentacija skuta*. Murska Sobota, str. 1–5.

[26] Pomurske mlekarne d.d., 2009. *Navodila za izdelavo skute*. Murska Sobota, str. 2–5.

[27] Pomurske mlekarne d.d., 2010. *Poslovnik kakovosti in okolja*. Murska Sobota, str. 7–9, 47.

[28] Pomurske mlekarne d.d., *Izdelki: Skuta*, http://www.pomurske-mlekarne.si/sl/izdelki/skuta/ [dostop: 10. 12. 2010].

[29] Ponikvar M. 2006. *Čiščenje in dezinfekcija prehranskih obratov. Kako izdelati program čiščenja*? Inštitut za sanitarno inženirstvo, http://www.zzv-ce.si/uploads/ciscenje%20v%20zivilskih%20obratih.pdf [dostop: 06. 03. 2010].

[30] Raspor P. 2002. *Definicija sistema HACCP in načel HACCP*. V: *Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP*. Rapor P. (ur.). Ljubljana, Slovenski inštitut za kakovost in meroslovje, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, str. 113–126.

[31] Renčelj, S., 1995. *Skuta, Siri nekdaj in zdaj*, ČZD Kmečki glas, Ljubljana, http://sl.wikipedia.org/wiki/Skuta_%28mle%C4%8Dni_izdelek%29 [dostop: 05. 12. 2010].

[32] Scala d.o.o., *Svetovanje*, http://www.scala.si/svetovanje/[dostop: 12. 09. 2010].

[33] *Tehnologija čiščenja in higiena v prehrambeni industriji - modul 2*, wfk - Raziskovalni inštitut za tehnologijo čiščenja, Nemčija, http://hygiene-for-cleaners.eu/pages/slhome/moduli-1-do-6/m2-tehnologija.php [dostop: 20. 12. 2010].

[34] Tomašič A. 1996. *Sanitacija v obratih živilske industrije*. V: *Higiena v proizvodnji in prometu z živili*. Tomašič A., Milohnoja M. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, str. 102–137.

[35] *Uvedba analize dejavnikov tveganja HACCP v novo živilsko zakonodajo EU*, wfk - Raziskovalni inštitut za tehnologijo čiščenja, Nemčija, http://hygiene-for-cleaners.eu/pages/slhome/nova-zivilska-zakonodaja-eu.php [dostop: 20. 12. 2010].

[36] Valigra L., 2010. Integral *Role for Clean-in-Place Tehnology*, Food Quality magazine, http://www.foodquality.com/details/article/882833/Integral_Role_for_Clean-in-Place_Technology.html [dostop: 23. 03. 2010].

[37] Watkinson W.J. 2008. *Chemistry of Detergents and Desinfectants*. V: *Cleaning - in - Place: Dairy, Food and Beverage Operations*. 3 rd ed. Tamime A. Y. (ed.). Oxford, Blackwell Publishing, str. 56–80.

8 PRILOGE

8.1 PRILOGA A

8.1.1 Življenjepis

europass

Osebni podatki

Ime / Priimek	Anita Rižnar
Naslov	Globoka 60 a, 9240 Ljutomer, Slovenija
E-pošta	anita.riznar@gmail.com
Državljanstvo	slovensko
Datum rojstva	21.03.1986
Spol	ženski

Delovne izkušnje

Obdobje	1.7.2009 – 31.8.2009
	Opravljanje obvezne študijske prakse v Pomurske mlekarne d.d.

Izobraževanje in usposabljanje

Obdobje	september 1993 – junij 2001	Osnovna šola Stročja vas, Ljutomer
	september 2001 – junij 2005	Gimnazija Franca Miklošiča, Ljutomer
	oktober 2005 – marec 2011	Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor

Druga znanja in kompetence

Materni jezik(i) **slovenščina**

Drug(i) jezik(i)

Samovrednotenje *Evropska raven* (*)	**Razumevanje**		**Govorjenje**		**Pisanje**
	Slušno razumevanje	Bralno razumevanje	Govorno sporazumevanje	Govorno sporočanje	
angleški jezik	C1	C2	B2	B2	C1
nemški jezik	B1	B1	A2	A2	A2

Računalniška znanja in kompetence

Dobro poznavanje računalniških programov: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Smart Draw, Corel Draw

Vozniško dovoljenje

B kategorija