

## KONTAMINACIJA I SANITACIJA U MLJEKARSTVU\*

Prof. dr. Tatjana SLANOVEC, Biotehniška fakulteta, Ljubljana

### SAŽETAK

U članku je prikazan pregled mogućih kontaminacija u mljekarskoj industriji s tehnološkog gledišta i njihov značaj za gotov mlječni proizvod. Prikazani su najčešći kontaminanti, njihov izvor i ukazane su mogućnosti za njihovo odstranjivanje.



Zagađenje mlijeka možemo posmatrati s dva gledišta. Prvo je higijensko-zdravstveno, povezano propisima o zaštiti zdravlja, a drugo tehnološko s kojim se svakodnevno srećemo kod proizvodnje i prerade mlijeka. Ograničimo se na ovo posljednje koje ćemo još nadopuniti s čišćenjem, reinfekcijom i sanitacijom.

Obično govorimo o mikrobiološkoj kvaliteti mlijeka koja je bolja ili lošija, što je povezano s manjom ili većom kontaminacijom. Ipak taj problem kod mlijeka nije tako jednostavan kako izgleda na prvi pogled. Kontaminaciju i s njom povezanu mikrobiološku kvalitetu mlijeka razmatramo i vrednujemo ovisno o namjeni sirovine. Na primjer kod prerade mlijeka u sir zanima nas pored ukupnog broja prisutnih mikroorganizama i koje su to vrste, a posebno *Clostridium tyrobutyricum*. Ovaj zadnji nije interesantan u pasteriziranom mlijeku dok neugodnosti u njemu prouzrokuje npr. *Bacillus cereus*. U mlijeku za sterilizaciju nas zanimaju uz psihrotrofe također i termorezistentni mikroorganizmi i dr.

Kontaminanti su svi mikroorganizmi koji se nalaze u mlijeku bez obzira na to da li su patogeni, tehnološki korisni ili tehnološki štetni. Münch (1974) je ustanovio da u mlijeko dolazi iz okoline do 1.000 kontaminenata na 1 ml (stafilokoki, streptokoki, pseudomonade, laktobacili, bacili, koliformni mikroorganizmi, kvasci, plijesni), iz vimena približno 10.000/1 ml (mikrokoki, streptokoki, stafilokoki, pseudomonas, koliformni mikroorganizmi, kvasci) i iz opreme za mužnju oko 100.000 mikroorganizama na 1 ml (pseudomonas, streptokoki, mikrokoki, sarcine, flavobakterije, stafilokoki, bacili, koliformni mikroorganizmi, kvasci, plijesni).

Od istog autora dat je pregled važnih mikroorganizama s higijenskog i tehnološkog stanovišta u sirovom mlijeku u tabeli 1.

Od današnjih uvjeta proizvodnje mlijeka (strojna mužnja, hlađenje na 4—6° C, cirkulaciono pranje s detergentima i dezinficijensima i dr.), najveće zagađenje prouzrokuje oprema za mužnju. Ta kontaminacija se kvantitativno i kvalitativno mijenja zavisno o temperaturi i trajanju uskladištenja mlijeka.

\* Referat održan na savjetovanju »Bitenčevi živilski dnevni«, Ljubljana 1979.

Tabela 1

## Pregled najčešćih mikroorganizama u sirovom mlijeku (Münch, 1974)

	laktobacili	Lb. helveticus, Lb. lactis, Lb. bulgaricus, Lb. casei, Lb. plantarum, Lb. fermenti...
gram pozitivni štipići	mikrobakterije	M. lacticum, M. flavum
	bakterije	Prop. shermanii, Prop. freudenreichii,
	propionske	Prop. pentosaceum
	brevibakterije	Brevib. linens
	bacili	B. cereus (mycoides), M. megaterium, B. subtilis, (mesanericus)
	klostridiji	Cl. tyrobutyricum, Cl. butyricum, Cl. sporogenes, Cl. perfringens
koki	streptokoki	Sc. lactis, Sc. cremoris, Sc. thermophilus
	leukonostok	Leuc. citrovorum, Leuc. dextranicum
	stafilokoki	St. aureus, St. epidermidis
	mikrokoki	M. caseolyticus, M. luteus, Sarcina lutea, Sarcina flava
gram negativni štipići	enterobakterije	Escherichia, Aerobacter, Proteus, Serratia, Salmonella, Sighella
	pseudomonas	Ps. flourescens, Ps. aeruginosa, Ps. putida, Ps. fragi
	ahromobakterije	Achromobacter, Alcaligenes, Flavobacterium

Upotreba detergenata i dezinficijensa ne utječe na ukupni broj mikroorganizama u mlijeku, ali zato na njihov sastav. Busse (1978) ustanovljuje da kod niskog ukupnog broja kontaminenata prevladavaju mikrokoki (95%) nad gram negativnim štipićima (5%). Kod visokog ukupnog broja brojčani odnos mikrokoka i gram negativnih mikroorganizama se sužava (40% : 45%). Pored toga ovi posljedni su većinom psihrotolerantni i po svojoj djelatnosti lipoliti i proteoliti s termostabilnim enzimima. Pregled najčešćih psihrotrofa i termorezistentnih mikroorganizama u sirovom mlijeku prikazuje tabela 2 (Thomas, 1974).

U mljekarskom se pogonu najprije srećemo s čišćenjem mlijeka, kasnije s reinfekcijom mlijeka i mlječnih proizvoda te tako do ponovnog zagađenja. Kao što znamo postoje mogućnosti popravljivanja higijenske, tehnološke i mikrobiološke kvalitete mlijeka kao što je termička obrada, baktofugiranje, kemijska sredstva itd. Spomenutim postupcima postizavamo zdravstveno-higijenski kvalitet mlijeka i mlječnih proizvoda te produljujemo takvo stanje time što ujedno tokom prerade omogućujemo prevladavanje tehnološki korisnih mikroorganizama koje smo dodali s cjepivom. Znamo da svi postupci mikrobiološkog pročišćavanja mlijeka nisu jednako djelotvorni pa ih zato treba pažljivo izabrati. Kod toga se opet vraćamo na ranije iznesenu misao da mikrobiološki kvalitet svježeg mlijeka određujemo prema namjeni sirovine. O djelovanju izabranog postupka s mikrobiološkog stajališta ne smijemo nikad zaboraviti na njegov utjecaj na tehnološke odnosno kemijsko-fizikalne karakteristike mlijeka.

Tabela 2

**Pregled psihrotrofnih termorezistentnih mikroorganizama u sirovom mlijeku**  
(Busse, 1978)

tip bakterija	psihrotrofni	termorezistentni
streptokoki		Str. faecalis Str. thermophilus Str. bovis
mikrokoki		M. luteus M. varians
korinebakterija		C. lacticum
drugi nesporogeni gram-pozitivni rodovi	Arthobacter spp.	Lactobacillus spp.
koliformni	liquefaciens Enterobacter aerogenes Klebsiella	Pravi termorezistentni sojevi Escherichia coli: vrlo rijetko prisutne
pseudomonas	Ps. fluorescens Ps. putida Ps. cepacia Ps. fragi	
drugi anaerobni gram-negativni rodovi	Acinetobacter spp. Flavobacterium spp. Aeromonas hydrophyla Alcaligenes viscosus	Alc. tolerans
aerobni sporotvorni rodovi	Vrlo malo sporagenih psihrotrofnih mikroorganizama u sirovom mlijeku	Bacillus cereus B. subtilis B. licheniformis B. circulans i drugi
streptomicete		povremeno prisutne

Dodajmo još činjenicu da su neki sojevi psihrotrofa također sporotvorni i termorezistentni, a drugi termorezistentni i psihrotolerantni. Pogledajmo neke podatke koji vrijede za pasterizirano i sterilizirano mlijeko. Grosskopf i Harper (1969) i drugi izolirali su psihrotrofne sojeve *Bacillus cereus* i *B. licheniformis* iz pasteriziranog i steriliziranog mlijeka što bi dakako odgovaralo za termorezistente. Isti autori obavještavaju o prisutnosti psihrotrofnih sporotvornih mikroorganizama u pasteriziranom i steriliziranom mlijeku. Mikolajčik i Simon (1978) su ustanovili rast navedenih mikroorganizama nakon termičke obrade mlijeka na 80°C/10 minuta. Svježe mlijeko je sadržavalo ukupno 100.000 mikroorganizama u 1 ml. Nakon termičke obrade 87% uzoraka (n = 109) sadržavalo je do 10 spora u 1 ml. Nakon 14 odnosno 28 dana je kod 50% odnosno 83% uzoraka broj psihrotrofa dosegao 100.000 u 1 ml. Overcast i Atmaran (1974) su ustanovili slatko sirenje u pasteriziranom mlijeku uskladištenom 10 dana na 7°C, a koje je prouzročio *B. cereus*. Od 700 psihrotrofa izoliranih iz pasteriziranog mlijeka Washam sa suradnicima (1977) pronašao je 135 termo-

rezistentnih kod 72<sup>o</sup> C/16 sekundi, a koji su se reaktivirali kod 7,2<sup>o</sup> C. Najviše je bio prisutan rod *Bacillus* od nesporotvornih a zatim još rodovi *Arthrobacter*, *Microbacterium*, *Streptococcus* i *Corynebacterium*. Davies (1975) smatra da psihrotrofi koji prežive HTST postupak termičke obrade mlijeka kod 71,7<sup>o</sup> C/15 sek. oblikuju spore koje također prežive UHT proces kod 135—150<sup>o</sup> C /par sekunda. Rodovi koji se uvrštavaju u ovu skupinu su *Bacillus* i *Clostridium* te vrste *Thermoactinomyces*, koje su sve izolirali iz mlječnog praha, maslaca i sira.

Reinfekcija kao dodatan problem znači pogoršanje kvalitete i trajnosti mlijeka i mlječnih proizvoda. Nadzor higijene obično se zasniva na ustanovljavanju koliformnih mikroorganizama koji su mikroorganizmi indikatori. Oni pokazuju reinfekciju nakon termičke obrade, jer se termorezistentni sojevi *E. coli* u sirovom mlijeku rijetko nalaze. S obzirom da su neki sojevi ovog mikroorganizma enteropatogeni te da radi pomanjkanja higijene postoji mogućnost prisutnosti i drugih patogenih mikroorganizama onda je reinfekcija potencijalna opasnost za zdravlje. To pogotovu dolazi do izražaja kod onih mlječnih proizvoda koji ne zore, ili vrlo kratko, te koji za tu mikrofloru imaju povoljne uvjete: pH, rH, osmotski pritisak, biotop i sl.

Frank i sar. (1977) su npr. pratili aktivnost patogenih i nepatogenih sojeva *E. coli* u camembertu. Njihov broj se naglo povećao prvih 6 sati nakon proizvodnje sira, ovisno o pH sirne mase koja je utjecala na njih baktericidno ili bakteriostatski (letalni pH je između 4,6 i 5).

Izvori i mjesta reinfekcije pojedinih mlječnih proizvoda su u mljekari poznati te se u praksi provodi odgovarajući postupak čišćenja i dezinfekcije opreme. Poznati su zahtjevi za detergente i dezinficijense te njihova svojstva. Da to malo rasvijetlimo iznosimo tabelu 3, koja pokazuje aktivne spojeve u kemijskim dezinfekcijskim sredstvima i način njihovog djelovanja (Jager, 1978).

Na koncu bi se možda trebalo osvrnuti s nekoliko riječi o odnosu: mikroorganizam — kemijsko dezinfekciono sredstvo — temperatura. Različite osobine pojedinih grubo odjeljenih skupina mikroorganizama pogoduju različitim učincima sterilizatora i temperature. Prema Schmidhuber-u (1978) učinci su slijedeći. Virusi i fagi nemaju metabolizma te ih lako uništimo s destruktivno djelujućim sredstvima. Gram-pozitivne bakterije reagiraju s površinski aktivnim dezinfekcijskim sredstvima. Radi višeslojne stanične membrane s malo proteina i lipida su otporne prema toplini (stafilokoki, streptokoki, laktobacili, propionske bakterije). Posebno otporne su gram — pozitivne bakterije koje tvore spore (*Bacillus*, *Clostridium*). Gram — negativne bakterije imaju jednoslojnu staničnu membranu, koja ima mnogo lipida, te su zato osjetljive na toplotu (lipoliti, proteoliti, koliformni mikroorganizmi). Kvasci su po osobinama i otpornosti slični gram — pozitivnim bakterijama. Plijesni imaju u staničnoj membrani hitin i hemi — celulozu, te su zato i termički i kemijski rezistentne.

S obzirom na raznolikost mikroflore s kojom se srećemo u mljekarstvu te prirodi i značaju mlijeka i mlječnih proizvoda u prehrani, zahtjevi na efikasnost sanitacije i s tim u vezi sredstava za čišćenje i dezinfekciju su veliki. Važan je pravilan izbor korištenja i uzimanja u obzir kemijskih i mehaničkih faktora te temperature i vremena. To vrijedi kako za proizvodnju mlijeka tako i za prerađivačke pogone.

Tabela 3

Pregled djelotvornih tvari u kemijskim dezinfekcijskim sredstvima (Jager, 1978)

	sredstvo	djelovanje
alkoholi	etanol, iso-propanol	koagulacija proteina
fenoli	fenol, krezol, klorfenol, klorkrezol	koagulacija proteina
oksidanti	vodikov peroksid kalijev permanganat hipoklorit, kloramin	oksidacija staničnih sastojaka
reducenti	sumporasta kiselina	redukcija, promjena sredine (rH)
kiseline i lužine	sumporna kiselina dušična kiselina natrijev hidroksid	hidroliza, promjena sredine (pH)
ioni teških kovina	sublimat, srebro, bakar	kemijska veza na sulfhidrilne skupine proteina
plinovi	formalin, etilenoksid	substitucija, skrućivanje proteina
pcvršinsko aktivne tvari:		
kation-aktivni	kvarterni amonijeve spojevi, kvarterni fosforni spojevi	koagulacija proteina
amfoteri	tensidi	permeabilitetna promjena stanične membrane, koagulacija proteina, enzimatski inhibitor
neionski	jodofori	oksidacija staničnih sastojaka

#### CONTAMINATION AND SANITATION IN DAIRY INDUSTRY SUMMARY

*The article gives a survey of possible contaminations in the Dairy industry from technological point of view and their meaning in connection with individual dairy products. There are presented the most frequently present microorganisms, their origin and the possibilities for sanitation.*

## Literatura

- BUSSE M. Einfluss der Reinigung und Desinfektion auf die bakteriologische Qualität der Rohmilch. **Deutsche Molkerei Zeitung**, 99 (1978) 7, 208.
- DAVIES F. L. Heat resistance of Bacillus species. **J. of the Society of Dairy Technology**, 28 (1975), 2, 69.
- FRANK J. F., HARTHE, H., OLSON N. F. Survival of Enteropathogenic and Non-pathogenic *E. coli* during the Manufacture of Camembert Cheese. **J. of Food Protection**, 40 (1977) 12, 835.
- GROSSKOPF J. C., HARPER W. J. Isolation and identification of psychrotrophic sporeformers in milk. **Milchwissenschaft**, 29 (1974) 7, 467.
- JAGER H. Grundlagen der Reinigung und Desinfektion. *Milchwirtschaftliche Berichte, Wolfpassing-Rotholz*, 1978, 57, 285.
- MAXCY R. B. Nature and growth response of the microflora of pasteurised milk. **J. of Food Technology**, 30 (1967), 213.
- MIKOLAJČIK E. M., SIMON N. T. Heat Resistant Psychrotrophic Bacteria in Raw Milk and their Growth at 7° C. **J. of Food Protection**, 41 (1978) 2, 93.
- MÜNCH S. Bakteriologie der Emmentalerkäseerei. **Deutsche Molkerei Zeitung**, 95 (1974) 39, 1414.
- OVERCAST W. W., ATMARAH K. The role of *Bacillus cereus* in sweet curdling of fluid milk. **Milk Food Technology**, 37 (1967) 233.
- SCHMIDHUBER W. Erfahrungen mit neue Desinfektionsmitteln. *Milchwirtschaftliche Berichte, Wolfpassing-Rotholz*, 1978, 57 285.
- THOMAS S. B. The microflora of bulk collected milk. **Dairy Industries**, 39 (1974) 8. 279.
- THOMAS S. B., THOMAS B. F. The bacterial content of Milking machines and Pipeline Milking plants. **Dairy Industries International**, 42 (1977) 4, s. 7, 42 (1977) 5, s. 16, 42 (1977) s. 19, 43 (1978) 5, s. 17, 43 (1978) 10 i 5.
- WASHAM C. J., OLSON H. C., VEDAMUTHU E. R. Heat-Resistant Psychrotrophic Bacteria Isolated from Pasteurised Milk. **Journal of Food Protection**, 40 (1977) 2, 101.
- (Preveo D. B.)

### SSSR — UVOZNIK I IZVOZNIK MASLACA

Godine 1977. SSSR je bio najveći proizvođač maslaca u svijetu.

Izvoz i uvoz maslaca kretao se je kako slijedi:

Godina	Izvoz maslaca iz SSSR tona	Uvoz maslaca u SSSR tona	Višak izvoza nad uvozom tona
1974.	18.339	10.912	7.427
1975.	19.999	11.602	8.397
1976.	16.515	9.559	6.956

DMW 30 (2)

M. M.