



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

HIGIENA PRI PRIDELAVI IN PREDELAVI MLEKA

Junij, 2021.

Kazalo vsebine

1.	Uvod in definicije pojmov.....	Error! Bookmark not defined.
2.	Nevarnosti, ki se lahko prenašajo z okuženim mlekom.....	4
2.1.	Fizične nevarnosti	Error! Bookmark not defined.
2.2.	Kemične nevarnosti	Error! Bookmark not defined.
2.3.	Radioaktivne snovi.....	5
2.4.	Mikrobiološke nevarnosti	6
2.4.1.	Oblike bakterij	Error! Bookmark not defined.
2.4.2.	Aktivnost vode (a_w)	8
2.4.3.	Temperatura.....	9
2.4.4.	Kisik	Error! Bookmark not defined.
2.4.5.	Svetloba	Error! Bookmark not defined.
2.4.6.	Kislost (vrednost pH).....	11
2.4.7.	Rast bakterij.....	11
2.4.8.	Biokemično delovanje	12
2.4.9.	Razgradnja ogljikovih hidratov	13
2.4.10.	Razgradnja beljakovin	Error! Bookmark not defined.
2.4.11.	Razgradnja maščob.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.	Patogeni mikroorganizmi v surovem mleku	15
2.5.1.	Patogeni v mleku	15
2.5.2.	Bakterije v mleku.....	15
2.6.	Čiščenje mlekarske opreme	18
2.7.	Najpomembnejši dejavniki kakovosti proizvedenega mleka	Error! Bookmark not defined.
2.8.	Čistilna sredstva	Error! Bookmark not defined.
2.9.	Vzorčenje in nadzor čiščenja	29
	Financiranje.....	1
	Literatura.....	1

Uvod in definicije pojmov

Že stari Grki so pred 4.000 leti poznali pojem 'higiena'. Asklepios (Asklepij), bog zdravniških veščin, je svojo hčerko poimenoval Higieia (Higija) in ta je bila v stari Grčiji boginja zdravja. V grščini je njeno ime pomenilo "zdraviti" ali "prinašati zdravje". Stari Grki so jo imeli za zaščitnico ali posebljenje zdravja, njeno ime pa se je do danes ohranilo v besedi "higiena". Higiena pomeni številne ukrepe in postopke, povezane s čistočo, redom in urejenostjo, ki zagotavljajo zdravje, zato je higiena postala del preventivne medicine. Zdravje lahko opredelimo kot telesno, duhovno in družbeno dobro počutje. Higiena je velik del našega vsakdanjega življenja, od osebne higiene, stanovanjske higiene, okoljske higiene in higiene prehranjevanja. V tem okviru je higiena pri domačih živalih v naši reji za proizvodnjo mleka in mesa pomembna in jo je treba spodbujati. Higiena pri pridelavi in predelavi mleka ima odločilen pomen zaradi vse večjih zahtev po kakovosti, trajnosti, zdravstveni neoporečnosti in varnosti mlečnih izdelkov. Zahteve trga po teh lastnostih mleka so vse večje, zato se uvaja koncept "zagotavljanja kakovosti", ki zahteva obvladovanje proizvodnega procesa in popoln nadzor nad njim od začetka do prihoda proizvoda na trg. Klasična kontrola proizvodov v skladu s standardi ISO v lastnem laboratoriju in akreditiranih laboratorijih ostaja orodje, ki podpira koncept zagotavljanja kakovosti. Boj za zdravstveno neoporečen mlečni proizvod se začne na pašniku, na njivi in v hlevu. To je primarni del proizvodnje, ki je tudi pomemben sestavni del sistema HACCP.

Definicije:

Čiščenje/pranje – odstranjevanje umazanije, ostankov hrane, maščob in ostalih nečistoč.

Kontaminanti/onasnaževala –Kakršnokolo biološko ali kemično sredstvo, tuja snov, ali snov, ki je bila nenamerno dodana živilu, ki bi lahko ogrozila zdravje in primernost živila za uživanje.

Kontaminacija/okužba – Pojav kontaminantov v hrani ali v okolju, v katerem se hrana nahaja.

Nevarnost – Biološko, kemično ali fizično sredstvo v hrani, ali stanje hrane, ki lahko negativno vpliva na zdravje potrošnika.

Razkuževanje – Zmanjšanje števila mikroorganizmov v okolju s kemičnimi sredstvi in/ali s fizičnimi metodami, ki ne ogrožajo zdravstvene varnosti in primernosti živila za uživanje.

Hrana – živilski izdelek (izraz, ki zajema celotno živilsko verigo - od surovin do morebitnega dodajanja sestavin do končnega potrošnega izdelka).

Oseba, ki ravna z živili - vsaka oseba, ki neposredno ravna s pakiranimi ali nepakiranimi živili, opremo in pripomočki, ki se uporabljajo pri proizvodnji živil, ali če pride v stik s površinami, ki prihajajo v stik z živili, in od katere se pričakuje, da izpolnjuje higienske zahteve.

Higiena živil - vsi pogoji in ukrepi, potrebni za zagotavljanje zdravstvene varnosti in primernosti živil za uživanje.

HACCP - sistem, ki prepozna, ocenjuje in nadzoruje nevarnosti, ki lahko vplivajo na zdravstveno ustreznost živil.

Zdravstvena varnost živila - zagotovilo, da živilo ne bo negativno vplivalo na potrošnika, če je pripravljeno in/ali zaužito na način, ki je bil predviden za to živilo.

Industrijski objekti - vsak kompleks ali prostor, v katerem je hrana, in okolje, ki je pod nadzorom istega vodstva.

Primarna proizvodnja - faza v prehranjevalni verigi od žetve, zakola, molže, ulova (rib) itd.

Tveganje - označuje verjetnost, da se trenutna potencialna nevarnost pojavi kot poškodba ali bolezen v procesu predelave. Nevarnost je kvalitativni izraz, tveganje pa je kvantitativno izraženo kot možnost, da obstoječa nevarnost dejansko privede do poškodbe zdravja.

Primernost živila - zagotovilo, da je živilo sprejemljivo za prehrano ljudi na način, ki je za tako živilo predviden.

Nevarnosti, ki se lahko prenašajo s kontaminiranim mlekom

Nevarnost je vse, kar lahko škoduje potrošniku mlečnih izdelkov. Nevarnosti so lahko fizikalne, kemične snovi, radioaktivne snovi in tuji mikroorganizmi kot mikrobiološka nevarnost.

Fizične nevarnosti

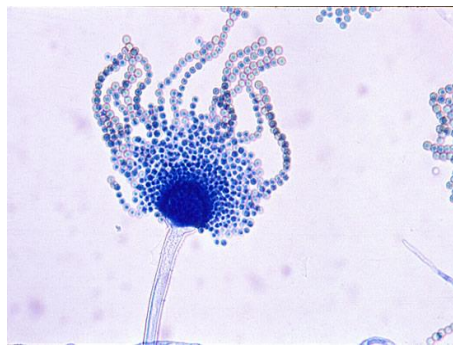
Fizične nevarnosti, ki lahko pridejo v mleko, so kovinski deli, pesek, zemlja, živalski iztrebki, kamenčki, les, plastika, lasje, gumijasti predmeti, steklo in osebni nakit. Takšna onesnaževala so lahko tudi vir mikrobioloških nevarnosti. Vzroki za tovrstno onesnaženje so slabo izobraženi ljudje, slabo vzdrževanje opreme in upravljanje procesov.

Kemične nevarnosti

Kemične nevarnosti v mleku so veterinarska zdravila, pesticidi, insekticidi, mikotoksini, čistila in razkužila. Antibiotiki v mleku so najpogosteje posledica zdravljenja mastitisa kot zelo nevarne in drage bolezni krav molznic. Antibiotiki negativno vplivajo na zdravje ljudi, vendar s svojim delovanjem dobesedno preprečujejo proizvodnjo fermentiranih mlečnih izdelkov iz

okuženega mleka. Antihelmintična zdravila se uporabljajo za odpravljanje notranjih zajedavcev. V telesu živali se razgradijo in nastanejo strupeni metaboliti, zato je zelo pomembno upoštevati karenci za antibiotike in zdravila proti notranjim zajedavcem. Pesticidi so strupene snovi za zatiranje škodljivcev v kmetijstvu. V organizem krav molznic lahko pridejo z uživanjem krme in vode. Sredstva za razkuževanje, dezinfekcijo in deratizacijo so zelo nevarna in z njimi lahko rokujejo le izobraženi ljudje in registrirane ustanove v sodelovanju s strokovnjaki za mlekarstvo. Sredstva za čiščenje in razkuževanje lahko pridejo v mleko zaradi nepopolnega izpiranja mlekarske opreme. Prav tako lahko zaradi nepravilne izbire in uporabe povzročijo korozijo mlekarske opreme, zato lahko v mleko pridejo težke kovine. Primer tega je uporaba natrijevega hipoklorita, ki uniči mlekarsko opremo iz nerjavečega jekla.

Mikotoksini - nekatere vrste plesni proizvajajo strupene metabolite, ki so nevarni za zdravje ljudi in se imenujejo mikotoksini. Najbolj znana plesen je *Aspergillus flavus*, njen toksin pa je aflatoksin. Znan vir aflatoksina je krmna mešanica, ki je onesnažena z mikotoksini.



Slika 1. Morfološki prikaz plesni *Aspergillus flavus*

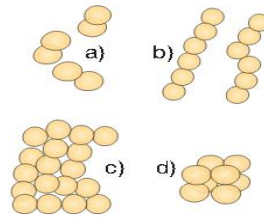
Radioaktivne snovi

Eksplozija termonuklearnega reaktorja v elektrarni v Černobilu 26. aprila 1986 je v ozračje spustila 400-krat več radionuklidov kot jedrska bomba, ki je bila leta 1945 odvržena na Hirošimo. Radionuklidi so radioaktivni elementi, ki nastanejo pri razpadu urana v jedrskem reaktorju, pri čemer se sprosti velika količina toplotne energije. Za zdravje ljudi so najnevarnejši radionuklidi joda, cezija in stroncija, saj lahko s hrano vstopijo v telo in ostanejo v svojih "fizioloških točkah" ter tako obsevajo telo od znotraj. Radionuklidi lahko pridejo v telo z mlekom, ker lahko krave poberejo velike količine radionuklidov z rastlin, na katere so radionuklidi padli z dežjem. Zračni tokovi in vetrovi širijo radionuklide po vsej Evropi in nekaj teh radioaktivnih snovi je z dežjem padlo tudi na hrvaško ozemlje, in sicer v začetku maja tega leta. Krave so se takrat pasle, zato so radionuklidi prišli v mleko, z mlečnimi izdelki pa v

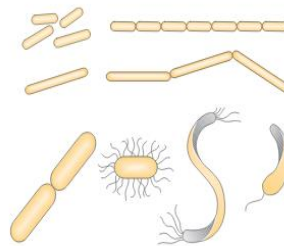
človeško telo. Jedrski incidenti niso se lahko ponovijo v prihodnosti, zato bi morala imeti vlada načrte za ravnanje v primeru takšne krize.

Mikrobiološke nevarnosti

Mikroorganizmi na splošno, in bakterije kot del njih, imajo v mlečni industriji zelo pomembno pozitivno vlogo, vendar tudi negativno.

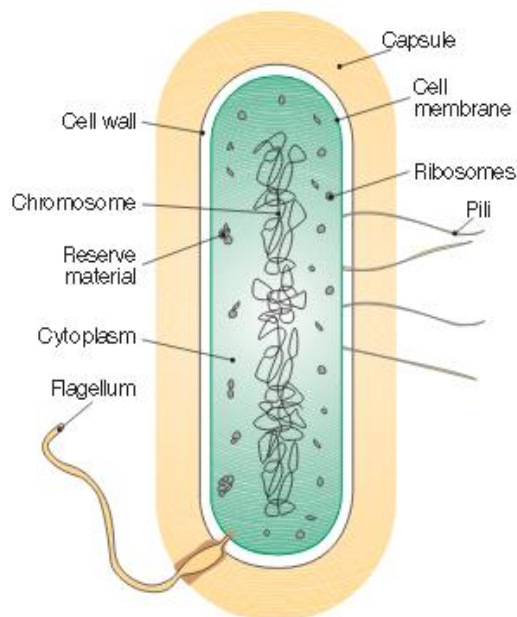


Slika 2. Sferične bakterije (koki) se pojavljajo v različnih oblikah



Slika 3. Bakterije v obliki paličic in spiral

Bakterije so enocelični mikroorganizmi, ki se razmnožujejo tako, da se matična celica razdeli na dve medsebojno enaki hčerinski celici, ki se čez nekaj časa razdelita na enak način. Ta način razmnoževanja se imenuje binarna delitev ali delitev na dva dela. Velike so povprečno od 0,5 do 5 mikrometrov. Bakterije lahko opazujemo in preučujemo pod mikroskopom s tisočkratno povečavo, slika 4.



Slika 4. Morfološki prikaz bakterijskih celic.

Glede na obarvanost se bakterije delijo na Grampozitivne (modre) in Gramnegativne (rdeče), in sicer zaradi velike razlike v celični strukturi, tj. kemični sestavi celične stene. Razlikujeta se v odpornosti na antibiotike, kar pomeni, da nekateri antibiotiki delujejo na Grampozitivne, ne pa tudi na Gramnegativne bakterije. Zaradi tega ima barvanje po Gramu velik pomen v mikrobiologiji. Številne bakterije se lahko aktivno gibljejo v tekočem mediju. Rodova *Bacillus* in *Clostridium* lahko v težkih razmerah ustvarita zelo odporne spore, ki jih ohranjajo in ščitijo, dokler se ne ustvarijo pogoji za aktivno življenje. Spore lahko uničimo v avtoklavu z vodno paro, s segrevanjem na 120 °C, 20 - 30 minut. Če cevi ne umivamo redno, nekatere bakterije ustvarijo sluzaste kapsule, ki jih ščitijo pred izsušitvijo in se lahko povežejo v kompaktne plasti na stenah industrijskih cevovodov. Zaradi rasti takšnih bakterij v mleku postane mleko viskozno, sluzasto in žilavo. Tako kot druga živa bitja tudi bakterije za svojo rast potrebujejo hranila, njihovi osnovni viri hrane pa so organske spojine; beljakovine, maščobe in ogljikovi hidrati. Omenjene snovi služijo bakterijam za gradnjo celic in proizvodnjo energije. Potrebujejo tudi sledi elementov in vitamine, te snovi pa morajo biti topne v vodi in imeti majhno molekularno maso, da lahko prehajajo skozi citoplazemsko membrano in vstopijo v celico bakterije, zato bakterije za svojo rast potrebujejo vodo. Mleko je idealen medij za rast različnih vrst bakterij in drugih mikroorganizmov, saj vsebuje 87,5 % vode in vsa potrebna hranila. Mikroorganizmi lahko živijo v simbiozi, kar pomeni, da si med seboj pomagajo. Nasprotno pa

nekateri mikroorganizmi proizvajajo snovi, ki zavirajo rast drugih mikroorganizmov, kar imenujemo antibioza.

Oblike bakterij

- 1) **Okrogle** (cocci – coccus (koki) = jedro) - spominjajo na majhne kroglice. Lahko so enojni in to so monokoki. Po celični delitvi lahko ostanejo skupaj in tvorijo diplokoke. **Streptokoki** – iz grščine "streptos" = veriga - nastanejo po delitvi, ko kroglaste bakterije ostanejo skupaj in tvorijo krajše ali daljše verige. **Stafilokoki** – iz grškega "staphyle" = skupek - nastane po delitvi, ko okrogle bakterije ostanejo skupaj in tvorijo skupek. **Tetrakoki** – iz grškega "tetra" = štiri - ko dva para kroglastih bakterij po delitvi ostaneta skupaj. **Sarcina** oblika, ki se pojavi po delitvi, ko osem okroglih celic ostane skupaj v obliki "paketa".

- 2) **Paličaste** (bacilli) - so lahko kratki ali dolgi, tanki ali debeli, tj. različnih dolžin in premerov, s topimi ali ostrimi konci. Najpogosteje se pojavljajo posamično. Če se paličice po delitvi ne ločijo, temveč ostanejo v parih, jih imenujemo *diplobacili*. **Streptobacili** se pojavijo, kadar paličice po delitvi tvorijo daljše ali krajše verige. **Palisade** (iz grškega "palus" = kol) nastanejo, kadar so paličice razporejene druga ob drugi in po delitvi spominjajo na "ograjno iz kolov".

- 3) **Spiralne** delimo glede na vrsto krivulje:
 - a) vibrio – kratke, rahlo ukrivljene ali zavite, podobne vejici
 - b) spirili - kompilobaktri – daljše, imajo 2 ali več zavojev, podbni črki "S"
 - c) spirohete – spiralne - svedraste – dolge nitke z več in bolj ostrimi zavoji

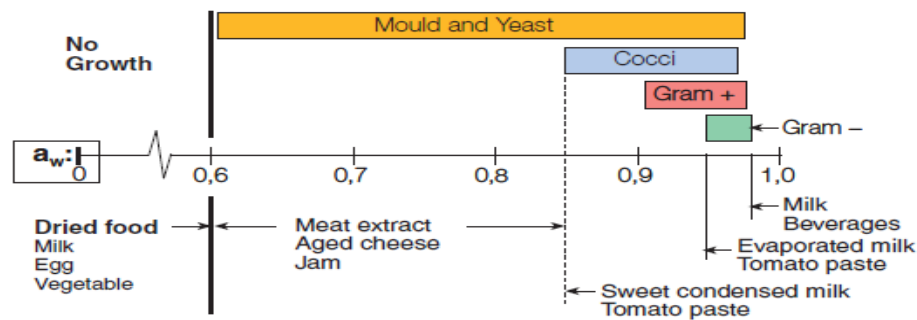
- 4) **Vrvičaste** so posebna vrsta bakterij. Mednje spadajo, na primer, aktinomicete (bakterije, ki tvorijo hife). Nahajajo se na prehodu med bakterijami in plesnimi. Imajo obliko razvejane mreže. Žveplove in železove bakterije so vrvičaste oblike.

- 5) **DRUGE oblike: astra (zvezda)** – v obliki zvezde; **arcula** – štirioglasta, kvadratasta

Aktivnost vode (a_w)

Rast in presnova mikroorganizmov sta odvisni od prisotnosti vode v dostopni obliki, saj lahko voda obstaja tudi v vezani nedostopni obliki. Merilo za dostopnost vode je aktivnost vode (a_w). Zmanjšanje vsebnosti vode v živilu je način, kako narediti živilo nedostopno škodljivcem. Zato se za konzerviranje živil uporabljajo/so se uporabljali predvsem postopki sušenja, soljenja in sladkanja. Poudariti je treba, da v živilu ne more rasti noben mikroorganizem, če je aktivnost

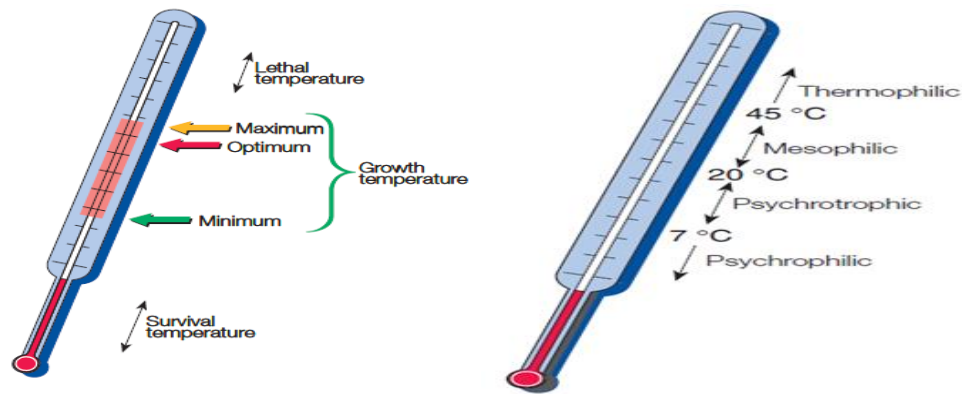
vode manjša od 0,6. Vedeti je treba tudi, da lahko posušena živila glede na stanje pred sušenjem vsebujejo žive mikroorganizme, vključno s patogenimi bakterijami in toksini. To v našem primeru velja za mleko v prahu. Kakovosten izdelek lahko zagotovita le vrhunska surovina in dobro vodena predelava.



Slika 5. Vpliv a_w na rast mikroorganizmov

Temperatura

Je najmočnejši dejavnik rasti in razmnoževanja bakterij ter s tem tudi kvarjenja živil. Bakterije se lahko razmnožujejo v določenih temperaturnih mejah, ki se razlikujejo pri različnih vrstah bakterij. Načeloma lahko bakterije rastejo pri temperaturah med točko zmrzovanja vode in temperaturo, pri kateri se beljakovine v citoplazmi denaturirajo. Optimalne temperature rasti ležijo med najvišjo in najnižjo temperaturo, tj. zgornjo in spodnjo mejo. To je temperatura, pri kateri se določena vrsta bakterij najhitreje razmnožuje. Temperature pod ničlo ustavijo rast, vendar bakterij ne uničijo. Življenjske funkcije bakterij skoraj popolnoma prenehajo pri temperaturi blizu točke zmrzovanja vode. Bakterijske celice vsebujejo od 75 do 98 % vode, zato se voda v bakterijski celici, ko temperatura pade pod ledišče, strdi, da bakterija ne more več absorbirati hranilnih snovi iz okolja skozi celično membrano in preide v stanje borbe za preživetje. Temperatura zmrzovanja mleka je $-0,517\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar pomeni, da je mleko pri tej temperaturi še vedno tekoče. Če se temperatura dvigne nad najvišjo temperaturo, bakterije hitro poginejo. Večina celic umre v nekaj sekundah, ko so izpostavljene temperaturi $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nekatere bakterije preživijo segrevanje na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 minut, čeprav ne tvorijo spor. Za uničenje bakterijskih spor so potrebne veliko višje temperature. **Obdelava z vodno paro pri $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ za 30 minut zagotovi uničenje vseh spor.** Ta učinek dosežemo tudi s suho toplotno obdelavo, vendar s segrevanjem na $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ za dve uri.



Slika 6. in 7. Pogoji (temp.) za rast bakterij

Bakterije lahko razdelimo v štiri kategorije glede na temperaturni razpon, ki jim ustreza. **Psiherofilne** (imajo raje mraz) bakterije dobro rastejo pri 0 °C, njihova optimalna temperatura je med 12 - 15 °C, rastejo pa do temperature 20 °C. **Psihrotrofne** (prenašajo mraz) bakterije so mezofilni sevi, ki se lahko razmnožujejo pri temperaturah komercialnih hladilnikov, njihove optimalne temperature pa so približno 20 - 30 °C. **Mezofilne** bakterije lahko rastejo pri temperaturah višjih od 10 °C, njihova optimalna temperatura je 30 - 35 °C, razmnožujejo se do temperature 50 °C. To je najpogostejši temperaturni profil rasti bakterij. V tem temperaturnem intervalu lahko raste približno 90 % vseh bakterij. **Termofilne** (vroče) bakterije imajo optimum rasti pri temperaturah od 55 do 65 °C. Najnižja temperatura za njihovo rast je 37 °C, najvišja pa približno 70 °C. **Psihrotrofne** bakterije so za mlekarstvo še posebej zanimive, saj mikrobiološka aktivnost mleka na kmetijah in v trgovinah poteka pri temperaturah 7 °C in manj! Zato je treba sveže namolzeno mleko ohladiti na temperaturo 2 °C.

Kisik

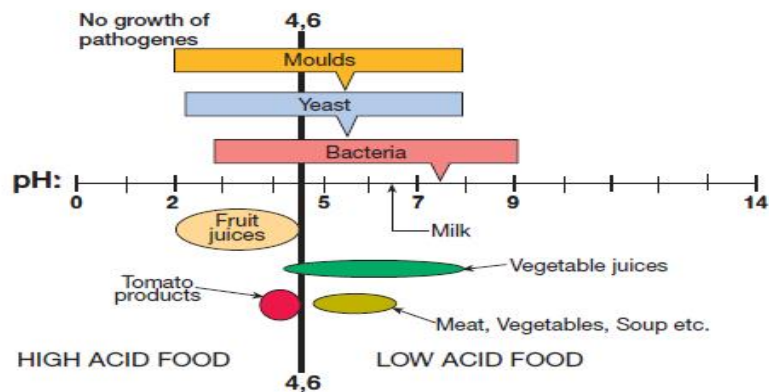
Razmerje med bakterijami in kisikom je zelo zapleteno, saj so bakterije na Zemlji zasedle neverjetne ekološke niše. Obstajajo štiri skupine: aerobi, mikroaerofili, anaerobi in fakultativni anaerobi.

Svetloba

Neposredna sončna svetloba uničuje bakterije. Ultravijolična svetloba v sončnih žarkih povzroča spremembe v DNK in v beljakovinah bakterijskih celic.

Kislost (vrednost pH)

Kvasovke in plesni najbolje rastejo v rahlo kislem okolju s pH 5 - 6. Za bakterije je optimalno nevtralnno ali slabo alkalno okolje. Sveže mleko ima vrednost pH med 6,5 in 6,7, zato je dobro hranilo za bakterije. Glede kislosti tekoča živila delimo na močno kislja živila in nizko kislja živila. Meja med tema dvema območjema je vrednost pH 4,6. To pomembno vpliva na predelavo mleka in proizvodnjo mlečnih fermentiranih izdelkov. Patogene bakterije ne morejo rasti pod pH 4,6.



Slika 8. Vpliv pH na mikrobiološko rast

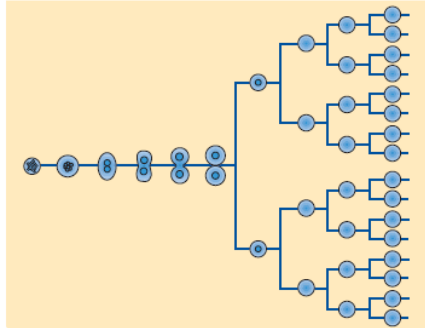
Rast bakterij

Bakterije se razmnožujejo z binarno delitvijo. Vsaka posamezna celica raste in ko doseže kritično velikost, se razdeli na dve enaki celici. Določena vrsta bakterij se vedno združi na enak način. Lahko gre za verigo, en par celic, kocko, grozd ali "šopek". To je delitev glede na videz bakterijskih kolonij na hranljivih substratih. V ugodnih razmerah se bakterije lahko delijo v intervalih od 20 do 30 minut, to obdobje pa imenujemo generacijski čas. Hitrost razmnoževanja bakterij izračunamo po formuli:

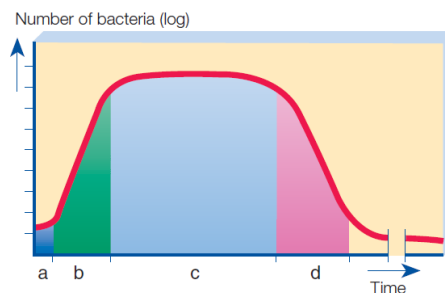
$$N = N_0 \times 2^{\frac{t}{g}}$$

N- število bakterij/ml po času t
N₀- število bakterij/ml po času 0
t- čas rasti v urah
g- čas nastajanja v urah

Z 0,5g lahko ena bakterija/ml v desetih urah ustvari približno 10 milijonov celic/ml. V zaprtem sistemu se rast bakterij upočasni in preide v stacionarno fazo, ki ji sledi smrt te vrste bakterij. Razlogi za oviranje rasti bakterij so pomanjkanje hranil in kopičenje strupenih metabolitov v njihovem sistemu.



Slika 9. Razmnoževanje bakterij



Slika 10. Krivulja rasti bakterij

a faza prilagajanja **b** logaritemska faza **c** stacionarna faza **d** faza upada

Biokemično delovanje

Najpomembnejši biokemični in encimski sistemi bakterij v mleku in mlečnih izdelkih so odgovorni za:

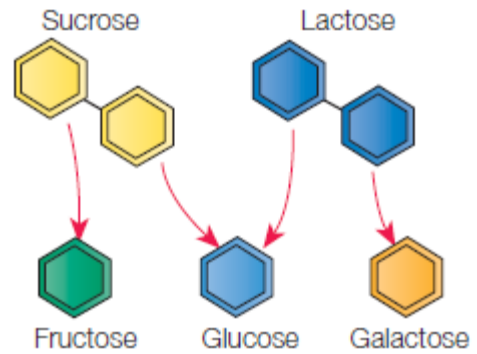
1. razgradnjo ogljikovih hidratov,
2. razgradnjo beljakovin,
3. razgradnjo maščob,
4. razgradnjo lecitina,
1. proizvodnjo pigmenta,
2. proizvodnjo sluzi (viskoznost),
3. proizvodnjo vonja,

4. zmanjšanje količine kisika,
5. bolezni.

Razgradnja ogljikovih hidratov

Razgradnja ogljikovih hidratov poteka:

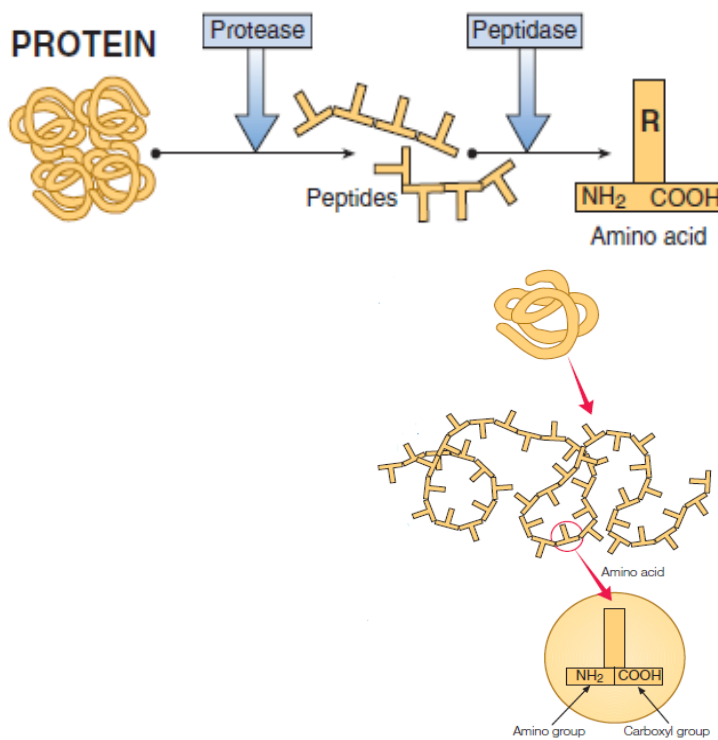
1. hidroliza,
2. alkoholna fermentacija,
3. mlečnokislinska fermentacija,
4. Koliformni tip fermentacije,
5. Masleno-kislinska fermentacija.



Slika 11. Razgradnja laktoze in saharoze

Razgradnja beljakovin

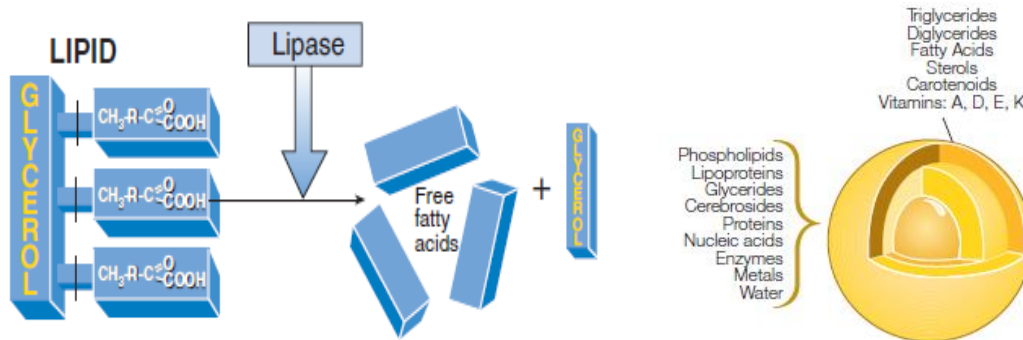
Encima proteaza in peptidaza beljakovine razgradita v peptide in aminokisliline.



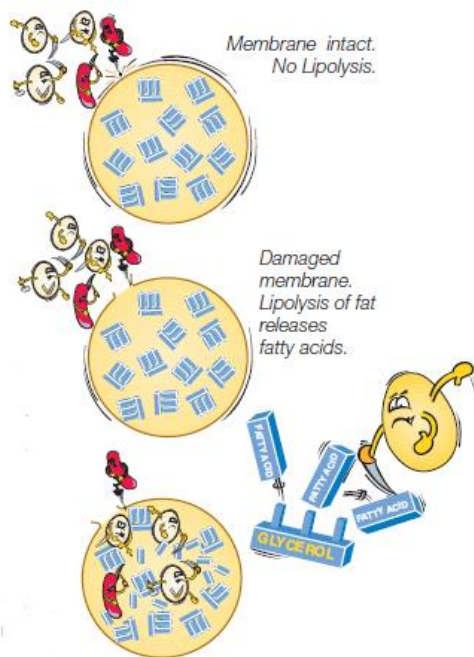
Slika 12. Razgradnja beljakovin na aminokisliline z encimi proteinaze in peptidaze

Razgradnja maščob

Proces se imenuje lipoliza, encimi, ki izvajajo to reakcijo, pa so lipaze. Maščobe so estri glicerola in maščobnih kislin, zato z lipazo nastanejo proste maščobne kisline in glicerol.



Slika 13. Razgradnja lipidov na proste maščobne kisline in alkoholni glicerol



Slika 14. Lipoliza - zaradi poškodbe globularne membrane se iz mlečnih maščob sprostito maščobne kisline.

Razgradnja lecitina - lecitin je fosfolipid, ki se nahaja v membranah maščobnih kroglic in tako stabilizira emulzijo maščobe in mleka v smetani. Encimi lecitinaze razgradijo lecitin in tako destabilizirajo emulzijo, zato se maščoba sprosti iz kroglic in se dvigne na površino mleka ali smetane kot mastni madeži ali skuta.

Pigmenti in barve - bakterije, ki lahko ustvarjajo barve, se imenujejo kromogene bakterije. Barva njihovih kolonij piše v imenu bakterije. Primer je *Staphylococcus aureus*, katerega kolonije so na hranljivi podlagi zlato rumene barve.

Proizvodnja sluzi - nekatere bakterije proizvajajo sluz, sestavljeno iz polisaharidov, ki povečujejo viskoznost mleka, ker so topni v mleku. Takšne bakterije se uporabljajo tudi za proizvodnjo nekaterih fermentiranih proizvodov, kot so skandinavska kislina mleka; na primer Långfil iz Švedske.

Proizvodnja vonja - nekatere bakterije proizvajajo vonjave, ki so značilne za to vrsto, in to je svež aromatičen vonj fermentiranih mlečnih izdelkov, ki ga zagotavljajo izbrane kulture mlečnokislinskih bakterij.

Patogeni mikroorganizmi v surovem mleku

Nekateri mikroorganizmi lahko povzročijo zastrupitev s hrano (patogeni mikroorganizmi) zaradi zastrupitve in/ali okužbe. Zastrupitev pomeni nastanek strupov (toksinov) v živilih pred zaužitjem teh živil. Okužba pomeni vstop, naselitev, aktivno rast in razmnoževanje takih mikroorganizmov v človeškem telesu. Za povzročitev okužbe je pogosto potrebno veliko število patogenov. Včasih, kot v primeru bakterije *Salmonella typhimurium*, je lahko najmanjši infekcijski odmerek (MID) le ena bakterija. Patogene bakterije povzročajo bolezni pri ljudeh, živalih in rastlinah.

Patogeni v mleku

Kužni

- *Mycobacterium bovis*
- *Mycobacterium tuberculosis*
- *Escherichia coli* (določeni sevi)
- *Listeria monocitogenes*
- *Salmonella*
- *Campylobacter*
- *Corynebacterium diphtheriae*

Proizvajalci toksinov

- *Bacillus cereus*
- *Clostridium perfringens*
- *Staphylococcus aureus* (določeni sevi)

Bakterije v mleku

Kravje mleko, ki se izloči iz vimena, je dejansko sterilno. Vendar pa je mleko, preden pride iz vimena, kontaminirano z bakterijami, ki prodrejo od zunaj v sesalni kanal, te bakterije pa so v normalnih okoliščinah neškodljive in jih je malo (do nekaj sto na mililiter). V primeru bakterijskega vnetja vimena (mastitisa) je lahko mleko kontaminirano z velikim številom

bakterij, vključno s patogenimi organizmi, in tako postane neprimerno za uporabo. Takšno stanje vimena kravam povzroča veliko trpljenja. Pri mastitisu je koncentracija bakterij v kanalu visoka, zato se jih veliko izloči na začetku molže v prvih curkih curku, zato se prvi curki iz vsakega seska zbirajo v ločeno posodo s črno podlago.



Slika 15. Bakterije vstopijo skozi sesalni kanal in povzročijo okužbo.



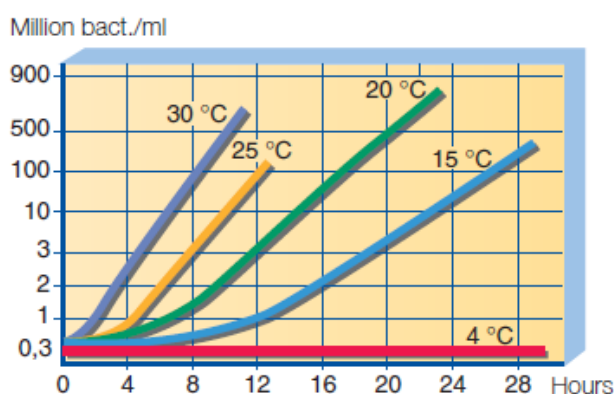
Slika 16. Zbiranje prvih curkov mleka iz vsakega seska v ločeno posodo s črnim dnom.

V mleku krav, ki so zbolele za mastitisom, se na črni podlagi takoj opazijo bele snežinke in grudice, ki so znak vnetja vimena. Danes obstajajo nove metode in testi za ugotavljanje mastitisa ter novi instrumenti, ki temeljijo na meritvah električne prevodnosti, tj. odpornosti mleka. Uvajajo se nove metode in postopki za določanje števila somatskih celic v mleku, ki so pokazatelj zdravstvenega stanja vimena. Somatske celice so epitelijske celice vimena in krvne celice (granulociti, limfociti in levkociti). Povečano število somatskih celic kaže na vnetje vimena (mastitis). **Zdravo kravje mleko večinoma vsebuje manj kot 200 000, pa tudi manj kot 100 000 somatskih celic/ml.** Surovo mleko za termično obdelavo ima lahko največ 400 000 somatskih celic/ml. Filtriranje mleka za odstranitev somatskih celic je pomemben postopek, saj se z njim odstranijo tudi bakterije, ki so se nakopičile na epitelni celicah.

Kontaminacija/okužba na kmetiji - na kmetiji se lahko mleko zaradi slabega ravnanja z njim okuži z različnimi mikroorganizmi, večinoma z bakterijami. Stopnja kontaminacije in vsebnost

bakterijske kulture sta odvisni od čistoče okolja in čistoče površin, s katerimi pride mleko v stik. Najpogosteje je to molzni stroj ali njegovi sestavni deli; vakuumski sklop, vedro za mleko, filter/cedilo za mleko, transportno vedro, hladilnik za mleko, mešalnik itd. Površine, ki pridejo v stik z mlekom, so običajno večji vir onesnaženja kot samo kravje vime. Če krave molzejo ročno, lahko bakterije pridejo v mleko z molznika, krave, stelje in zraka v hlevu. Velikost vpliva vsakega dejavnika je odvisna od izobrazbe in znanja molznika o higienskih načelih ter od načina ravnanja s kravo. Veliko teh vzrokov za onesnaženje mleka je bilo odpravljenih z uvedbo molznega stroja. Tudi tu je potrebna previdnost, saj lahko v mleko pride veliko število bakterij, če se oprema za molžo ne čisti, razkužuje in vzdržuje pravilno, kot priporočajo strokovnjaki.

Bakterije v surovem mleku - mleko je zelo hranljivo in dovzetno za onesnaženje ter rast številnih bakterij. Če mleko prihaja s kmetijez dobro higiensko prakso vsebuje več tisoč bakterij na ml. Če se na kmetiji čiščenje, pranje, razkuževanje in hlajenje mleka ne izvajajo pravilno, se število bakterij meri v milijonih. Zato so vsakodnevni postopki pri vzdrževanju higienskih razmer na kmetiji, v prostoru za molžo in hlajenje, odločilni dejavnik za bakteriološko kakovost mleka. Največje dovoljeno število živih bakterijskih celic v surovem mleku je lahko 100.000 CFU/ml. Enota, ki tvori kolonije (CFU), pomeni število bakterijskih entitet, ki so na hranilni podlagi ustvarile vidne kolonije. V optimalnih pogojih je mogoče doseči manj kot 20 000 CFU/ml (število živih bakterij). Temperatura mleka, ko zapusti vime, je približno 37 °C. Hitro ohlajanje mleka na temperaturo med 4 °C in 2 °C močno prispeva h kakovosti mleka na kmetiji. Poleg tega obdelava znatno upočasni rast bakterij v mleku in ohranja kakovost. Vpliv temperature na rast bakterij v surovem mleku je prikazan na sliki 17.



Slika 17. Vpliv temperature na rast bakterij v surovem mleku

Tabela 1. Prisotnost glavnih skupin bakterij v mleku z nizko vsebnostjo CFU

Skupina	Frekvenca (%)
<i>Micrococcus</i>	30 - 99
<i>Streptococcus</i>	0 - 50
Asporogen (+)Gram; palčke	< 10
(-)Gram; palčne	< 10
Sporogen	< 10
drugo	< 10

Čiščenje mlekarske opreme

Vidiki čiščenja - čiščenje mlekarske opreme izhaja iz treh pomembnih vidikov delovanja mlekarskih podjetij:

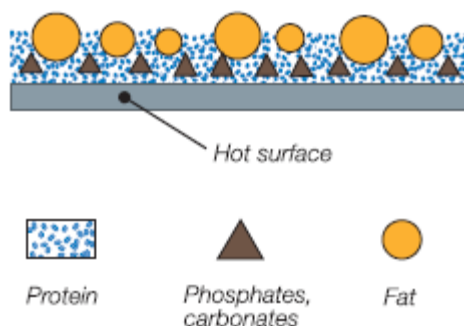
- poslovne obveznosti,
- moralne obveznosti,
- pravne obveznosti.

Cilji čiščenja- ko govorimo o rezultatih čiščenja, je stopnja čistosti opredeljena z naslednjimi izrazi:

- fizična čistost - odstranjevanje vidnih nečistoč z vseh površin,
- kemična čistost - odstranitev ne le vidnih nečistoč, temveč tudi mikroskopskih ostankov, ki jih je mogoče ugotoviti z vonjem ali okusom, ne pa s prostim očesom,
- bakterijska čistost - dosežena z razkuževanjem,
- sterilna čistost - uničenje vseh mikroorganizmov.

Vedeti je treba, da je oprema lahko bakteriološko čista, vendar ne tudi fizično ali kemično čista. Površina naprave za toplotno obdelavo lahko ostane prekrita z usedlinami mleka, ki niso bile odstranjene s pranjem. Takšno površino, tj. napravo, je mogoče sterilizirati, vendar moramo vedeti, da je usedlina mleka pravzaprav tvorila izolacijsko plast, zato bodo temperature mleka med toplotno obdelavo nižje od zahtevanih. Taki situaciji se ne bi smeli izogibati ker je lahko učinek toplotne obdelave nezanesljiv/nepredvidljiv. Posledično se oprema opere do čistega kovinskega sijaja delovnih površin. Kljub temu je lažje doseči bakterijsko čistost, če je obdelana površina najprej vsaj fizično čista. Pri postopkih čiščenja v mlekarnah so cilji čiščenja skoraj vedno enaki, in sicer doseči kemično in bakteriološko čistost. Zato se površine opreme najprej dobro operejo s kemičnimi čistili, nato pa razkužijo.

Nečistoče na površinah mlekarske opreme - mlečne sestavine se zlepijo in odlagajo v plasteh, v/ob teh plasteh pa bakterije te iste nečistoče uporabljajo kot skrivališče.



Slika 18. Obloge na ogrevalni površini

Ogrevalne površine - če se mleko segreje na temperaturo nad 60 °C, se začnejo tvoriti mlečne usedline. Mlečne usedline sestavljajo kalcijevi in magnezijevi fosfati, karbonati, beljakovine in maščobe. Te usedline je mogoče zlahka opaziti na ploščah toplotnega izmenjevalnika v delih za segrevanje mleka in rekuperacijo toplote. Usedline so trdno prilepljene na površino plošč, njihova barva pa je od belkaste do rjavkaste.

Hladne površine - na cevovodih, črpalkah, rezervoarjih, ventilih itd. ostaja tanka plast mleka. Ko je sistem prazen, je treba čim prej začeti s pranjem, sicer se bo mlečna obloga na površinah posušila in jo bo težje odstraniti.

Postopki čiščenja – v preteklosti so čiščenje in pranje opravljali ljudje s krtačami in raztopinami detergentov (to se ponekod počne še danes), vendar je to težaven in ne vedno učinkovit pristop, saj se izdelek lahko okuži z nepopolno očiščenimi površinami opreme. Da bi dosegli dobro pranje in razkuževanje vseh segmentov v proizvodnem obratu, so bili zasnovani in razviti obtočni sistemi za čiščenje na mestu (CIP), ki to omogočajo. Da bi dosegli željeno stopnjo čistosti, je treba postopke izvajati strogo v skladu z vnaprej dogovorjenimi pravili in postopki. To pomeni, da mora biti zaporedje postopkov vsakič enako.

Cikel čiščenja v mlekarni zajema naslednje faze:

- strganje, odvajanje in odstranjevanje ostankov proizvodov z vodo ali s stisnjenim zrakom,
- predhodno pranje z vodo, da se odstranijo ostanki nečistoč,
- pranje z detergentom,
- izpiranje s čisto vodo,
- razkuževanje s toploto (vroča voda) ali kemičnim sredstvom (neobvezno); če je ta stopnja vključena, se cikel konča s končnim izpiranjem s kakovostno vodo.

Vsaka faza zahteva določen čas, v katerem doseže sprejemljiv rezultat.

Vračanje ostankov izdelkov - vse ostanke izdelkov iz opreme v proizvodnih linijah je treba odstraniti in zbrati ob koncu proizvodnega procesa. To velja za rezervoarje, cevovode, ventile in stroje, npr. stroj za proizvodnjo masla.

S tem se:

- zmanjša izguba proizvodov,
- olajša čiščenje,
- zmanjša obremenitev odpadne vode.

Pred začetkom čiščenja (pranja) se preostalo mleko iz proizvodnih linij očisti z vodo.

Predpranje z vodo – opraviti jo je dobro takoj ko se proizvodnja ustavi, saj se ostanki mleka sčasoma posušijo in prilepijo na površine ter tako otežijo pranje. Ostanke mlečne maščobe je veliko lažje sprati, če je voda za predpranje topla, vendar temperatura ne sme biti višja od 55 °C, da se prepreči koagulacija beljakovin. Predpranje je treba nadaljevati, dokler voda na izhodu iz sistema ne postane čista. Vse preostale nečistoče povečajo porabo detergentov. Z dobrim predpranjem lahko odstranite 90 % mehkih (nezgorelih) ostankov ali 99 % vseh ostankov.

Pranje z detergentom - nečistoče na ogrevanih površinah se običajno operejo z alkalnimi in kislimi detergenti v tem vrstnem redu. Po lugi se pralni objekt spere z vodo.

Hladne površine se običajno operejo z lugom in le občasno s kislim sredstvom. Glavna snov v alkalnih detergentih je natrijeva baza (NaOH). Za boljši stik med raztopino NaOH in plastjo umazanije se detergentu dodajo snovi, ki zmanjšajo površinsko napetost vode in tako izboljšajo namakanje. Detergenti morajo omogočati tudi disperzijo nečistoč in zapiranje suspendiranih delcev v kapsule, s čimer se prepreči flokulacija. Za zagotovitev zadovoljivih rezultatov z določeno raztopino detergenta je treba skrbno nadzorovati pomembne spremenljivke:

- koncentracija raztopine detergenta,
- temperatura raztopine detergenta,
- mehanski učinek na obdelano površino (hitrost pretoka),
- trajanje pranja (čas).

Koncentracija detergenta - pred začetkom pranja je treba količino detergenta v raztopini prilagoditi na pravilno koncentracijo, med pranjem pa se raztopina redči z vodo za izpiranje in ostanke mleka. Lahko pride tudi do delne nevtralizacije sistema. Zaradi tega je treba med pranjem preveriti koncentracijo detergenta. Če koncentracije ne preverimo, lahko to resno vpliva na rezultat pranja. To lahko preverite ročno ali samodejno. Doziranje mora biti vedno v

skladu z navodili dobavitelja, saj povečanje koncentracije ne pomeni nujno izboljšanja učinka pranja, saj ima lahko zaradi povečanega penjenja tudi obratno posledico. Prekomerna uporaba pralnih sredstev po nepotrebnem podraži pranje.

Temperatura detergenta - učinkovitost raztopine detergenta se običajno poveča z zvišanjem temperature. Mešana pralna sredstva imajo vedno optimalno temperaturo, ki jo je treba uporabiti v procesu pranja. Praksa je pokazala, da je treba pranje z alkalnim detergentom izvajati pri temperaturi, kateri je bil izdelek izpostavljen, vendar ta ne sme biti nižja od 70 °C. Za pranje s kislimi detergenti je priporočljiva temperatura 68 - 70 °C.

Učinek mehanskega pranja – pri ročnem čiščenju se uporabljajo krtače za strganje nečistoč s površin. Pri mehaniziranem pranju cevovodov, rezervoarjev in druge procesne opreme se mehanski učinek doseže s pretokom raztopine detergenta. Tlačne črpalke za detergent so dimenzionirane za večje zmogljivosti kot črpalke za izdelke, saj morajo v ceveh ohraniti hitrost 1,5-3 m/s. Pri teh hitrostih pretoka je tok zelo turbulenten in tak mehanizem pretoka omogoča dober učinek strganja na površini opreme.

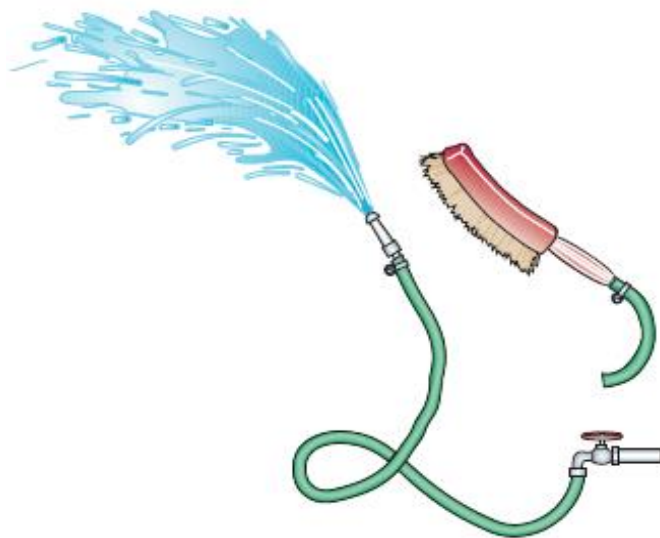


Figure 19. Mechanical cleaning effect

Čas pranja – z detergentom moramo ravnati previdno, s tem dosežemo optimalen učinek. Hkrati je treba upoštevati stroške električne energije, ogrevanja, vode in obratovanja. Po drugi strani pa ni dovolj, da se raztopina detergenta le sprosti po cevovodnem sistemu, temveč mora detergent dovolj krožiti, da se nečistoče raztopijo. Čas, ki je potreben za dosego tega, je odvisen od debeline usedline in temperature raztopine detergenta. Plošče toplotnih izmenjevalnikov s strjenimi koaguliranimi beljakovinami je treba obdelovati z dušikovo kislino v obtoku približno 20 minut. Za raztapljanje mlečne plasti s sten rezervoarjev je dovolj, da jih 10 minut izpostavimo alkalnim sredstvom.

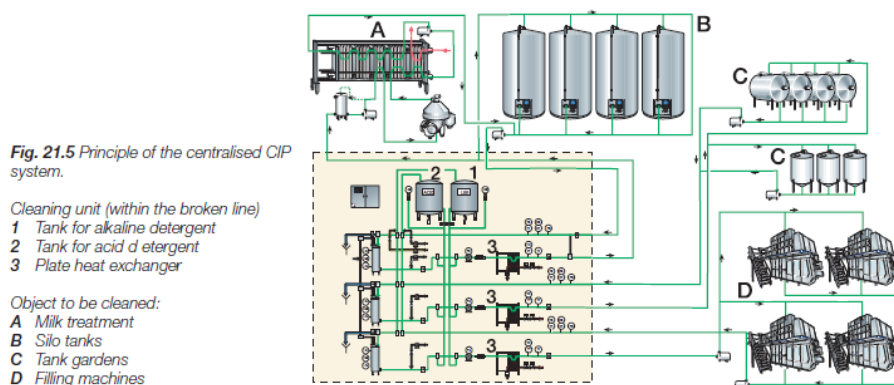
Izpiranje/splakovanje s čisto vodo - po pranju z detergentom je treba površine izpirati z vodo tako dolgo, da se odstranijo sledi detergenta. Ostanke detergenta, ki ostanejo v sistemu po pranju, lahko onesnažijo mleko. Po izpiranju je treba vse dele sistema popolnoma izprazniti, za izpiranje pa uporabiti mehko vodo. S tem preprečite nastanek apnenca na opranih površinah.

Trdo vodo z visoko vsebnostjo kalcijevih soli je treba mehčati na ionskih izmenjevalnikih pri 2 - 4 °dH (nemške stopnje trdote). Po takšnem postopku so oprema in cevovodi praktično sterilni. **Razkuževanje** - učinek bakteriološkega čiščenja je mogoče izboljšati le z razkuževanjem celotnega sistema. Mlekarsko opremo je mogoče razkužiti na dva načina:

- termično razkuževanje (vrela voda, vroča voda, para),
- kemično razkuževanje (jodofori, vodikov peroksid, peroksidna očetna kislina itd.).

Razkuževanje se lahko opravi zjutraj, tik pred začetkom predelave mleka. Mleko se lahko sprejme takoj, ko se razkužilo popolnoma odstrani iz sistema.

Čiščenje na mestu (Cleaning-in-place - CIP) - sistemi so sestavni del manjših, srednjih in velikih proizvodnih sistemov, slika 20. Voda za izpiranje, raztopine detergentov in vroča voda za razkuževanje krožijo po rezervoarjih, ceveh in procesnih linijah brez razstavljanja opreme v zaprtih krožnih pralnih sistemih. Tehnologija CIP je posebno strokovno področje, ki vključuje številne znanstvene in tehnične discipline. Higieno v procesu pridelave in predelave mleka je treba v celoti obravnavati kot zelo pomemben dejavnik pri doseganju končnega cilja, to je kakovostnega mlečnega izdelka. Predpogoj za kakovosten mlečni izdelek je predvsem kakovostno mleko.



Slika 20. Operativni principi centralnega sistema CIP

Dober mlečni izdelek mora imeti:

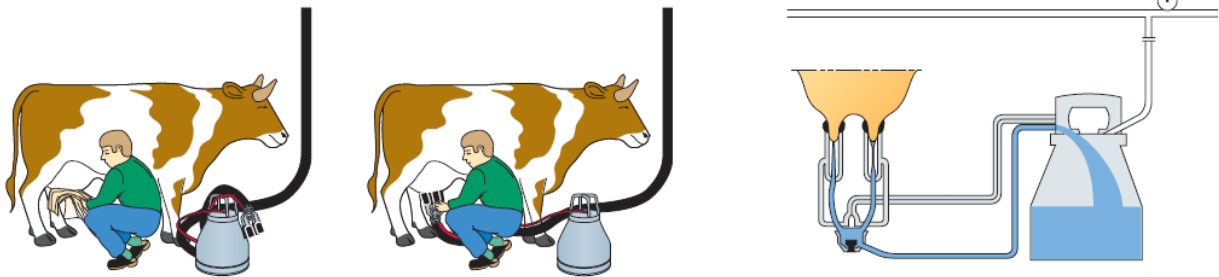
- zahtevan videz,
- privlačno aromo,
- dober okus,
- hranilno vrednost,
- zdravstveno neoporečnost,
- rok trajanja.

Za doseg te ciljev je potreben interdisciplinarni pristop, ki zajema agronomijo, veterinarsko medicino, tehnologijo predelave mleka ter kemijo pralnih in dezinfekcijskih sredstev. Vse te discipline imajo tudi svoje pomembne konstrukcijske, mehanske in nadzorne komponente. V nadaljevanju bomo analizirali vse možne vzroke za onesnaženje pri predelavi mleka od hleva do končnega izdelka, s poudarkom na mikrobiološkem in kemičnem onesnaženju.

Najpomembnejši dejavniki kakovosti proizvedenega mleka

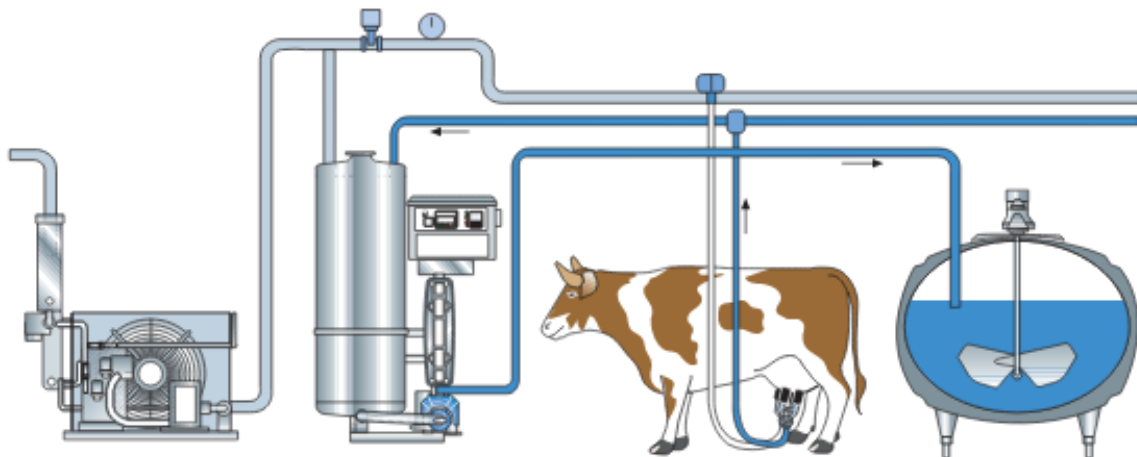
Proizvodnja mleka se začne s krmljenjem krav molznic in konča s čiščenjem in razkuževanjem opreme za molžo in hlajenje. Zato mora proizvajalec mleka obvladati naslednje postopke:

- proizvodnja krme,
- krmljenje,
- molža,
- stiskanje,
- hlajenje mleka,
- čiščenje in razkuževanje opreme za molžo in hlajenje.



Slika 21. Priprava krave na molžo vključuje čiščenje in masažo vimena.

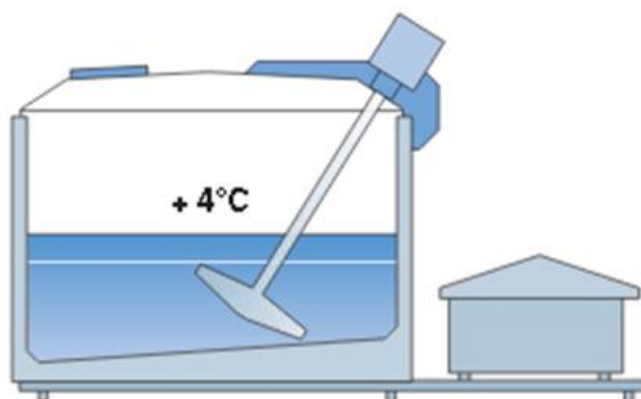
Pri tem je treba v celoti poznati vpliv tehnološke vzreje in skrbeti za higieno.



Slika 22. Pretok mleka v sistemu hitrega hlajenja od krave do hladilne posode.

Poznati morame tudi možne vzroke za onesnaženje mleka in kako zmanjšati njihove učinke, kar pomeni:

- nadzor zdravstvenega stanja krav molznic, zlasti vimena,
- odstranjevanje začetnih curkov mleka,
- čiščenje in razkuževanje seskov pred molžo in njihovo razkuževanje takoj po molži,
- pravilna rutina molže,
- cedenje mleka in hitro hlajenje, Slika 23.



Slika 23. Hladilna posoda z mešalnikom in hladilno enoto

Poleg tega je treba poskrbeti za:

- osebno higieno,
- higieno v hlevu,

- čistočo molzne opreme.

Neočiščena molzna oprema je potencialno najmočnejši in najnevarnejši vir okužbe mleka z mikroorganizmi, zato je čistoča opreme najpomembnejši pogoj za preprečevanje mikrobne okužbe. Kje in v kolikšni meri mikroorganizmi pridejo v mleko? Viri mikroorganizmov v mleku so prikazani v preglednici 2.

Preglednica 2. Viri mikroorganizmov v mleku

<i>Vir</i>	<i>Število na ml zbranega mleka</i>
Zrak v hlevu	do 15000
Roke	do nekaj tisoč
Površina seskov	do 20000
Sesni kanal	do 1000
Bolezen (incl. patogeni)	do 20000
Molzna oprema	Od nekaj tisoč do nekaj milijonov

Iz predstavljenih podatkov v preglednici 2 je mogoče sklepati, da so vsa druga prizadevanja zama, če zanemarimo čiščenje in razkuževanje molzne opreme.

Najpogostejši viri kontaminacije surovega mleka - pri ročni molži se mleko največkrat kontaminira z zrakom v hlevu, posodami za molžo in rokami molznikov. Neprimerno je tudi moljenje z vlažnimi rokami. Pri avtomatski molži z molznim strojem so vsi gumijasti deli opreme za molžo nevarni viri kontaminacije. Pri sistemu za molžo (v hlevu ali na molzišču) je poleg samega molznega stroja nujno poskrbeti za mlečne pipe, spojke za mleko, cevi za mleko in priključne točke na posodi za zbiranje mleka. Pozornost je treba nameniti tudi opremi za sprejem, hlajenje in shranjevanje mleka; posodam za molžo, hladilnikom mleka, tj. ploščnim hladilnikom, in cisternam za ohlajeno mleko. Po vsaki molži, tj. odlaganju mleka, je treba opremo ustrezno očistiti in razkužiti.

Učinek čiščenja je odvisen od številnih dejavnikov:

- stanja opreme (zlasti gumijastih delov, ki morajo biti gladki in elastični),
- temeljitega odstranjevanja nečistoč z zunanjih površin opreme (sistemi za molžo),
- izpiranja molznega sistema z mlačno vodo takoj po molži,

- kakovosti in koncentracije uporabljenih sredstev za čiščenje in razkuževanje,
- temperatur raztopine,
- trajanja čiščenja in razkuževanja,
- učinka mehanskega čiščenja,
- izpiranja ostankov kemičnih sredstev s čisto pitno vodo

Nečistoče pri pridelavi in predelavi mleka - proizvodnja mleka in mlečnih izdelkov z visoko bakteriološko varnostjo zahteva temeljito čiščenje in razkuževanje vseh površin mlekarske opreme in predelovalnega kompleksa. Mlekarska oprema je glavni vir kontaminacije končnega izdelka, zato se tveganje povečuje z večjo površino opreme. Čiščenje opreme po proizvodnji je potrebno, saj je treba nečistoče in mlečne usedline odstraniti, ker predstavljajo odlično okolje za rast mikrobov, ki bi kontaminirali naslednjo serijo proizvodnje. Po čiščenju je treba vse površine razkužiti, da se uničijo vsi mikrobi in encimi, ki so ostali po čiščenju. Razkuževanje slabo očiščene opreme je manj učinkovito, ker nečistoče in ostanki mleka ohranjajo in ščitijo mikrobov pred razkužili. Poleg tega lahko preostale nečistoče inaktivirajo razkužila. Nečistoče v mlekarnah sestavljajo maščobe, beljakovine in mineralne snovi. Mikrobov se vežejo na plasti nečistoč in se pod ugodnimi pogoji hitro razmnožujejo, zato je za uspešno čiščenje mlekarn treba upoštevati več pomembnih dejavnikov:

- dobro zasnovano in uporabo materialov, ki se dobro in enostavno očistijo ostankov svežega, posušenega ali zažganega mleka. Zažgano mleko vsebuje denaturirane beljakovine, maščobne emulzije in kalcijev fosfat, ki otežujejo čiščenje,
- voda pri čiščenju mora biti mehka, saj mineralne soli s sestavinami mleka povzročajo nastanek mlečnih usedlin,
- voda mora biti popolnoma bakteriološko neoporečna,
- raztopina za čiščenje mora imeti optimalno temperaturo (ne sme biti nižja od 33 °C, tj. od temperature pri kateri se stopi mlečna maščoba),
- v ceveh mora čistilna raztopina teči turbulentno, da se dosežejo učinki mehanskega pranja,
- posebej pomembna je sestava čistilne raztopine.

Postopek čiščenja in razkuževanja - čiščenje in razkuževanje sta dva povezana postopka sanitarnega procesa, ki se izvajata ločeno. Učinek čiščenja lahko opišemo kot produkt kemije,

mehanike, temperature in vremena. Preostale mikrobe uniči razkuževanje, ki sledi po čiščenju. Zato je treba predhodno očiščene in oprane površine razkužiti.

Čiščenje in razkuževanje poteka v naslednjih korakih:

1. fizično, mehansko čiščenje; odstranitev vseh vidnih nečistoč,
2. suho čiščenje; odstranjevanje vidnih in očesu nevidnih napak,
3. izpiranje čistilnih sredstev,
4. razkuževanje,
5. zadnje izpiranje (razen če je razkužilo peroksioacetična kislina).

Čistilna sredstva

Voda - detergenti v mlekarški industriji so vodne raztopine baz in kislin, za katere sta pomembna dva dejavnika: prevodnost in vrednost pH. Prevodnost je sposobnost snovi ali raztopine, da prevaja električni tok, vrednost pH pa je negativni logaritem koncentracije vodikovih ionov v vodni raztopini. Čista voda ima $\text{pH} = 7$, kar pomeni, da je koncentracija vodikovih ionov enaka koncentraciji hidroksi ionov. Vrednosti na lestvici pH so nedvoumne, absolutne številčne vrednosti od 0 do 14. Z dodajanjem kisline se pH vode zniža, z dodajanjem baz pa se pH poveča. Kisline imajo vrednost pH manjšo od 7, baze pa večjo od 7. Vodljivost in vrednost pH imata pomembno vlogo pri samodejnem upravljanju postopka čiščenja v mlekarnah. Trdota vode je količina kalcijevih/magnezijevih sulfatov/karbonatov in hidrogenkarbonata, raztopljenega v vodi. Trdota vode je izražena v nemških stopinjah trdote in ima določen pomen pri postopkih čiščenja. Trdota vode je pomembna v procesih čiščenja in izpiranja, saj se raztopljene soli v proizvodnem sistemu odlagajo kot vodni kamen. Zato je treba za čiščenje uporabljati delno zmehčano vodo.

Sestava čistilnih sredstev - glede na razpon vrednosti pH se čistila delijo na alkalna, kislina in nevtralna. Alkalna sredstva vsebujejo baze, sekvestrante in kompleksone, tenzide, sredstva proti penjenju, oksidativne ojačevalce in topila. Kisla sredstva vsebujejo kisline, inhibitorje korozije, tenzide (površinsko aktivne snovi) in sredstva proti penjenju.

Baze - natrijev hidroksid je najpogosteje uporabljena baza (NaOH). Zaradi visoke vrednosti pH reagira z različnimi sestavinami v nečistočah, tako da jih druge spojine zlahka emulgirajo. Natrijev karbonat se uporablja z rahlo alkalnimi sredstvi (Na_2CO_3).

Kisline – pogosto se uporabljata dušikova kislina (HNO_3) in fosforjeva kislina (H_3PO_4). Kompleksi, sekvestranti, tenzidi in druge sestavine izboljšujejo učinke pranja in preprečujejo

morebitne negativne posledice uporabe detergentov. Koncentracijo aktivnih snovi v čistilih je treba preveriti z alkalimetrijo in acidimetrijo z ustreznimi indikatorji.

Razkužila, ki se uporabljajo v mlečni industriji morajo izpolnjevati vrsto zahtev:

- široka paleta delovanja,
- hitro delovanje pri nizkih temperaturah,
- nizka toksičnost,
- dobro izpiranje,
- prijaznost do okolja,
- nekorozivnost,
- ostanki sredstva ne smejo škodovati izdelku,
- možnost samodejnega nadzora koncentracije,
- dobra stabilnost koncentratov in delovnih raztopin.

Vodikov peroksid - komercialna sredstva vsebujejo 35, 50 in 70 % H₂O₂. Vodikov peroksid mora biti dobro stabiliziran, zelo čist in visoke kakovosti. Vodikov peroksid razpade na vodo in nastajajoči aktivni kisik. Deluje oksidativno na biološko aktivne celične sisteme in jih nepovratno uniči, zaradi česar celice odmrejo. Uporablja se pri temperaturah višjih od 50 °C in je okolju prijazen.

Peroksiocetna kislina (PAA) - je razkužilo, ki deluje oksidativno in ima visok oksidacijski potencial. Stabilizirana formulacija je s 15 % PAA v ravnovesju z vodikovim peroksidom, vodo in očetno kislino. PAA reagira s proteini v steni celične membrane. V celico vstopi kot šibka kislina ter uniči encimske sisteme in nukleinske kisline. Deluje na vse vrste mikroorganizmov, bakterijske spore in viruse. Razpade na aktivni kisik, vodo in očetno kislino, zato jo je treba iz proizvodnih sistemov sprati.

Kvarterne amonijeve spojine - so površinsko aktivne snovi (tenzidi), ki se adsorbirajo na površino mikroorganizmov in z zniževanjem površinske napetosti vode vplivajo na prepustnost membrane. S tem se spremeni površinska struktura celice, izničijo se funkcije celične membrane in celice odmrejo. Zaradi drugačne strukture celične stene imajo šibkejši učinek na gramnegativne bakterije.

Aldehidi - so spojine, ki reagirajo z aminoskupinami aminokislin. Nastanejo nepovratne spremembe, ki povzročijo poškodbe celične stene in smrt celice. Ta razkužila se najpogosteje uporabljajo v mlekarstvu. Za manjše obrate so na trgu na voljo nova okolju prijazna čistila in razkužila.

Metode čiščenja – poznamo dve:

- **CIP (cleaning-in-place) postopek čiščenja na mestu**
- **COP (cleaning-out-place) postopek čiščenja v ločenih prostorih**

CIP postopek – je (pol)avtomatično samodejno notranje čiščenje proizvodnih sistemov brez razstavljanja.

Ločimo:

- Enostavni zaprti sistem (kroženje),
- Manjši sistemi CIP za "izgubljeno čiščenje,"
- Popolnoma samodejne naprave CIP z refluksiranimi čistilnimi raztopinami, postopek pa se nadzoruje s prevodnostjo in vrednostmi pH.

Prednosti CIP so: višja kakovost čiščenja, večja varnost, nadzor stroškov.

Postopek COP - je čiščenje opreme in proizvodnega kompleksa v ločenih prostorih ter čiščenje opreme od znotraj, potem ko so proizvodne linije razstavljene.

Čiščenje se izvaja:

- ročno
- z visokotlačnimi napravami,
- s čistilnimi sredstvi s peno.

Kljub razvoju tehnike čiščenja še vedno obstaja potreba po takšnem čiščenju.

Vzorčenje in nadzor čiščenja

Glavni namen higiene v obratu je zagotoviti, da oprema ne onesnaži proizvoda. V primeru kontaminacije mora kontrola ugotoviti, kje je prišlo do bakteriološke, kemične ali kontaminacije s kakšno nečistočo. Metoda nadzora učinkovitosti čiščenja in razkuževanja, kjer je vzorčenje enostavno izvedljivo, je razdeljena v tri skupine:

- nadzor vseh površin, ki jih je treba očistiti po postopku
- nadzor vseh površin, ki jih je treba očistiti le pred začetkom novega postopka (kozarci, plesni za sir itd...),
- posredni nadzor; gre za nadzor raztopin in metod, ki jih uporabljamo pri čiščenju; nadzor surovin, polizdelkov in končnih izdelkov.



Slika 24. Sample analysis - purity control

Metode nadzora in vzorčenja za ugotavljanje učinkovitosti čiščenja in razkuževanja v mlekarnah vključujejo:

- vizualni nadzor,
- vzorčenje s površin mlekarske opreme in proizvodnega kompleksa,
- vzorčenje zraka,
- vzorčenje vode,
- vzorčenje surovin in proizvodov.

Pomemben je redni nadzor zdravstvenega stanja in higiene osebja, higiene okolja, proizvodnega kompleksa ter higienske kakovosti dodatkov. Oprema za vzorčenje mora biti v celoti prilagojena funkciji.

Osnovne smernice za nadzor čistoče – temeljijo na rezultatih mikrobioloških testov. Čeprav so ti testi najpomembnejši, so še vedno pomembni tudi vizualni pregledi, vonjave (kemikalije) in fizikalne analize ter ustrezna obdelava podatkov in njihova interpretacija. Vzorčenje za mikrobiološke teste mora izvajati usposobljeno osebje. Pogostost vzorčenja je odvisna od vrste proizvodnje, kakovosti opreme, stabilnosti proizvodnega procesa in nazadnje od politike kakovosti podjetja. Vzorčenje morajo spremljati natančni zapisi o vseh pomembnih okoliščinah vzorčenja. Kontaktne površine so vse površine, ki pridejo v stik z mlekom. Posebno pozornost je treba nameniti mestom, ki jih je težko očistiti; vdolbinam, stikališčem, ventilom, sondam itd. Po čiščenju in razkuževanju mlekarske opreme, tj. procesne linije pred začetkom proizvodnje, je treba opraviti nadzor, s katerim preverimo ali je prišlo do ponovne kontaminacije. Neposredni metodi nadzora mikrobnega onesnaženja sta brisanje in izpiranje. Obstaja tudi kontaktna metoda, pri kateri se na testirano površino pritisne trdna hranilna podlaga. Nov pristop k tem težavam je odkrivanje ATP in AMP kot indikatorjev prisotnosti mikroorganizmov.

Vzorčenje zraka - zračna mikroflora ima določeno vlogo pri kontaminaciji proizvoda, kadar proizvodnja iz različnih razlogov ne more potekati v zaprtem sistemu. V tem primeru mora biti zrak brez mikroorganizmov, celoten delovni prostor pa mora biti pod povišanim tlakom praktično sterilnega zraka. V takem prostoru je treba nadzorovati število živih mikrobov v zraku.

Nadzor čistilnih raztopin - pred uporabo je treba pri vseh čistilnih raztopinah nadzorovati tudi koncentracijo detergenta, tj. aktivne snovi.

Nadzor surovin in končnega izdelka – to daje odraz higienskega stanja proizvodnega procesa v obratu. Postopek je mogoče razdeliti na segmente in tako poiskati vir onesnaženja.

Proizvajalci mleka hranijo surovo mleko v ustrezno in hitro ohlajenih posodah ali v večji izolirani posodi. Mobilna cisterna, ki zbira mleko na polju, ima gibljivo cev in samosesalno črpalko za zbiranje mleka (od kmetov), ki se pripelje do prevzemne rampe v mlekarni. Kritične točke za morebitno kontaminacijo mleka so:

- notranja površina posode za hitro hlajenje,
- ventili in priklonpe naprave,
- črpalke za mleko,
- fleksibilne cevi.

Po prihodu v mlekarno se surovo mleko prečrpa v posodo (rezervoar) prek filtrov, merilnikov količine mleka in ploščnih hladilnikov za shranjevanje. Kritične točke za morebitno kontaminacijo so:

- mlečni filter,
- merilnik količine,
- ploščni hladilnik,
- posoda za surovo mleko.

Surovo mleko iz posode za mleko gre v oddelek za pasterizacijo mleka. To je začetek predelave mleka.



Financiranje

To gradivo je nastalo s financiranjem projekta "MILK-ed: Sodobno in inovativno spletno znanje o evropski predelavi mleka".

št. projekta 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.