



MILK-ed: Modern and Innovative onLine-based Know-how on
European Dairy processing
Project no. 2019-1-SI01-KA202-060553

HIGIJENA U PROIZVODNJI I PRERADI MLEKA

jun, 2021.

Sadržaj

Uvod i definicije.....	3
Opasnosti koje se mogu preneti kontaminiranim mlekom.....	4
Fizička opasnost	4
Hemijska opasnost.....	5
Radioaktivne supstance	5
Mikrobiološka opasnost	6
Oblici bakterija.....	8
Aktivnost vode (a_w).....	8
Temperatura	9
Kiseonik	10
Svetlost.....	11
Kiselost (pH vrednost)	11
Rast bakterija.....	11
Biohemijska aktivnost.....	13
Razgradnja ugljenih hidrata	13
Razgradnja proteina.....	14
Razlaganje masti	14
Patogeni mikroorganizmi u sirovom mleku.....	16
Patogene bakterije u mleku	16
Bakterije u mleku	16
Sredstva za čišćenje.....	27
Uzorkovanje i kontrola čistoće.....	30
Finansiranje.....	34
Literatura.....	34

Uvod i definicije

Stari Grci su bili upoznati sa konceptom higijene još pre 4.000 godina. Asklepije (Asclepius), bog medicinskih veština dao je svojoj ćerki ime Higieja (Higia), a ona je bila boginja zdravlja u staroj Grčkoj. Na grčkom, njeno ime je značilo „isceliti“ ili „doneti zdravlje“. Stari Grci su je smatrali zaštitnicom ili personifikacijom zdravlja, a njeno ime je do danas sačuvano u reči „higijena“. Higijena podrazumeva niz mera i postupaka koji se odnose na čistoću, red i urednost koja obezbeđuje zdravlje, pa je higijena postala deo preventivne medicine. Zdravlje se može definisati kao fizičko, duhovno i socijalno blagostanje. Higijena čini veliki deo našeg svakodnevnog života, počev od lične higijene, higijene stanovanja, higijene životne sredine i higijene ishrane. U tom kontekstu, higijena domaćih životinja u uzgoju za proizvodnju mleka i mesa zaslužuje pažnju i treba je promovisati. Higijena u proizvodnji i preradi mleka ima odlučujući značaj zbog sve većih zahteva za kvalitetom, dugotrajnošću, zdravstvenom ispravnošću i bezbednošću mlečnih proizvoda. Zahtevi tržišta za ovim mlečnim svojstvima su sve veći i stoga se uvodi koncept „potvrđivanje kvaliteta“ koji zahteva ovladavanje proizvodnim procesom i potpunu kontrolu nad njim od početka do isteka roka trajanja proizvoda na tržištu. Klasična kontrola proizvoda prema ISO standardima u sopstvenoj laboratoriji i u akreditovanim laboratorijama ostaje instrument koji podržava koncept potvrđivanje kvaliteta. Borba za zdravstveno ispravan mlečni proizvod počinje na pašnjacima, oranicama i u štali. Ovo je primarni deo proizvodnje koji je takođe važan sastavni deo HACCP sistema.

Definicije:

Čišćenje/pranje – uklanjanje prljavštine, ostataka hrane, masnoće i drugih nečistoća.

Zagađivač – bilo koji biološki ili hemijski agens, strana materija ili supstanca koja nije namerno dodata hrani, a koja bi mogla da ugrozi zdravlje i pogodnost hrane za ishranu.

Kontaminacija – unošenje ili pojava zagađivača u hrani ili okruženju u kome se hrana nalazi.

Opasnost – biološki, hemijski ili fizički agens u hrani, ili stanje hrane, koje može negativno uticati na zdravlje.

Dezinfekcija – smanjenje broja mikroorganizama u životnoj sredini hemijskim agensima i/ili fizičkim metodama na nivo koji ne ugrožava zdravstvenu bezbednost i pogodnost namirnica za potrošnju.

Hrana – prehrambeni proizvod (pojam koji obuhvata ceo lanac ishrane – od sirovina, do eventualnog dodavanja sastojaka finalnom potrošnom proizvodu)

Rukovalac hranom – svako lice koje direktno rukuje upakovanom ili neupakovanom hranom, opremom i priborom koji se koristi u proizvodnji hrane ili dolazi u kontakt sa površinama koje dolaze u kontakt sa hranom, i od kojih se stoga očekuje da ispuni zahteve higijene hrane.

Higijena hrane – svi uslovi i mere neophodne za obezbeđivanje zdravstvene ispravnosti i pogodnosti hrane za potrošnju.

HACCP – sistem koji identifikuje, procenjuje i kontroliše opasnosti koje su značajne za zdravstvenu ispravnost hrane.

Zdravstvena bezbednost hrane – potvrda da hrana neće negativno uticati na potrošača, ako je pripremljena i/ili konzumirana na način predviđen za takvu hranu.

Industrijska postrojenja – svaki kompleks ili prostor gde se rukuje hranom i okruženje koje je pod kontrolom istog menadžmenta.

Primarna proizvodnja – faza u lancu ishrane do (i uključujući) žetve, klanja, muže, ulova (ribe) itd.

Rizik- ukazuje na verovatnoću da se prisutna potencijalna opasnost javi kao povreda ili bolest u procesu rada. Opasnost je kvalitativni pojam, a rizik je kvantitativno izražen kao mogućnost da postojeća opasnost zaista dovede do narušavanja zdravlja

Adekvatnost hrane – potvrda da je hrana prihvatljiva za ljudsku ishranu na način namenjen za takvu hranu.

Opasnosti koje se mogu preneti kontaminiranim mlekom

Opasnost je sve ono što može naškoditi potrošaču mlečnih proizvoda. Opasnosti mogu biti fizičke prirode, hemijske supstance, radioaktivne supstance i strani mikroorganizmi kao mikrobiološke opasnosti.

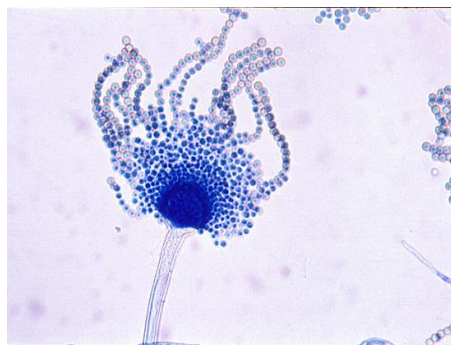
Fizička opasnost

Fizičke opasnosti koje mogu dospeti u mleko su metalni delovi, pesak, zemlja, prljavština životinja, šljunak, drvo, plastika, dlake, gumeni predmeti, staklo i lični nakit. Takvi zagađivači takođe mogu biti izvor mikrobioloških opasnosti. Uzroci ove vrste kontaminacije su slabo edukovani ljudi, loše održavanje opreme i upravljanje procesima.

Hemijska opasnost

Hemijske opasnosti u mleku su veterinarski lekovi, pesticidi, insekticidi, mikotoksini, sredstva za čišćenje i dezinfekciju. Antibiotici u mleku najčešće su posledica lečenja **mastitisa**, kao veoma opasne i skupe bolesti muznih krava. Antibiotici negativno utiču na zdravlje ljudi, ali svojim delovanjem sprečavaju proizvodnju fermentisanih mlečnih proizvoda od kontaminiranog mleka. Antihelminitski lekovi se koriste za uklanjanje unutrašnjih parazita. U organizmu životinja se razlažu i stvaraju toksični metaboliti, pa je zbog toga veoma važno poštovati period karence za antibiotike i lekove protiv unutrašnjih parazita. Pesticidi su toksične supstance namenjene suzbijanju štetočina u poljoprivredi. U organizam muznih krava mogu dospeti konzumiranjem hrane i vode, a zatim i u mleko. Sredstva za dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju su veoma opasna i mogu da ih primenjuju samo edukovani ljudi i registrovane institucije, u saradnji sa stručnjacima iz industrije mleka. Sredstva za čišćenje i dezinfekciju mogu dospeti u mleko usled nepotpunog ispiranja mlečne opreme. Takođe, zbog nepravilnog odabira i upotrebe mogu izazvati koroziju mlečne opreme, pa teški metali mogu da dospeju u mleko. Primer za to je upotreba natrijum hipohlorita koji uništava mlečnu opremu napravljenu od nekih standardnih vrsta nerđajućeg čelika.

Mikotoksini - neke vrste plesni proizvode toksične metabolite koji su opasni po zdravlje ljudi i nazivaju se mikotoksini. Najpoznatija gljiva je *Aspergillus flavus*, a toksin je aflatoksin. Poznati izvor aflatoksina je hrana za životinje kontaminirana mikotoksinima.



Slika 1. Morfološki prikaz gljive *Aspergillus flavus*

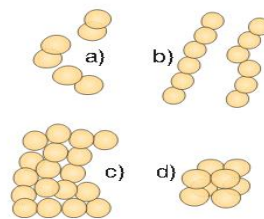
Radioaktivne supstance

Eksplozija termonuklearnog reaktora u černobilskoj elektrani 26. aprila 1986. izbacila je 400 puta više radionuklida u atmosferu nego nuklearna bomba bačena na Hirošimu 1945. Radionuklidi su radioaktivni elementi koji nastaju u procesu raspada uranijuma u nuklearnom

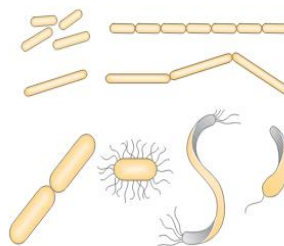
reaktoru, oslobađajući veliku količinu toplotne energije. Za zdravlje ljudi najopasniji su radionuklidi joda, cezijuma i stroncijuma jer sa hranom mogu ući u organizam i ostati u svojim „fiziološkim tačkama“ i tako iznutra ozračavati organizam. Kroz mleko u organizam mogu da se unesu radionuklidi jer krave mogu da pokupe velike količine radionuklida iz biljaka na koje su radionuklidi pali sa kišom. Vazdušne struje i vetrovi raširili su radionuklide po celoj Evropi, a deo ovih radioaktivnih materija pao je na teritoriju Srbije uz kišu i početkom maja te godine. Krave su tada bile na ispaši, pa su radionuklidi dospeli u mleko, a sa mlečnim proizvodima u ljudski organizam. Nuklearni akcidenti nisu isključeni u budućnosti, tako da Vlada treba da ima planove da se izbori sa takvom krizom.

Mikrobiološka opasnost

Mikroorganizmi uopšte, i bakterije kao deo tog sveta, igraju veoma značajnu pozitivnu ulogu u mlečnoj industriji, ali mogu imati i negativan uticaj.

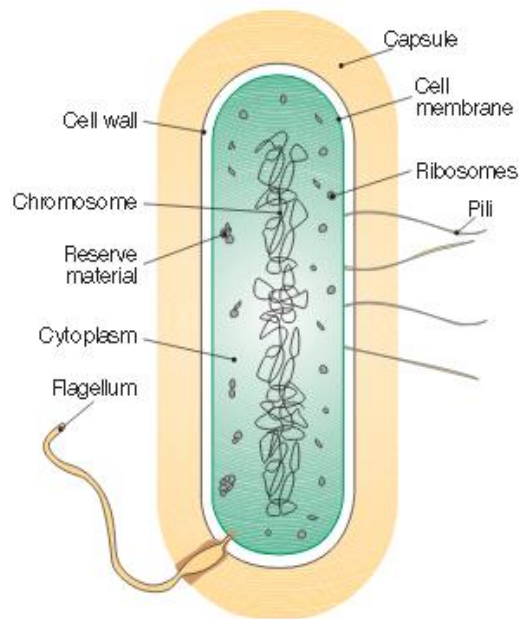


Slika 2. Sferne bakterije (koke) se javljaju u različitim formacijama



Slika 3. Bakterije u obliku štapića i spirala

Bakterije su jednoćelijski mikroorganizmi koji se umnožavaju, razmnožavaju deljenjem matične ćelije na dve međusobno jednake ćerke ćelije, koje se posle izvesnog vremena dele na isti način. Ova metoda množenja naziva se binarna fisija ili podela na dva dela. Njihova veličina je u proseku od 0,5 do 5 mikrometara. Bakterije se mogu videti i proučavati pod mikroskopom sa hiljadustrukim uvećanjem, slika 4.



Slika 4. Morfološki izgled bakterijskih ćelija

Prema boji, bakterije se dele na gram pozitivne (plave) i gram negativne (crvene), a to je zbog značajne razlike u ćelijskoj strukturi, odnosno hemijskom sastavu ćelijskog zida. Razlika u sastavu ćelijskog zida se ogleda u razlikovanju otpornosti na antibiotike, što znači da neki antibiotici deluju na Gram pozitivne, a ne na Gram negativne bakterije. Zbog toga, bojenje po Gramu ima veliki značaj u mikrobiologiji. Mnoge bakterije mogu aktivno da se kreću u tečnom medijumu. Rodovi *Bacillus* i *Clostridium* mogu da stvaraju visoko otporne spore u teškim uslovima koji ih čuvaju i štite dok se ne stvore uslovi za aktivan život. Spore se mogu uništiti u autoklavu vodenom parom zagrejanom na 120 °C tokom 20 do 30 minuta. Ako se cevi ne peru redovno, neke bakterije stvaraju mukozne kapsule koje ih štite od dehidracije i mogu ih međusobno povezati u kompaktne slojeve na zidovima industrijskih cevovoda. Rast takvih bakterija u mleku čini mleko **viskoznom, sluzavim i žilavim**. Kao i drugim živim bićima, bakterijama su potrebne hranljive materije da bi rasle, a njihovi osnovni izvori hrane su organska jedinjenja; proteini, masti i ugljeni hidrati. Pomenute supstance služe bakterijama za izgradnju ćelija i proizvodnju energije. Potrebni su im i određeni elementi i vitamini, a ove supstance moraju biti rastvorljive u vodi i imati malu molekulsku masu da bi prošle kroz citoplazmatsku membranu i ušle u ćeliju bakterije, pa je bakterijama potrebna voda za njihov rast. Mleko je idealan medijum za razvoj raznih vrsta bakterija i drugih mikroorganizama jer sadrži 87,5% vode i u izobilju sve potrebne hranljive materije. Mikroorganizmi mogu da žive

u simbiozi, što znači da pomažu jedni drugima. Nasuprot tome, neki mikroorganizmi proizvode supstance koje inhibiraju rast drugih mikroorganizama, a to se naziva antibioza.

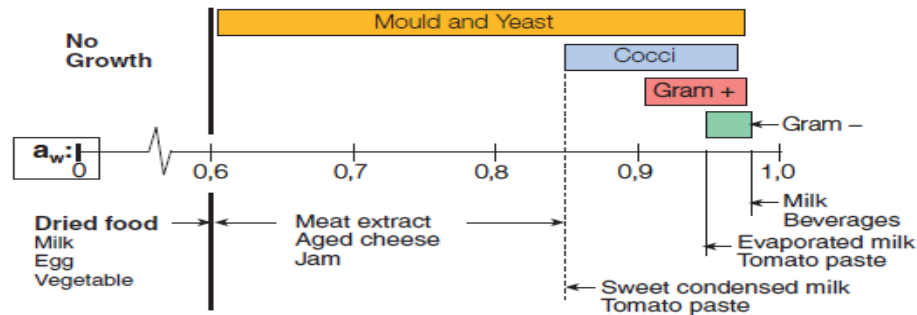
Oblici bakterija

- 1) **Sfernog oblika** (cocci – coccus = jezgro) - podseća na male kuglice. Mogu biti pojedinačni i to su monokoki. Nakon ćelijske deobe, oni mogu ostati zajedno i formirati diplokok. *Streptococcus* - od grčkog "streptos" = lanac - nastaje nakon podele kada sferične bakterije ostanu zajedno i formiraju kraće ili duže lance. *Staphylococcus* - od grčkog "staphyle" = klaster - nastaje nakon podele kada sferne bakterije ostanu zajedno i formiraju klaster. *Tetracoccus* – od grčkog „tetra” = četiri, kada dva para kuglastih bakterija ostaju zajedno nakon deobe. **Sarcina** je oblik koji se javlja nakon deobe kada osam globularnih ćelija ostanu zajedno u obliku "paketa".
- 2) **Štapičaste** (bacili-bacili) - mogu biti kratki ili dugi, tanki ili debeli, odnosno različite dužine i prečnika, sa tupim ili oštrim završecima. Najčešće se pojavljuju pojedinačno. Ako se štapići nakon deobe ne odvoje, već ostanu u parovima, nazivaju se *diplobacili*. *Streptobacili* se javljaju kada ćelije štapića formiraju duže ili kraće lance nakon deobe. **Palisade** (od grčkog „palus” = kolac) nastaju kada su štapovi poređani jedan pored drugog i posle podele podsećaju na „ogradu štapića”.
- 3) **Oblici** zakrivljenih štapića se razlikuju u zavisnosti od vrste zakrivljenosti:
 - a) vibrioni – kratki oblici u vidu zareza
 - b) spirili - duži oblici sa dve ili više krivina, najčešće u obliku slova "S"
 - c) spirohete – oblici sa većim brojem oštrijih krivina
- 4) **Končasti oblici** predstavljaju poseban oblik bakterija. To uključuje, na primer, aktinomicete (bakterije koje formiraju hifu). Nalaze se na prelazu između bakterija i plesni. Imaju razgranat oblik mreže. Bakterije sumpora i gvožđa imaju končaste oblike.
- 5) **OSTALI oblici**: npr. **astra (stella)** - oblik zvezde; **arcula** - kvadratni oblik

Aktivnost vode (a_w)

Rast i metabolizam mikroorganizama zavisi od prisustva vode u pristupačnom obliku jer voda može postojati i u vezanom nepristupačnom obliku. Mera dostupnosti vode je aktivnost vode (a_w). Smanjenje sadržaja vode u hrani je način da se hrana učini nedostupnom agensima kvarenja. Iz tog razloga su sušenje, soljenje i zaslađivanje uglavnom korišćeni postupci za konzerviranje namirnica. Treba naglasiti da nijedan mikroorganizam ne može da raste u hrani ako je aktivnost vode manja od 0,6. Takođe treba znati da u zavisnosti od stanja pre sušenja,

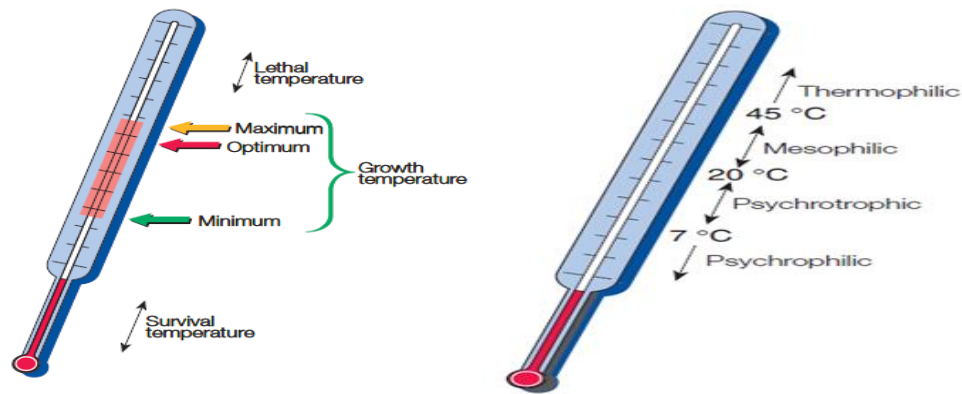
sušena hrana može da sadrži žive mikroorganizme uključujući patogene bakterije i toksine. Ovo se u našem slučaju odnosi na mleko u prahu. Samo vrhunska sirovina i dobro vođena prerada mogu dati kvalitetan proizvod.



Slika 5. Uticaj a_w na rast mikroorganizama

Temperatura

Temperatura je najjači pojedinačni faktor rasta i razmnožavanja bakterija, a samim tim i kvarenja hrane. Bakterije se mogu razmnožavati pod određenim temperaturnim granicama koje variraju od vrste do vrste. U principu, bakterije mogu rasti na temperaturama između tačke smrzavanja vode i temperature na kojoj se proteini u citoplazmi denaturišu. Optimalne temperature rasta se nalaze između maksimalne i minimalne temperature, odnosno gornje i donje granice. Ovo je temperatura na kojoj se određena vrsta bakterija najbrže razmnožava. Temperature ispod minimalne zaustavljaju rast, ali ne ubijaju bakterije. Životne funkcije bakterija skoro potpuno prestaju na temperaturi blizu tačke smrzavanja vode. Bakterijske ćelije sadrže od 75 do 98% vode, pa kada temperatura padne ispod nule, voda u bakterijskoj ćeliji se stvrdnjava, pa bakterija više ne može da apsorbuje hranljive materije iz okoline kroz ćelijsku membranu i ulazi u stanje preživljavanja. Tačka smrzavanja mleka je $-0,515\text{ }^{\circ}\text{C}$, što znači da je mleko na toj temperaturi i dalje tečno. Ako temperatura poraste iznad maksimalne toplote, bakterije će se brzo ubiti. Većina ćelija umire u roku od nekoliko sekundi nakon izlaganja temperaturi od $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Neke bakterije preživljavaju zagrevanje do $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ tokom 5 minuta, iako ne formiraju spore. Uništavanje spora bakterija zahteva mnogo više toplote. **Tretman vodenom parom na $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ u trajanju od 30 minuta obezbeđuje uništavanje svih spora.** Ovaj efekat se postiže i suvom toplotom, ali na temperaturi od $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ tokom dva sata.



Slika 6. i 7. Temperaturni uslovi za rast bakterija

Bakterije se mogu podeliti u četiri kategorije prema opsegu temperatura koje preferiraju. **Psihrofilne** (preferiraju hladnoću) bakterije dobro rastu na 0 °C, njihove optimalne temperature su oko 12-15 °C, a najviše ispod 20 °C. **Psihrotrofne** (tolerišu hladnoću) bakterije su mezofilni sojevi koji se mogu razmnožavati na temperaturama komercijalnih frižidera, njihove optimalne temperature su oko 20-30 °C. **Mezofilne** bakterije imaju minimalnu temperaturu rasta i razmnožavanja oko 10 °C i generalno optimalnu na 30-35 °C i maksimalnu na oko 50 °C. To je najčešći temperaturni profil rasta bakterija. U ovom temperaturnom intervalu, oko 90% svih bakterija može da raste. **Termofilne** (preferiraju toplotu) bakterije imaju optimalan rast na temperaturama od 55-65 °C. Minimalna temperatura je oko 37 °C, a maksimalna oko 70 °C. Psihrotrofne bakterije su od posebnog interesa za mlekarnstvo jer se mikrobiološka aktivnost mleka na farmama i u prodavnicama odvija na temperaturama od 7 °C i niže! Zbog toga, sveže pomuženo mleko treba hladiti na temperaturi od 2 °C

Kiseonik

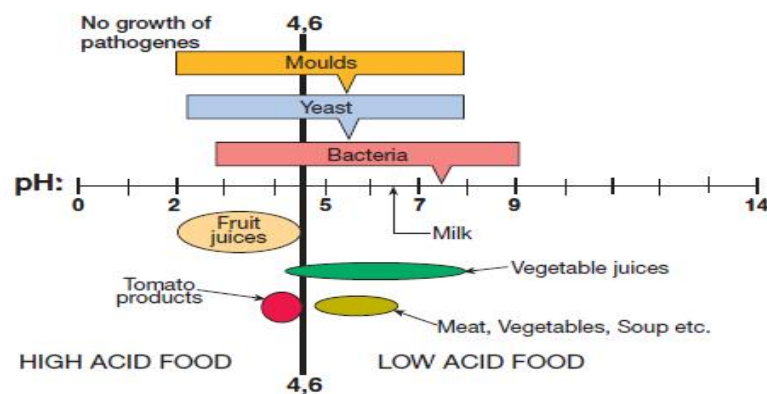
Odnos između bakterija i kiseonika je veoma složen jer su bakterije zauzele neverovatne ekološke niše na Zemlji. Postoje četiri grupe: aerobi, mikroaerofili, anaerobi i fakultativni anaerobi.

Svetlost

Direktna sunčeva svetlost ubija bakterije. Ultraljubičasto svetlo u sunčevim zracima izaziva promene u DNK i proteinima bakterijskih ćelija.

Kiselost (pH vrednost)

Kvasci i plesni najbolje rastu u blago kiseloj sredini oko pH 5-6. Za bakterije, optimalni uslovi su neutralna ili slabo alkalna sredina. Sveže mleko ima pH vrednost između 6,5 i 6,7 tako da je dobra sredina za bakterije. Što se tiče kiselosti, tečna hrana se deli na jako kiselu hranu i hranu sa niskom kiselosti. Granica između te dve zone je pH vrednost od 4,6. Ovo ima veliki uticaj na preradu mleka i proizvodnju mlečnih fermentisanih proizvoda. Patogene bakterije ne mogu rasti ispod pH 4,6.



Slika 8. Uticaj pH vrednosti na mikrobiološki rast

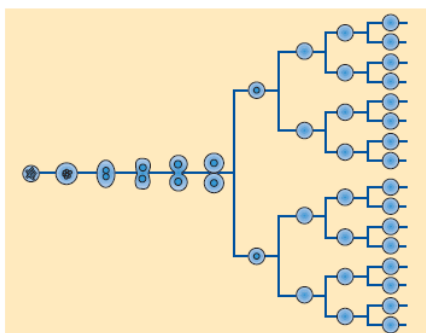
Rast bakterija

Bakterije se razmnožavaju binarnom deobom. Svaka pojedinačna ćelija raste i kada dostigne kritičnu veličinu deli se na dve identične ćelije. Način na koji se ćelije grupišu tokom deobe je konstantan za određenu vrstu bakterija. To može biti lanac, jedan par ćelija, kocka, klaster ili "gomila". Ovo definiše pojavu kolonija bakterija na hranljivim supstratima. Pod povoljnim uslovima, bakterije se mogu podeliti u intervalima od 20 - 30 minuta, a ovaj period nazivamo vremenom generisanja. Stopa reprodukcije bakterija se izračunava formulom:

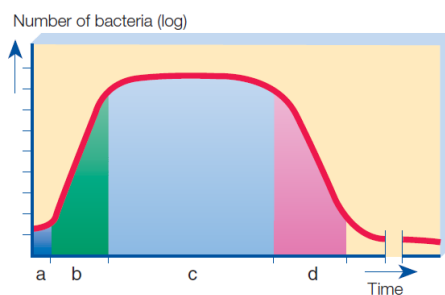
$$N = N_0 \times 2^{\frac{t}{g}}$$

N- broj bakterija/ml nakon vremena t
 N_0 - broj bakterija/ml nakon vremena 0
 t- vreme rasta u satima
 g- vreme generisanja u satima

Sa 0,5 sati vremena generisanja, za deset sati jedna bakterija/ml može stvoriti oko 10 miliona ćelija/ml. U zatvorenom sistemu, rast bakterija će se usporiti i preći u stacionarnu fazu praćenu smrću te vrste bakterija. Razlozi za ometanje rasta bakterija su nedostatak hranljivih materija i nakupljanje toksičnih metabolita u njihovom sistemu.



Slika 9. Razmnožavanje bakterija



Slika 10. Krivulja rasta bakterija

a faza prilagođavanja **b** eksponencijalna faza **c** stacionarna faza **d** faza smrti

Biohemijska aktivnost

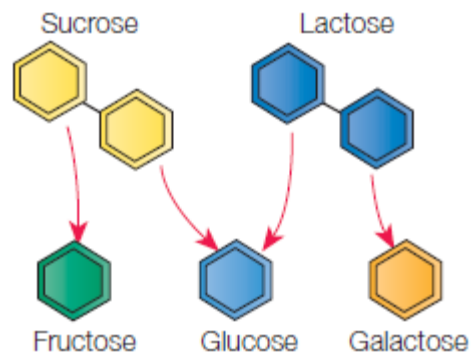
Najvažniji biohemijski i enzimski sistemi bakterija u mleku i mlečnim proizvodima odgovorni su za sledeće efekte:

1. razgradnja / fermentacija ugljenih hidrata,
2. razgradnja / fermentacija proteina,
3. razgradnja / fermentacija masti,
4. razgradnja / fermentacija lecitina,
5. stvaranje pigmentacije,
6. stvaranje sluzi (žilavost),
7. proizvodnja mirisa,
8. smanjenje kiseonika,
9. bolesti.

Razgradnja ugljenih hidrata

Dolazi do raspada ugljenih hidrata:

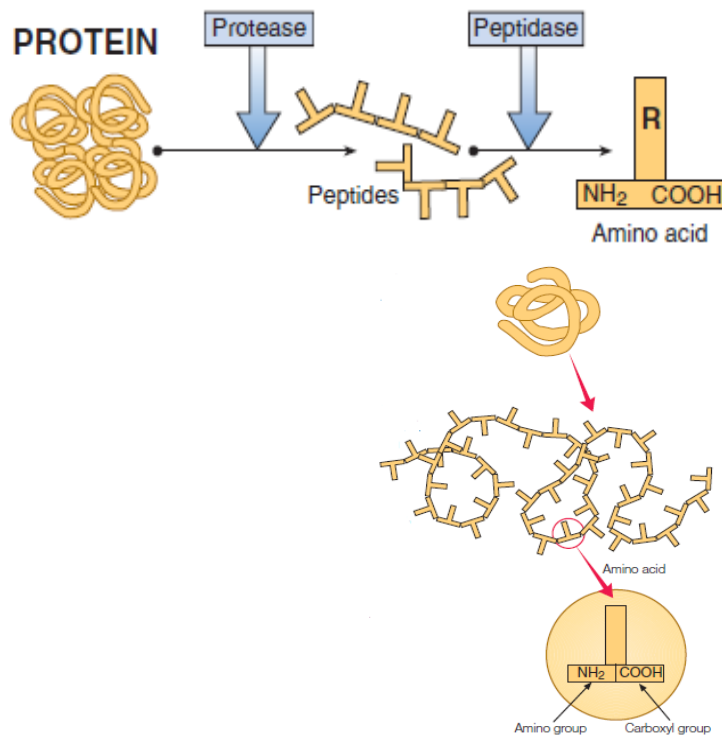
1. hidroliza,
2. alkoholna fermentacija,
3. fermentacija mlečne kiseline,
4. koliformna fermentacija,
5. fermentacija buterne kiseline.



Slika 11. Razgradnja laktoze i saharoze

Razgradnja proteina

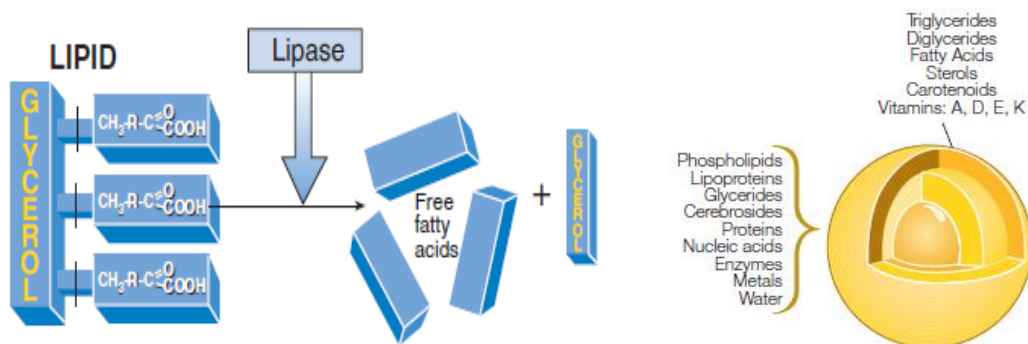
Proteini se razlažu na peptide i aminokiseline, dejstvom enzima proteaze i peptidaze.



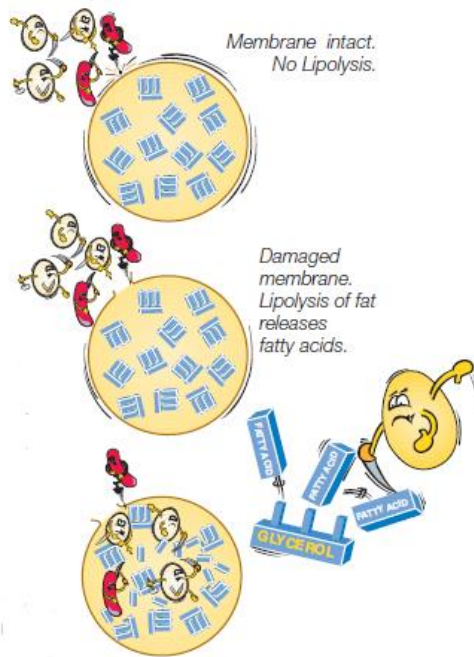
Slika 12. Razgradnja proteina na aminokiseline pomoću enzima proteinaze i peptidaze

Razlaganje masti

Proces se naziva lipoliza, a enzimi koji sprovode ovu reakciju su lipaze. Masti su estri glicerola i masnih kiselina, pa se sa lipazom stvaraju masne kiseline i glicerol.



Slika 13. Razlaganje lipida na slobodne masne kiseline i alkohol glicerol



Slika 14. Lipoliza - usled oštećenja membrane masne kapljice, mlečne masti oslobađaju masne kiseline.

Razgradnja lecitina – lecitin je fosfolipid koji se nalazi u membranama masnih globula i na taj način stabilizuje emulziju masti i mleka u pavlaci. Enzimi lecitinaze razgrađuju lecitin i tako destabilizuju emulziju, pa se mast oslobađa iz globula i izdvaja na površinu mleka ili pavlake kao masne mrlje ili gruše.

Pigmenti i boje – bakterije koje mogu da stvaraju boje nazivaju se hromogene bakterije. Boja njihovih kolonija je u imenu bakterija. Primer je *Staphylococcus aureus*, čije su kolonije zlatno žute na hranljivoj podlozi.

Proizvodnja sluzi – neke bakterije proizvode sluz koja se sastoji od polisaharida koji povećavaju viskozitet mleka jer su rastvorljivi u mleku. Takve bakterije se takođe koriste za proizvodnju nekih fermentisanih proizvoda, kao što je skandinavsko kiselo mleko; na primer *Långfil* iz Švedske.

Proizvodnja mirisa – neke bakterije proizvode mirise koji su karakteristični za tu vrstu, a to je svež aromatični miris fermentisanih mlečnih proizvoda koji pružaju odabrane kulture mlečnokiselinskih bakterija.

Patogeni mikroorganizmi u sirovom mleku

Neki mikroorganizmi mogu izazvati trovanje hranom (patogeni mikroorganizmi), bilo putem intoksikacije i/ili infekcije. Intoksikacija je stvaranje otrova (toksina) u hrani pre konzumiranja takve hrane. Infekcija znači ulazak, naseljavanje, aktivan rast i reprodukciju takvih mikroorganizama u ljudskom organizmu. Često je potreban veliki broj patogena da izazovu infekciju. Ponekad, kao u slučaju sa *Salmonella typhimurium*, minimalna infektivna doza (MID) može biti samo jedna bakterija. Patogene bakterije izazivaju bolesti kod ljudi, životinja i biljaka.

Patogene bakterije u mleku

Zarazne

- *Mycobacterium bovis*
- *Mycobacterium tuberculosis*
- *Escherichia coli* (neki sojevi)
- *Listeria monocitogenes*
- *Salmonella*
- *Campylobacter*
- *Corynebacterium diphtheriae*

Stvaraoci toksina

- *Bacillus cereus*
- *Clostridium perfringens*
- *Staphylococcus aureus* (neki sojevi)

Bakterije u mleku

Poreklom od krave – mleko je sterilno kada se izmuže iz vimena. Međutim, pre nego što izađe iz vimena, mleko je kontaminirano bakterijama koje iz spoljne sredine prodiru u sisni kanal, ove bakterije su bezopasne i malobrojne u normalnim okolnostima (do nekoliko stotina po mililitru). U slučaju bakterijske upale vimena (**mastitisa**), mleko može biti kontaminirano velikim brojem bakterija, uključujući i patogene, i tako postaje neupotrebljivo. Takvo stanje vimena takođe zadaje velike probleme kravama. U slučaju mastitisa, broj bakterija u sisnom kanalu je visok, pa se veliki broj njih ispere na početku muže u prvom mlazu i zbog toga se prvi mlaz iz svake sise sakuplja u poseban sud sa crnom podlogom i duplim dnom.



Slika 15. Ulazak bakterija kroz sisni kanal i izazivanje infekcije



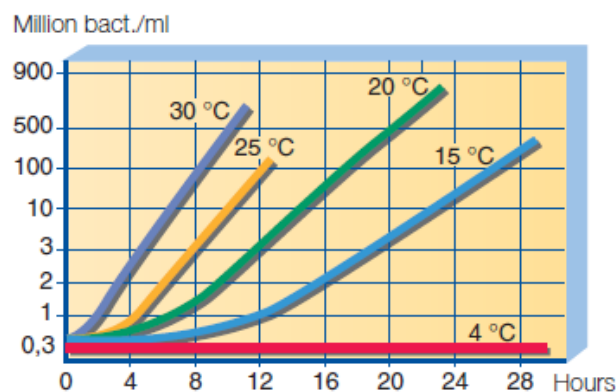
Slika 16. Izmužanje prvih mlazeva mleka iz svake sise u posebnu posudu sa crnom podlogom

U mleku krava obolelih od mastitisa bele pahulje i grudvice odmah se vide kao znak upale vimena na crnoj podlozi. Danas postoje nove metode i testovi za mastitis, kao i novi instrumenti za otkrivanje mastitisa na osnovu merenja električne provodljivosti, odnosno otpor mleka. Uvode se nove metode i procedure za određivanje broja somatskih ćelija u mleku koje su pokazatelj zdravstvenog stanja vimena. Somatske ćelije su epitelne ćelije vimena i krvnih zrnaca (granulociti, limfociti i leukociti). Povećan broj somatskih ćelija ukazuje na zapaljenje vimena (mastitis). **Zdravo kravlje mleko uglavnom sadrži manje od 200.000, ali i manje od 100.000 somatskih ćelija/ml.** Sirovo mleko za termičku obradu može imati najviše 400.000 somatskih ćelija/ml. Filtriranje mleka u cilju uklanjanja somatskih ćelija je važan postupak jer se njime uklanjaju i bakterije nakupljene na epitelnim ćelijama

Kontaminacija na farmi - na farmi, u zavisnosti od rukovanja mlekom, mleko može biti kontaminirano raznim mikroorganizmima, ali najviše bakterijama. Stepent kontaminacije i sadržaj bakterijske kulture zavisi od čistoće sredine i čistoće površina sa kojima mleko dolazi u kontakt. Najčešće to može biti oprema za mužu ili njene komponente; vakuumski sklop, kanta za mleko, filter/cedilo za mleko, kanta za transport, rashladni uređaj za mleko, blender, itd. Površine koje dolaze u kontakt sa mlekom su obično veći izvori kontaminacije nego kravlje vime. Ako se krave muzu ručno, bakterije mogu ući u mleko preko osobe koja muze, krave, stajnjaka i vazduha u štali. Veličina uticaja svakog faktora zavisi od edukacije i znanja osobe koja muze o higijenskim principima i načinu na koji se krava tretira. Mnogi od ovih uzroka kontaminacije mleka eliminisani su uvođenjem mašine za mužu. Ovde je takođe potreban oprez jer veliki broj bakterija može dospeti u mleko ako se oprema za mužu ne čisti, dezinfikuje i održava na odgovarajući način prema preporukama stručnih lica.

Bakterije u sirovom mleku – mleko je veoma hranljivo i podložno zagađenju i rastu širokog spektra bakterija. Ukoliko dolazi sa farme na kojoj se održava higijena, mleko sadrži nekoliko hiljada bakterija po ml. Ako se na farmi čišćenje, pranje, dezinfekcija i hlađenje mleka ne obavlja pravilno, broj bakterija se meri milionima. Stoga su svakodnevni postupci u

održavanju higijenskih uslova na farmi, muži i rashladnom prostoru odlučujući faktor za bakteriološki kvalitet mleka. Maksimalni dozvoljeni broj živih bakterijskih ćelija u sirovom mleku može biti 100.000 CFU/ml. Jedinica za formiranje kolonija (CFU) označava broj bakterijskih entiteta koji su stvorili vidljive kolonije na hranljivom supstratu. U optimalnim uslovima može se postići broj bakterija manji od 20.000 CFU/ml, a ovo je približan broj živih bakterija. Temperatura mleka pri izlasku iz vimena je oko 37 °C. Brzo hlađenje mleka na temperaturu između 4 °C i 2 °C u velikoj meri doprinosi kvalitetu mleka na farmi. Takođe, ovaj tretman značajno usporava rast bakterija u mleku i čuva kvalitet. Uticaj temperature na rast bakterija u sirovom mleku prikazan je na grafikonu, Slika 17.



Slika 17. Uticaj temperature na rast bakterija u sirovom mleku.

Tabela 1. Prisustvo glavnih bakterijskih grupa u mleku sa niskim sadržajem CFU

Grupa	Učestalost (%)
<i>Micrococcus</i>	30 - 99
<i>Streptococcus</i>	0 - 50
Asporogen (+) Gram; štapići	< 10
(-) Gram; štapići	< 10
Sporogene	< 10
ostale	< 10

Čišćenje mlečne opreme

Aspekti čišćenja - čišćenje mlečne opreme proizilazi iz tri važna aspekta rada mlekarskih kompanija

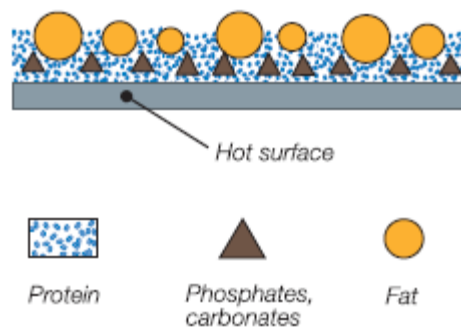
- Komercijalne obaveze,
- Moralne obaveze,
- Pravne obaveze.

Ciljevi čišćenja - kada govorimo o rezultatima čišćenja, stepen čistoće se definiše sledećim pojmovima:

- fizička čistoća – uklanjanje vidljivih nečistoća sa svih površina,
- hemijska čistoća – uklanjanje ne samo vidljivih nečistoća, već i mikroskopskih ostataka koji se mogu utvrditi mirisom ili ukusom, ali ne i golim okom,
- bakteriološka čistoća – postiže se dezinfekcijom,
- sterilna čistoća – uništavanje svih mikroorganizama.

Neophodno je znati da oprema može biti bakteriološki čista, a da nije fizički ili hemijski čista. Površina uređaja za termičku obradu može ostati prekrivena naslagama mleka koje nisu uklonjene pranjem. Takva površina, odnosno uređaj se može sterilisati, ali treba napomenuti da je talog mleka zapravo izolacioni sloj, pa će temperature mleka tokom termičke obrade biti niže od potrebne. Ovakvu situaciju ne treba izbegavati jer unosi neizvesnost u sam efekat termičke obrade mleka. Shodno tome, oprema se pere do čistog metalnog sjaja radnih površina. Ipak, lakše je postići bakteriološku čistoću ako se tretirana površina barem prvo fizički očisti. U postupcima čišćenja u mlekarama ciljevi čišćenja su gotovo uvek isti, a to je postizanje hemijske i bakteriološke čistoće. Iz tog razloga, površine opreme se prvo dobro operu hemijskim deterdžentima, a zatim dezinfikuju.

Nečistoće na površinama mlečne opreme – sastojci mleka se zaglavljaju i talože u slojevima, a u/oko ovih slojeva bakterije koriste te iste nečistoće kao svoje skrovište.



Slika 18. Naslage na zagrejanjoj površini

Zagrejane površine - ako se mleko zagreje na temperaturu iznad 60 °C počinje da se stvara mlečna naslaga. Mlečna naslaga se sastoji od kalcijum i magnezijum fosfata, karbonata, proteina i masti. Ove naslage je lako uočiti na pločama izmenjivača toplote u odeljcima za zagrevanje mleka i rekuperaciju toplote. Naslage su čvrsto zalepljene na površini ploča i njihova boja je od beličaste do izgorele braonkaste.

Hladne površine - tanak sloj mleka ostaje u cevovodima, pumpama, rezervoarima, ventilima itd. Kada se sistem isprazni, sa pranjem se mora početi što je pre moguće, inače će se mlečni film na površinama osušiti i biće ga teže ukloniti.

Procedure čišćenja – ranije su čišćenje i pranje obavljali ljudi sa četkama i rastvorima deterdženta (to se u nekim slučajevima radi i danas), ovo je težak i ne uvek efikasan pristup, jer proizvod može biti kontaminiran nepotpuno očišćenim površinama opreme. Da bi se postiglo dobro pranje i dezinfekcija svih segmenata u proizvodnom pogonu za to su dizajnirani i razvijeni cirkulatorni sistemi čišćenja u procesnoj liniji (CIP). Da bi se postigao željeni stepen čistoće, operacije se moraju izvoditi striktno u skladu sa unapred utvrđenim pravilima i procedurama. To znači da svaki put sve sekvence postupka moraju biti iste.

Ciklus čišćenja u mlekari obuhvata sledeće faze:

- vraćanje ostataka proizvoda struganjem, dreniranjem i ispiranje vodom ili kompresovanim vazduhom,
- prethodno pranje vodom da bi se uklonile zaostale nečistoće,
- pranje deterdžentom,
- ispiranje čistom vodom,
- dezinfekcija toplotom (vruća voda) ili hemijskim agensom (opciono); ako je ovaj korak uključen, ciklus se završava završnim ispiranjem vodom dobrog kvaliteta.

Svaka faza zahteva određeno vreme za postizanje prihvatljivog rezultata.

Povraćaj ostataka proizvoda – svi ostaci proizvoda sa opreme u proizvodnim linijama moraju biti uklonjeni i prikupljeni na kraju proizvodnog procesa. Ovo se odnosi na rezervoare, cevovode, ventile i mašine, npr. mašina za proizvodnju putera.

Ovim se postiže sledeće:

- smanjenje gubitaka proizvoda,
- lakše čišćenje,
- smanjenje količine otpadnih voda.

Pre početka čišćenja (pranja), preostalo mleko se ispušta iz proizvodnih linija vodom.

Pretpranje vodom - sprovodi se čim se prestane sa proizvodnjom, jer bi se vremenom ostaci mleka osušili i zalepili za površine i tako otežali pranje. Ostatke mlečne masti je mnogo lakše isprati ako je voda za pretpranje topla, ali temperatura ne bi trebalo da pređe 55 °C, kako bi se izbegla koagulacija proteina. Pretpranje se mora nastaviti sve dok voda na izlazu iz sistema ne

postane bistra. Sve preostale nečistoće povećavaju potrošnju deterdženata. Dobro pretpranje može ukloniti 90% mekših (nesagorelih) ostataka, ili 99% ukupnih ostataka.

Pranje deterdžentom - nečistoće na zagrejanim površinama se normalno peru alkalnim i kiselim deterdžentima, ovim redosledom. Posle pranja alkalnim rastvorom sredstva za pranje, oprema se ispere vodom.

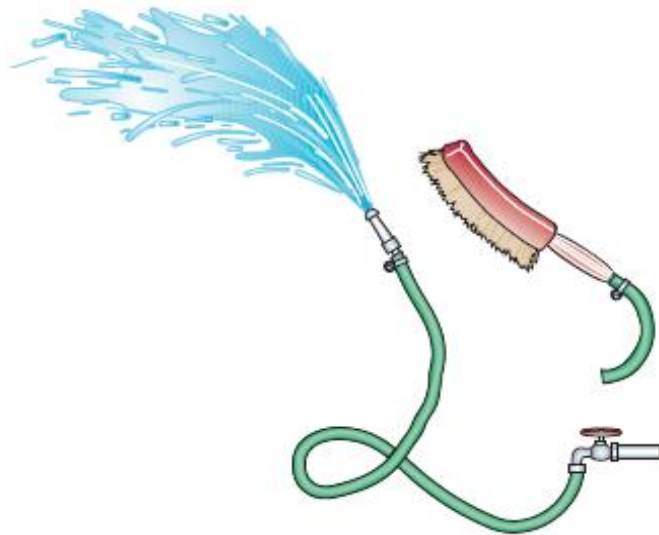
Hladne površine se normalno peru alkalnim sredstvom i samo povremeno kiselim sredstvom. Glavna supstanca u alkalnim deterdžentima je natrijumova baza (NaOH). Da bi se ostvario bolji kontakt između rastvora NaOH i filma prljavštine, deterdžentu se dodaju supstance koje smanjuju površinski napon vode i na taj način poboljšavaju natapanje. Deterdženti takođe moraju omogućiti disperziju nečistoća i zatvaranje suspendovanih čestica u kapsule, čime se sprečava flokulacija. Da bi se osigurali zadovoljavajući rezultati sa određenim rastvorom deterdženta, važne varijable moraju se pažljivo kontrolisati:

- koncentracija rastvora deterdženta,
- temperatura rastvora deterdženta,
- mehaničko dejstvo na tretiranu površinu (brzina protoka),
- trajanje pranja (vreme).

Koncentracija deterdženta - pre početka pranja količina deterdženta u rastvoru se mora podesiti na tačnu koncentraciju, dok se tokom pranja rastvor razblažuje vodom za ispiranje i ostacima mleka. Može doći i do delimične neutralizacije sistema. Kao rezultat toga, potrebno je proveriti koncentraciju deterdženta i tokom pranja. Ako se provera ne izvrši, to može ozbiljno uticati na rezultat pranja. Provera se može izvršiti ručno ili automatski. Doziranje uvek mora biti prema uputstvima dobavljača, jer povećanje koncentracije ne mora da poboljša efekat pranja, jer zbog povećanog pene može imati i obrnuti ishod. Prekomerna upotreba deterdženata nepotrebno poskupljuje pranje.

Temperatura rastvora deterdženta – efikasnost rastvora deterdženta se generalno povećava sa povećanjem temperature. Mešani deterdženti uvek imaju optimalnu temperaturu, koja se mora primeniti u procesu pranja. Praksa je pokazala da se pranje sa alkalnim deterdžentom mora obavljati na istoj temperaturi na kojoj je proizvod bio izložen, ali ne manjoj od 70 °C. Za pranje sa kiselim deterdžentima preporučuje se temperatura od 68-70 °C

Mehanički efekat pranja – kod ručnog čišćenja koriste se četke za struganje nečistoća sa površina. U slučaju mehanizovanog pranja cevovoda, rezervoara i druge procesne opreme, mehanički efekat se postiže brzinom protoka rastvora deterdženta. Pumpe, za rastvore za pranje, su dimenzionisane za veće kapacitete od pumpi za proizvode, jer treba da zadrže brzinu od 1,5-3 m/s u cevima. Pri ovim brzinama strujanje je veoma turbulentno i takav mehanizam protoka rezultira dobrim efektom skidanja naslaga sa površina opreme.



Slika 19. Efekat mehaničkog pranja

Vreme pranja – Deterdžent se mora pažljivo koristiti da bi se postigao optimalan efekat. Pri tome se moraju uzeti u obzir troškovi električne energije, grejanja, vode i samog rada. S druge strane, nije dovoljno samo ispustiti rastvor deterdženta kroz sistem cevovoda, već deterdžent mora dovoljno da cirkuliše da bi se nečistoća rastvorila. Vreme potrebno da se to postigne zavisi od debljine naslaga i temperature rastvora deterdženta. Ploče izmenjivača toplote sa očvrslim koagulisanim proteinima moraju se tretirati sa azotnom kiselinom u cirkulaciji oko 20 minuta. Da biste rastvorili mlečni film sa zidova rezervoara, dovoljno je da se tretira alkalnim sredstvom 10 minuta.

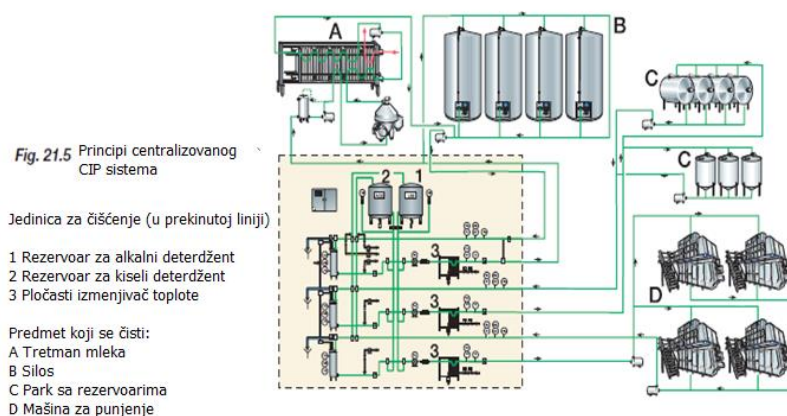
Ispiranje čistom vodom - nakon pranja deterdžentom, površine se moraju ispirati vodom dovoljno dugo da se uklone svi tragovi deterdženta. Preostali ostaci deterdženta u sistemu nakon pranja mogu kontaminirati mleko. Svi delovi sistema nakon ispiranja moraju se potpuno isprazniti, a za ispiranje koristiti omekšanu vodu. Ovo sprečava stvaranje kamenca na opranim površinama. Tvrdi vodu sa visokim sadržajem soli kalcijuma treba omekšati na jonoizmenjivačima na 2-4°dH (nemački stepeni tvrdoće). Nakon takve procedure oprema i cevovodi su praktično sterilni.

Dezinfekcija – efekat bakteriološkog čišćenja može se poboljšati samo dezinfekcijom celog sistema. Oprema za mleko se može dezinfikovati na dva načina:

- termička dezinfekcija (ključala voda, topla voda, para),
- hemijska dezinfekcija (jodofori, vodonik peroksid, peroksi sirćetna kiselina itd.).

Dezinfekcija se može obaviti ujutru, neposredno pre početka prerade mleka. Mleko se može primiti čim se dezinfekciono sredstvo potpuno ukloni iz sistema.

Čišćenje u procesnoj liniji (CIP) – sistemi su sastavni deo manjih, srednjih i velikih proizvodnih sistema, Slika 20. Voda za ispiranje, rastvori deterdženata i topla voda za dezinfekciju cirkulišu kroz rezervoare, cevi i procesne linije bez demontaže opreme, u zatvorenim krugovima pranja. CIP tehnologija je posebna stručna oblast koja obuhvata širok spektar naučnih i tehničkih disciplina. Higijena u procesu proizvodnje i prerade mleka mora se posmatrati u celini kao veoma važan faktor u postizanju konačnog cilja, a to je kvalitetan mlečni proizvod. Preduslov za kvalitetan mlečni proizvod je pre svega kvalitetno mleko



Slika 20. Principi rada centralizovanog CIP sistema

Dobar mlečni proizvod mora imati:

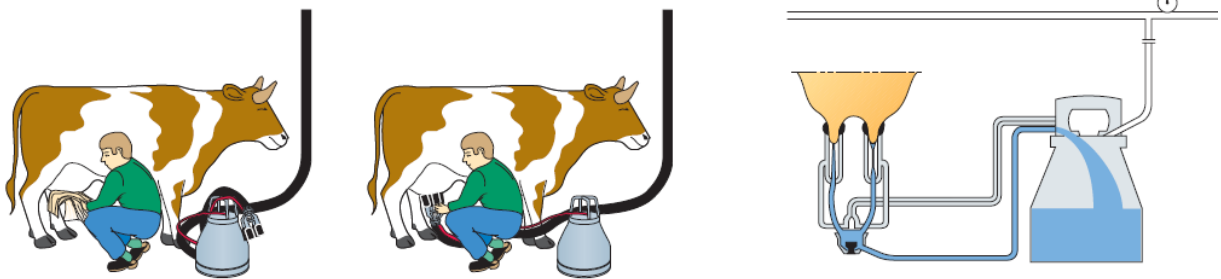
- dobar izgled,
- atraktivnu aromu,
- dobar ukus,
- nutritivnu vrednost,
- zdravstvenu bezbednost,
- rok trajanja.

Postizanje ovih ciljeva zahteva interdisciplinarni pristup koji pokriva agronomiju, veterinu, tehnologiju prerade mleka i hemiju sredstava za pranje i dezinfekciju. Sve ove discipline takođe imaju svoje važne komponente za konstrukciju, mehaničku i nadzornu kontrolu. U nastavku ćemo analizirati sve moguće uzroke kontaminacije preradom mleka od štale do finalnog proizvoda, sa fokusom na mikrobiološku i hemijsku kontaminaciju.

Najvažniji faktori kvaliteta proizvedenog mleka

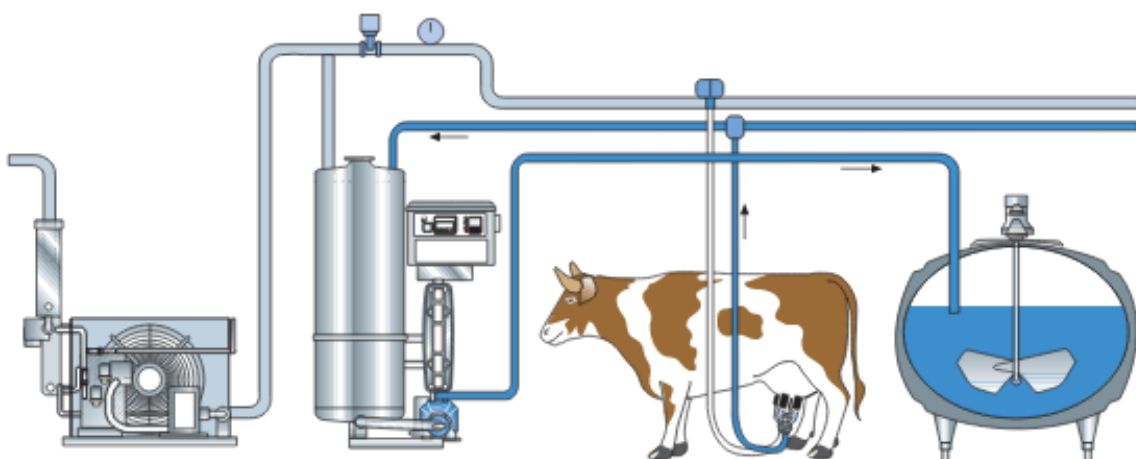
Proizvodnja mleka počinje ishranom muznih krava, a završava se čišćenjem i dezinfekcijom opreme za mužu i hlađenje. Iz tog razloga, proizvođač mleka mora da savlada sledeće procese:

- proizvodnja stočne hrane,
- hranjenje
- muža
- filtriranje/ceđenje
- hlađenje mleka,
- čišćenje i dezinfekcija opreme za mužu i hlađenje.



Slika 21. Priprema krave za mužu koja podrazumeva čišćenje i masažu vimena.

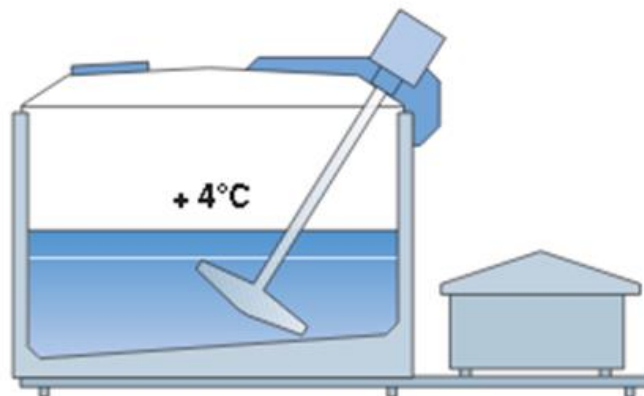
Pri tome se mora poznavati uticaj tehnologije uzgoja u celini i voditi računa o sopstvenoj higijeni.



Slika 22. Protok mleka u sistemu za brzo hlađenje od krave pa sve do rezervoara za hlađenje.

Moraju se poznavati i mogući uzroci kontaminacije mleka i kako da se umanje njihovi efekti, što znači:

- kontrola zdravstvenog stanja krava muzara, posebno vimena,
- izmuzanje prvih mlazeva mleka u posebnu posudu,
- čišćenje i dezinfekcija sisa pre muže i njihova dezinfekcija neposredno nakon muže,
- pravilnu rutinu muže,
- ceđenje mleka i brzo hlađenje, slika 23.



Slika 23. Rezervoar za hlađenje sa mešalicom i rashladnom jedinicom

Pored toga, treba voditi računa o:

- ličnoj higijeni,
- higijeni u štali,
- čistoći opreme za mužu.

Neočišćena oprema za mužu je potencijalno najjači i najopasniji izvor kontaminacije mleka mikroorganizmima, pa je čistoća opreme najvažniji uslov za sprečavanje mikrobne kontaminacije. Gde i u kojoj meri mikroorganizmi dolaze u mleko? Izvori mikroorganizama u mleku prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. Izvori mikroorganizama u mleku

<i>Izvor</i>	<i>Broj po ml prikupljenog mleka</i>
Vazduh u štali	do 15.000
Ruke	do nekoliko hiljada
Površina sisa	do 20.000

Sisni kanal	do 1.000
Bolest (uklj. patogene)	do 20.000
Oprema za mužu	od nekoliko hiljada do nekoliko miliona

Na osnovu podataka prikazanih u Tabeli 2 može se zaključiti da su svi ostali naponi uzaludni ako se zanemari čišćenje i dezinfekcija opreme za mužu.

Najčešći izvori kontaminacije sirovog mleka – pri ručnoj muži mleko se najviše kontaminira iz vazduha štale, posuda za mužu i ruku osobe koja muže. Muža vlažnim rukama je takođe neprikladna. Uz automatsku mužu putem mobilnog uređaja, svi gumeni delovi opreme za mužu mogu predstavljati izvori kontaminacije. U slučaju sistema za mužu (u štali ili na mestu za mužu), osim same mašine za mužu, od vitalnog su značaja za održavanje slavine za mleko, spojnice za mleko, cevi za mleko i priključne tačke na posudi za prikupljanje mleka. Takođe se mora obratiti pažnja na opremu za prijem, hlađenje i skladištenje mleka; posude za mužu, rashladni uređaji za mleko, odnosno pločasti hladnjak i cisterne za mleko. Nakon svake muže, odnosno deponovanja mleka, oprema mora biti propisno očišćena i dezinfikovana.

Efekat čišćenja zavisi od brojnih faktora:

- stanje opreme (naročito gumenih delova koji moraju biti glatki i elastični),
- temeljno uklanjanje nečistoća sa spoljašnjih površina opreme (sistema za mužu),
- ispiranje sistema za mužu mlakom vodom odmah nakon muže,
- kvalitet i koncentracije upotrebljenih sredstava za čišćenje i dezinfekciju,
- temperatura rastvora,
- trajanje čišćenja i dezinfekcije,
- efekat mehaničkog čišćenja,
- ispiranje čistom vodom za piće da bi se isprali ostaci hemijskih agenasa.

Nečistoće u proizvodnji i preradi mleka – proizvodnja mleka i mlečnih proizvoda visoke bakteriološke bezbednosti zahteva temeljno čišćenje i dezinfekciju svih površina mlečne opreme i prerađivačkog kompleksa. Mlečna oprema je glavni izvor kontaminacije gotovog proizvoda, pa se rizik povećava sa povećanjem površine opreme. Čišćenje opreme nakon proizvodnje je neophodno jer se nečistoće i naslage mleka moraju odložiti jer predstavljaju odličan medij za rast mikroba koji bi kontaminirali sledeću proizvodnu seriju. Nakon čišćenja,

sve površine moraju biti dezinfikovane kako bi se uništili svi preostali mikrobi i enzimi nakon čišćenja. Dezinfekcija loše očišćene opreme je manje efikasna jer nečistoća i ostaci mleka čuvaju i štite mikrobe od dezinfekcionih sredstava. Osim toga, preostale nečistoće mogu inaktivirati dezinfekciona sredstva. Nečistoće u mlekarama sastoje se od masnoća, belančevina i mineralnih materija. Mikrobi se vezuju za slojeve nečistoća i brzo se razmnožavaju pod povoljnim uslovima, pa je za uspešno čišćenje mlečnih postrojenja potrebno uzeti u obzir nekoliko važnih faktora

- dobar dizajn i upotreba materijala koji se dobro i lako čiste od ostataka svežeg mleka, suvog mleka ili pregorelog mleka. Zagorelo mleko sadrži denaturisane proteine, masne emulzije i kalcijum fosfat koji otežavaju čišćenje,
- voda u procesu čišćenja mora biti meka jer mineralne soli sa komponentama mleka stvaraju naslage mleka,
- voda mora biti potpuno bakteriološki bezbedna,
- rastvor za čišćenje mora imati optimalnu temperaturu (ne ispod 33 °C na kojoj se mlečna mast topi),
- u cevima rastvor za čišćenje mora da teče turbulentno da bi se postigao efekat mehaničkog pranja,
- posebno je važan sastav rastvora za čišćenje.

Proces čišćenja i dezinfekcije – čišćenje i dezinfekcija su dva povezana postupka procesa sanitacije, a izvode se kao odvojeni postupci. Efekat čišćenja se može opisati kao proizvod hemije, mehanike, temperature i vremena. Preostali mikrobi se uništavaju dezinfekcijom, koja sledi nakon čišćenja. Iz tog razloga, prethodno očišćene i oprane površine treba dezinfikovati.

Čišćenje i dezinfekcija se sprovode u sledećim koracima:

1. fizičko, mehaničko čišćenje; uklanjanje svih vidljivih nečistoća,
2. hemijsko čišćenje; uklanjanje vidljivih ostataka i ostataka nevidljivih golim okom,
3. ispiranje sredstava za čišćenje,
4. dezinfekcija
5. poslednje ispiranje (osim ako dezinfekciono sredstvo nije peroksisirćetna kiselina).

Sredstva za čišćenje

Voda - deterdženti u mlečnoj industriji su vodeni rastvori baza i kiselina za koje su važna dva faktora; provodljivost i pH vrednost. Provodljivost je sposobnost supstance ili rastvora da

provodi električnu struju dok je pH vrednost negativan logaritam koncentracije vodonikovih jona u vodenom rastvoru. Čista voda ima $\text{pH} = 7$, što znači da je koncentracija vodoničnih jona jednaka koncentraciji hidroksi jona. Vrednosti pH skale su nedvosmislene, apsolutne numeričke vrednosti od 0 do 14. Dodavanjem kiseline snižava se pH vode, a dodatkom baza pH se povećava. Kiseline imaju pH vrednost manju od 7 i bazu veću od 7. Provodljivost i pH vrednost igraju važnu ulogu u automatskom upravljanju procesom čišćenja u mlekarama. Tvrdća vode je količina kalcijum/magnezijum sulfata/karbonata i hidrogenkarbonata rastvorenih u vodi. Tvrdća vode se izražava u nemačkim stepenima tvrdoće i ima određeni značaj u procesima čišćenja. Tvrdća vode je važna u procesima čišćenja i ispiranja jer se rastvorene soli talože kao vodeni kamenac u proizvodnom sistemu. Iz tog razloga za čišćenje treba koristiti delimično omekšanu vodu.

Sastav sredstva za čišćenje - s obzirom na opseg pH vrednosti, sredstva za čišćenje se dele na alkalna, kisela i neutralna. Alkalni agensi sadrže baze, sekvestrante i kompleksone, tenzide, agense protiv pene, oksidativne pojačivače i solubilizatore. Kiseli agensi sadrže kiseline, inhibitore korozije, tenzide (površinski aktivne supstance) i agense protiv pene.

Baze – natrijum hidroksid je najrasprostranjenija baza (NaOH). Zbog visoke pH vrednosti, reaguje sa različitim komponentama unutar nečistoća tako da ih druga jedinjenja mogu lako emulgovati. Natrijum karbonat se koristi sa blago alkalnim agensima (Na_2CO_3).

Kiseline – najčešće se koriste azotna kiselina (HNO_3) i fosforna kiselina (H_3PO_4). Kompleksi, sekvestranti, tenzidi i druge komponente poboljšavaju efekte pranja i sprečavaju sve negativne posledice upotrebe deterdženata. Koncentraciju aktivnih supstanci u sredstvima za čišćenje treba proveriti alkalometrijom i acidimetrijom sa odgovarajućim indikatorima.

Sredstva za dezinfekciju - za upotrebu u mlečnoj industriji mora se ispuniti čitav niz zahteva:

- širok spektar akcija,
- brzo delovanje na niskim temperaturama,
- niska toksičnost,
- dobro ispiranje,
- ekološka prihvatljivost,
- nekorozivnost,
- ostaci agensa ne smeju štetiti proizvodu,
- mogućnost automatske kontrole koncentracije,
- dobra stabilnost koncentrata i radnih rastvora.

Vodonik peroksid - Komercijalni agensi sadrže 35, 50 i 70% H₂O₂. Vodonik peroksid mora biti dobro stabilizovan, veoma čist i visokog kvaliteta. Vodonik-peroksid se razlaže do vode i aktivnog kiseonika u nastajanju. Deluje oksidativno na biološki aktivne ćelijske sisteme i nepovratno ih uništava, uzrokujući odumiranje ćelija. Koristi se na temperaturama većim od 50°C i ekološki je prihvatljiv.

Peroksi-sirćetna kiselina (PAA) - je dezinfekciono sredstvo koje deluje oksidativno sa visokim oksidacionim potencijalom. Stabilizovana formulacija je sa 15% PAA u ravnoteži sa vodonik peroksidom, vodom i sirćetnom kiselinom. PAA reaguje sa proteinima u zidu ćelijske membrane. Ulazi u ćeliju kao slaba kiselina i uništava enzimske sisteme i nukleinske kiseline. Deluje na sve vrste mikroorganizama, bakterijske spore i viruse. Razlaže se na aktivni kiseonik, vodu i sirćetnu kiselinu, pa se mora ispirati iz proizvodnih sistema.

Kvaternarna jedinjenja amonijaka – su surfaktantne aktivne supstance (tenzidi) koje se adsorbuju na površini mikroorganizama i snižavanjem površinskog napona vode i utiču na propustljivost membrane. Ovo menja površinsku strukturu ćelije, poništava funkcije ćelijske membrane i ćelije odumiru. Zbog različite strukture ćelijskog zida slabije deluju na gram-negativne bakterije.

Aldehidi - su jedinjenja koja reaguju sa amino grupama aminokiselina. Dolazi do nepovratnih promena koje dovode do oštećenja ćelijskog zida i smrti ćelije. Ova dezinfekciona sredstva se najčešće koriste u mlekarstvu. Za mala postrojenja, na tržištu su dostupni novi ekološki prihvatljivi deterdženti i dezinfekciona sredstva.

Metode čišćenja - dva načina čišćenja:

- **CIP procedura (čišćenje u procesnoj liniji)**
- **COP procedura (čišćenje van procesne linije)**

CIP proces - je poluautomatsko ili potpuno automatsko unutrašnje čišćenje proizvodnih sistema bez demontaže.

Razlikuje se:

- jednostavni zatvoreni sistemi (cirkulacija),
- manji CIP sistemi za "izgubljeno čišćenje",
- potpuno automatski CIP uređaji sa refluksiranim rastvorima za čišćenje, a proces se kontroliše provodljivošću i pH vrednostima.

Prednosti CIP-a su: viši kvalitet čišćenja, povećana sigurnost, kontrola troškova.

COP procedura - je eksterno čišćenje opreme i proizvodnog kompleksa i čišćenje opreme iznutra, nakon demontaže proizvodnih linija.

Čišćenje se vrši:

- ručno
- sa aparatima pod visokim pritiskom,
- sa penom za čišćenje.

Uprkos razvoju tehnike čišćenja i dalje postoji potreba za takvim čišćenjem.

Uzorkovanje i kontrola čistoće

Glavna svrha higijene u postrojenju je da se osigura to da oprema ne kontaminira proizvod. U slučaju kontaminacije, kontrola mora da utvrdi gde je došlo do bakteriološke kontaminacije, hemijske kontaminacije ili kontaminacije nekom nečistoćom. Metode kontrole efikasnosti čišćenja i dezinfekcije kod kojih se uzorkovanje

lako obavlja deli se u tri grupe:

- kontrola svih površina koje se moraju očistiti nakon novog procesa
- kontrola svih površina koje se moraju očistiti samo pre početka novog procesa (tegla, kalupi za sir, itd...),
- indirektna kontrola; to je kontrola rastvora i metoda koje koristimo prilikom čišćenja; kontrola sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda.



Slika 24. Analiza uzorka – kontrola čistoće

Metode kontrole i uzorkovanja za određivanje efikasnosti čišćenja i dezinfekcije u mlekarama uključuju:

- vizuelna kontrola,
- uzorkovanje sa površina mlekarske opreme i proizvodnog kompleksa,
- uzorkovanje vazduha,
- uzorkovanje vode,
- uzorkovanje sirovina i proizvoda.

Važna je redovna kontrola zdravstvenog stanja i higijene osoblja, higijene životne sredine, proizvodnog kompleksa pored higijenskog kvaliteta aditiva. Oprema za uzorkovanje mora biti u potpunosti prilagođena funkciji.

Osnovne smernice za kontrolu čišćenja – zasnovane su na rezultatima mikrobioloških ispitivanja. Iako su ovi testovi najvažniji, ipak su važni vizuelni pregledi, mirisi (hemikalije) i

fizičke analize i pravilna obrada podataka i njihova interpretacija. Uzorkovanje za mikrobiološka ispitivanja mora da vrši za to stručno osoblje. Učestalost uzorkovanja zavisi od vrste proizvoda, kvaliteta opreme, stabilnosti proizvodnog procesa i konačno od politike kvaliteta kompanije. Uzimanje uzoraka mora biti praćeno preciznim zapisima o svim relevantnim okolnostima uzorkovanja. Kontaktne površine su sve površine koje dolaze u kontakt sa mlekom. Posebna pažnja se mora posvetiti mestima koja se teško čiste; udubljenja, spojevi, ventili, sonde itd. Kontrole se moraju obaviti nakon čišćenja i dezinfekcije mlekarske opreme, odnosno procesne linije pre početka proizvodnje, kako bi se proverilo da nije bilo rekontaminacije. Direktno metode kontrole mikrobnog zagađenja su bris i ispiranje. Postoji i kontaktna metoda kojom se čvrsta hranljiva baza pritiska na ispitivanu površinu. Novi pristup ovim problemima je detekcija ATP i AMP, kao indikatora prisustva mikroorganizama.

Uzorkovanje vazduha – mikroflora vazduha igra određenu ulogu u kontaminaciji proizvoda kada proizvodnja iz različitih razloga ne može da se odvija u zatvorenom sistemu. U tom slučaju vazduh mora biti bez mikroorganizama, a ceo radni prostor držati pod povišenim pritiskom praktično sterilnog vazduha. U takvom prostoru mora se kontrolisati broj živih mikroba u vazduhu.

Kontrola rastvora za čišćenje - pre upotrebe se svi rastvori za čišćenje takođe moraju kontrolisati proverom koncentracije deterdženta, odnosno aktivne supstance.

Kontrola sirovina i finalnog proizvoda – ovo je pokazatelj higijenskog statusa proizvodnog procesa u pogonu. Proces se može podeliti na segmente i na taj način locirati izvor kontaminacije. Proizvođači mleka čuvaju sirovo mleko u posudama sa hlađenjem ili u većoj izolovanoj posudi. Mobilna cisterna koja prikuplja mleko na terenu ima fleksibilno crevo i samousisnu pumpu za prikupljanje mleka od farmera koje se transportuje do prihvatne rampe u mlekari. Kritične tačke za moguću kontaminaciju mleka su:

- unutrašnja površina posude za hlađenje mleka, odnosno kontejnera,
- ventili i spojnice,
- pumpe za mleko,
- fleksibilna creva

Nakon stizanja u mlekaru, sirovo mleko se pumpa u kontejner (rezervoar) preko filtera, merača zapremine mleka i pločastih hladnjaka za hlađenje mleka. Kritične tačke za moguću kontaminaciju su:

- filter za mleko,

- merač količine,
- ploče hladnjak,
- tank za sirovo mleko.

Sirovo mleko iz tanka za sirovo mleko odlazi u odeljenje za pasterizaciju mleka. Ovo je početak prerade mleka.



MILK-ed: Modern and Innovative onLine-based Know-how on
European Dairy processing
Project no. 2019-1-SI01-KA202-060553

Primer kontrolnog lista – PRIJEM MLEKA

CCP-K₁,B₁		PRIJEM MLEKA							
<u>KRITIČNA GRANICA</u>		<ul style="list-style-type: none">• KISELOST: do pH 6,7 (za kravlje mleko)• TEMPERATURA: do 8°C• OSTACI ANTIBIOTIKA: DA / NE							
DATUM	LINIJA OTKUPA / TANK	KISELOST pH	TEMPERATURA °C	OSTACI ANTIBIOTIKA		POTPIS	KOREKTIVNE MERE	VERIFIKACIJA	
				DA	NE				



Finansiranje

Ovaj materijal je omogućen finansiranjem u okviru projekta „MILK-ed: Modern and Innovative onLine-based Know-how on European Dairy processing“ Projekat br. 2019-1-SI01-KA202-060553

Literatura

1. BAUMAN, A. (2007): Černobil u Zagrebu, Priroda, 957 (5), 32 – 33.
2. BYLUND, G. (2003): Dairy processing handbook, Tetra Pak Processing Systems AB, Lund, Sweden (1995): 2. revidirano izdanje.
3. DURAKOVIĆ, S. (1996): Opća mikrobiologija, Prehrambeno – tehnološki inženjering, Zagreb.
4. KOTARAC, D. (2011): Higija božica zdravlja, Nova akropola, (66), 34 – 39.
5. ROGELJ, I. : KOREN M.; PERKO B. ; KAVČIČ, S. (1994): Čišćenje in razkuževanje v mlekarski industriji, Delavnica, Radovljica, 18. – 19. maj.
6. TRATNIK, LJ. ; BOŽANIĆ, R. (2012) : Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.