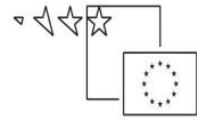




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

TEHNOLOGIJA MLEKA

NEŽKA BAJT

Višješolski strokovni program: Živilstvo in prehrana
Učbenik: Tehnologija mleka
Gradivo za 2. letnik

Avtorica:

Nežka Bajt, univ. dipl. živ. teh.
BIOTEHNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER LJUBLJANA
Višja strokovna šola



Strokovna recenzentka:

Marija Kostadinov, univ. dipl. živ. teh. pred.

Lektorica:

Darja Morelj, prof. slov. in nem.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

637.1/.3(075.8)(0.034.2)

BAJT, Nežka
Tehnologija mleka [Elektronski vir] : gradivo za 2. letnik /
Nežka Bajt. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod IRC, 2011. -
(Višješolski strokovni program Živilstvo in prehrana / Zavod IRC)

Način dostopa (URL): http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Tehnologija_mleka-Bajt.pdf. - Projekt Impletum

ISBN 978-961-6857-25-3

258158848

Izdajatelj: Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM
Založnik: Zavod IRC, Ljubljana.
Ljubljana, 2011

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji 132. seji dne 23.9.2011 na podlagi 26. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, št. 16/07-ZOFVI-UPB5, 36/08 in 58/09) sprejel sklep št.01301-5/2011/11-2 o potrditvi tega učbenika za uporabo v višješolskem izobraževanju.

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008-11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007-2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	3
2 MLEKO NEKDAJ	4
3 NASTANEK IN PRIDOBIVANJE MLEKA	6
3.1 NASTANEK MLEKA	6
3.2 MOLŽA.....	7
3.3 PRIMARNA OBDELAVA MLEKA.....	8
4 SESTAVA IN LASTNOSTI MLEKA	11
4.1 KOLOSTRALNO MLEKO	12
4.2 VODA	13
4.3 MLEČNA MAŠČOBA	13
4.3.1 Fosfolipidi	15
4.3.2 Steroli	16
4.4 LAKTOZA ALI MLEČNI SLADKOR	16
4.4.1 Fermentacija laktoze	17
4.5 BELJAKOVINE IN DRUGE DUŠIČNE SNOVI V MLEKU	19
4.5.1 Kazein.....	20
4.5.2 Proteini sirotke ali serumproteini	23
4.6 MINERALI V MLEKU	24
4.7 VITAMINI	25
4.8 ENCIMI.....	26
4.9 SOMATSKE CELICE	26
4.10 ANTIBIOTIKI IN DRUGE ZAVIRALNE SNOVI V MLEKU	26
4.11 MIKROORGANIZMI V MLEKU.....	27
4.11.1 Pogoji za rast mikroorganizmov	27
4.11.2 Primarna in sekundarna mikroflora mleka	29
4.11.3 Nekateri nezaželeni mikroorganizmi v surovem mleku.....	30
4.11.4 Bakteriofagi	31
5 POSTOPKI OBDELAVE MLEKA – sekundarna obdelava	32
5.1 SPREJEM MLEKA.....	32
5.2 TOPLOTNA IN MEHANSKA OBDELAVA MLEKA.....	34
5.2.1 Pasterizacija.....	34
5.2.2 Proizvodnja pasteriziranega mleka.....	37
5.2.3 Mehanska obdelava mleka	39
5.2.4 Sterilizacija mleka	44
6 FERMENTIRANO MLEKO	48
6.1 MLEKARSKE MIKROBIOLOŠKE ALI STARTERSKE KULTURE.....	49
6.2 OSNOVE PROIZVODNJE FERMENTIRANIH MLEČNIH IZDELKOV	50
6.3 JOGURT.....	50
6.3.1 Jogurti s podaljšano obstojnostjo	52
6.4 KISLO MLEKO	52
6.5 KISLA SMETANA.....	52
6.7 PROBIOTIČNI IZDELKI.....	53
6.8 MEŠANE KULTURE MLEČNOKISLINSKIH BAKTERIJ IN KVASOVK.....	55
6.8.1 Kefir	55
6.8.2 Kumis	55
6.9 KOMBINIRANA FERMENTACIJA Z MLEČNOKISLINSKIMI BAKTERIJAMI IN PLESNIMI	56

7 SUROVO MASLO	57
7.1 PROCES PROIZVODNJE MASLA.....	57
7.1.1 Kakovost masla in napake.....	59
7.1.2 Pinjenec	60
8 ZGOŠČENI IN SUŠENI MLEČNI IZDELKI	61
8.1 ZGOŠČENO MLEKO	61
8.2 MLEKO V PRAHU	62
9 SIR	64
9.1 RAZVRŠČANJE SIRA.....	64
9.2 IZDELAVA SIRA.....	65
9.2.1 Odbira mleka za sir	65
9.2.2 Obdelava mleka za sir	65
9.4 NAPAKE SIRA.....	75
10 PREGLED VRST SIRA	77
11 TOPLJENI SIR	78
11.1 SOLI IN SUROVINA ZA TOPLJENJE.....	78
12 PROIZVODNJA SLADOLEDA.....	80
13 EKOLOŠKA PREDELAVA MLEKA	81
14 NADZOR V OBRATIH ZA PROIZVODNJO IN PREDELAVO MLEKA.....	83
15 VAROVANJE OKOLJA	84
15.1 SIROTKA.....	84
16 EMBALAŽA IN ODPADNA EMBALAŽA	86
17 LITERATURA	87

KAZALO SLIK

Slika 1: Prečni prerez mlečne žleze.....	6
Slika 2: Mlekovtorni mehurček.....	6
Slika 3: Vime kože.....	7
Slika 4: Shema alveolarne celice v mlečni žlezi.....	7
Slika 5: Delovanje adrenalina.....	8
Slika 6: Delovanje oksitocina.....	8
Slika 7: Rast bakterij v surovem mleku pri 4 °C.....	9
Slika 8: Potopni hladilnik.....	10
Slika 9: Vrtljivi hladilnik.....	10
Slika 10: Hladilni bazen s kompresorsko enoto.....	10
Slika 11: Shematski prikaz membrane maščobne kroglice po Kingu.....	14
Slika 12: Prerez maščobne kroglice.....	14
Slika 13: a) glavne komponente kazeina, b) prostorska zgradba micel in submicel.....	21
Slika 14: Kazeinska micela.....	21
Slika 15: Kazeinska submicela.....	21
Slika 16: Koagulacija mleka s himozinom – encimska koagulacija.....	23
Slika 17: Razdelitev bakterij glede na optimalno temperaturo rasti.....	29
Slika 18: Vpliv temperature na rast bakterij v surovem mleku.....	29
Slika 19: Sprejem mleka v mlekarni.....	33
Slika 20: Cevni izmenjevalec toplote.....	35
Slika 21: Cevni menjalnik toplote z oplaščeno cevjo.....	35
Slika 22: Ploščni toplotni menjalnik z delno razmaknjenimi ploščami.....	36
Slika 23: Primer tehnološke linije za pasterizacijo mleka.....	38
Slika 24: Ločevanje emulzije v centrifugi s krožniki (separatorju).....	40
Slika 25: Glavne komponente enostopenjskega homogenizatorja.....	42
Slika 26: Principi membranske filtracije.....	43
Slika 27: Naprava za injiciranje pare v mleko in komora za razprševanje mleka v paro.....	45
Slika 28: Linija za kratkotrajno direktno sterilizacijo.....	46
Slika 29: Končni produkti vrenja, ki nastanejo iz pirogrozdne kisline.....	48
Slika 30: Tvorba mlečne kisline pod vplivom bakterij v mešani jogurtovi kulturi pri 40 °C..	51
Slika 31: Struktura jogurta.....	51
Slika 32: Struktura kefirnega zrnca.....	55
Slika 33: Rast <i>Geotrichum</i> na petrijevki.....	56
Slika 34: Pinja valjaste oblike.....	58
Slika 35: Stroj za kontinuirno proizvodnjo surovega masla.....	59
Slika 36: Tenkoplastni uparjalnik na padajoči film.....	62
Slika 37: Uparjalnik za mleko.....	62
Slika 38: Razpršilni sušilnik.....	63
Slika 39: Centrifugalno razprševanje mleka.....	63
Slika 40: Valjčni sušilnik.....	63
Slika 41: Sirarski stroj.....	66
Slika 42: Sirarska linija za proizvodnjo poltrdega sira kapacitete do 400000 litrov mleka/dan (APV).....	70
Slika 43: Oblikovala iz umetne mase.....	71
Slika 44: Vertikalna in horizontalna stiskalnica za sir.....	71
Slika 45: Soljenje s paletami za potapljanje.....	72
Slika 46: Sir plava v slanici.....	72

Slika 47: Zorilnica parmezana.....	75
Slika 48: Negovanje sira	75
Slika 49: Sirarski svedri, s katerimi spremljamo potek zorenja sira	75
Slika 50: Pršica na skorji sira	75
Slika 51: Razpokan, neelastičen sir zaradi prekislega testa	76
Slika 52: Pozno napihnjjen sir gavda	76
Slika 53: Pozno napihnjjen sir.....	76
Slika 54: Evropski ekološki znak	81
Slika 55: Državni zaščitni znak “ekološki”	81
Slika 56: Blagovni znamki Biodar in Demeter	81

KAZALO TABEL

Tabela 1: Sestava mleka različnih sesalcev.....	11
Tabela 2: Kemijska sestava mleka	11
Tabela 3: Glavne maščobne kisline v mlečni maščobi	15
Tabela 4: Fizikalne lastnosti mlečne maščobe	15
Tabela 5: Pomembnejši proteini v mleku.....	20
Tabela 6: Najpomembnejši makroelementi v mleku.....	25
Tabela 7: Osnovne skupine mikroorganizmov glede na območje njihove rasti	29
Tabela 8: Kriteriji kakovosti surovega mleka	33
Tabela 9: Glavne vrste in režimi pasterizacije	35
Tabela 10: Glavne vrste in režimi sterilizacije.....	44
Tabela 11: Mikroorganizmi, ki jih uporabljamo kot probiotike.....	54
Tabela 12: Sestava zgoščenega mleka	61
Tabela 13: Razvrščanje sira glede na vsebnost maščobe v suhi snovi.....	64
Tabela 14: Razvrščanje sira glede na teksturo in vlago	64
Tabela 15: Faktorji (F) za izračunavanje potrebne količine maščobe v mleku na podlagi količine beljakovin	66
Tabela 16: Kislost mleka, temperature in trajanje encimske koagulacije pri nekaterih sirih...	67
Tabela 17: Zorilni pogoji za nekatere vrste sira	73
Tabela 18: Sestava sirotke.....	84

1 UVOD

Slovensko mlekarstvo je še malo razvito ali pa so njega izdelki taki, da jih ni moč dobro prodati. Mlekarski izdelki obdržé, ako so prav napravljeni, vedno svojo visoko ceno ter se jih tudi lahko proda. Pri nas se ne plača kilogram surovega masla nikdar čez 1 goldinar, med tem, ko se v velikih mestih iztrži za fino namizno surovo maslo 1 goldinar 50 krajcarjev in tudi še več!

Naše mlekarstvo je treba izboljšati! Ni še dovolj, da priznamo slabost svojih izdelkov; na boljo stran obrnilo se bode naše mlekarstvo šele tedaj, kadar se bodo sedanje posode in priprave nadomestile z novimi, boljšimi, kadar bode ravnanje z mlekom tako, kakor ugaja njegovi naturi in vedi novega časa (Pirc, 1884).

Zgodovina je učiteljica za sedanjost in prihodnost. Kdor je ne pozna, dela napake (Kervina, 2005).

Takole sta zapisala v svojih delih dva izmed slovenskih učiteljev mlekarstva, prvi pred več kot sto leti, drugi ne tako dolgo nazaj. Zato tudi predavanja pričenjamo z zgodovinskim razvojem te panoge, katere začetek predstavljajo skromni poskusi in izkušnje naših prednikov v davni, in nadaljujemo do modernih, sodobnih vrst tehnologije, podprte z vso razpoložljivo informacijsko tehniko, najboljšimi vrstami materiala, sodobnimi analiznimi postopki in seveda z najboljšo strokovno usposobljenostjo zaposlenih na tem področju.

Seznani se bomo z mlekom: njegovimi sestavinami, nastankom, pridobivanjem, ravnanjem in predelavo. Kaj se dogaja na poti od mleka do različnih mlečnih izdelkov, bomo spoznali v poglavjih, ki obravnavajo mlečne pijače, fermentirane mlečne izdelke, maslo, različne vrste sira, zgoščene in sušene mlečne izdelke, topljene vrste sira in sladolede. Ob tehnologiji seveda ne bomo pozabili na kakovost izdelkov, varnost potrošnikov in možnosti za njuno zagotavljanje in preverjanje. Nekaj besed bomo namenili čedalje bolj zanimivemu področju ekološkega mlekarstva ter skrbnemu ravnanju z okoljem, kjer mlekarstvo s svojimi stranskimi proizvodi zahteva posebno pozornost.

Proizvodnja in predelava mleka je obsežno, dobro raziskano področje, kjer je stalno prisoten razvoj novih vrst tehnologije in izdelkov, ki skušajo zadovoljiti potrebe najzahtevnejših kupcev in ob tem ohraniti neokrnjenih čim več dragocenih sestavin mleka.

2 MLEKO NEKDAJ

Mleko je najpogostejše naravno živilo, katerega zgodovina sega daleč v preteklost. Prva udomačena žival, od katere je človek pridobil mleko, je bil severni jelen, sledili sta ovca in koza, ki se še danes skromno prehranjujeta. V različnih predelih sveta se je uveljavilo mleko oslice, kobile, bivolice in kamele, jakovo in lamino mleko. Govedo, ki je danes različno razširjeno na vseh celinah, se je razvilo iz divjega goveda. O govedoreji v Sredozemlju pričajo številne najdbe izpred 8000 let, ki prikazujejo molžo, precejanje in hranjenje mleka. Mleko je bilo v starem Egiptu prvotno namenjeno v dar bogovom, po darovanju so ga lahko pili tudi izbranci. Shranjevali so ga v glinenih amforah, kjer se je pogosto tudi skisalo – to je bil začetek fermentiranih napitkov. S stresanjem amfor so izdelovali maslo za kozmetične in obredne namene, zdravilo in posladek. Tudi stari Grki in Rimljani so cenili v prehrani mleko in sir. Hipokrat je 400 let pr. n. š. opozarjal, da je mleko najpomembnejša človeška hrana. Molža je postajala vedno pogostejša in mleka je bilo čedalje več. Na pohode so vojščaki in nomadi nosili mleko v živalskih mehovih, v katerih je potekala drugačna fermentacija – to je bil začetek sirarstva. Grki so pred več kot 2000 leti sirili mleko s figovim sokom, izdelovali so tudi maslo.

V srednjem veku je bilo znanje o mleku še vedno omejeno, strokovnjaki so se ukvarjali z odkrivanjem posameznih sestavin mleka in z uporabo njihovih lastnosti. Encimi v mleku so bili odkriti šele leta 1881 (Nemec C. Arnold), levkociti pa po letu 1906 v povezavi z vimenskimi obolenji. V 19. stoletju je na razvoj mlekarstva pomembno vplival razvoj transportnih sredstev (železnica, parniki), ki je olajšal trgovanje z mlekom in mlečnimi izdelki. V drugi polovici stoletja se je hitro povečevalo število mlekarskih obratov, napredoval je tudi razvoj mlekarskih strojev, opreme in postopkov. Leta 1863 je bil vpeljan postopek hlajenja z ledom in ledno vodo po Švedu G. Schwartzu. Za posnemanje mleka so prvič uporabili centrifugalno silo in leta 1879 je Šved Gustav de Laval izdelal prvo posnemalno centrifugo ("separator") z neprekinjenim delovanjem. Izboljšan "Alfa separator" s konusnimi krožniki iz leta 1888 je predhodnik vseh mlekarskih centrifug, čistilcev mleka, separatorjev in baktofug. Konec stoletja se je mednarodnemu trgovanju s sirom in maslom pridružilo tudi veliko novih izdelkov, kot so trajno (sterilizirano) in kondenzirano mleko, smetana, mlečni prah itd. Sirarstvo se je razvijalo na kmetijah, vrste sira so se razlikovale po okusu, obliki, velikosti, vsebnosti vode in maščobe. Pogosto so sir poimenovali po področjih, od koder se je razširil in skrbno varovali skrivnosti izdelave posameznih vrst sira.

Konec 19. stoletja so se razvila kmetijska združenja, na področju mlekarstva pa je opazen nagel razvoj znanosti, novih odkritij na področju tehnologije in analitike in pojav znanstvenoraziskovalnih institucij. Leta 1902 je bil v Bruslju organiziran 1. svetovni mlekarski kongres z mednarodno udeležbo. Istočasno je bila ustanovljena **Mednarodna mlekarska federacija IDF – FIL (International Dairy Federation – Federation International Laitière)**, ki vsaka štiri leta organizira kongres. Na takem kongresu leta 1908 je bila postavljena prva definicija mleka:

"Mleko je popoln proizvod neprekinjene in do konca opravljene molže pravilno hranjene in ne preutrujene molznice" (Kervina, 2005).

1. junij je od leta 2001 pri FAO (Food and Agriculture Organization) svetovni dan mleka.

RAZVOJ MLEKARSTVA PRI NAS

Živinoreja je bila dejavnost naših prednikov še pred naselitvijo na današnjem ozemlju. Tudi v naše kraje je železnica prinesla spremembe, nove tuje izdelke in prvotna proizvodnja na

zasebnih in cerkvenih posestvih se je preoblikovala okoli leta 1850 v manjše zasebne in združne mlekarne in sirarne. Začetki mlekarstva segajo na Tolminsko in v Bohinj. Na Tolminskem so že leta 1771 v planinskih sirarnah predelovali mešano kravje in ovčje mleko v sir, skuto in sirotko. Bohinjci so se v začetku usmerjali v proizvodnjo masla, Tolminci pa v sirarstvo. Sirjenja jih je učil švicarski strokovnjak Tomaž Hitz, ki je kot potovalni učitelj kasneje tudi Bohinjce naučil izdelovati sir po švicarskem vzoru. Pred nekaj več kot sto leti so na Tolminskem, v Bohinju, Logatcu, Naklem pri Kranju, na Vrhniku in v Škofji Loki ustanavljali mlekarne zadruge, ki so predelovale znatne količine mleka in imele postavljena pravila, ki so urejala količino, čistočo mleka, način molže, potvorbe in druge zahteve v zvezi s kvaliteto oddanega mleka (Kervina, 2005).

V obdobju pred 2. svetovno vojno je bila proizvodnja mleka v Sloveniji nizka, kmetije so imele v povprečju eno do tri krave z mlečnostjo okrog 1300 litrov mleka v laktaciji. Med vojno je mleka primanjkovalo, prav tako še nekaj časa po vojni. Nato so pričeli nastajati kombinati z visoko proizvodnjo mleka in mesa. Leta 1956 so se mlekarne prvič srečale z viški mleka, ki pa je bilo slabe kakovosti. Razvoj je nato potekal v smeri zmanjševanja števila kmetij, ki oddajajo mleko, in povečevanja števila krav na kmetijo ter povečevanja mlečnosti po kravi. Izboljšali sta se tudi kemijska sestava in higienska kakovost mleka.



Več podatkov: KIS Slovenije 2009

<http://www.kis.si/.../ZED 2009 rezultati kontrole prireje mleka v sloveniji.pdf>

<http://www.kis.si/files/cpzgss/...kontrola.../REZULTATI KONTROLE 2009.pdf>



Povzetek

Mleko je živilo živalskega izvora, ki ga je človek na svoji razvojni poti odkril že zelo zgodaj in ga vključil v prehrano. O tem pričajo različni ohranjeni zgodovinski viri. Največkrat povsem naključno, zaradi načina shranjevanja ali transporta, so se v mleku dogajale spremembe in na ta način so se pojavljali različni mlečni izdelki, včasih pa se je mleko povsem pokvarilo. Razvoj strojev in naprav, hladilne tehnike, transportnih sredstev je podaljšal obstojnost tega hitro pokvarljivega živila, ohranil njegovo hranilno vrednost in omogočil razvoj novih izdelkov. Podobno se je mlekarstvo razvijalo tudi pri nas in skupaj z razvojem živinoreje doživljalo vzpone in padce. Danes je kakovost odkupljenega mleka primerljiva z evropsko, prav tako tudi način pridelave in predelave.

Primerjajte gospodarski pomen pridelave in predelave mleka v Sloveniji nekdaj in danes. Napišite v obliki seminarske naloge.

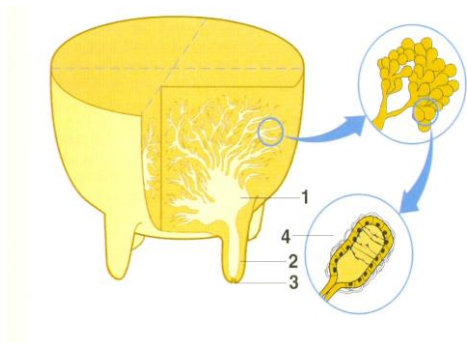
3 NASTANEK IN PRIDOBIVANJE MLEKA

3.1 NASTANEK MLEKA

Krava ima 35 do 40 litrov krvi, za liter ustvarjenega mleka pa mora skozi vime preteči 300 do 500 litrov krvi (Arsov, 1986, 28). V laktaciji proizvede 6000 do 14000 litrov mleka. Koza proizvede glede na svojo telesno maso največ mleka. Odvisno od pasme je to razmerje 1 : 10 do 12, pri kravi pa je 1 : 5 do 6. **Laktacijska doba** pri kozi traja 280 dni, pri ovci 150 dni in pri kravi 305 dni. V tem času proizvede krava preko 8000 l mleka, ovca približno 150 l in koza okrog 700 l (Pavičić, 2006).

Telica je primerna za oploditev pred starostjo dveh let. Brejost traja devet mesecev. Tik pred telitvijo se začne izločanje mleka in vime je pred porodom polno. Prvo sesanje teleta sproži redno tvorbo mleka. Po telitvi krava proizvaja mleko 10 mesecev (305 dni). To je tako imenovano **obdobje laktacije**. Nato pravimo, da krava **presuši**, včasih tudi prisilno (z zmanjšanjem števila molž, redkejšim napajanjem, opustitvijo koncentratov), da se pripravi na telitev. En do dva meseca po telitvi lahko kravo znova pripustijo.

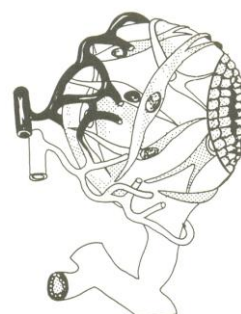
Mlečno žlezo imenujemo **vime**. Razvijati se začne že pri zarodku, takoj po rojstvu pa je zasnova vimena že lepo vidna. Iz štirih srednjih parov bradavic se razvijejo **seski**, včasih se iz zadnjega para razvijejo **passeski**, ki ne izločajo mleka. Do prve brejosti se v vimenu razvija **vezivno tkivo**, v katerem se nabira maščoba, med prvo brejostjo se začne pospešeno razvijati **žlezno tkivo**, maščoba pa izginja.



Slika 1: Prečni prerez mlečne žleze

- 1 vimenska cisterna,
- 2 seskova cisterna
- 3 seskov kanal,
- 4 mlekotvorni mehurček

Vir: Bylund, 1995, 3



Slika 2: Mlekotvorni mehurček

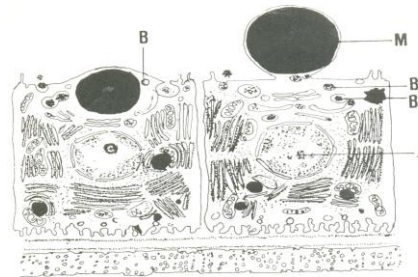
Vir: Arsov, 1986, 26

Kravje vime je sestavljeno iz **štirih četrti**, ki so med seboj povsem ločene z vezivnotkivnimi ovojnici, vime ovce in koze je iz dveh delov. Elastično in neelastično vezivno tkivo sestavlja tudi nekakšno vrečo, v kateri visi vime. Obdaja jo koža, ki nima nosilne vloge, pač pa samo varuje vime. Prazno vime je težko 15 do 30 kg in lahko vsebuje enako težo mleka. Količina mleka je odvisna od razmerja med žleznim in vezivnim tkivom. Čim več je v vimenu žleznega tkiva, tem bolj le-to po molži upade. Vimenske četrti niso enake, zadnji dve sta večji, v njih nastaja približno 60 % mleka. Vsako četrt sestavljajo: žlezni del, cisterna in sesek.

Žlezni del je zgrajen iz velikega števila mlekotvornih mehurčkov – alveol. **Alveole** so v notranjosti obdane z epitelnimi celicami, v katerih nastaja mleko. Alveole se grozdasto povezujejo v **režnjiče**, obdane z vezivnim tkivom, ti pa sestavljajo večje **režnje**. Vsak režnjič ima približno 1 cm³ prostornine, v njem je okrog 100000 alveol. Iz mlekotvornih mehurčkov vodijo **kanalčki**, ki se med seboj združujejo, večajo in na koncu zlijejo v votlinico na dnu četrti, ki ji pravimo **cisterna**. Njena prostornina je 500 do 2000 cm³. Vsaka četrt se na dnu podaljša v **sesek**, v katerem je **seskova cisterna**. V notranjosti je občutljiva sluznica, ki se pri nepravilni molži hitro poškoduje. Na dnu seska je **seskov kanalček**, dolg 8 do 12 mm, ki ga obdaja krožna mišica ali **sfinkter**. Včasih zaradi nepravilnega ravnanja ali poškodb sfinkter oslabi, mleko izteka, v sesek pa vdirajo umazanija in mikroorganizmi. V celice alveol iz krvi prehajajo snovi iz katerih nastaja mleko. Nekatere snovi preidejo iz krvi direktno v mleko, druge pa se v celicah predelajo.



Slika 3: Vime koze



Slika 4: Shema alveolarne celice v mlečni žlezi

J – jedro

M – maščobna kroglica, iztisnjena iz celice

B – zrnca beljakovin v celici in v notranjosti alveole

Vir: Arsov, 1986, 29

Vir: Bylund, 1995, 12

Beljakovine nastajajo iz aminokislin v posebnih celičnih mehurčkih, ki se nato iz notranjosti celice premaknejo proti površini in izločijo vsebino v notranjost alveole. **Kapljice maščob** se izločijo iz celice tako, da se ovijejo s celično steno in jo odnesejo s seboj. Prve kapljice, ki nastanejo po molži, so velike in prilepljene na steno alveole, potem pa se manjšajo zaradi naraščajočega pritiska v mehurčku. **Mlečni sladkor** nastaja iz krvnega sladkorja, **vitamini in minerali** prehajajo v mleko direktno iz krvi. Ko je vime polno, se zaradi pritiska zmanjša tvorba mleka.

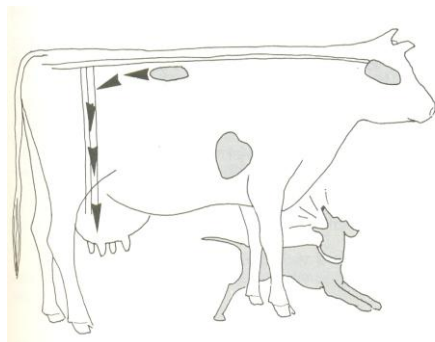
Današnja definicija mleka se glasi: "Mleko je normalen izloček mlečne žleze, dobljen z redno neprekinjeno molžo ene ali več zdravih krav, ki so pravilno krmljene in vzdrževane, ter mu ni nič dodano niti odvzeto".

3.2 MOLŽA

To je opravilo, s katerim v laktacijski dobi pridobivamo mleko iz vimena živali.

Molža je lahko **ročna** ali **strojna**, v obeh primerih pa moramo upoštevati pogojne reflekse in hormonsko delovanje, če hočemo, da bo molža uspešna. Znani ugodni dražljaji, kot so ropot molznega stroja, masaža vimena itd., potujejo po hrbtenjači do možganov in v hipofizi se začne sproščati hormon **oksitocin**. Po krvi pride v vime, povzroči krčenje alveol in širjenje kanalčkov in mleko priteče v cisterno. Oksitocin deluje 4 do 7 minut in v tem času mora biti krava pomolžena. V nasprotnem primeru, če se krava slabo počuti, če se pojavi bolečina ali

drugi neznani dražljaji, se iz nadledvičnih žlez sprosti hormon **adrenalin**, ki po krvi pride v vime in povzroči stisnjenje mišic, ki zapirajo izhode iz alveol. Posledica je, da krava mleko zadrži.



Slika 5: Delovanje adrenalina
Vir: Arsov, 1986, 31



Slika 6: Delovanje oksitocina
Vir: <http://www.delaval.com>
(3. 6. 2010)

Molža lahko poteka na stojšču, v molzišču ali na pašniku. Strojno molzemo v molzni vrč ali v mlekovodni sistem. V vsakem primeru žival pripravimo na molžo:

- temeljito ji suho ali mokro očistimo in masiramo vime,
- v posebno posodo s temnim dnom pomolzemo prve curke mleka, da preverimo videz in odstranimo najbolj okuženo mleko iz seskovega kanala.

Sledi ročna molža ali natikanje **molzne enote**, ki iztiska mleko iz vimena s pomočjo vakuuma. **Molzno enoto** sestavljajo: pulzator, dolga mlečna cev, dvojna vakuumska cev, kolektor, kratke mlečne in vakuumske cevke, kontrolna stekelca, sesne čaše in sesne gume. **Pulzator** izmenično ustvarja vakuum in atmosferski pritisk na **sesnih gumah**. **Dvojna vakuumska cev** povezuje pulzator s **kolektorjem**, v katerem se zbira mleko iz štirih seskov. **Kratke vakuumske cevke** povezujejo kolektor s **sesnimi čašami**, ki so nameščene na seske. Mleko teče v **molzni vrč** ali po **mlekovodu** v hladilni bazen ali cisterno. Preden snamemo molzno enoto, masiramo četrti in tako izmolzemo še zadnje curke mleka, ki vsebujejo največ maščobe. Nato molzno enoto snamemo in takoj prenesemo na vime druge krave. Pri tem pazimo, da ne pade na tla. Seske pomolžene krave pomočimo v posodico z razkužilom. Molzne enote so lahko tudi polavtomatske, kjer molzniku ni več treba paziti na izmolzevanje in tudi stimulacijo krave delno opravi stroj. Lahko pa je snemanje molznic avtomatsko. Na velikih posestvih vse pogosteje uporabljajo molzne robote.



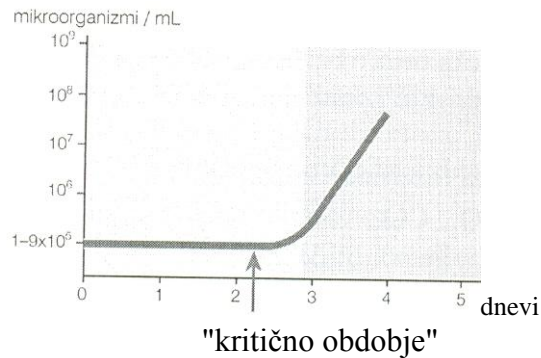
Več: <http://www.google.si/images?hl=sl&gbv=2&q=melkrobot&spell=1&sa=X>
<http://westfalia.com>
www.delaval-us.com/.../The_Mammary_Gland.htm

3.3 PRIMARNA OBDELAVA MLEKA

Primarna obdelava mleka obsega **čiščenje**, **hlajenje** in **skladiščenje mleka** po molži ter **transport** in **kontrolno kvalitete** surovega mleka.

Čiščenje mleka pri ročni molži pomeni precejanje, saj mora biti mleko čisto, brez vidnih delcev umazanije. Pri strojni molži mleko precejamo že med molžo, saj so filtrirni vložki vstavljeni v dele molznega stroja in jih moramo redno menjati. **Hlajenje** mleka moramo

opraviti takoj po molži, ker z njim vzdržujemo kvaliteto namolženega mleka, nikakor pa je ne izboljšujemo. Po molži ima mleko temperaturo 35–36 °C, kar je idealna temperatura za rast in razmnoževanje večine mikroorganizmov. V mleko pridejo iz zraka, preko živali, molznika, molzne opreme, vode itd. S higieno pri molži, s čiščenjem in razkuževanjem vimena ter površin, ki pridejo v stik z mlekom, poskrbimo, da je onesnaženje čim manjše, povsem pa ga ne moremo izključiti. Zato hladimo mleko takoj po molži do temperature **pod 4 °C**.



Slika 7: Rast bakterij v surovem mleku pri 4 °C
Vir: Bylund, 1995, 7

Odkupna področja mlekarn so velika, zato poteka dostava mleka dnevno, pogosto celo na vsake dva ali tri dni. Mleko mora biti v zaprtem sistemu, ohlajeno pod 4 °C. Na ta način izkoristimo prilagoditveno lag-fazo mikrobne populacije ter baktericidno fazo mleka, v kateri učinkujejo naravno prisotne protimikrobne snovi mleka. Mleko hladimo na več načinov:

- z vrtljivim hladilnikom, ki hladi mleko z vodovodno vodo,
- s površinskim rebrastim ali ploščnim hladilnikom, ki prav tako hladi mleko z navadno vodo,
- s potopnim hladilnikom, katerega evaporator je nameščen v posodi z mlekom,
- v hladilnem bazenu z ledeno vodo za posredno hlajenje ali z evaporacijo hladilnega sredstva,
- v hladilnem tanku z direktno evaporacijo hladilnega sredstva.

Izbira načina hlajenja je odvisna od velikosti proizvajalca. Hlajenje v vrčih je primerno za manjša posestva, v bazenu za srednje velika in v cisterni za velika posestva.

Skladiščenje mleka pomeni shranjevanje ohlajenega mleka na posestvu ali v zbiralnici do transporta v mlekarno. Danes večinoma mleko transportiramo v mlekarno v izoliranih, nerjavečih avtocisternah, ki so opremljene z napravami za hlajenje in mešanje mleka, vzorčenje, evidentiranje količine, temperature in kislosti. Podobno poteka pridobivanje kozjega in ovčjega mleka, ki ga prav tako hladimo pred oddajo v predelavo.



Več: www.melktransport.nl/bedrijven.php?pagina=6



Slika 8: Potopni hladilnik



Slika 9: Vrtljivi hladilnik

Vir: Arsov, 1986, 77,80



Slika 10: Hladilni bazen s kompresorsko enoto

Vir: Buchgraber et al., 1996



Povzetek in vprašanja

Mleko sesalcev nastaja v mlečni žlezi iz sestavin, ki pripotujejo tja s krvjo. Količina in sestava proizvedenega mleka je odvisna od vrste živali, pasme, starosti, laktacijskega obdobja, zdravstvenega stanja, vrste in količine krme. Na kvaliteto namolženega mleka vpliva higienski režim pred, med in po molži ter ravnanje z mlekom pred oddajo v mlekarne in med transportom.

1. Katere živali dajejo mleko za prehrano človeka? Katere pasme različnih molznic živali redimo v Sloveniji?
2. Kakšne so osnovne razlike v zgradbi mlečne žleze krave, ovce in koze?
3. Natančno opišite anatomsko zgradbo vimenske četrti.
4. Iz katerih sestavin krme in kako v prebavilih nastajajo sestavine mleka?
5. Opišite, kakšna hormonska podpora je potrebna pri nastanku mleka in molži.
6. Kako pravilno pripravimo žival na molžo? Katere sestavne dele ima molzni stroj?
7. Kakšne sisteme molže poznamo? Navedite prednosti in slabosti posameznih sistemov.
8. Zakaj moramo mleko takoj po molži ohladiti in do kakšne temperature?
9. Opišite sisteme hlajenja mleka na posestvu ali v zbiralnici mleka. Ali hlajenje zavira rast vseh mikroorganizmov?
10. Kako poteka transport mleka do mlekarne? S katerimi napravami so opremljena sodobna transportna sredstva za mleko?

4 SESTAVA IN LASTNOSTI MLEKA

Mleko je od udomačitve živali postalo nepogrešljiva hrana človeštva na vseh kontinentih. Prva hrana sesalcev je mleko, ki zadosti potrebam po proteinih, maščobi in ogljikovih hidratih. Sestava mleka je pri posameznih sesalcih zelo različna in je prilagojena potrebam mladiča, odvisna je tudi od klimatskih in genetskih faktorjev. Nekatere domače živali proizvajajo veliko več mleka kot ga potrebuje mladič, mleko teh živali (govedo, drobnica) je zaradi svoje kemične sestave primerno tudi za ljudi.

Pod pojmom **mleko** vedno razumemo kravje mleko, medtem ko moramo druge vrste mleka označiti: ovčje, kozje, bivolje, kobilje mleko itd. Vse vrste mleka vsebujejo enake sestavine, vendar se razlikujejo po prehranskih, fizikalno-kemijskih in tehnoloških lastnostih (Tratnik, 1998).

Tabela 1: Sestava mleka različnih sesalcev

Sestavine	Človek %	Krava %	Ovca %	Koza %	Konj %	Severni jelen %	Bivol %
voda	87,2	87,5	82,7	86,6	90,1	66,9	82,8
ogljikovi hidrati	7,0	4,8	6,3	3,9	5,9	2,8	5,5
maščoba	4,0	<4,2	5,3	3,7	1,5	16,9	7,4
beljakovine	1,5	3,5	4,6	4,2	2,1	10,6	3,6
elementi v sledovih	0,3	0,7	0,9	0,8	0,4	1,2	

Vir: <http://de.wikipedia.org/wiki/Milch> (28. 4. 2010)

Mleko je izloček mlečne žleze in vsebuje preko sto različnih kemijskih sestavin. Lahko ga smatramo za **pravo raztopino**, **emulzijo** in **koloidno raztopino** obenem. Pravo raztopino v mleku tvorijo voda, laktoza in minerali, emulzijo voda in maščoba, koloidno raztopino v mleku pa tvorijo voda in beljakovine.

Tabela 2: Kemijska sestava mleka

Sestavina mleka	Povprečna vrednost (%)	Mejne vrednosti (%)
voda	87,5	85,5–89,5
suha snov	12,5	11–14
maščoba	3,9	3,2–5,5
proteini	3,4	2,6–4,2
laktoza	4,7	4,6–4,9
minerali	0,7	0,6–0,8

Vir: po Đorđević, 1982, 8

Razmislite: Katere so osnovne razlike v lastnostih pravih raztopin, emulzij in koloidov?

Shematski prikaz sestavin mleka:



Vir: Slanovec, 1982, 24

4.1 KOLOSTRALNO MLEKO

To je takoj po telitvi prvi izloček mlečne žleze. Prvih osem dni po telitvi ga ni dovoljeno oddajati v mlekarno. Vsebuje manj laktoze in kazeina kot normalno mleko, količina suhe snovi je višja, več je tudi maščob. Barva mleka je temnejša, povečana je gostota, okus rahlo greni. Količina beljakovin je povišana zaradi sirotkinih proteinov (laktoalbumini, laktoglobulini) in imunoglobulinov, ki dajejo zaščito novorojenemu teletu. To mleko je neprimerno za predelavo. V prehrani ljudi ga ne uporabljamo.



Več o kolostrumu ali mleživu:

www.kgzs-ms.si/users_slike/metkab/ZED09/26Pirman.pdf



Povzetek in vprašanja

Kemijska sestava mleka je zelo zapletena, saj vsebuje več sto kemijskih sestavin, v katerih je preko 90 popolnoma različnih gradbenih snovi. Mleko je zato bele barve in polnega okusa, v kemijskem smislu pa je koloid, emulzija in prava raztopina.

1. Zakaj je mleko prava raztopina, koloid in emulzija hkrati?
2. Katere glavne, stranske in tuje sestavine najdemo v mleku? Koliko jih je?
3. Kakšne so razlike v kemijski sestavi kravjega, ovčjega, kozjega in humanega (človeškega) mleka?
4. Kaj je kolostrum? Kakšne so njegove značilnosti in uporabnost?

4.2 VODA

V mleku je 86 do 89 % vode. Za industrijo predstavlja voda pri transportiranju mleka od hleva do mlekarne balast in jo pri proizvodnji številnih izdelkov odstranjujemo iz mleka (siri, zgoščeno mleko, mleko v prahu ...). V tej odstranjeni vodi je še vedno veliko organskih snovi, ki v odpadnih vodah iz mlekar predstavljajo veliko obremenitev za okolje.

V mleku se voda nahaja v **vezani** in **nevezani** obliki:

- 96 do 98 % je **proste vode**, v njej so raztopljene sestavine mleka,
- 2 do 4 % je **vezane vode** na hidrationske sloje posameznih sestavin suhe snovi, in sicer na:

• kazein	okoli 50 %,
• albumin in globulin	" 30 %,
• membrane maščobnih kroglic	" 15 %,
• laktozo in druge sestavine suhe snovi	" 4 % (Tratnik, 1998).

Največ vode je vezane na beljakovine in fosfolipide. Pri tem večji del vode veže kazein, ker ga je največ, medtem ko so albumini in globulini močneje hidratizirani, saj jih je 5 do 5,2 krat manj kot kazeina, kljub temu vežejo 30 % vode. Tako lahko razložimo tudi različno obnašanje kazeina in albumina pri **izoelektrični točki**. Kazein pri tej točki koagulira, albumini pa prav zaradi večje količine vezane vode ne koagulirajo. Pri izoelektrični točki postanejo albumini občutljivejši na delovanje drugih faktorjev, ki izzovejo njihovo koagulacijo (povišana temperatura, alkoholi ...). Zmanjšanje količine vezane vode pod vplivom izoelektrične točke, alkohola, ionov kalcija, bakra, železa, povišane temperature znižuje stabilnost proteinov v mleku, kar je osnova za izdelavo različnih mlečnih izdelkov. Vezana voda ima tako pomembno vlogo pri fermentiranih mlečnih izdelkih, zgoščenem sladkanem in nesladkanem mleku, siru itd.

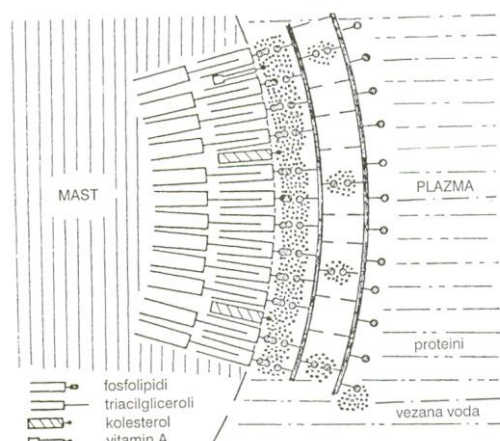
Kako izgleda zamrznjeno mleko? Ali zamrzovanje vpliva na senzorične in tehnološke lastnosti mleka? Preizkusite!

4.3 MLEČNA MAŠČOBA

Maščoba je nosilec arome in okusa mleka, vpliva pa tudi na konsistenco in teksturo mlečnih izdelkov. V mleku se nahaja mlečna mast kot **suspenzija** in **emulzija**. Takoj po molži se mlečna maščoba nahaja v mleku v obliki majhnih kroglic ali kapljic, ki tvorijo v mlečnem serumu **emulzijo**. Mleko brez mlečne maščobe je **serum** ali **plazma**, v njem se nahaja tudi nekaj prostih sterolov, prostih maščobnih kislin in fosfolipidov. Med hlajenjem mleka emulzija postopno prehaja v **suspenzijo**, ker se maščobne kapljice strdijo in oblikujejo v kroglice, ki imajo v poprečju premer 3–5 μm (premer se giblje od 0,1 do 22 μm). V cm^3 mleka se nahaja od 1,5 do 3×10^9 kroglic. Skupna površina maščobnih kroglic v enem litru mleka je glede na pasmo, od 59 do 80 m^2 . V primerjavi z drugimi sestavinami mleka so maščobne kroglice velike, zato je tudi spremenljivost količine mlečne maščobe velika (od 2,5 do 6,0 %). Že dolgo % maščobe služi kot pomemben parameter za vrednotenje surovega mleka, saj so analize metode natančne in hitre.

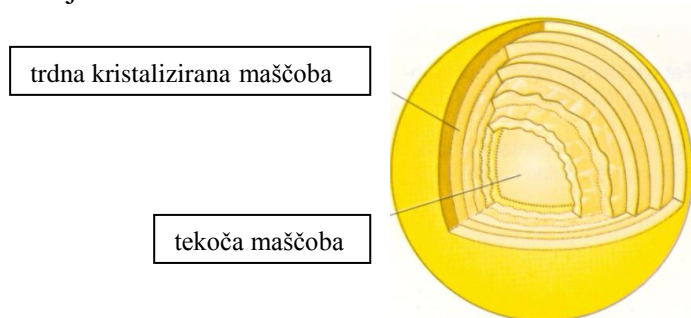
Maščobne kroglice so stabilizirane v mleku zaradi **adsorbcijskega plašča** (membrane, filma), ki jih ovija. To ovojnico sestavljajo fosfolipidi, proteini, holesterol, nevtralni gliceridi,

vitamin A in karotenoidi, encimi ter majhne količine mineralov (Fe, Mo, Cu, Zn, K, Na, Ca, Mg) in vezana voda.



Slika 11: Shematski prikaz membrane maščobne kroglice po Kingu
Vir: Petričić, 1984, 41

Snovi, ki so adsorbirane na ovojnici, imajo veliko površinsko aktivnost, kar je pomembno pri stabilizaciji in destabilizaciji maščobne faze mleka. To lastnost izkoriščamo pri **posnemanju** in **homogenizaciji** mleka ter pri stepanju smetane. V notranjosti maščobne kroglice se nahajajo gliceridi z nizkim tališčem, ki vsebujejo veliko oljeve kisline in so pri sobni temperaturi v tekočem stanju. V zunanem delu pa so v maščobnih kroglicah gliceridi z visokim tališčem in so pri sobni temperaturi v trdnem stanju, kar je pomembno pri proizvodnji masla.



Slika 12: Prerez maščobne kroglice
Vir: Bylund, 1995, 19

Maščobe kot značilni in sorazmerno enostavni predstavniki **lipidov** so estri glicerola z maščobnimi kislinami in jih je v mleku 98 do 99 % od skupnih lipidov. Mlečna maščoba je kompleks različnih lipidnih sestavin, ki so proste ali vezane, zlasti pomembne so esencialne maščobne kisline in v maščobah topni vitamini. Večinoma vsebuje trigliceride ter malo di- in monogliceridov.

Kakšna je razlika med tri-, di- in monogliceridi?



Več: Tratnik, Povprečna sestava lipidov v mleku, 1998

Za mlečno maščobo je značilna velika pestrost maščobnih kislin, saj je v njej zastopanih več sto različnih maščobnih kislin, vendar v zelo majhnih količinah.

Tabela 3: Glavne maščobne kisline v mlečni maščobi

Maščobne kisline	% od skupne vrednosti maščobnih kislin	Tališče (°C)	Število atomov			Stanje pri sobni temperaturi
			H	C	O	
Nasičene:						
maslena	3,0–4,5	-7,9	8	4	2	tekoče
kapronova	1,3–2,2	-1,5	12	6	2	tekoče
kaprilova	0,8–2,5	+16,5	16	8	2	tekoče
kaprinova	1,8–3,8	+31,4	20	10	2	trdno
laurinova	2,0–5,0	+43,6	24	12	2	trdno
miristinova	7,0–11,0	+53,8	28	14	2	trdno
palmitinova	25,0–29,0	+62,6	32	16	2	trdno
stearinova	7,0–13,0	+69,3	36	18	2	trdno
Nenasičene:						
oljeva	30,0–40,0	+14,0	34	18	2	tekoče
linolova ¹	2,0–3,0	-5,0	32	18	2	tekoče
linolenova ²	do 1,0	-5,0	30	18	2	tekoče
arahidonova ³	do 1,0	-49,5	32	20	2	tekoče

Vir: Tratnik, 1998, 24

Maščobne kisline vplivajo tudi na fizikalne lastnosti mlečne maščobe. Razmerje med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami se spreminja glede na prehrano, laktacijski stadij, letni čas itd. Običajno je približno 60 % nasičenih maščobnih kislin (zlasti palmitinove) in 40 % nenasičenih (največ oljeve).

Tabela 4: Fizikalne lastnosti mlečne maščobe

Lastnost	Vrednost
strdišče	18–26 °C
tališče	30–36 °C
vrelišče	280–290 °C
gostota pri 15 °C	0,91–0,98 g/cm ³
barva	pozimi svetlo rumena, poleti rumenkasta z oranžnim odtenkom

Vir: Tratnik, 1998

V mleku so tudi maščobam podobne snovi, kot so **fosfolipidi**, **steroli**, **karotenoidi**.

4.3.1 Fosfolipidi

Sestavljeni so iz glicerola, dveh maščobnih kislin, fosfatne skupine in aminoalkohola. Fosfolipidov je v mleku malo, v glavnem so to lecitin, kefalin in sfingomielin (spada v podskupino sfingolipidov) ter cerebrozidi. Lecitin je hidrofilen in se kot vsi fosfolipidi hitro oksidira. Ob hidrolizi iz lecitina izhaja alkoholna komponenta holin, iz katerega nastaja trimetilamin, ki daje izdelkom okus po ribah. V kefalinu je alkoholna komponenta kolamin.

^{1, 2, 3}esencialne maščobne kisline

4.3.2 Steroli

Po svoji kemijski zgradbi so visokomolekularni ciklični alkoholi. Med steroli je v mleku največ holesterola, ki vzdržuje stabilno emulzijo maščobe v mleku. Drugi steroli (npr. ergosterol) so provitamini vitamina D, ki nastaja s pomočjo sončne svetlobe.

Ljudje imajo radi stvari samo črne ali bele. Vprašajo samo, ali je to dobro ali slabo zame. Star odgovor je zmernost. Torej ni več vprašanje, kakšno maščobo uživati, temveč koliko (Hastert, 1994).

Kaj menite o mlečnih izdelkih z visokim odstotkom mlečne maščobe? Kateri so taki izdelki? Razmislite: Kako učinkujejo na mlečno maščobo lipaze, kisik, svetloba, visoke temperature, antioksidanti?

Druge sestavine mlečne maščobe so zelo pomembne pri oblikovanju senzoričnih lastnosti in hranilne vrednosti mleka, vendar so prisotne v zelo majhnih količinah. To so v maščobi topni vitamini A, D, E in v sledovih vitamin K ter aromatske snovi, kot so aldehidi, ketoni, laktoni. Prisotni so tudi **karotenoidi**, ki vplivajo na rumenkasto barvo mleka. Najpomembnejši je **β karoten**, ki se v telesu hidrolizira v vitamin A.



Povzetek in vprašanja

Kljub visokemu odstotku vode v mleku le-to ni vodenega okusa in je neprozorno ter bele barve. Mlečna maščoba se v mleku nahaja v obliki maščobnih kroglic, ki imajo zelo veliko skupno površino, veliko vzgonsko moč in so nosilec senzoričnih lastnosti mleka. Zastopanstvo maščobnih kislin v mlečni maščobi je zelo pestra, spremljajo pa jo tudi maščobam podobne snovi kot so steroli, fosfolipidi in karotenoidi.

1. Kakšna je razlika med prosto in vezano vodo v mleku? Katere sestavine mleka imajo vezano vodo in katere so v njej raztopljene?
2. V kakšnem razmerju so v mleku nasičene in nenasičene maščobne kisline? Katere so še druge sestavine v mlečni maščobi?
3. Od česa je odvisna barva mleka? Zakaj se na površini mleka tvori smetana?
4. Kako je zgrajena membrana maščobnih kroglic in kakšne lastnosti ima?
5. Zakaj so maščobe nosilci vonja in okusa mleka? Katere sestavine so pomembne pri oblikovanju značilnega vonja in okusa kozjega mleka?
6. Kakšna je hranilna vrednost mlečne maščobe v primerjavi z drugimi maščobami?
7. Med steroli je v mleku prisoten tudi holesterol. Kaj menite o tem?

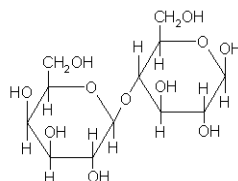
4.4 LAKTOZA ALI MLEČNI SLADKOR

Količinsko pomeni laktoza najmočneje zastopano sestavino v suhi snovi mleka. Po sladkosti dosega petino sladkosti saharoze, zato ima mleko rahlo sladek okus. Največ laktoze je v humanem in kobiljem mleku (6 do 8 %), v kravjem, kozjem, ovčjem in bivoljem mleku pa jo je 4,5 do 4,8 % (Tratnik, 1998).

Razmislite: Kakšen pojav je preobčutljivost na laktozo ali laktozna intoleranca?

Laktoza ($C_{12}H_{22}O_{11} \times H_2O$) je disaharid, sestavljen iz molekul α -D-glukoze in β -D-galaktoze. Pri sobni temperaturi je v mleku 37,3 % α -laktoze in okrog 62,7 % β -laktoze, vsaka sprememba temperature pa spremeni tudi razmerje med obema oblikama. Obe obliki laktoze prehajata ena v drugo, da bi se vzpostavilo ravnotežje, ta pojav imenujemo "mutarotacija". Prehod v α -obliko pri zvišani ali znižani temperaturi ima velik pomen pri kristalizaciji laktoze, zlasti pri proizvodnji zgoščenega mleka, sladoleda in mlečnega sladkorja. Glede na velikost kristalov so izdelki lahko pri okušanju "mokasti" ali "peskasti". Pojavu se izognemo, če z raznimi aditivi ali s predhodno **kislinsko** ali **encimsko hidrolizo laktoze** namerno izzovemo tvorbo velikega števila majhnih kristalov laktoze.

Laktoza



Vir: <http://www.milkfacts.info/.../carbohydrate.htm> (20. 1. 2010)



Več:

http://images.google.si/imgres?imgurl=http://www.oetker.hr/oetker_hr/file/debi-...

4.4.1 Fermentacija laktoze

Mleko je zelo ugodno okolje za razvoj različnih mikroorganizmov zaradi svoje pestre sestave, saj vsebuje poleg vode še ogljikove hidrate, beljakovine, maščobo, vitamine in minerale, kar vse je dobra podlaga za rast večine mikroorganizmov. Laktozo najpogosteje pretvarjajo **mlečnokislinske, maslenokislinske, propionovokislinske, koliformne** in druge bakterije, včasih pa tudi **kvasovke**. Glede na vrsto mikroorganizmov in pogoje, pod katerimi se odvijajo, razlikujemo več vrst vrenja ali fermentacije.

Mlečno-kislinska fermentacija

Pomembno vlogo ima pri proizvodnji fermentiranih mlečnih izdelkov, kisle smetane, sira itd., kjer poteka vódeno. Lahko pa povzroči veliko škodo, če se odvija nekontrolirano zaradi nehigijene, previsoke temperature in drugih vzrokov. To je biokemični proces, povzročajo ga mlečnokislinske bakterije, ki s svojimi encimi razgradijo laktozo do mlečne kisline. Pot razgradnje je lahko **homofermentativna** ali **heterofermentativna**.

Homofermentativna pot

Fermentacija poteka pod vplivom selekcioniranih sojev **homofermentativnih bakterij**, ki iz laktoze proizvedejo 75 do 95 % mlečne kisline. Take bakterije so iz rodov *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus* in nekatere vrste rodu *Lactobacillus*, ki izločajo encime (β -galaktozidazo, laktat dehidrogenazo), s katerimi povzročijo glikolitično pretvorbo laktoze preko glukoze in pirogrozdne kisline do mlečne kisline. Pirogrozdna kislina je glavni vmesni produkt pri kateri koli fermentaciji.

Heterofermentativna pot

Na tej poti mlečnokislinske fermentacije nastane iz laktoze manj kot 50 % mlečne kisline, ostalo so drugi metaboliti, kot na primer etanol, očetna kislina, CO₂, H₂, CH₄, aldehidi, ketoni, aromatske snovi itd.

laktoza → galaktoza + glukoza

glukoza → mlečna kislina + etanol + CO₂ + H₂ + CH₄ + ...

Te fermentacije potekajo s pomočjo bakterij iz rodu *Leuconostoc* in nekaterih bakterij iz rodu *Lactobacillus*. Zlasti močan proizvajalec mlečne kisline je *Lactobacillus delbrückii* subsp. *bulgaricus*.

Masleno-kislinska fermentacija

V mleku in mlečnih izdelkih je **nezaželena**, ker vodi do nastanka večjih količin maslene kisline, ki močno spremeni vonj in okus izdelkov, zlasti trdega in poltrdega sira. Pojavi se tudi velika količina plinov, ki povzročijo **pozno napihovanje sira**. Masleno-kislinska fermentacija nastopi šele, ko se konča mlečno-kislinska in pH raste zaradi razgradnje beljakovin.

laktoza → galaktoza + glukoza

glukoza → očetna kislina + maslena kislina + etanol + butanol + aceton + CO₂ + H₂

To fermentacijo povzročajo bakterije iz rodu *Clostridium*, ki so sporogene in anaerobne, njihove spore pa so močno termostabilne. Predvsem so to močni proteoliti, ki lahko razgradijo beljakovine do **grenkih peptidov**.

Propionovo-kislinska fermentacija

Nastopi po mlečno-kislinski fermentaciji in je pomembna pri proizvodnji nekaterih vrst sira (ementalski sir), ker med njo poleg **propionove kisline** nastajajo velike količine plina, ki povzročajo **nastanek velikih sirnih očes**.

laktoza → galaktoza + glukoza

glukoza → mlečna kislina

3 CH₃-CHOH-COOH → 2 CH₃-CH-COOH + CH₃-COOH + CO₂ + H₂O

mlečna kislina → propionova kislina + očetna kislina + CO₂ + H₂O

To je heterofermentativno vrenje, ki ga povzročajo anaerobne bakterije iz rodu *Propionibacterium*, ki so sposobne naknadnega vrenja.

Koliformna fermentacija

Povzročitelji so koliformni mikroorganizmi (*Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*), nekateri med njimi so patogeni. Posledica njihovega delovanja je **zgodnje napihovanje sira** zaradi tvorbe plina in močna proteoliza.

laktoza → glukoza + galaktoza

glukoza → mlečna kislina + očetna kislina + etanol + CO₂ + H₂

Alkoholna fermentacija

Povzročajo jo kvasovke, ki ustvarijo etanol in večjo količino plina. To vrenje laktoze izkoriščamo pri proizvodnji kefirja in kumisa (0,2 do 0,6 % etanola) ter za pridobivanje etanola iz sirotke.

laktoza → galaktoza + glukoza

glukoza → etanol + CO₂

Nastali ogljikov dioksid, ki je v proizvodnji opazen v obliki drobnih mehurčkov, ustvarja penasto strukturo proizvoda (kefir - "mlečni šampanjec") (Tratnik, 1998).



Povzetek in vprašanja

Zaradi mlečnega sladkorja ali laktoze je mleko rahlo sladkasto. V primerjavi z mlečno maščobo se vsebnost laktoze malo spreminja, ker so delci zelo majhni in tvorijo v mleku pravo raztopino. Fermentacija laktoze pod vplivom različnih mikroorganizmov je po eni strani osnova številnih mlečnih izdelkov, po drugi strani pa razlog kvarjenja mleka in izdelkov iz njega.

1. Koliko je laktoze v mleku? Zakaj odstotek laktoze ni med elementi odkupne cene mleka?
2. Kaj pomeni pojem "laktozna intoleranca"? S kakšnimi ukrepi industrija rešuje ta problem?
3. Zakaj mleko med toplotno obdelavo potemni? Od kod včasih izvira peskast okus sladolediv, mleka v prahu, zgoščenega mleka?
4. Opišite potek mlečnokislinske fermentacije. Kakšna je razlika med homofermentativnim in heterofermentativnim mlečnokislinskim vrenjem?
5. Katere mikrobne pretvorbe mlečnega sladkorja v mlekarstvu niso zaželeni? Kakšne so posledice takih procesov?

4.5 BELJAKOVINE IN DRUGE DUŠIČNE SNOVI V MLEKU

V mleku je okoli sto različnih dušičnih snovi, največ med njimi v zelo nizkih koncentracijah. Vsebuje:

- **95 % proteinov**, zgrajenih iz aminokislin,
- **5 % neproteinskih** dušičnih snovi (NPN), kamor prištevamo kratke peptide, proste aminokislino, aminosladkorje, kreatin, kreatinin, ureo, ureinsko kislino in amoniak.

Razmislite: Kakšna je razlika med esencialnimi in neesencialnimi aminokislinami? Kako so zgrajene aminokislino in kakšna je zgradba proteinov? Kaj označujemo z izrazom »biološka vrednost« beljakovin?

Mlečne beljakovine imajo v primerjavi z drugimi živilmi zelo visoko **biološko vrednost**. Lahko povečajo biološko vrednost drugih manj vrednih beljakovin, zato mleko in mlečne izdelke mešamo z drugimi živilmi ali jih uživamo skupaj z njimi.



Več: <http://www.evos.de/artikel/musuprot5.htm#Biologische%20Wert>

Mleko vsebuje okrog 3,5 % beljakovin, najpomembnejši je **kazein**, poleg njega so še **proteini sirotke**, to so **laktalbumini** in **laktoglobulini**. Nekaj proteinov se nahaja tudi v membranah maščobnih kroglic. Proteini v mleku so dobro raziskani in vsebujejo še številne frakcije in podfrakcije, ki se med seboj večinoma razlikujejo po udeležbi aminokislin.

4.5.1 Kazein

lat. *caseus* = sir

To je najpomembnejša beljakovina mleka, spada med **sestavljene beljakovine**, saj vsebuje v svoji sestavi poleg aminokislin tudi kalcij in fosfor ter nekaj magnezija in citrata. V kravjem mleku ga je približno 2,7 %, kar je 80 % od skupnih beljakovin.

kazein : proteini sirotke → 80 : 20

Tabela 5: Pomembnejši proteini v mleku

Proteini	Koncentracija v mleku v g/kg	% od skupne količine proteinov
KAZEIN	26,0	79,5
α_{s1} -kazein	10,0	30,6
α_{s2} -kazein	2,6	8,0
β -in γ^4 -kazein	10,1	30,8
κ -kazein	3,3	10,1
SIROTKINI PROTEINI	6,3	19,3
α -laktalbumin	1,2	3,7
β -laktoglobulin	3,2	9,8
serumalbumini	0,4	1,2
imunoglobulini	0,7	2,1
proteoze - peptoni	0,8	2,4
proteini v membranah maščobnih kroglic	0,4	1,2
Skupni proteini	32,7	100,0

Vir: Bylund, 1995, 23

α -kazein sestavlja 199 aminokislin

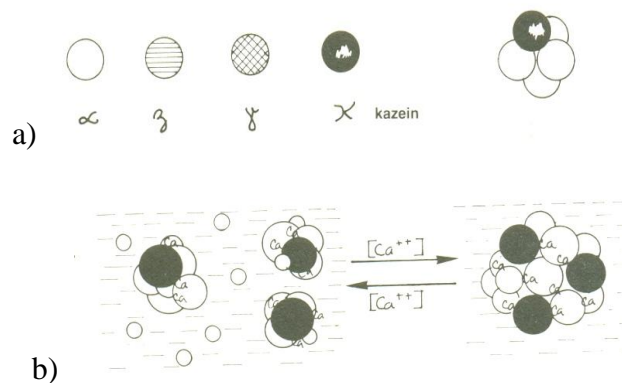
β -kazein sestavlja 209 aminokislin

κ -kazein sestavlja 170 aminokislin

Imenujemo ga **kalcijev fosfatno kazeinatni kompleks**, ki se v mleku nahaja v obliki **micel**. To so koloidni delci kroglaste oblike, različne velikosti, vidni so z elektronskim mikroskopom. Reakcija kazeina je **rahlo kisl**, ker vsebuje nekoliko več kisljih karboksilnih (-COOH) skupin, takšne so alkalne amino (-NH₂) skupine. Rahlo kisl je zato tudi mleko že takoj po molži, kar zaznamo s pH-metrom. Kljub temu ima kazein tako kot aminokisliline, tudi **amfoterni značaj**, saj se veže tako s kislimi kot z alkalnimi snovmi.

γ^4 -kazeini nastanejo s proteolizo β -kazeina

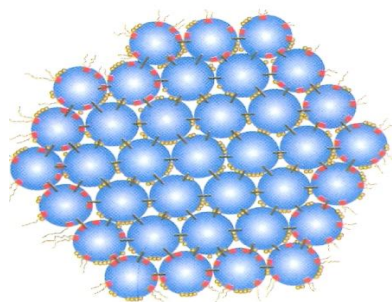
Kazeinska micela je pravzaprav skupina določenega števila manjših globularnih submicel, ki nastanejo s povezovanjem kazeinskih frakcij.



Slika 13: a) glavne komponente kazeina,
b) prostorska zgradba micel in submicel
Vir: Slanovec, 1982, 64

Razmerje posameznih frakcij kazeina v submicelah je:

$$\alpha_{s1} : \alpha_{s2} : \beta : \kappa = 3 : 0,8 : 3 : 1$$



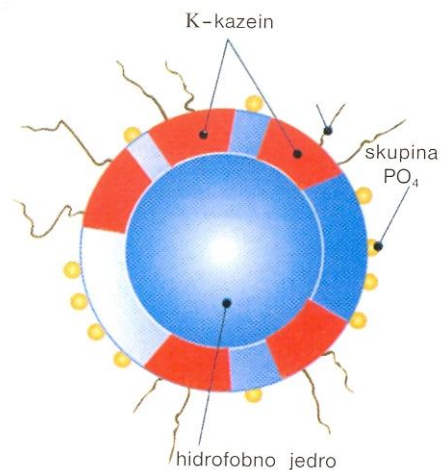
Kazeinska micela

»Dairy Processing Handbook«, izdajatelj Tetra Pak Processing Systems AB, Švedska



Slika 14: Kazeinska micela

Vir: Bylund, 1995, 23, 24



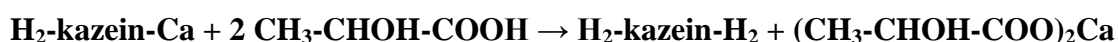
Slika 15: Kazeinska submicela

Kazein se močno spreminja v postopkih **encimske in kislinske koagulacije** mleka.

Kislinska koagulacija mleka

Zakaj se nam včasih mleko skisa, ne da bi si to želeli, včasih pa nikakor ne nastane dobro kislo mleko, čeprav smo mleko namenoma prepustili kisanju? Razmislite.

Kislinska koagulacija lahko nastopi zaradi nastajajoče mlečne kisline ali zaradi dodanih organskih ali anorganskih kislin. Na ta način poteka proizvodnja številnih fermentiranih mlečnih izdelkov, kot so kislo mleko, jogurti, sveži siri, skuta, kislja smetana itd. Kadar pride spontano do zmanjšanja stabilnosti kazeina zaradi padca pH (zaradi neustrezne higiene, opustitve hlajenja takoj po molži ...), tako mleko ni primerno za predelavo. Kisle in bazične skupine aminokislin so v vodnih raztopinah večinoma ionizirane. Pri pH **svežega** mleka okrog 6,6 so vse proteinske molekule enako negativno naelektrene in se med seboj odbijajo, mleko je **tekoče**. Če dodamo kislino ali le-ta nastaja zaradi delovanja mikroorganizmov, kislinska stopnja narašča oziroma pH pada, narašča pa tudi število vodikovih H⁺ ionov, ki se vežejo na negativno nabite beljakovinske molekule. Pri **izoelektrični točki kazeina**, ko je **pH mleka 4,6–4,7** (26 do 30 SH), je število pozitivnih in negativnih nabojev enako in kazeinske molekule se ne odbijajo več, temveč se začnejo med seboj povezovati. Mleko se zgosti ali koagulira po enačbi:



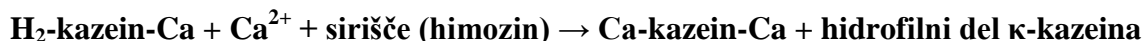
topni kazein + topna mlečna kislina → netopni kisli kazein + netopni kalcijev laktat

Encimska koagulacija mleka

Do koagulacije kazeina lahko pride tudi brez večjega znižanja vrednosti pH, z dodatkom **encima himozina**. Govorimo o **encimski koagulaciji** ali **usirjanju s siriščem**, ki je primerno pri izdelavi trdega, poltrdega in mehkega sira.

Himozin je siriščni encim, ki za svoje delovanje potrebuje prisotnost **kalcijevih ionov**. **κ (kapa)-kazein** (Sliki 14 in 15) predstavlja zaščitni koloid, ki ščiti kazeinsko micelo pred delovanjem kalcijevih ionov. Sestavljen je iz dveh delov: hidrofilnega in hidrofobnega. Zaradi hidrolize κ-kazein izgubi zaščitno vlogo in celotna kazeinska micela postane občutljiva na delovanje kalcijevih ionov. Takoj po dodatku sirišča v mleko namreč himozin deluje hidrolitično na nekatere peptidne vezi. Hidrofilni del κ-kazeina se izloči v sirotko, hidrofobni del pa ostane v miceli in se imenuje **parakazein**. V nadaljnjem postopku se med seboj povežejo delci parakazeina s pomočjo kalcijevih mostičkov, kar ima za posledico nastajanje tridimenzionalne beljakovinske mrežaste strukture, ki oblikuje gel.

Proces lahko zapišemo v obliki enačbe:



topni kazein + topni kalcij + sirišče → netopni kalcijev parakazein + topni
glikomakropeptid

Koagulacija mleka pod vplivom himozina je odvisna od številnih faktorjev, kot so: količina sirišča, koncentracija posameznih anionov in kationov, pH, temperatura itd.

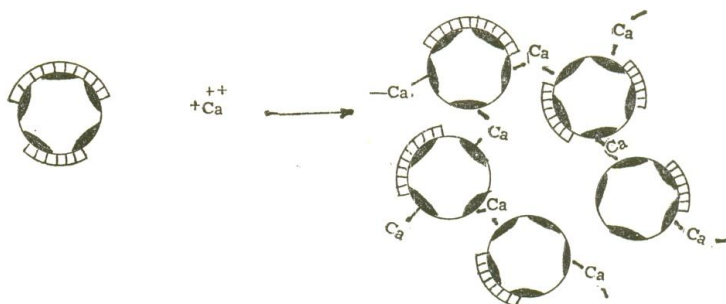
Zelo pomembna pri sirjenju je vloga **kalcijevih ionov**, na katere je močno občutljiv parakazein. Že majhne spremembe v koncentraciji Ca^{2+} -ionov zelo vplivajo na hitrost koagulacije in čvrstost koaguluma. V pasteuriziranem, kuhanem ali steriliziranem mleku prehaja Ca^{2+} v koloidno obliko in koagulacija pod vplivom siriščnih encimov poteka počasneje. Količina topnega kalcija je zmanjšana tudi zaradi hlajenja mleka pod $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, zaradi pomanjkanja kalcija v krmi in drugih vzrokov. Zato pred sirjenjem v toplotno obdelano ali nizko hlajeno mleko dodajamo kalcij v obliki topnega kalcijevega klorida. Pri predelavi mleka v sir najpogosteje uporabimo **kombinirano koagulacijo**, pri kateri je lahko močnejše zastopana kislinska koagulacija (izdelava skute) ali pa encimska (izdelava trdega in poltrdega sira).

Čisti kazein lahko pridobivamo s siriščem ali s kislinami – kisli kazein (mlečna, žveplova, očetna, klorovodikova ...). Uporabljamo ga v živilski industriji pri izdelavi mesnih in konditorskih izdelkov, majoneze, tehnični kazein pa v papirni industriji, proizvodnji plastičnih materialov in kazeinskih lepil.

- a) proteoliza κ - kazeina pod vplivom himozina



- b) povezovanje delcev parakazeinata preko kalcijevih mostičkov in oblikovanje parakazeinske mreže



- c) grafični prikaz oblikovanja trodimenzionalne mreže gela



Slika 16: Koagulacija mleka s himozinom – encimska koagulacija

Vir: Đorđević, 1982, 107; Slanovec, 1982, 64

4.5.2 Proteini sirotke ali serumproteini

Proteini sirotke (Tabela 5) ostanejo po izdelavi sira v sirotki, saj so **neobčutljivi na delovanje sirišča in kisline**.

Laktoalbumini vsebujejo najpomembnejše sirotkine proteine, ki pa ne koagulirajo pri izoelektrični točki (pH 4,6). To jim onemogoča hidrofilni sloj, ki obdaja delce teh beljakovin in jim daje veliko stabilnost. Zato so neobčutljive za delovanje sirišča in kisline in ostanejo pri sirjenju raztopljene v sirotki. **Segrevanje nad 70 °C** povzroči njihovo denaturacijo in ta proces je osnova za pridobivanje **albuminskih sirov** s koagulacijo. Pri višji temperaturi (do 90 °C) koagulira še več teh beljakovin, zlasti če zaradi boljšega izkoristka sirotko obogatimo z mlekom ali kislo sirotko. **Laktoglobulini** so v mleku, razen v kolostrumu in v mleku obolelih živali, v majhnih količinah. Pri kuhanju mleka se lepijo na dno in stene posode. **Proteoze in peptoni** so med drugim v ovojnicah maščobnih kroglic, vežejo minerale in vitamine in stabilizirajo okus in vonj mleka in mlečnih izdelkov. Neobčutljive so na delovanje kislin, encimov in temperaturo. Vsebujejo 2–6 % dušičnih snovi v mleku. **Imunoglobulini** se v telesu mlečne živali sintetizirajo zaradi zaščite pred nezaželenimi zunanjimi vplivi in izvirajo iz krvi. V veliki količini so prisotni v kolostrumu (85–90 %) in so med sirotkinimi proteini najbolj termolabilni. Pripisujejo jim tudi baktericidno delovanje v mleku takoj po molži. **Albumini krvnega seruma** prav tako izvirajo iz krvi in se le malo razlikujejo od serum albuminov v krvi.



Povzetek in vprašanja

Mleko je beljakovinsko živilo, ki vsebuje visok odstotek različnih beljakovin z visoko biološko vrednostjo. Najpomembnejša beljakovina mleka je kazein, ki je osnovna beljakovina za izdelavo sirov. Glavna biotehnološka procesa v sirarstvu sta siriščno in kislinsko usirjanje oziroma kombinacija obeh procesov. V sirotki ostanejo sirotkini proteini, ki so občutljivi na temperaturo in jih na ta način tudi izločimo iz sirotke kot albuminsko ali sirotkino skuto.

1. Koliko je v mleku proteinov in neproteinskih dušičnih snovi? Katere so in kakšna je njihova biološka vrednost v primerjavi z drugimi beljakovinami?
2. Zakaj ima mleko že takoj po molži rahlo kislo reakcijo?
3. Kakšna je zgradba in pomen kazeinskih micel?
4. Kakšna je izoelektrična točka kazeina in kakšen pomen ima pri kislinski koagulaciji mleka?
5. Katere mlečne izdelke proizvajamo s kislinsko koagulacijo? Kako proizvajamo kislil kazein oziroma tehnični kazein?
6. Kako poteka koagulacija mleka pod vplivom himozina? Katere mlečne izdelke proizvajamo na ta način?
7. Kakšno vlogo igra kalcij v procesih usirjanja mleka? Opišite posledice pomanjkanja kalcija in kako jih rešujemo?
8. Kakšne so razlike v zgradbi kazeina in sirotkinih proteinov? Opišite tehnološki pomen sirotkinih proteinov?

4.6 MINERALI V MLEKU

V mleku je preko 40 različnih mineralnih snovi, ki jih glede na količino delimo na **mikroelemente** in **makroelemente**.

Pomembnejši **mikroelementi** v mleku so: Zn, Br, Ru, Mo, Co, Fe, I, Cu, Ni, Al, Cr, Se, Si, F, As, Pb. Večinoma so prisotni v majhnih količinah ali v sledovih in izvirajo iz krme pa tudi iz vode, ostankov pesticidov ter kovinske in steklene opreme. Kljub majhnim količinam so

pomembni zaradi svojih fizioloških, biokemijskih in hranilnih učinkov. Nahajajo se v ovojnicah maščobnih kroglic skupaj z beljakovinami ter kot sestavine v vitaminih in encimih. Pomanjkanje teh elementov zavira delovanje nekaterih tehnološko pomembnih mikroorganizmov.

Razmislite: Koliko mleka nam zadošča za dnevne potrebe po kalciju? Kako analitsko ugotovimo količino mineralov v mleku?

Makroelementi se v mleku nahajajo v obliki anorganskih in organskih soli, med katerimi so najpomembnejši fosfati, citrati, kloridi in kazeinati, najdemo pa tudi bikarbonate, sulfate in laktate. Soli vplivajo na fizikalno stabilnost beljakovin, zlasti kazeina, pomembne so tudi v prehrani. V mleku so v pravih raztopinah pa tudi v koloidni obliki.

Med makroelementi sta tehnološko pomembna **kalcij in fosfor**, ki sta vezana na kazein. Kalcij vpliva na velikost kazeinskih micel in njihovo toplotno stabilnost, hitrost koagulacije pod vplivom proteolitičnih encimov, čvrstost koaguluma, sposobnost združevanja maščobnih kroglic. Kalcij namreč nevtralizira negativni naboj maščobnih kroglic, ki ga imajo proteini v membrani (Tratnik, 1998, 50).

Tabela 6: Najpomembnejši makroelementi v mleku

Mineral	Povprečna količina v %
kalij	0,150
kalcij	0,120
klor	0,110
fosfor	0,094
natrij	0,058
žveplo	0,033
magnezij	0,012

Vir: Slanovec, 1982, 26

4.7 VITAMINI

Količina vitaminov v mleku zelo niha, najdemo pa v njem skoraj vse poznane vitamine. Delimo jih v:

- **vitamine, topne v maščobi.** To so vitamini A, D, E in K, ki so odvisni od prisotnosti vitaminov v krmi in od količine maščobe v mleku;
- **vitamine, topne v vodi.** Sem spadajo vitamini B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, ki so odvisni od mikroflore v vampu, ki jih sintetizira.

Vitamin A se nahaja v mleku v obliki vitamina in provitamina β -karotena v razmerju 3 : 1. Odporen je na visoke temperature in oksidacijo, ne pa na dnevno svetlobo in ultravijolične žarke, ki povzročijo oksidacijo vitamina. Vitaminov D, E in K je v mleku malo. D-vitamin je v obliki provitamina ergosterola in dobro prenaša postopke obdelave mleka. Več ga vsebuje mleko krav na paši. S toplotno obdelavo in med skladiščenjem se količina teh vitaminov v mleku zmanjšuje.

Izmed **vitaminov, topnih v vodi**, je v mleku veliko vitaminov B₂ in B₁₂, liter mleka zadošča dnevnim potrebam človeškega organizma. Količine drugih vitaminov v mleku niso dovolj velike za pokrivanje dnevnih potreb. Vitamina C je največ v sveže namolženem mleku (20

mg/kg), občutljiv je na svetlobo in višje temperature, razgrajuje pa se tudi pri nizkih temperaturah in v temi. Zato mleka ne smatramo kot vir tega vitamina (Tratnik, 1998, 50, 51).

Razmislite: Zakaj sta mleko in surovo maslo poleti bolj rumene barve kot pozimi?



Več: <http://en.wikipedia.org/wiki/Milk>
http://classes.ansci.illinois.edu/ansc438/milkcompsynth/milkcomp_protein.html
<http://www.foodscience.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html>

4.8 ENCIMI

Mleko je bogat vir encimov, slednjih je dokazanih okoli 60. V mleko pridejo:

- **iz vimena**, to so endogeni encimi;
- **izločijo jih mikroorganizmi** (eksogeni encimi) in jih ne smatramo za normalne sestavine mleka;
- encime v mleko tudi **dodajamo** pri izdelavi nekaterih izdelkov (siriščni encimi, lipaze, lizozim itd.).

V analitiki na podlagi prisotnosti oz. odsotnosti nekaterih encimov **dokazujemo toplotno obdelavo mleka**. Najpomembnejši encimi v mleku so **peroksidaze, fosfataze, katalaza, lipaze, proteinaze, reduktaze**.

4.9 SOMATSKE CELICE

Somatske celice so epitelne celice, levkociti, limfociti ipd. V zdravem mleku njihovo število ne presega 250000 v mililitru, če pa število preseže 600000 celic/ml, sledi prepoved oddaje mleka in obvezno zdravljenje živali. V mleku vedno najdemo določeno število odluščenih in odmrlih epitelnih celic. To število se poveča v primeru okužb vimena in drugih motenj ter okvar, zaradi česar prehajajo bela krvna telesca iz krvi, ker skušajo uničiti bakterije. To vse so somatske celice, ki dokazujejo motnje v sekreciji mleka oziroma **mastitis**. Zaradi mastitisa se zmanjša količina mleka ter % maščobe in laktoze, poveča pa se količina beljakovin in kloridov. Mastitis povzročajo mikroorganizmi, ki so prisotni v hlevu zlasti na opremi za molžo pa tudi v zraku, na stojiščih ter v vnetih vimenskih četrtih. Odkrivamo ga pri odvzemu prvih curkov mleka pred molžo in živali zdravimo z antibiotiki.

4.10 ANTIBIOTIKI IN DRUGE ZAVIRALNE SNOVI V MLEKU

V mleko pridejo **antibiotiki** ob zdravljenju živali. Mleka krav, zdravljenih z antibiotiki predpisan čas (najmanj 5 dni), ne smemo oddajati v mlekarno, ker bodo inhibirali ali celo zaustavili rast koristnih mikroorganizmov. Uživanje mleka z antibiotiki lahko povzroči alergije, kožne bolezni, obenem pa zmanjša občutljivost škodljivih bakterij v človeškem organizmu na antibiotike, ki jih prejemamo v primeru bolezni. Za ugotavljanje prisotnosti so na razpolago različne hitre in druge metode, vse pa temeljijo na mikrobiološki aktivnosti: SNAP-test, delvotest SP, delvotest P, biološki test, difuzijski test, po Kundratu ...

Med zaviralne snovi spadajo tudi **čistila** in **razkužila** ter kemična zaščitna sredstva. Ostanki čistil in razkužil na površinah in v ocevju v večjih količinah delujejo zaviralno na tehnološko koristne mikroorganizme, obenem pa je njihova prisotnost v izdelkih nedovoljena in nesprejemljiva za kupca. **Kemična zaščitna sredstva**, kot so herbicidi, fungicidi, insekticidi

itd. pridejo v mleko iz okolja ali preko prebavil. So zdravju škodljiva, obenem pa delujejo zaviralno na normalno mikrofloro mleka. Zaviralno delujejo v koristnih mikrobioloških cepivih tudi **bakteriofagi**, ki so bakterijski virusi in lahko kulture poškodujejo ali povsem uničijo.

Nekatere zaviralne snovi so v mleku **že takoj ob molži**, njihove naloge pa so: zaščita mleka v času od molže do ohladitve ter zaščita teleta takoj po telitvi. Take snovi v mleku so: imunoglobulini, lizozim, laktoferini, laktoperoksidaze. Delujejo 2 do 3 ure po molži, v tem času mora biti mleko ohlajeno na temperaturo pod 4 °C, saj pod vplivom kisika in temperature te snovi razpadejo.



Povzetek in vprašanja

Mikroelemente, vitamine, encime, somatske celice štejemo med stranske sestavine mleka, antibiotike in druge zaviralne snovi pa med tuje sestavine, ki ne spadajo v mleko. Mleko je bogat vir mineralov, zato v prehrani ustreza dnevnim potrebam človeka, če ga le zaužijemo dovolj. Vsebuje tudi vitamine. Bogato je z encimi, ki so pomembni pri analitiki mleka in mlečnih izdelkov, nekateri pa so nepogrešljivi pri zorenju sira. Število somatskih celic, ki jih v surovem mleku redno kontroliramo, je podatek, ki veliko pove o zdravstvenem stanju črede. Zaviralne snovi se občasno pojavljajo v mleku, njihova prisotnost pa ima za posledico velike tehnološke probleme in gospodarsko škodo.

1. Kateri minerali so v mleku bogato zastopani? Katere imenujemo mikroelementi?
2. Kakšna je prisotnost vitaminov v mleku?
3. Kako pridejo encimi v mleko?
4. Koliko somatskih celic sme biti v surovem mleku? Kakšen je njihov izvor?
5. Katere zaviralne snovi so najpogosteje prisotne v mleku? Kakšen je njihov izvor in kakšne so posledice njihove prisotnosti? Kakšne načine preverjanja prisotnosti zaviralnih snovi poznamo?

4.11 MIKROORGANIZMI V MLEKU

4.11.1 Pogoji za rast mikroorganizmov

Razmislite: Zakaj imajo koristni in škodljivi mikroorganizmi zelo radi mleko?

Rast določene bakterijske populacije v mleku in mlečnih izdelkih je odvisna od kombinacije različnih pogojev. Nekatere vrste bakterij pospešujejo ali zavirajo rast drugih. Tako na primer CO₂, ki ga proizvajajo nekateri streptokoki, pospešuje rast določenih laktobacilov, vendar tudi zavira rast nekaterih gram-negativnih bakterij. Mlečnokislinske bakterije s svojim razmnoževanjem proizvajajo mlečno kislino in druge metabolite (ocetno, propionovo kislino, vodikov peroksid, bakteriocine ...), s katerimi zaustavijo razmnoževanje večine drugih mikroorganizmov in ostanejo prevladujoča populacija. Poleg raznovrstnih hranilnih snovi je za razvoj in rast mikroorganizmov v mleku pomemben tudi ustrezen pH, a_w-vrednost ali vodna aktivnost ter redoks potencial.

Protimikrobni sistem

V mleku se nahajajo različne protimikrobne snovi, ki so lahko:

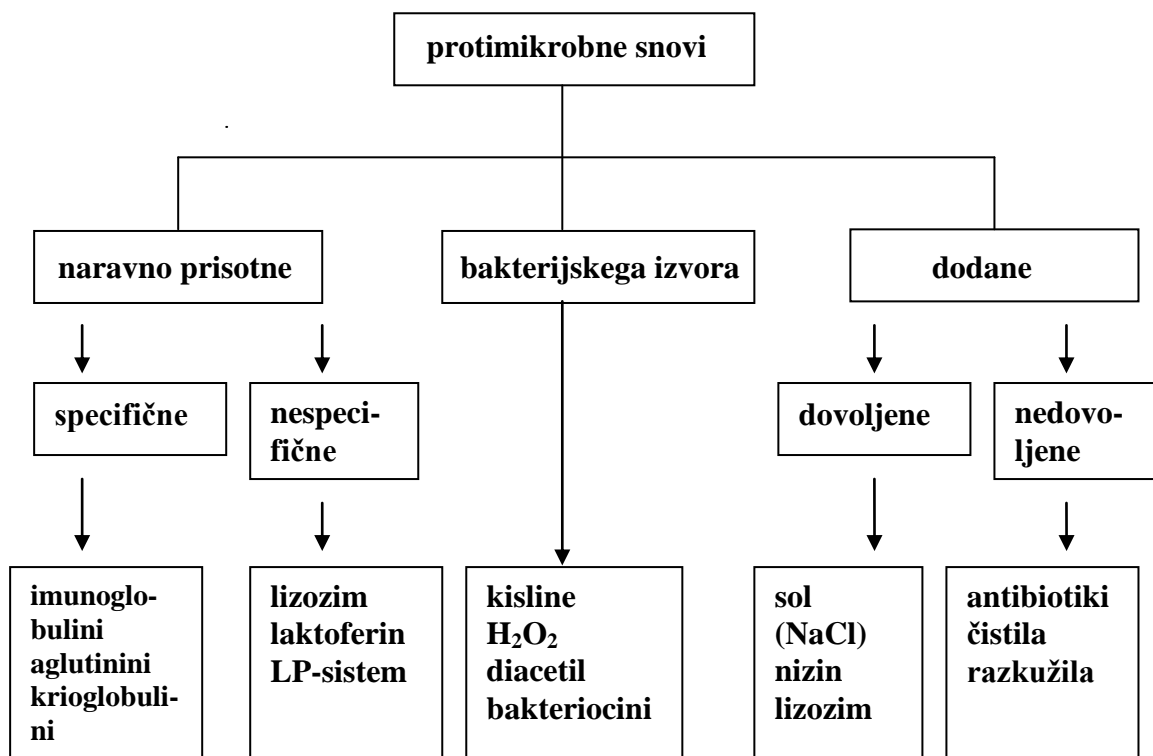
- naravno prisotne,

- dodane,
- produkt delovanja mikroorganizmov.

Imunoglobulini pridejo v mleko preko krvi in delujejo na vrste in seve bakterij, ki okužijo krave, drugih bakterij pa ne inhibirajo. **Lizozim** in **laktoferin** ter **laktoperoksidazni sistem** ali LP-sistem so pomembni protimikrobni proteini v mleku. Lizozim uspešno uporabljamo za inaktivacijo spor in vegetativnih celic vrst *Bacillus* in *Clostridium*, dodajamo ga v mleko za preprečevanje poznega napihovanja trdih in poltrdih vrst sira. To je napaka, ki je posledica maslenokislinske fermentacije, povzročene z bakterijami vrste *Clostridium* (Bem et al., 2003, 521). **Protimikrobne snovi bakterijskega izvora** so vodikov peroksid, CO₂, diacetil, organske kisline in bakteriocini. **Bakteriocini** mlečnokislinskih bakterij so proteini ali proteinski kompleksi s protimikrobnim delovanjem. V celoti ali delno lahko nadomestijo uporabo kemičnih konzervansov. Zelo dolgo je že poznan bakteriocin **nizin**, ki ga pri trdih in poltrdih vrstah sira uporabljamo za preprečevanje poznega napihovanja sira, pri mehkih in svežih vrstah sira pa deluje proti bakteriji *Listeria monocytogenes* in sporam *Bacillus cereus*.



Več: Bem et al., Mikrobiologija živil živalskega izvora, 2003,



Vir: Bem et al., 2003, 520

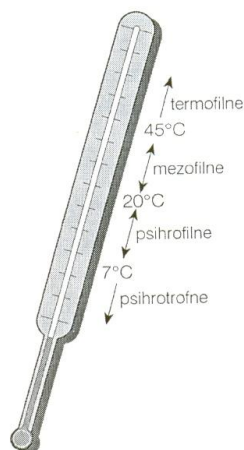
Temperaturno območje rasti

Mikroorganizmi v mleku rastejo v širokem temperaturnem območju. Največ je predstavnikov mezofilne mikroflore, vedno pogostejše pa se pojavljajo tudi psihrotrofi. Ti se razvijajo tudi v pravočasno ohlajenem mleku. Močno odvisnost hitrosti rasti bakterij v surovem mleku zaradi temperature vidimo na sliki 18.

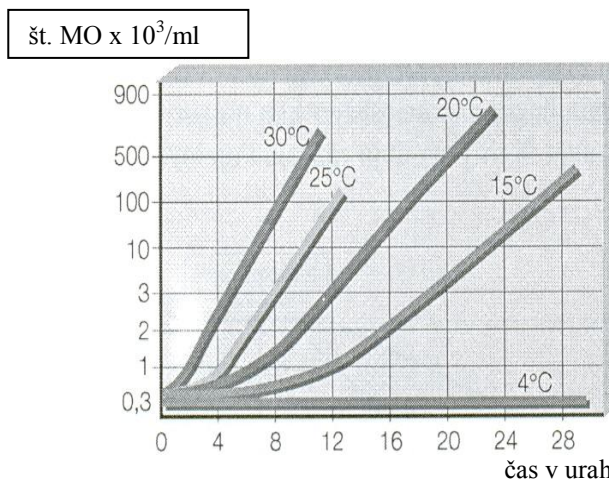
Tabela 7: Osnovne skupine mikroorganizmov glede na območje njihove rasti

Mikroorganizmi	Temp. rasti	Opt. T
mezofili	med 20 in 40 °C	37 °C
termofili	nad 45 °C	med 50 in 60 °C
psihrofili	-5 °C do 20 °C	
psihrotrofi	od 0 °C do 7 °C	

Vir: www.ptfos.hr/joomla/zpt/.../4_Uzrocnici_promjena_mlijeka.ppt (15. 3. 2010)



Slika 17: Razdelitev bakterij glede na optimalno temperaturo rasti



Slika 18: Vpliv temperature na rast bakterij v surovem mleku

Vir: Bylund, 1995, 50, 56

4.11.2 Primarna in sekundarna mikroflora mleka

Proizvodnja mleka poteka v zelo različnih podnebnih, higienskih in tehnoloških pogojih, ki lahko vplivajo na okužbo mleka. Glavni viri okužbe mleka so: notranjost in zunanost mlečne žleze in seskov ter molzni stroj in molzna oprema, molznik, molzišče, krma, voda, zrak in mrčes.

Ločimo **primarno** in **sekundarno** mikrofloro mleka. **Začetna ali primarna mikroflora** so mikroorganizmi, ki so v mleku prisotni tik po molži in pomenijo okužbo mleka med proizvodnjo. Teh bakterij je običajno malo, le nekaj sto, med njimi so mikrokoki, streptokoki ter predstavniki rodov *Bacillus*, *Corynebacterium* in *Pseudomonas*. V primeru mastitisa je mleko dodatno zelo okuženo z bakterijami *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium pyogenes* in druge. Bakterije so navadno koncentrirane v seskih, zato je izmolzevanje prvih curkov mleka pred molžo zelo pomembno. Po izstopu iz vimena je v mleku nekaj 100 do 10000 mikroorganizmov/ml. **Sekundarna mikroflora** pride v mleko med in po molži iz okolice. Predvsem so to bakterije, redkeje kvasovke in plesni. Številčnost in sestava sekundarne mikroflore sta odvisni od hitrosti in temperature hlajenja mleka po molži, dolžine skladiščenja, higiene opreme za hlajenje in primarne mikroflore mleka. Surovo mleko tako vsebuje še pred oddajo v mlekarno številne bakterije iz rodov *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Bacillus* in *Enterobacter*.

Odkupna cena kravjega mleka se oblikuje glede na vsebnost maščobe, beljakovin, skupnega števila mikroorganizmov in števila somatskih celic. Vsebnost mikroorganizmov ugotavljamo s štetjem kolonij mikroorganizmov na ploščah ali z instrumentalno metodo in jo izrazimo v skupnem številu mikroorganizmov v 1 ml mleka.



Več: <http://members.aon.at/~wginzing/.../Mikrobiologiemilchprodukte.pdf>
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=2001107&stevilka=5207>

Pravilnik o elementih za oblikovanje odkupne cene kravjega mleka, Ur. l. RS, št. 107/2001

4.11.3 Nekateri nezaželeni mikroorganizmi v surovem mleku

V mleku so pogosto med drugimi prisotni tudi patogeni mikroorganizmi, ki pridejo iz zemlje, krme, živalskega blata, okužene in vnete mlečne žleze. Za varnost potrošnikov je poskrbljeno s sodobno rejo, ki vključuje redni zdravstveni nadzor živali, visoke higienske standarde, HACCP-nadzor ter toplotno obdelavo mleka. Nadzorujemo prisotnost **koliformnih, psihrotrofnih MO, termodurov, proteolitov, lipolitov in sporogenih bakterij**.

Koliformne bakterije so črevesni nesporogeni bacili, ki dobro uspevajo pri 37 °C in fermentirajo laktozo. Nekatere vrste so psihrotrofne in predstavljajo 10–30 % mikroflore surovega mleka, skladiščenega pri 5–7 °C. V mleku se nahajajo vrste rodov: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Aerobacter*, *Citrobacter* in včasih *Klebsiella*. Več kot 100 koliformnih bakterij/ml surovega mleka je znak nehigienske proizvodnje, njihova prisotnost v pasteriziranem mleku pa pomeni naknadno okužbo ali neustrezno pasterizacijo.

Termodurne bakterije so indikator higienskega stanja molzne in mlekarske opreme, od njihovega števila je odvisen tudi učinek toplotne obdelave. Večinoma preživijo pasterizacijo, vključujejo pa sporogene bakterije iz rodov *Bacillus* (*B. cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*) in *Clostridium* ter nekatere nesporogene bakterije kot so *Micrococcus*, *Microbacterium*, korinebakterije, enterokoki ter laktobacili. Povzročajo grenkobo, žarkost, okus po kvasu, sladko sesirjenje mleka in znižujejo obstojnost pasteriziranega mleka.

Psihrotrofne bakterije so proteoliti in lipoliti, ki rastejo pri temperaturi 7 °C in manj. Izločajo toplotno stabilne proteinaze in lipaze, ki so aktivne tudi po pasterizaciji ali celo sterilizaciji. Zaradi **hlajenja** mleka je v njem vedno več predstavnikov psihrotrofne gram-negativne mikroflore iz rodov *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Citrobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Serratia* in *Vibrio* (po Bem et al., 2003, 527, 528).

Lipoliza počasi poteka v hlajenem surovem mleku in izdelkih, kjer jo povzročajo bakterije iz rodov *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Escherichia*. Mleko po daljšem skladiščenju dobi žarek okus zaradi oksidacije maščobnih kislin. Termoresistentne lipaze pa delujejo tudi v izdelkih, kjer v kontaktu z zrakom nenasičene maščobne kisline (oleinova, linolova, linolenova) prehajajo v nasičene, zato mlečni izdelek dobi lojast okus. **Proteoliza** v surovem mleku lahko močno spremeni tehnološke lastnosti mleka, zlasti moč koagulacije. Povzročajo jo proteolitične bakterije iz rodov *Proteus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, ki so psihrotrofne in se dobro razmnožujejo v hlajenem mleku, kjer delujejo tudi lipolitično. Povzročajo grenkobo mleka in sladko sesirjenje, včasih celo gnitje. Še bolj škodljive so vrste rodov *Clostridium* in *Bacillus*, ki

preživijo pasterizacijo in naknadno spreminjajo izdelek, povzročajo pa tudi nezaželena vrenja v mleku in izdelkih (po Tratnik, 1998, 55).

Listeria

Listeria monocytogenes je bakterija novejšje dobe, ki je zelo patogena in se lahko nahaja tudi v mleku in mlečnih izdelkih. Odkrita je bila že v surovem in pasteriziranem mleku, v sladolelih ter v mlečnih izdelkih zlasti v mehkih vrstah sira, ki zorijo na površini. Uniči jo že tridesetminutno segrevanje pri 60 °C (Bem et al., 2003, 536).



Več: <http://en.wikipedia.org/wiki/Listeria>

4.11.4 Bakteriofagi

V mleko pridejo zaradi pomanjkljive higiene in zadrževanja sirotke, pinjenca in drugih stranskih proizvodov v mlekarni. V surovem mleku fagov skoraj ni, so pa v mikrobnih kulturah, usirjenem mleku in sirih, v sirotki, slanica in v zraku v sirarnah. Zelo hitro zaustavijo rast mikrobnih kultur pri proizvodnji fermentiranih mlečnih izdelkov in sira. So termostabilni, zato jih s pasterizacijo ne uničimo.

Ukrepi za preprečevanje ali omejevanje delovanja bakteriofagov so:

- zamenjava starter kulture,
- rotacijski sistem uporabe starter kultur,
- aseptični pogoji pri proizvodnji starter kultur ali uporaba starter kultur za direktno cepljenje,
- vzdrževanje higiene in sterilnosti pribora in prostorov,
- sprotno odstranjevanje stranskih proizvodov pri predelavi mleka (pinjenec, sirotka), pomaga tudi ultravijolično žarčenje, filtracija zraka.



Več: <http://gube.s-imorm.mb.edus.si/projektne/Virusi/grega/spletna%20stran/zgradba.html>

Pomislite, kaj ste doslej že slišali o bakteriofagih in povežite znanja.



Povzetek

V mleku so idealni pogoji za rast in razvoj mikroorganizmov. Močno jih omejimo s pravočasnim hlajenjem mleka na ustrezno temperaturo in z brezhibno higieno na poti od krave do končnega izdelka, mleko pa določen čas varuje tudi naravni protimikrobni sistem.

Razmislite: Kakšne so posledice nepravilnega ravnanja z mlekom na poti od krave do mize.

5 POSTOPKI OBDELAVE MLEKA – sekundarna obdelava

Namolženo mleko **zbiramo** v zbiralnicah ali direktno prečrpavamo v izolirane avtocisterne za prevoz mleka. Ponekod v svetu mleko transportirajo tudi po mlekovodih ali z vlakom. Mleko pripelje avtocisterna na **mesto sprejema** v mlekarni in tam se začne **sekundarna obdelava**. Prostorska razporeditev v sodobnih mlekarnah je v enem nivoju, kar olajšuje transport in postopke predelave. Mlekarski obrati so lahko specializirani v sirarne, konzumne mlekarne itd., kar pomeni, da mleko predelujejo le v eno vrsto izdelkov ali pa predelujejo mleko v večje število izdelkov. Pri iskanju rešitev za povečanje produktivnosti tehnoloških linij, zmanjševanje vpliva človeškega faktorja na kvaliteto končnih izdelkov in izboljšanje delovnih pogojev je zelo pomembna avtomatizacija procesov. To dosegamo z uvajanjem računalniško vodenih tehnoloških linij, s programsko opremo različnih zmogljivosti, izbiro pravega načina upravljanja in nadzora, s potrebno regulacijo in prikazom parametrov, kot so nivoji, količine, temperature, koncentracije, tlaki ... (<http://www.hme-ing.si/slo-avto.htm>, 20. 1. 2010).

V mlekarni so **proizvodni** prostori za sprejem, skladiščenje ter predelavo surovega mleka v mlečne izdelke pa tudi polnilnice za vse vrste izdelkov, hladilnice, skladiščni prostori ... V **pomožnih** prostorih poteka kontrola kakovosti surovin in izdelkov, zbiranje in predelava stranskih proizvodov (sirotke, pinjenca), priprava pare, ledne vode in ogrevanje. Tu je shranjen embalažni in reprodukcijski material, nameščen je CIP-sistem, garderobe, sanitarije, prostori za administracijo ...

5.1 SPREJEM MLEKA

Na **sprejemu** mleko vzorčimo in ugotovimo njegovo **kakovost** in **količino**. Ugotovimo **temperaturo, kislost, vsebnost maščobe, beljakovin, zmrziščno točko, število somatskih celic in skupno število mikroorganizmov**. S hitrim testom preverjamo prisotnost **zaviralnih snovi**, in če ugotovimo njihovo prisotnost, mleko zavrnamo. Z merjenjem zmrziščne točke preverjamo prisotnost dodane vode v mleku. Mleko, primerno za sprejem, iz avtocisterne preko odzračevalca, filtra in števca ali tehtnice prečrpamo v skladiščne tanke za surovo mleko. Po potrebi mleko ohladimo v ploščnem ali cevnem hladilniku na temperaturo 2–4 °C. **Količino** izmerimo lahko s **tehtanjem** tako, da tehtamo cisterno z mlekom in nato prazno, očiščeno cisterno. Iz razlike mas dobimo maso mleka v kilogramih. Lahko je s tehtnico opremljen tudi skladiščni tank. Pogosteje pa merimo prostornino mleka v **litrih** preko pretočnega števca in odstranjevalca zračnih mehurčkov, ker se mleko med prečrpavanjem peni.

1 liter mleka tehta 1,032 kg oziroma 1 kg mleka ima 0,969 litra prostornine.

Gostota mleka je 1,032 g/cm³ (1,028–1,042 g/cm³).

Vrelišče mleka je 100,16 °C.

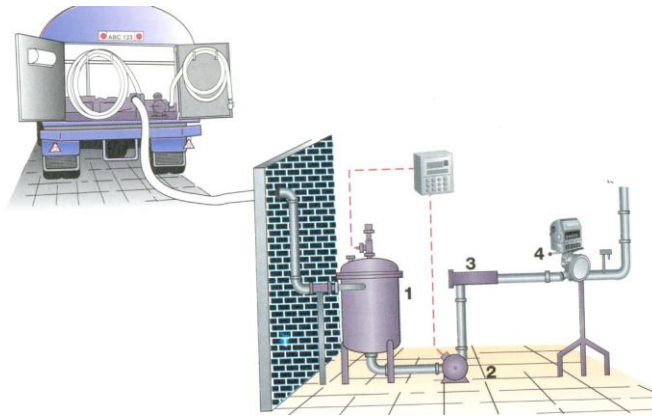
pH-vrednost mleka je aktivna kislost mleka.

$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+)$

pH svežega mleka = 6,3 do 6,9 (ni v korelaciji s titracijsko kislostjo SH),

SH svežega mleka = pod 7,2, najpogosteje 6,5 do 7,5 (Tratnik, 1998, 18)

Zmrziščna točka kravjega mleka ne sme biti višja od –0,52 °C.



1 odstranjevanje zraka, 2 črpalka, 3 filter za grobe delce nečistoče, 4 merilec volumna
Slika 19: Sprejem mleka v mlekarni

Vir: Bylund, 1995, 70



Več:

Posebna higienska pravila za živila živalskega izvora določa **Uredba ES, št. 853/2004, Evropskega parlamenta in sveta.**

Pogoje za proizvodnjo surovega mleka, toplotno obdelanega pitnega mleka ter mleka za proizvodnjo mlečnih izdelkov, namenjenih prehrani ljudi, z vsemi spremembami določa **Direktiva sveta 92/46/EGS, Ur. l. RS, št. 268/92.**

Veterinarske pogoje iz te Direktive sveta določa **Pravilnik o veterinarskih pogojih za proizvodnjo in dajanje na trg surovega mleka, toplotno obdelanega mleka in mlečnih izdelkov, Ur. l. RS, št. 28/2004, www.uradni-list.si/1/index?edition=200428**

Glede na zahteve teh dokumentov mora surovo kravje mleko, namenjeno proizvodnji toplotno obdelanega pitnega mleka, fermentiranega mleka, jedi iz skute, želiranega ali aromatiziranega mleka in smetane, izpolnjevati naslednje standarde:

Tabela 8: Kriteriji kakovosti surovega mleka

Skupno število mikroorganizmov pri 30 °C (na ml)	≤ 100000 (a)
Ovčje in kozje mleko	≤ 1500000
Število somatskih celic (na ml)	≤ 400000 (b)
(a) Geometrijsko povprečje v obdobju dveh mesecev z vsaj dvema vzorcema mesečno	
(b) Geometrijsko povprečje v obdobju treh mesecev z vsaj enim vzorcem na mesec	

Vir: <http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriSe...> (11. 3. 2009)



Povzetek

Na oddelku sprejema surovine v mlekarni kontroliramo količino in kakovost mleka po standardiziranih metodah in ob upoštevanju veljavne zakonodaje.

Razmislite: Kako in zakaj preverjamo kakovosti surovine ob sprejemu v mlekarno?

5.2 TOPLOTNA IN MEHANSKA OBDELAVA MLEKA

S toplotno obdelavo, ki je nepogrešljivi del vseh procesov v mlekarški industriji, želimo podaljšati obstojnost mleka tako, da uničimo patogene in čim večje število drugih mikroorganizmov in encimov, ki so prisotni v mleku. Pri tem želimo obdržati čim višjo biološko vrednost mleka tako, da ga ne izpostavljammo predolgo previsokim temperaturam. Poslužujemo se postopkov **pasterizacije** in **sterilizacije**.

Pasterizacija je toplotna obdelava mleka, ki poteka določen čas pri temperaturi do 100 °C, sterilizacija pa poteka določen čas pri temperaturi nad 100 °C.

Mikroorganizmi so različno odporni na toploto, kar je pri vegetativnih bakterijskih celicah odvisno od vrste mikroorganizmov, optimalne in maksimalne temperature rasti, stadija na krivulji rasti, kemijske sestave ter pH in a_w -vrednosti okolja. Za uničenje spor bakterij, plesni in kvasovk so potrebne višje temperature kot za njihove vegetativne celice. Vsi procesi prenosa toplote v mlekarni najpogosteje potekajo v obliki konvekcije⁵ ali kondukcije⁶ preko plošč ali cevi. Gretje je lahko **direktno** ali **indirektno**. **Direktno gretje** je hitro gretje, pri katerem se grelni medij meša s produktom. Ta način uporabljamo za:

- gretje vode, pri čemer se para direktno vbrizgava v vodo in prenaša vanjo toploto s konvekcijo in kondukcijo,
- za ogrevanje sirnega zrna z vročo vodo in za sterilizacijo mleka z direktno metodo, kar pomeni vbrizgavanje pare ali infuzijo mleka v paro.

Indirektno gretje je najpogosteje uporabljena metoda v mlekarnah. Toplota se prenaša iz grelnega medija skozi steno na produkt. Med grelnim medijem in produktom je plošča s čim večjo površino.

Na enak način poteka tudi hlajenje s hladilnim medijem (Bylund, 1995, 79, 80). Aparature, ki omogočajo prenos toplote iz enega sredstva v drugo, so **toplotni menjalniki**. Uspešnost delovanja toplotnega menjalnika se izraža v količini prenesene energije v časovni enoti na enoto površine. To je **toplotna prehodnost**, ki je odvisna od površine ploskev in izmenjalne sposobnosti materiala. **Negativni vpliv** na učinkovitost toplotnega menjalnika imajo izločene plasti trdnih snovi, kot so kotlovec ali izkristalizirane soli v obliki vodnega ali mlečnega kamna na površini toplotnih menjalnikov. Zato moramo tvorbo teh prevlek preprečevati ali jih redno odstranjevati (po Ignatowitz, 1996, 236–343).

5.2.1 Pasterizacija

Louis Pasteur (1822-1896) je bil francoski kemik, ki se je med drugim ukvarjal tudi s proučevanjem vpliva delovanja različnih povišanih stopenj temperature na mikroorganizme v mleku, vinu, pivu. Po njem se postopek toplotne obdelave živil do 100 °C imenuje **pasterizacija**.

Pasterizacija je po definiciji IDF (International Dairy Federation) proces, ki ga uporabljamo za uničenje patogenih mikroorganizmov v izdelku, tako zelo zmanjšamo

konvekcija⁵ = prenos toplote z gibanjem molekul

kondukcija⁶ = prevajanje toplote z gibljivimi naelektrenimi delci znotraj nekega telesa ali več teles, ki se med seboj dotikajo

nevarnost za zdravje, pri čemer so kemijske, fizikalne in senzorične spremembe izdelka minimalne (po Tratnik, 1998).

Kombinacija **temperature** in **časa** zadrževanja mleka pri tej temperaturi mora zagotavljati uničenje patogenega povzročitelja tuberkuloze, to je *Mycobacterium tuberculosis*.

Tabela 9: Glavne vrste in režimi pasterizacije

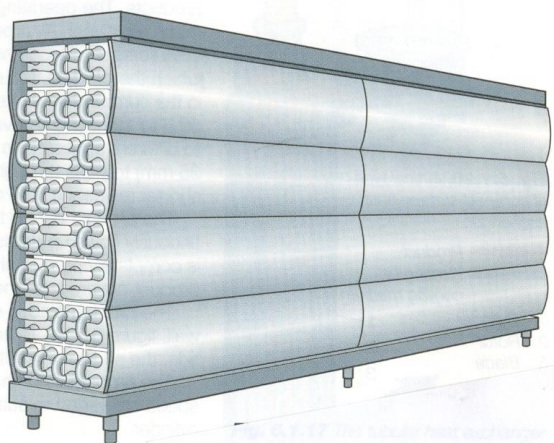
Postopek	Temperatura (°C)	Čas
termizacija	63–65	15 s
nizka ali dolgotrajna pasterizacija – LTLT (low temperature long time)	63–65	30 min
srednja ali kratkotrajna pasterizacija – HTST (high temperature short time)	72–75	15–20 s
visoka ali kratkotrajna – VHTST (very high temperature short time)	>80	1–5 s

Vir: Bylund, 1995, 76

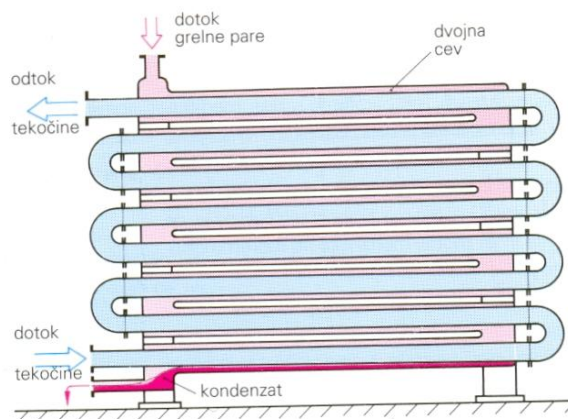
Toplotna obdelava inaktivira bakterije tako, da deluje na beljakovinske sestavine celičnih membran, za kar je potrebno zagotoviti osnovne pogoje:

- temperaturo segrevanja mleka,
- minimalno trajanje segrevanja mleka,
- gibanje mleka oziroma mešanje ali prilagajanje pretoka v izmenjevalcu toplote, kombinirano s turbulentnim gibanjem.

V mlekarski industriji se najpogosteje uporablja **ploščni** izmenjevalec toplote ali pasterizator, poznamo pa tudi **cevne** in **kotlaste** izvedbe.



Slika 20: Cevni izmenjevalec toplote
Vir: Bylund, 1995, 87



Slika 21: Cevni menjalnik toplote z oplašeno cevjo
Vir: Ignatowitz, 1996, 246

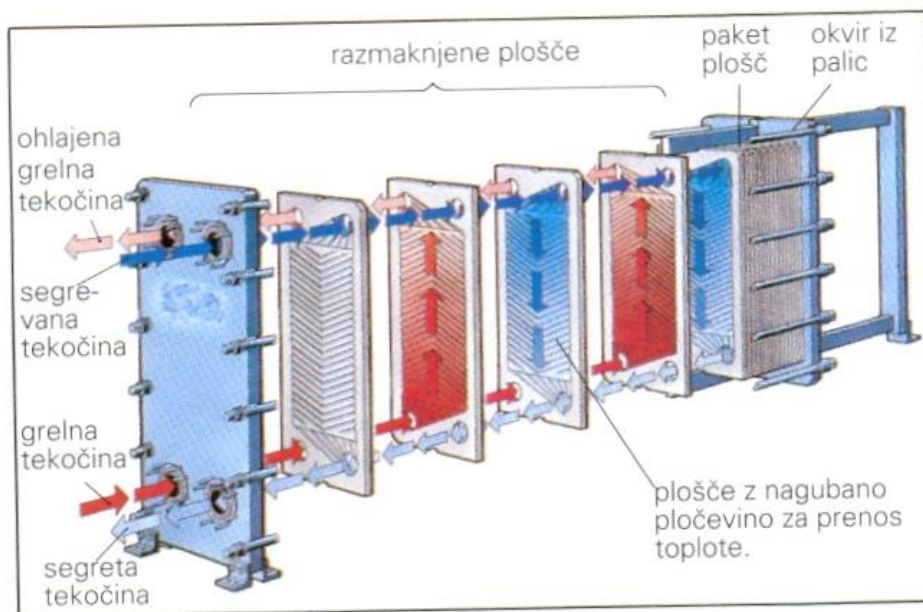
Cevni izmenjevalec toplote

To je toplotni menjalnik, ki ima različne konstrukcije cevi (paralelne, spiralne, koncentrične, dvojne ali oplašene cevi, U-cevi ipd.). Tekočini, med katerima poteka toplotna izmenjava, pritekata v tak menjalnik protitečno. Mleko tako lahko teče v ceveh ali izven njih v protitoku s sredstvom za segrevanje ali hlajenje. Kadar poteka v napravi hlajenje, teče hladilna tekočina v plašču, snov ki jo hladimo, npr. mleko pa po osrednji cevi.

Ploščni izmenjevalec

Ploščni izmenjevalec toplote lahko uporabljamo za **hlajenje** mleka, v tem primeru ima le eno sekcijo plošč, za **pasterizacijo** ali **sterilizacijo** pa mora imeti večje število sekcij, ki so med seboj ločene s posebno močnejšo ploščo. Sestavljen je iz paketa nerjavečih pravokotnih plošč z neravno površino, ki imajo odprtine za prehod tekočine. Plošče so postavljene na nosilcih in so vmes dobro zatesnjene. Čim tanjše so plošče in čim večjo površino imajo zaradi narebrenosti (profiliranosti), tem boljša bo izmenjava toplote. Mleko se giblje v eno smer med dvema ploščama, med drugima dvema pa potuje toplotno ali hladilno sredstvo v nasprotni smeri. Ker postopek toplotne obdelave mleka zahteva, da se produkt določen čas zadržuje na določeni temperaturi, imajo izmenjevalci toplote v svojem zunanem delu **zadrževalce**, ki so konstruirani v obliki cevi cik-cak ali spirale. Dolžina cevi in pretok so kombinirani tako, da je dosežen predpisan čas zadrževanja. Ploščni izmenjevalci toplote so energetsko racionalne naprave, saj z izmenjavo toplote med mlekom in hladilnim oziroma ogrevalnim sredstvom dosegajo visok koeficient regeneracije.

Koeficient regeneracije (K_r) je podatek, ki nam pove, kolikšen prihranek pare dosežemo z regeneracijo. To je razmerje med količino oddane toplote z vročim ali sprejeto s hladnim surovim mlekom v primerjavi s skupno količino toplote, ki je potrebna za segrevanje mleka od začetne temperature do temperature pasterizacije. Najučinkovitejši koeficient regeneracije je 90 do 92 %.



Slika 22: Ploščni toplotni menjalnik z delno razmaknjenimi ploščami

Vir: Ignatowitz, 1996, 246



Več: Tratnik, 1998, 97



Povzetek in vprašanja

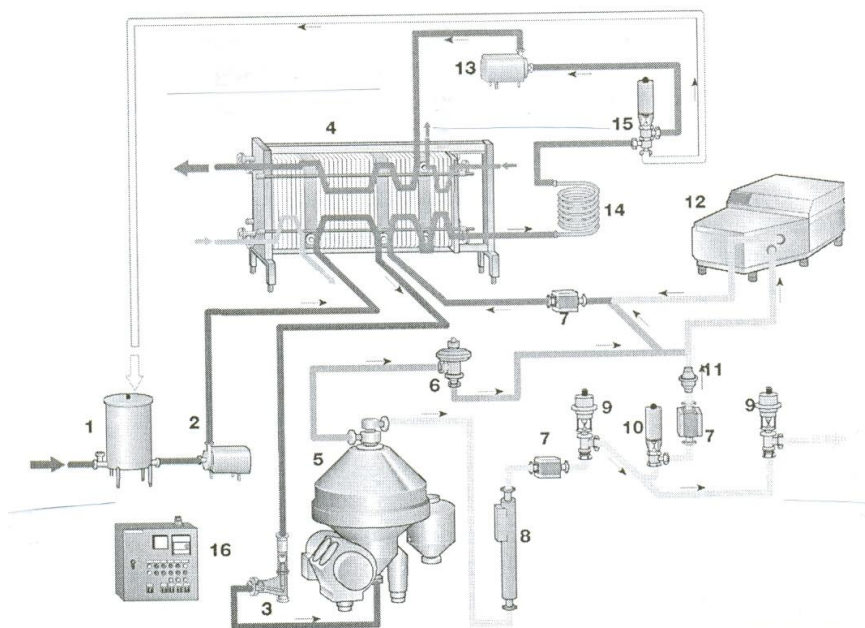
Pasterizacija je postopek toplotne obdelave mleka pri temperaturi pod 100 °C, kar pomeni zavarovanje pred patogenimi mikroorganizmi ob čim manjših izgubah biološke vrednosti mleka. Trajnost takega mleka je omejena.

1. Kakšen je namen toplotne obdelave mleka? Kakšni so načini prenosa toplote oziroma gretja?
2. Kaj dosežemo v mleku s postopkom pasterizacije? Katere vrste in temperaturne režime pasterizacije poznamo?
3. Kakšno vlogo igra kakovost surovine pri toplotni obdelavi mleka? Kako jo preverimo?
4. Kakšne so posledice, če pride v toplotno obdelavo neustrezno mleko? Kako to preprečimo?
5. Opišite ploščni pasterizator. Kakšne sisteme pasterizacije še poznamo?
6. Kaj nam pove koeficient regeneracije?

5.2.2 Proizvodnja pasteriziranega mleka

Pasterizacija mleka poteka po naslednjih stopnjah:

- cirkulacija z vročo vodo 15 do 20 minut pred začetkom dela,
- mleko priteče iz **skladiščnega tanka v balančni kotliček**,
- **centrifugalna črpalka** potiska mleko v drugo sekcijo ploščnega izmenjevalnika toplote, kjer se sreča v protitoku preko plošč z že pasteriziranim mlekom in se segreje od 45 do 60 °C;
- po potrebi potuje v **dezodorator**;
- sledi **posnemanje** predhodno ogretega mleka v **separatorju**, kjer mleko lahko tudi očistimo;
- opravimo **standardizacijo** (uravnavanje mlečne maščobe s standardizacijsko napravo);
- sledi **homogenizacija** in vračanje homogenizirane smetane v posneto mleko;
- standardizirano mleko vračamo v tretjo sekcijo izmenjevalca, ki je dogrevalnik za drugo predgretje, kjer se mleko dodatno segreje s povratnim pasteriziranim mlekom;
- v naslednji tretji sekciji s pomočjo vroče vode ali pare segrejemo mleko do ustrezne temperature pasterizacije;
- predpisan čas pasterizacije dosežemo z zadrževanjem mleka v četrti sekciji ali **vzdrževalniku** s pretokom mleka preko določenega števila plošč v samem pasterizatorju ali izven njega v cevem zadrževalcu toplote; temperature pasterizacije beleži **termograf**, nezadostno segreto mleko vrača nazaj v balančni kotliček **vračalni ventil**, ki je nameščen na iztoku iz vzdrževalnika;
- iz vzdrževalnika se mleko vrača v tretjo in drugo sekcijo, kjer se hladi z vhodnim ohlajenim mlekom, v prvi sekciji pa se dokončno ohladi do temperature pod 4 °C z **ledno vodo**;
- sledi polnjenje mleka v embalažo v **polnilnici** ali prečrpavanje v skladiščni tank; embalaža mora biti neprepustna za svetlobo in zrak ter hermetično zaprta, da ščiti pasterizirano mleko pred ponovno okužbo;
- skladiščenje pri temperaturi pod 6 °C;
- obstojnost je 6 do 10 dni ob ustreznih higiensko-tehničnih pogojih in brezhibni surovini (Tratnik, 1998, 118–120).



1 balančni kotliček, 2 črpalka za dovod proizvoda, 3 kontrola pretoka, 4 ploščni toplotni izmenjevalnik, 5 separator, 6 ventil za uravnavanje konstantnega pritiska, 7 transponder pretoka, 8 transponder gostote, 9 regulacijski ventil, 10 zaporni ventil, 11 kontrolni ventil, 12 homogenizator (v nekaterih državah), 13 Booster črpalka, 14 vzdrževalnik, 15 povratni ventil, 16 kontrola procesa

Slika 23: Primer tehnološke linije za pasterizacijo mleka

Vir: Bylund, 1995, 203

V kakšni embalaži je zapakirano pasterizirano mleko na policah naših trgovin?



Več o konzumnem mleku:

Uredba sveta (ES) št. 1234/2007 o vzpostavitvi skupne ureditve kmetijskih trgov in o posebnih določbah za nekatere kmetijske proizvode;
Mikrobiološka merila za pasterizirano mleko določata Uredba (ES) št. 2073/2005 in Uredba komisije (EU) št. 365/2010.

Sladka smetana

Za smetano je princip pasterizacije in pakiranja enak kot za mleko, le da so temperature pasterizacije višje: 90 do 95 °C 15 do 20 sekund. Nato smetano hladimo do temperature okoli 5 °C, pakiramo in skladiščimo.



Povzetek in vprašanja

Ko pride mleko na oddelek pasterizacije mu poleg toplotne obdelave uravnomo odstotek maščobe, ga homogeniziramo, po potrebi dezodoriramo, hladimo, embaliramo in skladiščimo. Pasterizirano mleko je občutljiv proizvod, za njegovo varnost skrbi na pasterizatorju povratni ventil, ki neustrezno segreto mleko vrača nazaj v proces, temperature toplotne obdelave pa beleži termograf.

1. Kakšno obstojnost zagotavlja mleku pasterizacija? Zakaj?
2. Kaj dosežemo v mleku s postopkom pasterizacije? Katere vrste in režime pasterizacije poznamo?

3. Ali lahko iz pasteriziranega mleka spontano nastane dobro kislo mleko?
4. Opišite pot mleka pri pasterizaciji.
5. Kakšne so posledice, če pride v toplotno obdelavo kemijsko in mikrobiološko neustrezno mleko? Kako to preprečimo?
6. Kako je na liniji pasterizacije mleka poskrbljeno, da se ne mešata surovo in pasterizirano mleko? Kaj pa se zgodi, če so temperature pasterizacije prenizke?
7. Kaj veste o pasterizirani sladki smetani?
8. Kakšne odstotke maščobe imata pasterizirano mleko in smetana v prodaji?
9. Kako poteka pakiranje in skladiščenje pasteriziranih mlečnih izdelkov?

5.2.3 Mehanska obdelava mleka

Proizvodnja konzumnega mleka poleg **toplotne obdelave** vključuje tudi številne **postopke mehanske obdelave**:

- **uravnavanje količine mlečne maščobe (standardizacija),**
- **odstranjevanje delcev nečistoče (filtriranje ali klarifikacija),**
- **odstranjevanje mikroorganizmov (baktofugiranje ali mikrofiltracija),**
- **razbijanje maščobnih kroglic (homogenizacija),**
- **odstranjevanje zraka ali plinov (dezodoracija ali deaeracija mleka).**

Zato so v sklopu naprav za pasterizacijo običajno še **separatorji, klarifikatorji, baktofuge, dezodoratorji, homogenizatorji** ter **naprave za membransko obdelavo mleka**.

Klarifikacija, baktofugiranje in odstranjevanje mlečne maščobe poteka na podobnih napravah, ki delujejo po principu centrifugalne sile, ta pa ločuje snovi na osnovi različne gostote.

Separatorji

Mleko je emulzija (Kemijska sestava mleka) in **centrifugiranje** je med najpogosteje uporabljenimi postopki ločevanja emulzij. Pri tem se emulzija loči v sestavne dele zaradi centrifugalne sile, ki močno pospeši ločevanje delov emulzije z različno gostoto. Trdni delci nečistoče imajo **višjo**, maščobne kroglice pa **nižjo** gostoto kot posneto mleko. Sodobni separatorji delujejo kontinuirano, so razstavljeni, vključeni v CIP-sistem, ne povzročajo penjenja ... Razlikujemo:

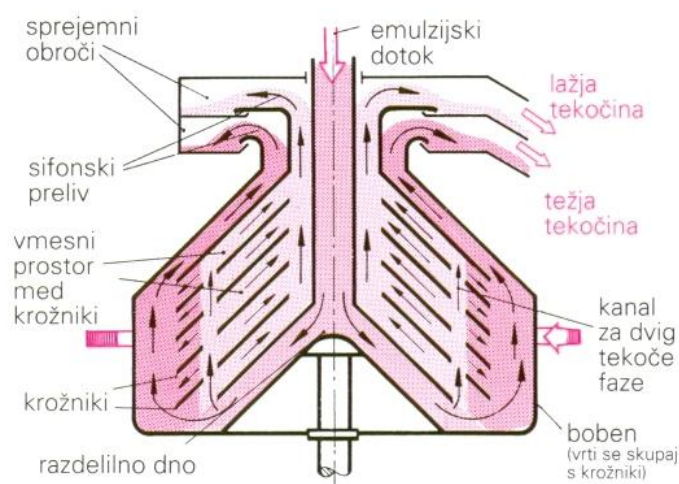
- separatorje z odprtim dovodom mleka in odprtim odvodom smetane in posnetega mleka,
- delno zaprte separatorje z odprtim dovodom mleka in zaprtim odvodom smetane in posnetega mleka,
- hermetično zaprte separatorje z dovodom mleka in odvodom smetane brez dostopa zraka.

Surovino lahko dovajamo in odvajamo brez ali s pritiskom. Pogon pa je lahko ročni, mehanski ali kombiniran. Separatorji za posnemanje mleka delujejo s 6000 do 7000 obrati/minuto.

Ostrina posnemanja je podatek, ki pove koliko % maščobe ostane v posnetem mleku. Na ostrino posnemanja mleka vplivajo: konstrukcija bobna separatorja, premer maščobnih kroglic, premer bobna, razlika v gostoti posameznih faz, hitrost vrtenja bobna in temperatura mleka, ki naj bo 45 do 55 °C (Tratnik, 1998, 80). Sodobni hermetični separatorji (posnemalniki) imajo ostrino posnemanja 0,05 do 0,02 %, posnamejo pa lahko do 30000 litrov mleka/uro.

Delovanje separatorja za posnemanje mleka:

- boben separatorja se neprestano polni z mlekom, ki se preko razdelilnega dna in po dviznih kanalih razporeja v posamezne medprostore med krožniki;
- specifično težje kapljice posnetega mleka potujejo pod vplivom centrifugalne sile proti obodu bobna, specifično lažje kapljice mlečne maščobe pa se zbirajo v notranjosti in kot mlečna mast v obliki smetane iztekajo skozi odprtino za smetano, ki je v zgornjem delu naprave;
- posneto mleko izteka prav tako zgoraj skozi drugo odprtino;
- skozi kanal na obodu separatorja tangencialno izhajajo delci nečistoče in mikroorganizmi.



Slika 24: Ločevanje emulzije v centrifugi s krožniki (separatorju)

Vir: Ignatowitz, 1996, 279

Standardizacija maščobe v mleku in smetani

Standardizirano (tipizirano) je tisto mleko, ki ima izenačeno, standardizirano vsebnost mlečne maščobe. To dosežemo s tipizacijo mleka s pomočjo separatorja in z napravami za standardizacijo. Z merilci pretoka kontroliramo pretok posnetega mleka in smetane in tako zagotavljamo njuno mešanje v točno določenih razmerjih. Standardizacija mleka ali smetane poteka v proizvodnji avtomatsko na več načinov:

- standardiziramo samo smetano na izhodu iz separatorja tako, da jo mešamo s posnetim mlekom,
- standardiziramo samo mleko na izhodu iz separatorja tako, da ga mešamo z določeno količino smetane,
- lahko pa istočasno poteka standardizacija izstopajočega mleka in smetane.

V posnemalniku odstranimo mleku skoraj vso mlečno maščobo, kolikor dopušča ostrina posnemanja, nato s posebnim ventilom za standardizacijo mleka vračamo v posneto mleko določeno količino smetane glede na želeni odstotek maščobe v končnem izdelku. Lahko pa to razmerje izračunamo na različne načine, najpogosteje uporabljamo **Pearsonov pravokotnik** in izračunavamo s pomočjo maščobnih enot.

Razmislite: Kakšna je razlika med polnim mlekom, delno posnetim in posnetim mlekom na našem trgu?

Klarifikator

Zgrajen je podobno kot separator za smetano, le da krožniki nimajo odprtin za ločevanje smetane od mleka, ali pa so to le majhne odprtine na robu krožnikov. Z njim odstranjujemo mehanske delce nečistoče, levkocite in celice mikroorganizmov na obod bobna.

Baktofuga

To je posebna centrifuga za odstranjevanje mikroorganizmov in termoresistentnih spor iz mleka. Postopek je koristen tako pri ohranjanju kakovosti konzumnega mleka, kot tudi za izboljšanje mikrobiološke kakovosti mleka za predelavo v različne izdelke, zlasti za sir, mlečni prah, sirotko in otroško hrano zaradi zaželeno nižje toplotne obdelave. Optimalna temperatura mleka za baktofugiranje je 60 °C, število obratov centrifuge pa 16000 do 20000/min. Postopek se uporablja v sirarstvu, vendar se z bakterijami izloči tudi nekaj kazeinskih micel.

Homogenizacija

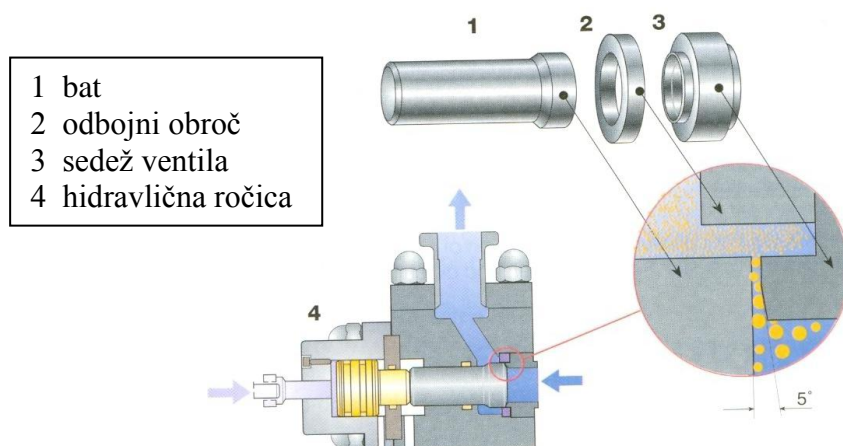
Prvi homogenizator je patentiral leta 1899 Francoz August Gaulin.

Homogenizacija je postopek drobljenja in izenačevanja velikosti globul mlečne masti pod vplivom visokega tlaka zaradi večje stabilnosti emulzije masti v mleku.

Maščoba v mleku se nahaja v obliki kroglic, ki imajo manjšo gostoto kot mlečni serum, zato se rade izločajo na površino. V mlečnih izdelkih ta proces ni zaželen, zato **mleko homogeniziramo**, pri čemer zmanjšamo velikost maščobnih kroglic. Mleko se najbolje homogenizira pri temperaturi 45 do 70 °C in pritisku med 10 in 25 MPa ali 100 do 250 barov. Homogenizacija je lahko **popolna** ali **delna**. Pri popolni homogenizaciji obdelamo celotno količino mleka, pri čemer se poškodujejo tudi druge sestavine mleka, zlasti beljakovine. Pri delni homogenizaciji pa homogeniziramo samo smetano in jo nato uvajamo nazaj v posneto mleko.

Homogenizator je sestavljen iz glave za homogenizacijo z ventili, visokotlačne črpalke z elektromotorjem, pokrova in podstavka. Glavni sestavni del je ventil z natančno obdelano odprtino, ki je oblikovana tako, da čim bolj razbije maščobo ob čim manjši porabi energije. Homogenizacija je lahko **enostopenjska** ali **večstopenjska**, najpogosteje je dvostopenjska. Pri tem načinu najprej mleko potuje skozi prvi ventil homogenizatorja pod večjim tlakom (npr. 180 barov), potem pa skozi drugi ventil pod nižjim tlakom (40 do 60 barov). Tak proizvod je stabilnejši, ker je preprečeno ponovno povezovanje maščobnih kroglic. Čim višji je tlak, tem manjše so kroglice.

Ali poznate pomisleke, ki se pojavljajo v zvezi z uživanjem homogeniziranega mleka? Kakšne možnosti ima na razpolago potrošnik, ki ne mara homogeniziranega mleka?



Slika 25: Glavne komponente enostopenjskega homogenizatorja
Vir: Bylund, 1995, 118

Deaeracija ali dezodoracija mleka

Mleko lahko vsebuje zrak in pline, ki povečujejo njegovo prostornino, zmanjšujejo učinkovitost pasterizacije, posnemanja in standardizacije. Vsebuje lahko tudi tuje hlapne snovi, ki jih mleko absorbira iz okolice in dobi vonj in okus po hlevu, krmi, kravi ... Dezodorator v obliki vakuumske komore je običajno vključen med predgrevalno sekcijo pasterizatorja in separator. Na približno 68 °C segreto mleko pride skozi široko odprtino v vakuumsko komoro in na njenih stenah se oblikuje tanek sloj mleka. Pri tem se pod vakuumom odvajajo hlapne snovi, ki so nosilci tujih vonjev in arom ter zračni mehurčki.



Vprašanja

1. Kakšen je namen separacije (posnemanja) in baktofugiranja mleka?
2. Kakšen je princip delovanja separatorja? Zakaj uporabljamo klarifikator?
3. Kaj dosežemo s postopkom standardizacije mleka? Kako poteka?
4. Opišite zgradbo in delovanje homogenizatorja.
5. Ali je dezodoracija mleka obvezna? Kakšen postopek je to in kakšen namen ima?

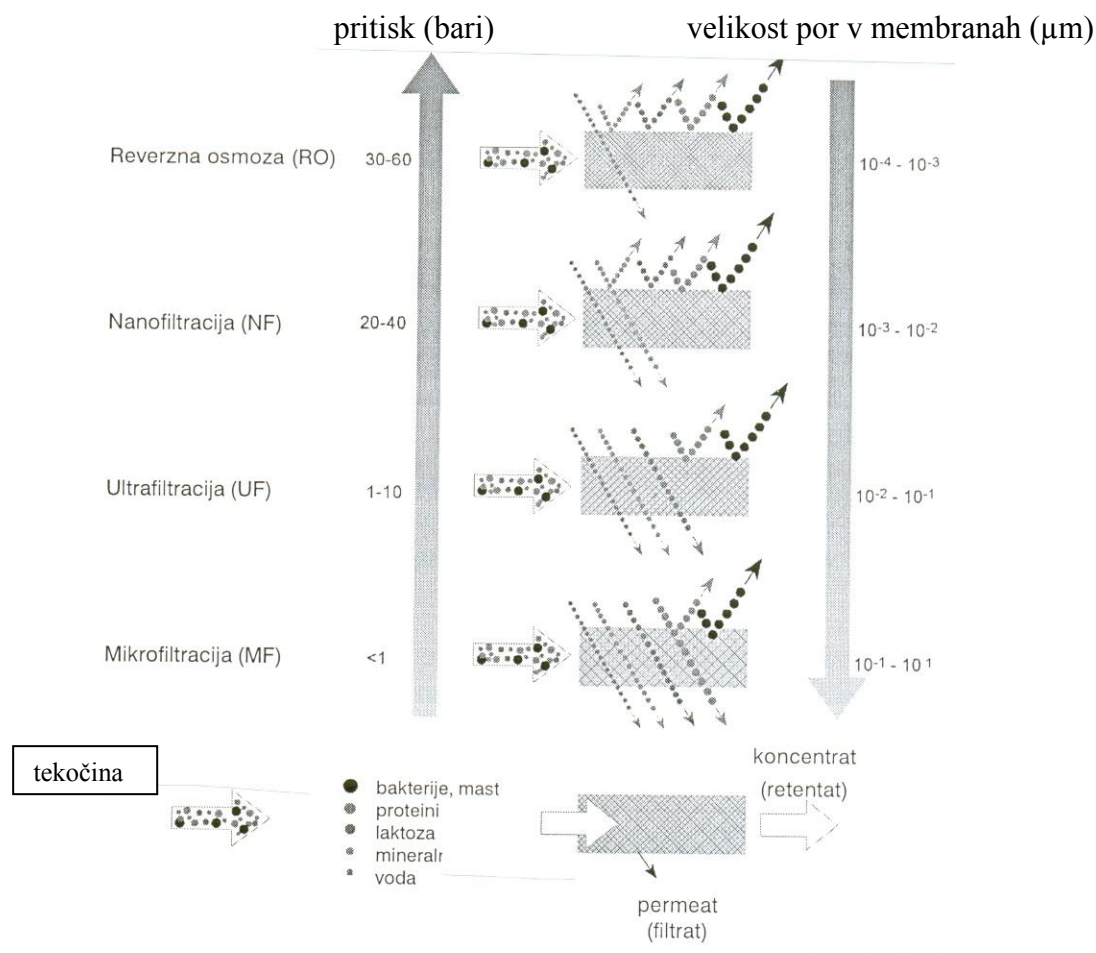
Postopki membranske obdelave mleka

To so tlačni postopki filtracije, ki omogočajo koncentriranje vseh sestavin mleka. Ti postopki so:

- **mikrofiltracija (MF)** je osnovni postopek za reduciranje bakterij in spor v tekočinah, kot so posneto mleko, sirotka in slanica, procesna voda;
- **ultrafiltracija (UF)**, ki omogoča koncentriranje in izolacijo proteinov;
- **nanofiltracija (NF)**, ki predstavlja delno demineralizacijo;
- **reverzna ali obratna osmoza (RO)**, s pomočjo katere lahko koncentriramo vse sestavine mleka.

Vsi procesi so si med seboj podobni, razlikujejo se predvsem po velikosti delcev, ki jih zadržujejo membrane. Za prehajanje snovi skozi membrane ali masni transport je potrebna razlika v tlakih na obeh straneh membrane. Obratna osmoza poteka nasprotno od prave

osmoze po principu difuzije. Membrana loči suspenzijo na **permeat**, ki prehaja skozi membrano in **retenat**, ki ostane na membrani. Pri mikrofiltraciji je permeat glavni proizvod, koncentrat bakterij pa se zavrže ali sterilizira in vrne v proces. V ostalih membranskih procesih je glavni proizvod **koncentrat**, permeat pa je stranski proizvod. Membranski procesi potekajo v mlekarstvu pri temperaturi okrog 50 °C (mejna temperatura je 55 °C), ker bi višje temperature povzročile denaturacijo sirotkinih proteinov in obarjanje kalcijevega fosfata, kar bi povzročilo mašenje por v membranah. Procesov v mlekarstvu še ne uporabljamo dolgo in niso idealni, saj zadrževanje ali prepuščanje posameznih mlečnih sestavin ni stoddostno.



Slika 26: Principi membranske filtracije

Vir: www.thewater treatment plant.com/gifs/separatio... (28. 4. 2010)

Membrane so iz različnih materialov, razlikujejo se po odpornosti glede na temperaturo, vrednosti pH, kemične in mehanske poškodbe. Poznamo **polimerne** ter zelo odporne in drage **mineralne** membrane. Naprave za membransko filtracijo so lahko:

- **ploščne** v obliki filtrirne stiskalnice, kjer so polimerne membrane v obliki folije med okroglimi ali jajčastimi nosilnimi ploščami;
- v obliki **spiralnega navitja**, kjer so polimerne membrane v obliki folije, ki je spiralno navita znotraj nerjavečih cevi;
- **cevaste** z membranami znotraj ali okoli cevi na osnovi polimerov ali keramike;
- **snopi** membran z gostimi votlimi **vlakni**, prilepljenimi na epoksidno ploščo.



Več o membranskih procesih:

<http://www.apv.com/us/technologies/membranes/microfiltration/Microfiltration.asp>

<http://www.apv.com/us/technologies/membranes/nanofiltration/Nanofiltration.asp>

<http://www.apv.com/us/technologies/membranes/reverseosmosis/Reverse+Osmosis.asp>



Povzetek in vprašanja

Membranski procesi omogočajo izločanje vsake sestavine iz mleka posebej, ker so delci sestavin različno veliki. Z uporabo membran lahko iz mleka odstranimo mikroorganizme, zgostimo mleko in sirotko, odstranimo sol iz sirotke, povečamo hranilno vrednost izdelka, zmanjšamo transportne stroške. Slaba stran so visoke cene membran ter mašenje por na membranah, posledično pa izgube hranilnih sestavin zaradi slabše selektivnosti membran.

1. Katere membranske procese poznamo in s kakšnim namenom jih uporabljamo v mlekarstvu?
2. Kakšne membrane so na razpolago?
3. Kakšne so ovire za večjo uporabo membranskih procesov pri predelavi mleka?

5.2.4 Sterilizacija mleka

Sterilizacija je postopek, s katerim uničimo vse mikroorganizme, tako vegetativne kot njihove spore, hkrati pa inaktiviramo tudi encime, kar omogoči dolgo skladiščenje steriliziranih mlečnih izdelkov tudi pri sobni temperaturi.

Razmislite: Kam spada izdelek, označen kot Alpsko mleko? Kakšen rok trajanja zagotavlja proizvajalec? Zakaj?

Osnovna surovina mora biti za obdelavo pri visokih temperaturah **zelo kakovostna**, zlasti proteini morajo biti neprizadeti in tako termično stabilni. V nasprotnem primeru prihaja do kosmičenja beljakovin in usedlin na dnu embalaže, pri samem postopku sterilizacije pa se beljakovine lepijo na stene aparatov in nastajajo ožganine, ki vplivajo na okus izdelka ter povzročajo težave pri čiščenju.

Tabela 10: Glavne vrste in režimi sterilizacije

Postopek	Temperatura (°C)	Čas
kratkotrajna sterilizacija ali UHT (ultra high temperature)	135–150	nekaj sekund
dolgotrajna sterilizacija ali sterilizacija v embalaži	115–120	20–30 minut

Vir: Tratnik, 1998, 95

Dolgotrajna sterilizacija mleka v embalaži

Uporabljamo jo pri sterilizaciji hermetično zaprtih steklenic, kozarcev ali pločevink, naprave za sterilizacijo pa so avtoklavi. Mleko očistimo, posnamemo, tipiziramo, homogeniziramo in dezodoriramo ter z njim napolnimo embalažo, ki jo hermetično zapremo. Postopek je lahko **kontinuiren** ali **diskontinuiren**. Pri **kontinuirni** sterilizaciji, ki je lahko v vertikalni ali horizontalni izvedbi, steklenice ali pločevinke potujejo skozi komore, kjer se ogrejejo do

temperature 90 °C, nato jih steriliziramo pri 115 °C do 15 minut in potem postopno hladimo, najprej do okoli 90 °C, nazadnje pa v bazenu za končno hlajenje do okoli 40 °C. Za **diskontinuirni** postopek uporabljamo šaržni avtoklav s košarami, ki jih polnimo s steklenicami (pločevinkami).

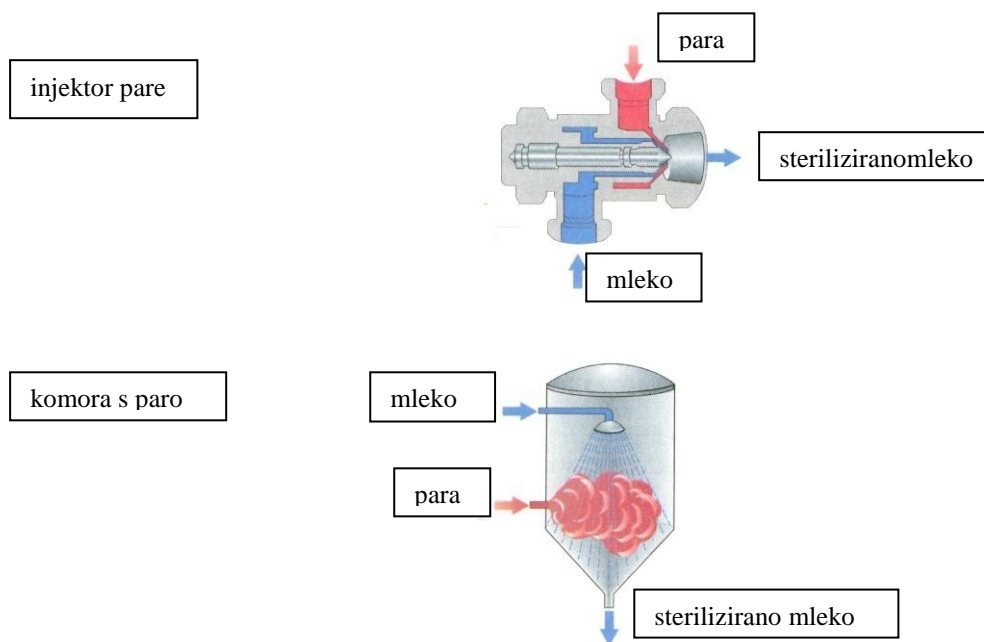
Kratkotrajna sterilizacija ali sterilizacija v kontinuirnem pretoku

Postopek je kontinuiren in avtomatiziran ter ga uporabljamo za številne mlečne in druge proizvode, ki jih lahko prečrpavamo. Sestavljajo ga štiri faze:

- **predsterilizacija** poteka pred vsako proizvodnjo, da ne pride do reinfekcije produkta; opremo minimalno 30 minut steriliziramo z vročo vodo pri delovni temperaturi obdelave proizvoda, nato jo ohladimo do temperature delovanja;
- **proizvodnja**, tu so faze prilagojene vrsti proizvoda;
- **aseptično medfazno pranje** opravimo v primeru, če je treba odstraniti obloge med dolgotrajnim delovanjem, traja 30 minut;
- **CIP (cleaning in place) pranje** poteka v več fazah: predpranje, pranje z vročo raztopino luga, izpiranje z vročo vodo, kislo pranje in končno izpiranje; vsi postopki potekajo avtomatsko z natančno programiranim časom, temperaturo in koncentracijo (Bylund, 1995, 224, 225).

Sterilizacija lahko poteka **direktno** ali **indirektno**. **Direktno kratkotrajno sterilizacijo** izvajamo s paro, ki pride v direkten kontakt z mlekom na dva načina:

- z **vbrizgavanjem pare s parnim injektorjem v mleko** v protitoku,
- z **razprševanjem mleka** v komoro s paro.



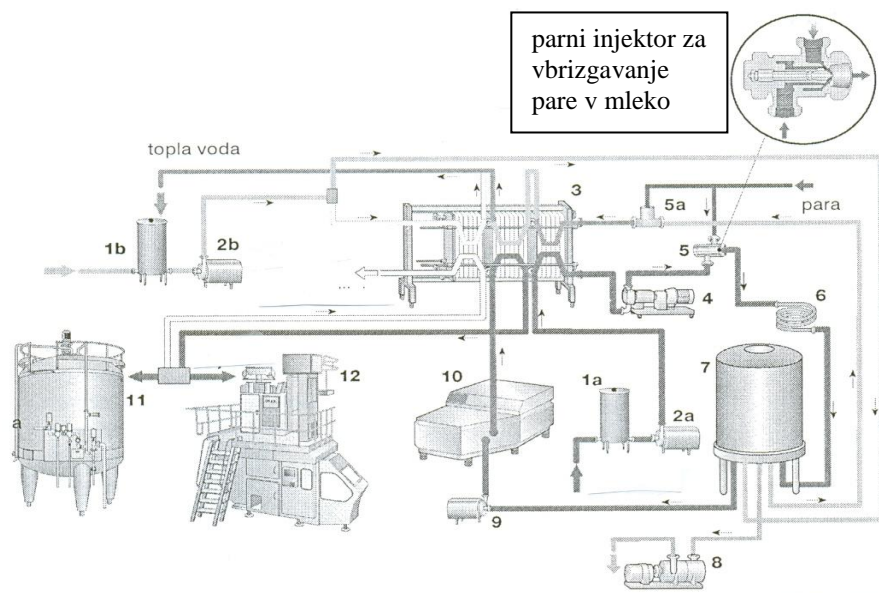
Slika 27: Naprava za injiciranje pare v mleko in komora za razprševanje mleka v paro
Vir: Bylund, 1995, 224

Indirektna kratkotrajna sterilizacija

Pri tem postopku mleko prav tako segrevamo s paro, vendar **posredno ali indirektno** v cevnem ali ploščnem izmenjevalcu toplote. Naprave so podobne kot pri pasterizaciji. Ker uporabljamo višje temperature kot pri pasterizaciji, moramo z uravnavanjem pritiska preprečiti, da bi mleko v sterilizatorju vrelo. Prenos toplote preko površine za izmenjavo

toplote je izboljššan s turbulentnim tokom mleka, tako se zmanjša tudi nevarnost prilepljanja in usedanja na površini za izmenjavo toplote.

Če med sterilizacijo po katerem koli postopku temperatura pade, se mleko po dodatnem hlajenju na mestu pred aseptičnim tankom in polnilnim strojem avtomatsko preko povratnega ventila vrača nazaj v proces. Istočasno moramo sistem izprati z vodo in očistiti s CIP-postopkom ter sterilizirati pred nadaljevanjem ali ponovnim začetkom procesa.



1a balančni kotliček za mleko, 1b balančni kotliček za vodo, 2a in 2b črpalke, 3 ploščni izmenjevalnik toplote, 4 visokotlačna črpalka, 5 vbrizgavanje visokotlačne pare, 6 vzdrževalnik, 7 ekspanzijska/vakuumska komora - odparjalnik, 8 vakuumsko črpalka, 9 centrifugalna črpalka, 10 aseptični homogenizator, 11 aseptični skladiščni tank, 12 aseptični polnilni stroj

Slika 28: Linija za kratkotrajno direktno sterilizacijo
Vir: Bylund, 1995, 224

Ob sliki spremljajte in opišite pot mleka pri direktni kratkotrajni sterilizaciji.



Več: Tratnik, 1998, 122, 123; Bylund, 1995, 225

Cevni indirektni UHT-sistem

Uporabljamo ga za sterilizacijo proizvodov z nizko ali srednjo viskoznostjo, ali če vsebujejo koščke oziroma vlakna (deserti, pudingi ...). Postopki v proizvodnem procesu so enaki kot pri ploščnih izmenjevalnikih toplote.

Pakiranje steriliziranega mleka

Postopki pakiranja morajo biti izvedeni aseptično v predhodno sterilizirano, za zrak in svetlobo neprepustno embalažo. Za sterilizacijo naprav, kartonske embalaže in okolja uporabljamo raztopino H_2O_2 , UV-svetilke, kloriranje, vročo vodo in paro ali kombinacije naštetega. Karton pred oblikovanjem teče s koluta nekaj sekund skozi 30–33 %-no raztopino vodikovega peroksida pri temperaturi 80–85 °C. H_2O_2 je močan oksidant, ki se na embalaži, preden jo napolnimo z mlekom, razgradi pod vplivom toplega zraka (Sturm, 1998, 118, 119).

Embalažo oblikujemo na aseptičnem pakirnem stroju v sterilnem okolju, nato vanjo doziramo želeno količino steriliziranega mleka. Embalaža je kompleksna, sestavljena iz kartona, ki je zunaj zaščiten s parafinom, znotraj pa z aluminijasto folijo ter s polietilensko folijo, ki ščiti mleko pred učinkovanjem kovine.

Zaradi delovanja visoke temperature se v steriliziranem mleku lahko pojavijo **spremembe** kot so: porjavitev, aroma po kuhanem (karamelizacija), pojav sedimenta, zmanjšana sposobnost za koagulacijo mleka, zmanjšana hranilna vrednost mleka, zlasti proteinov in vitaminov, ne pa laktoze, maščobe in mineralov.

Na obstojnost steriliziranega mleka lahko vpliva prisotnost termoresistentnih encimov, ki jih proizvajajo psihrotrofne bakterije. Med skladiščenjem lahko povzročijo razgradnjo kazeina in posledično nastanek grenkih peptidov, grenkobo ali celo želiranje in sladko sirjenje. Lipaze psihrotrofnih bakterij povzročajo spremembe okusa (žarkost). Obstojnost steriliziranega ali trajnega mleka je 3 do 4 mesece pri sobni temperaturi, pri hladnem skladiščenju pa je še veliko daljša pod pogojem, da je zaščiten pred svetlobo in kisikom.

Kakšne sterilizirane mlečne izdelke še lahko najdete na policah trgovin?



Več o embalaži: www.tetrapak.com/.../mixing/Pages/default.aspx

Več: Poraba mleka in mlečnih izdelkov na prebivalca v različnih državah za leto 2006; Proizvodnja kravjega mleka (000 ton) v izbranih državah na svetu, 2006 Vir: Mednarodna zveza Dairy, Bilten 423/2007, www.fil-idf.org



Povzetek in vprašanja

Povpraševanje po trajnih mlečnih izdelkih je vedno večje, zato najdemo v prodaji sterilizirano mleko pa tudi mleko z različnimi dodatki. Postopki sterilizacije potekajo tako, da so sestavine mleka čim manj okrnjene, obenem pa sta zagotovljena dolga obstojnost izdelkov pri sobni temperaturi in varno uživanje.

1. Zakaj za sterilizacijo ni primerna surovina s povečano količino sirotkinih proteinov?
2. Kakšne načine sterilizacije poznamo? Kakšne so osnovne razlike med njimi?
3. Zakaj postopek sterilizacije zagotavlja večmesečno obstojnost izdelkov pri sobni temperaturi?
4. Kakšna je razlika med direktno in indirektno kratkotrajno sterilizacijo?
5. Kako poteka pakiranje in skladiščenje steriliziranih mlečnih izdelkov?
6. Kako poteka CIP-sistem čiščenja linij za sterilizacijo?
7. Kdaj lahko med proizvodnim procesom pride do okužbe steriliziranega mleka?
8. Kakšne so možne napake steriliziranih mlečnih izdelkov?

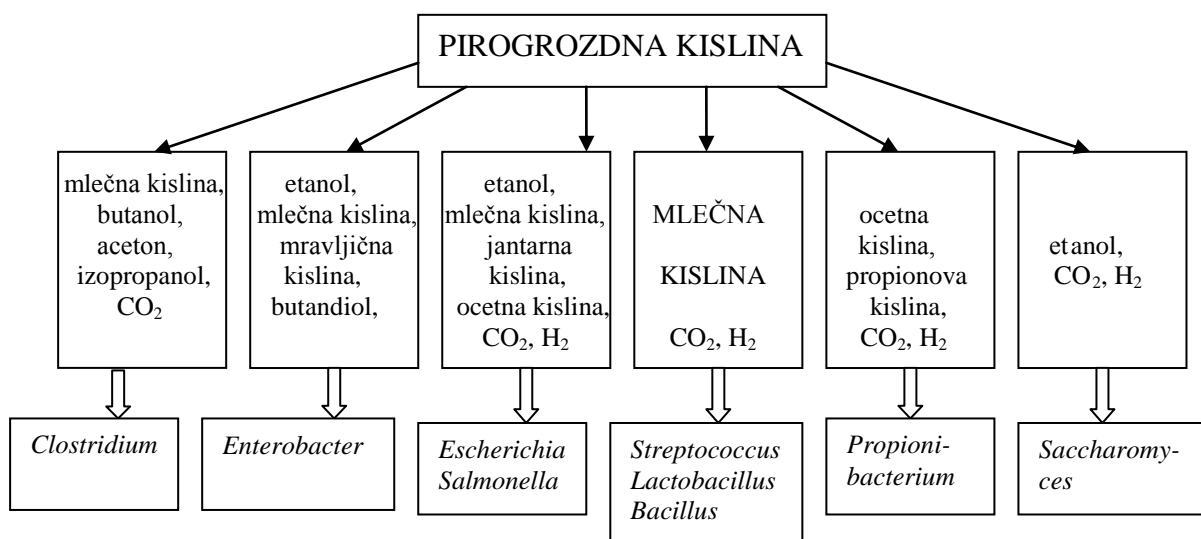
6 FERMENTIRANO MLEKO

Fermentirano mleko sodi med najstarejše mlečne izdelke. Po vsej verjetnosti izhaja iz mediteranskega področja iz Male Azije ali vzhodne Evrope. V določenih klimatskih pogojih se je mleko, okuženo z naravnimi mlečnokislinskimi bakterijami, skisalo. Bilo je prijetnega, osvežujočega okusa in dolgo časa primerno za uživanje. Stalno kakovost takega mlečnega napitka so predniki ohranjali z dodajanjem majhne količine fermentiranega mleka od prejšnjega dne v sveže mleko. Danes imenujemo proces kisanja **fermentacija**, izdelki, ki pri tem nastanejo, pa so **fermentirani izdelki**. Louis Pasteur je s svojimi raziskavami potrdil, da so povzročitelji kisanja mleka mikroorganizmi. 20. stoletje pomeni izdelavo fermentiranega mleka tudi v industrijskih razmerah, kjer proizvodnja fermentiranega mleka poteka neodvisno od klimatskih razmer, kar omogoča sodobna tehnološka oprema, razvoj analitike ter mikrobiološke kulture, v katerih so izbrani mikroorganizmi v koncentrirani obliki.

Razmislite: Zakaj so fermentirani mlečni izdelki pomembni s prehranskega stališča?

Končni produkti fermentacije

V mleku potekajo pod vplivom mikroorganizmov različne fermentacije ali vrenja, katerih izhodišče je vedno **laktoza ali mlečni sladkor** (poglavje o laktozi). Ne glede na vrsto fermentacije poteka razgradnja laktoze na podoben način, razlikuje se po vrsti mikroorganizmov in pogojih fermentacije. Glavni vmesni produkt katere koli fermentacije je **pirogrozdna kislina**.



Slika 29: Končni produkti vrenja, ki nastanejo iz pirogrozdne kisline

Vir: Tratnik, 1998, 59

Razgradnjo pirogrozdne kisline nadaljujejo bakterije in kvasovke po različnih poteh do različnih produktov, odvisno od pogojev, ki vplivajo na razvoj in delovanje prisotnih mikroorganizmov (Slika 29).

6.1 MLEKARSKE MIKROBIOLOŠKE ALI STARTERSKE KULTURE

Nekoč povsem nepoznano sestavo cepiv, kot je npr. kislo mleko od prejšnjega dne, so danes zamenjale izbrane **starterske kulture**, **starterji** ali **mikrobiološka cepiva**, katerih sestavo in aktivnost poznamo. Njihove glavne naloge so:

- **tvorba mlečne kisline**, ki je rezultat razgradnje laktoze. Mlečna kislina ustvari značilen svež, kiselkast okus in aromo fermentiranih vrst mleka. V sirarstvu je pomembna pri procesu koagulacije in oblikovanju teksture sirmine;
- **tvorba hlapnih snovi**, kot sta diacetil in acetaldehid, ki prispevajo k aromi fermentiranih mlečnih izdelkov;
- **proteolitična in lipolitična aktivnost**, kar je zaželeno zlasti pri zorenju nekaterih vrst sira;
- **zniževanje pH-vrednosti** med fermentacijo in tvorba različnih zaviralnih snovi, ki preprečujejo rast patogenih mikroorganizmov in drugih kvarljivcev;
- **tvorba** nekaterih **drugih snovi**, značilnih za posamezne proizvode (npr. alkohol).

S tem dosežemo:

- podaljšanje obstojnosti in zagotavljanje varnosti izdelkov,
- oblikovanje zaželenih senzoričnih in reoloških lastnosti izdelkov,
- oblikovanje terapevtskih/funkcionalnih lastnosti izdelkov (po Bem et al., 2003, 554).

Mlekarske starterske kulture delimo:

- glede na **optimalno temperaturo** na **mezofilne** in **termofilne**,
- glede na **encimatski sistem** na **homofermentativne** in **heterofermentativne** (Bem et al., 2003, 556).

Večinoma so v starter kulturah za fermentirane mlečne izdelke mlečnokislinske bakterije, redko kvasovke (kefir) ali plesni (Viili – finski fermentiran mlečni napitek). Široko dostopne so danes naslednje oblike starter kultur:

- **tekoče**, ki jih skoraj ne uporabljamo več, vsebovale so 10^9 mikroorganizmov/ml,
- **globoko zamrznjene**, koncentrirane kulture, ki vsebujejo 10^{10} mikroorganizmov/ml,
- **zamrznjene, osušene**, koncentrirane v obliki prahu,
- **globoko zamrznjene**, zelo koncentrirane, osušene (liofilizirane) kulture v lahko topni obliki za direktno inokulacijo v mleko.

V proizvodnji fermentiranih mlečnih izdelkov lahko uporabljamo mikrobne kulture, kot so:

- **enosevne** ali **monokulture**, ki vsebujejo samo eno vrsto bakterij (primer *L. acidophilus* za proizvodnjo acidofilnega mleka),
- **večsevne** ali **mešane kulture**, ki vsebujejo mešanico več vrst bakterij (primer kultura za jogurt, ki jo sestavljata *L. delbrückii* subsp. *bulgaricus* in *Streptococcus thermophilus*).

Priprava večjih količin starter kultur v mlekarskem obratu skorajda ni več potrebna (razen pri pripravi okisovalca), saj proizvajalci mlekarskih biokultur ponujajo široko možnost izbire najrazličnejših kombinacij mikroorganizmov za posamezne izdelke v oblikah, ki zagotavljajo enostavno uporabo in stalno kakovost. Pravilno skladiščene so lahko vedno na razpolago.



Več: Bylund, 1995, 233–240;
Christian Hansen A/S, Danska

6.2 OSNOVE PROIZVODNJE FERMENTIRANIH MLEČNIH IZDELKOV

Ker je mleko zelo ugodna sredina za razvoj različnih mikroorganizmov, danes proizvajamo široko paleto fermentiranih proizvodov z najrazličnejšimi starter kulturami, z dodatki ali brez njih, iz kravjega, ovčjega, kozjega, bivoljega, kobiljega ... mleka. Na osnovi prevladujočih mikroorganizmov, ki sodelujejo pri fermentaciji, razdelimo vrste fermentiranega mleka v tri skupine:

- **fermentirano mleko, proizvedeno z mlečnokislinsko fermentacijo:**
 - a) mezofilna (kislo mleko, Filmjölk),
 - b) termofilna (jogurt, Labneh, Skyr),
 - c) terapevtska (Acidofilus, Bioaktiv, Cultura AB, AB jogurt, Yakult),
- **fermentirano mleko, narejeno s kombinirano fermentacijo**, v kateri sodelujejo mlečnokislinske bakterije in **kvasovke** (kefir, kumis, acidofilno-kvasno mleko),
- **fermentirano mleko, narejeno s kombinirano fermentacijo**, v kateri poleg mlečnokislinskih bakterij sodelujejo tudi **plesni** (izdelek Viili) (Bem et al., 2003, 557).

Na trg prihajajo nove mikrobne kulture, ki obogatijo izdelke z novimi lastnostmi, kot so: gladka struktura, bolj svetleč koagulum, bolj poln okus kljub znižanemu % suhe snovi in manjši porabi posnetega mleka v prahu ter nižjem % mlečne maščobe, z večjo sposobnostjo tvorbe eksopolisaharidov in močnejšo tvorbo diacetila (Chr. Hansen, 2009).



Vprašanja

1. Zakaj je mleko zelo dobro okolje za številne mikroorganizme? Za katere?
2. Opišite pomen pretvorb pirogrozdne kisline pri nastanku fermentiranih mlečnih izdelkov.
3. Kako se razlikujeta homofermentativna in heterofermentativna mlečnokislinska fermentacija? Navedite po dva mlečna izdelka, ki sta nastala po homofermentativni oziroma heterofermentativni poti.
4. Opišite razliko med spontanim skisanjem mleka in kisanjem, ki poteka po dodatku mlekarskih mikrobnih kultur (starter kultur).
5. V kakšnih oblikah so na razpolago mlekarske mikrobne kulture. Kakšen je način uporabe?
6. V kakšnih pogojih delujejo dodane mikrobne kulture optimalno in kdaj so ovirane pri delovanju, oziroma sploh ne delujejo?

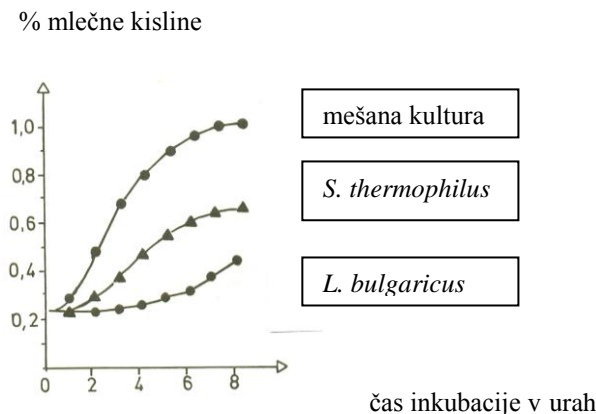
6.3 JOGURT

Proizvodnja in poraba jogurta se je močno povečala z uporabo sadnih in aromatiziranih dodatkov. Je najbolj znan med vsemi fermentiranimi mlečnimi proizvodi in najbolj priljubljen skoraj povsod v svetu. Pojavlja se v čvrsti in tekoči obliki in tudi kot desert ali napitek. Poznamo jogurte z različnim % maščobe, od posnetega do polnomastnega, lahko je sladkan s sladkorjem ali z umetnimi sladili, vsebuje lahko različne dodatke.

Naloga: Preglejte ponudbo jogurtov na trgu ter jo opišite v seminarski nalogi. Opišite dodatke navedene na deklaracijah. Kako so označeni? S kakšnim namenom jih dodajamo?

Tehnološki postopek je podoben za kravje, kozje, ovčje mleko in je sestavljen iz naslednjih faz:

- **odbira** mleka, ki mora biti dobre mikrobiološke in fizikalno kemijske kakovosti, brez zaviralnih snovi;
- **standardizacija** mleka, ki pomeni uravnavanje **mlečne maščobe** in **suhe snovi**. **Suho snov** uravnavamo na več načinov: z evaporacijo, z dodatkom posnetega mleka v prahu, z dodatkom sirotkinih proteinov, koncentriranega mleka, ultrafiltracijskega retenata.
- **homogenizacija** mleka;
- **toplotna obdelava** mleka pri temperaturi 80–85 °C/30 minut ali 90–95 °C/5–10 minut;
- **hlajenje** mleka do temperature cepljenja, ki je 40–45 °C za termofilno jogurtovo kulturo, sestavljeno iz streptokokov in laktobacilov;
- **dodatek kulture** po navodilu proizvajalca (1,5–2 %), ki poteka aseptično in običajno kontinuirano v pretoku mleka; nadaljnji proces poteka odvisno od tega, ali izdelujemo čvrst ali tekoč proizvod.

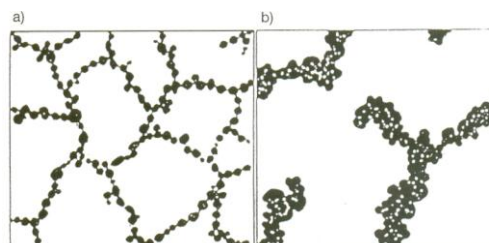


Slika 30: Tvorba mlečne kisline pod vplivom bakterij v mešani jogurtovi kulturi pri 40 °C

Vir: Tratnik, 1998, 149

Čvrsti jogurt

Z mlekom s cepivom napolnimo embalažo (lončke z aluminijastimi pokrovi ali kartonsko embalažo), sledi **inkubacija** v komori pri ustrezni temperaturi. Čas inkubacije je odvisen od količine in vrste kulture, vodi do nastanka čvrstega koaguluma in pH-vrednosti 4,6 ali manj, ne sme pa se pojaviti sirotka na površini. Po končani fermentaciji se prične hlajenje v zorilni ali v posebni komori za ohlajanje, da prekinemo naraščanje kisline. Končno temperaturo pod 5 °C dosežemo v hladilnici.



- a) nežna struktura koaguluma iz mleka, segretega na 95 °C/5 minut
- b) groba struktura koaguluma iz surovega mleka

Slika 31: Struktura jogurta

Vir: Tratnik, 1998, 165

Med naraščanjem kisline se dogajajo spremembe na površini in v notranjosti kazeinskih micel; pri pH okrog 4,6, ki je izoelektrična točka kazeina, se oblikuje tridimenzionalna mreža gela in mleko koagulira. Koagulum se oblikuje 2–3 ure pri temperaturi 42 °C, biti mora homogen, imeti mora ustrezno viskoznost, gladko teksturo in porcelanast sijaj.

Tekoči jogurt (za pitje, homogenizirani tekoči "drink" jogurt)

Fermentacija poteka v tanku pred polnjenjem embalaže. Po končani fermentaciji topel ali hladen koagulum pri pH 4,6–4,7 med prečrpavanjem in polnjenjem embalaže razbijemo in nastane tekoči proizvod. S homogenizacijo pred hlajenjem dobimo še redkejši proizvod za pitje. Mešanje ne sme biti prehitro zato, da koagulum ni preveč razbit in da ni pregrebe konsistence. Koagulum lahko drobimo tudi v homogenizatorju pri tlaku okrog 50 barov. Jogurt hladimo med kontinuirnim pretokom skozi ploščni ali cevni hladilnik, dodamo mu zelene dodatke. Pakiramo ohlajen tekoči jogurt pri 8 °C.

Obstojnost jogurta je 2–3 tedne, če je zagotovljena hladilna veriga pri 4–8 °C, minimalni rok trajanja pa je 8–10 dni. Preprečiti moramo stresanje in razbijanje toplega koaguluma, kar bi povzročilo izstopanje sirotke (Tratnik, 1998).

Razmislite: Katere zaviralne snovi so lahko prisotne v mleku? Kako poteka standardizacija mleka?

Poskusite narisati osnovni tehnološki shemi za čvrsti in tekoči jogurt.

6.3.1 Jogurti s podaljšano obstojnostjo

Podaljšan rok trajanja lahko dosežemo na več načinov:

- s **pasterizacijo** homogeniziranega jogurta pred pakiranjem nekaj sekund pri 72–75 °C v toplotnem izmenjevalcu ali v embalaži 5–10 minut pri 75 °C, obstojnost je 1–2 meseca pri temperaturi hladilnika;
- s **sterilizacijo** 2–3 sekunde nad 100 °C, jogurtova mikroflora v teh primerih ni več aktivna, obstojnost jogurta pa podaljšamo za 2–3 mesece;
- z **zamrzovanjem** navadnega ali sadnega jogurta: postopek je podoben kot pri sladoledu in tudi izdelek je bolj podoben sladoledu kot jogurtu, trajnost se tako podaljša na trajnost sladoledov;
- s **sušenjem** po postopkih razprševanja ali liofilizacije dobimo jogurt v prahu, ki ga lahko rekonstituiramo v predhodno prekuhani vodi, ohlajeni med 30–50 °C, po 12–36 urah dobi gostoto običajnega jogurta, izgubi pa okrog 80 % živih mikroorganizmov in tudi hranilna vrednost se zniža (Tratnik, 1998, 174).

6.4 KISLO MLEKO

Tudi kislo mleko je lahko **čvrsto** ali **tekoče**, brez ali z dodatki. Tehnološki postopki in zahteve v zvezi s kakovostjo surovine so enake kot pri jogurtu. Razlika je v temperaturi inokulacije, ki poteka med 22–24 °C, in v času inkubacije, ki traja 16–20 ur. Starter kultura je **mezofilna**, imenujemo jo **okisovalec**.

6.5 KISLA SMETANA

Kisla smetana ima mlečno barvo, porcelanasto svetlečo površino, visoko viskoznost, tekstura je čvrsta in obenem prijetno voljna, okus ter aroma sta rahlo kisla. Vsebuje običajno 10–12 %

ali 20–35 % mlečne maščobe. Maščoba vpliva na teksturo in polnost ter daje aromo, kulture pa doprinesejo svežino. Kot cepivo uporabljamo **mezofilne bakterije okisovalca**, ki poleg kisline tvorijo tudi aromo, zlasti diacetil in plin CO₂, ki pa ga ne sme biti preveč. Možna je tudi proizvodnja kisle smetane z nizko vsebnostjo mlečne maščobe (9 %). Posebna izbrana kultura nadomesti maščobo tako, da daje visoko teksturo, ker vsebuje soje, ki proizvajajo eksopolisaharide, kar povečuje polnost v ustih, in soje, ki proizvajajo diacetil, zato je smetana bolj aromatična. Čas zorenja smetane je krajši, traja 11–12 ur (Chr. Hansen, 2009).



Povzetek in vprašanja

Pri pripravi jogurta uporabljamo termofilne mikrobnne kulture. Široka paleta najrazličnejših okusov in konsistence lahko zadovolji še tako zahtevnega potrošnika. Na področju proizvodnje mikrobnih kultur razvoj ponuja izdelke z nižjo energetske vrednostjo, s krajšimi proizvodnimi postopki in z dobrimi senzoričnimi lastnostmi. V fermentirani obliki tudi stranske proizvode lahko približamo kupcu.

1. Na kaj moramo biti pozorni pri odbiri mleka za proizvodnjo fermentiranih mlečnih izdelkov?
2. Ali lahko dobro kislo mleko izdelamo doma brez uporabe dodanih starterskih kultur?
3. S kakšnim namenom mleko za jogurt toplotno obdelamo pri visokih temperaturah?
4. Na kakšen način in zakaj v mleku za jogurt povečamo % suhe snovi?
5. Pri kateri stopnji proizvodnje in kako se razlikujeta čvrsti in tekoči jogurt?
6. Kakšna je obstojnost jogurta in na kakšne načine jo lahko še podaljšamo?
7. Katere stranske proizvode v mlekarstvu lahko predelamo v fermentirane izdelke? Na kakšne načine jih izboljšamo?
8. Navedite lastnosti dobre kisle smetane. Kako jo proizvedemo in katero mikrobnno kulturo uporabimo?
9. Opišite sodobne trende v proizvodnji mikrobnih kultur.

6.7 PROBIOTIČNI IZDELKI

Poleg tradicionalnih vrst fermentiranega mleka so vse bolj popularne t.i. **terapevtske** ali **probiotične vrste** fermentiranega mleka, ki vsebujejo mikrobnne seve s posebnimi, zdravju koristnimi lastnostmi. Najpogosteje so to črevesni izolati, ki slabo rastejo v mleku, zato jih dodajajo tipičnim mlekarskim mlečnokislinskim mikroorganizmom, ki izpeljejo fermentacijo. Po eni zadnjih **definicij** so probiotiki živi mikroorganizmi, ki v hrani ali krmi vplivajo na fiziologijo gostitelja tako, da okrepijo črevesni in sistemski imunski odgovor ter izboljšajo prehransko in mikrobnno ravnovesje v prebavilih (Bem et al., 2003, 565).

Probiotični izdelki so namenjeni preventivnemu ohranjanju črevesne mikroflore in spodbujanju imunskega sistema pri vzdrževanju odpornosti organizma, pomembno je tudi, da vsebujejo čim višje število mikroorganizmov. Pri tehnološkem procesu probiotičnih izdelkov uporabimo večji odmerek cepiva, natančno kontroliramo temperaturo fermentacije in pH-vrednosti, preprečujemo vmešavanja zraka itd. Mlečni izdelki so dobri prenašalci probiotičnih bakterij, ki v takem okolju ohranijo svojo aktivnost, sestavine mleka pa jih varujejo pri prehodu do črevesa (Bem et al., 2003, 565, 566).

Pogoji za uspešno izdelavo probiotičnih izdelkov

Ker probiotične bakterije naravno živijo v prebavnem traktu, v mleku slabo rastejo, počasi proizvajajo nizke količine mlečne kisline, ne proizvajajo aromatičnih snovi in niso sposobne oblikovati dobrih reoloških lastnosti izdelka. Zato probiotične bakterije največkrat uporabljamo v kombinaciji s t. i. podpornimi kulturami, kot so jogurtova kultura ali samo sevi *S. thermophilus* (Bem et al., 2003). Probiotični izdelki so lahko obogateni s t. i. "**prebiotiki**". To so vlaknine, ki se ne prebavijo v zgornjem delu prebavnega trakta, ampak šele v spodnjem delu, kjer so hrana za probiotike. Prebiotiki selektivno stimulirajo rast potencialno koristnih bakterij v debelem črevesu. Največkrat uporabljamo fruktooligosaharide (4–20 g/dan), kakršni so npr. inulin in inulinski hidrolizati.

Tabela 11: Mikroorganizmi, ki jih uporabljamo kot probiotike

Laktobacili	Bifidobakterije	Enterokoki	Ostali
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>E. faecium</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. infantis</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
<i>L. rhamnosus</i>	<i>B. adolescens</i>		<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
<i>L. delbrückii</i> subsp.	<i>B. longum</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>bulgaricus</i>	<i>B. breve</i>		<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>B. lactis</i>		<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>L. johnsonii</i>			<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. gasseri</i>			<i>Escherichia coli</i>
<i>L. salivarius</i>			
<i>L. reuteri</i>			

Vir: Bem et al., 2003, 566



Več: <http://en.wikipedia.org/wiki/Probiotic>
<http://nccam.nih.gov/health/probiotics/>



Povzetek in vprašanja

Probiotiki morajo izpolnjevati številne osnovne in specifične kriterije, predvsem pa varnost ter funkcionalni in tehnološki vidik. Hitri razvoj znanosti prinaša vedno nova spoznanja o uporabnosti probiotikov kot naravnega načina vplivanja na črevesno mikrofloro.

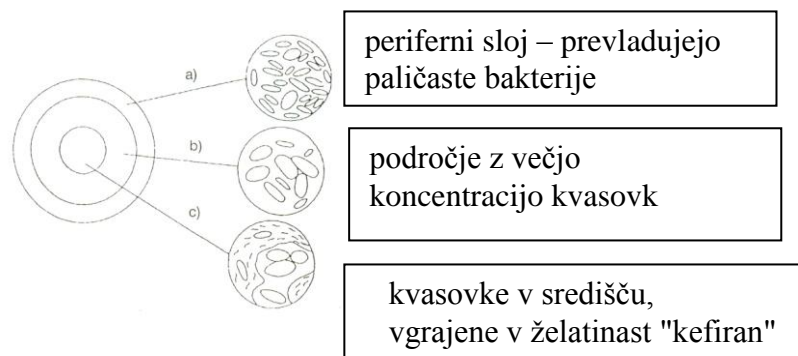
1. Kakšne lastnosti morajo imeti mikroorganizmi, da pridobijo oznako probiotik?
2. Navedite tri probiotične mlečne izdelke, opišite vlogo in vrste probiotikov.
3. Kateri so osnovni pogoji za uspešno proizvodnjo probiotičnih mlečnih izdelkov?
4. V kakšnih oblikah (razen v mlečnih izdelkih) so probiotiki še dostopni na trgu?
5. Kaj so prebiotiki in kakšna je njihova vloga v tehnologiji probiotičnih izdelkov?
6. Ali lahko probiotike smatramo za zdravila? Zakaj?

6.8 MEŠANE KULTURE MLEČNOKISLINSKIH BAKTERIJ IN KVASOVK

Najznačilnejša predstavnika te skupine fermentiranih izdelkov sta **kefir** in **kumis**. Močno se razlikujeta od ostalih, industrijsko izdelanih fermentiranih vrst mleka po mikrobioloških, senzoričnih, fizikalno-kemičnih in terapevtskih učinkih.

6.8.1 Kefir

Izvira iz kavkaškega gorovja, kjer prebivalci že zelo dolgo izdelujejo osvežilno pijačo iz kravjega in kozjega mleka, ki mu dodajo kefirna zrna. Konec prejšnjega stoletja se je proizvodnja kefirja razširila v vzhodno in srednjo Evropo in na druga področja. Kefirna zrnca so nastala naključno in še danes ni povsem jasno na kakšen način pa tudi mehanizem razmnoževanja kefirnih zrnca je še nepojasnen.



Slika 32: Struktura kefirnega zrnca
Vir: Tratnik, 1998, 158



Več: www.magma.ca/~pavel/science/Kefir_P.htm
www.magma.ca/~pavel/science/Anaglyph.htm

Na zunanji strani kefirnih zrnca prevladujejo mlečnokislinske bakterije, proti centru pa so nakopičene kvasovke, ki jih je 5–10 % od skupne mikroflore. Kvasovke v procesu fermentacije tvorijo alkohol in CO₂. Prisotne so tudi oetnokislinske bakterije, vse pa družijo dobri simbiotski odnosi. Kefirna zrnca se razmnožujejo v mleku preko večjega števila generacij, vendar ohranjajo ob normalnih pogojih rasti nespremenjene osnovne značilnosti. Aktivirana zrnca plavajo na površini mleka in se zelo hitro razmnožujejo (Tratnik, 1998, 159). Če uporabljamo kefirna zrnca, jih separiramo ali odcedimo iz kefirja, operemo in ponovno uporabimo v razmerju z mlekom 1 : 30 ali 1 : 50. Poleg **tradicionalnega postopka z uporabo zrnca** poteka **industrijska proizvodnja kefirja** tudi s pomočjo pripravljene kulture. Kultura je kombinacija mezofilnih mikroorganizmov, ki so običajno v in na kefirnih zrncah v ustreznih razmerjih. V mleko dodamo 3–5 % pripravljene cepiva in pustimo fermentirati 18–20 ur. Po stabilizaciji koaguluma polnimo embalažo. Kefir vsebuje 0,9–1,1 % mlečne kisline in 0,5–1 % etanola, vrednost pH pa je okrog 4,3. Če inkubacijo podaljšamo, dobimo dvodnevni ali tridnevni kefir, ki vsebuje več alkohola in kisline (Tratnik, 1998, 160).

6.8.2 Kumis

V skupino izdelkov, narejenih z mešano fermentacijo, pri kateri sodelujejo poleg mlečnokislinskih bakterij še kvasovke, sodi tudi **kumis**. To je tradicionalni proizvod iz

Sibirije in Zakavkazja. Originalni kumis je izdelan iz surovega kobiljega mleka, ki je fermentirano z naravno mlečnokislinsko mikrofloro, danes pa ga izdelujejo iz pasteriziranega kobiljega ali kravjega mleka. Kobilje mleko je bolj podobno humanemu kot kravjemu, zato med fermentacijo ne koagulira. V izdelku je 0,6–0,8 % mlečne kisline in 0,7–1,7 % alkohola (Bem et al., 2003, 563).

6.9 KOMBINIRANA FERMENTACIJA Z MLEČNOKISLINSKIMI BAKTERIJAMI IN PLESNIMI

Najbolj znan fermentiran izdelek te vrste je tradicionalno finsko fermentirano mleko Viili, sicer pa so take fermentacije običajnejše pri siru. Startersko kulturo, ki jo dodajajo mleku za fermentacijo, sestavljajo: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* in plesen *Geotrichum candidum*, ki je dober proteolit in lipolit. Zelo je podobna kvasovkam in največkrat uvrščena kot vmesni predstavnik med kvasovkami in plesnimi. Izdelek ima značilen okus, aromo in videz, ker na površini rastejo plesni.



Slika 33: Rast *Geotrichum* na petrijevki
Vir: Bem et al., 2003



Več: http://www.dlc.fi/~marianna/gourmet/i_milk.htm
<http://en.wikipedia.org/wiki/Viili>

Opis napak senzoričnih lastnosti mleka in mlečnih izdelkov: IDF standard 99C/1997



Povzetek in vprašanja

Proizvodnja fermentiranih mlečnih izdelkov je danes zelo dinamična. Svetovna mlekarska federacija in mlekarske industrije v razvitem svetu posebno pozornost namenjajo uporabi membranske tehnologije pri standardizaciji in obogatitvi mlečne osnove. Pomembna je tudi selektivna vzgoja starterskih mlečnokislinskih bakterij s točno določenimi lastnostmi, avtomatizirana kontrola pH med fermentacijo in sterilizacija zraka pri delu s kulturami.

1. V katerih fermentiranih izdelkih odigrajo kvasovke pomembno vlogo? Kakšna je simbioza med njimi in drugimi predstavniki mikroflora v kulturi?
2. Kakšne napake se lahko pojavijo pri jogurtih, drugih fermentiranih mlečnih izdelkih in starter kulturah?

7 SUROVO MASLO

To je mlečni izdelek, ki se je poleg sira pojavil na trgu že v starem in srednjem veku, predvsem na lokalni ravni. Maslo je bilo večinoma v topljeni obliki. Za maslarstvo so bili pomembno odkritje posnemalniki, ki so omogočali pridobivanje velikih količin smetane v kratkem času in so skupaj s hladilnimi napravami pomenili osnovo za sodobno maslarstvo (Kervina, 2005).

Maslo lahko izdelujemo iz sladke smetane, ki ima pH 6, ali iz kisle smetane, kjer je vrednost pH 4,4–5,6. Lahko je nesoljeno, slano ali ekstra slano. Proizvodnja poteka šaržno v **pinji** ali pa povsem avtomatizirano v **kontinuirnih strojih** za izdelovanje masla.

7.1 PROCES PROIZVODNJE MASLA

Osnova vseh procesov proizvodnje masla je, da se iz **mlečne masti**, ki se v smetani nahaja v obliki emulgiranih maščobnih kroglic, oblikujejo **maslena zrna**, pri čemer ostane kot stranski proizvod vodna faza smetane – **pinjenec**. Smetana za proizvodnjo masla mora biti dobre mikrobiološke kakovosti, brez tujih okusov, vonjev ali arome ter zaviralnih snovi. Ves čas pred uporabo mora biti ohlajena do temperature 2–4 °C.

Klasični šaržni postopek v pinji

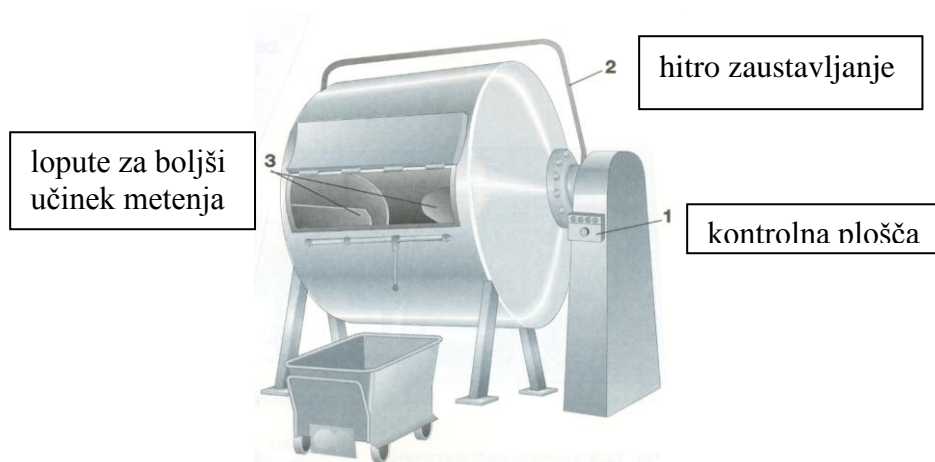
Pinja je posoda iz nerjavečega jekla, ki je lahko valjaste, kockaste ali stožčaste oblike in jo poganja elektromotor. Kapacitete sodobnih pinj so 12000 litrov in več. Pinjo običajno polnimo do polovice (40–50 %) zato, da ostane prostor za peno, ki se oblikuje med izdelavo masla. Polnitev je lahko tem večja, čim nižji je % mlečne maščobe v smetani. Za izdelovanje v pinji mora smetana vsebovati 25–40 % maščobe.

Priprava smetane

Pomembna postopka **pri pripravi smetane sta fizikalno in biološko zorenje**. **Fizikalno zorenje** ali **hitro hlajenje** smetane do nizke temperature poveča hitrost procesa kristalizacije. V poletnem času je maščoba mehkejša kot pozimi, zato je poleti priporočena temperatura fizikalnega zorenja 6–8 °C, pozimi pa 8–12 °C. Tekoči trigliceridi se v notranjosti maščobnih kroglic spremenijo v drobne kristale z veliko skupno površino. Ti kristali nase z adsorbpcijo vežejo nekrystalizirano maščobo ali masleno olje in tako dobimo pravo konsistenco surovega masla, ki je pri temperaturi 12–20 °C lepó mazavo in se ne drobi. Pri počasnem ohlajanju nastajajo veliki, grobi kristali, ki so vzrok za grobo, zrnato strukturo surovega masla. **Biološko zorenje** smetane se prične po dodatku mikrobiološke kulture, ki je lahko kar **okisovalec** oziroma starterska kultura s homofermentativnimi in heterofermentativnimi mlečnokislinskimi bakterijami, ki poleg mlečne kisline ustvarjajo še aromatične spojine, zlasti diacetil. Zorenje je zaključeno, ko smetana doseže vrednost pH 4,9–5,1. Poteka v zorilnikih z dvojnimi stenami in cevastimi mešali, ki omogočajo ogrevanje in hlajenje smetane.

Izdelava masla

Po končanem zorenju smetano **pretočimo v pinjo**, ki se obrača, pri tem pa nastaja pena. Tik pred metenjem lahko dodajamo v smetano tudi ustrezne količine dovoljenih barvil.



Slika 34: Pinja valjaste oblike
Vir: Bylund, 273

Metenje je postopek pri katerem masa v pinji postaja grobo zrnata, ker nastajajo maslena zrnca, ki se postopoma povečujejo in ločujejo od vodne faze smetane. Tako oddeljeni del, sestavljen iz vode in suhe snovi mleka brez maščobe, je **pinjenec** in pomeni stranski proizvod pri izdelavi masla. Ko se pojavijo **maslena zrnca**, pena izgine. Do teh sprememb v smetani pride po 20–30 minutah metenja. Proces je hitrejši pri biološko zorjeni smetani. Ko zrnca dosežejo velikost leče, je metenje končano. Na **kakovost metenja** in posledično na končni izdelek vplivajo: **priprava smetane za metenje, oblika in polnjenje pinje, hitrost vrtenja pinje in temperatura metenja**.

Pinjenec odtočimo in dodamo enako količino vode ter zrnca operemo. **Izpiramo** laktozo in beljakovine, ki lahko predstavljajo hrano mikroorganizmom med kvarjenjem surovega masla. S hladno vodo med pranjem, ki ga večkrat ponovimo, maslena zrna tudi utrdimo, da je gnetenje učinkovitejše.

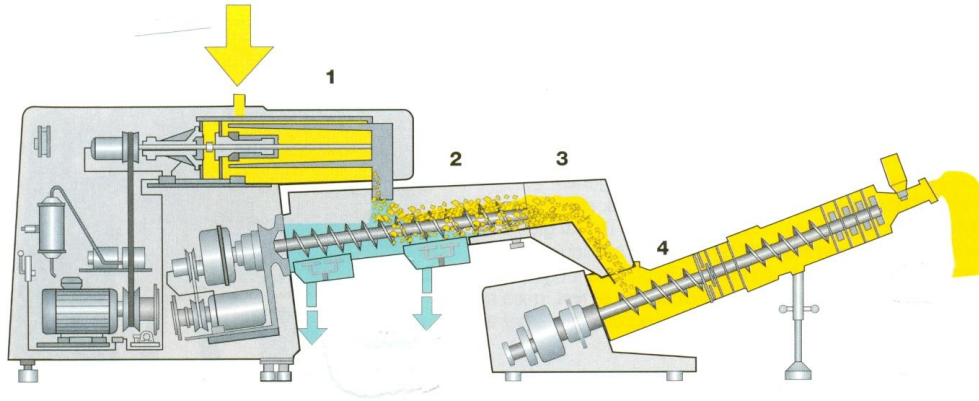
Gnetenje masla ima namen iztiskanja odvečne vode, enakomerne porazdelitve preostale vode v maslu v obliki zelo finih kapljic (pod 15 μm) ter povezovanja maslenih zrn v homogeno maso. Tako dosežemo ustrezno količino vode v surovem maslu ter onemogočimo koncentriranje mikroorganizmov v vodni fazi. Gnetenje je končano, ko ni več vidne vode na površinah in na maslu. Med gnetenjem lahko maslo tudi suho ali mokro (s slanico) solimo.

Razmislite: Ali bi znali narisati tehnološko shemo priprave smetane in izdelave surovega masla?

Embaliranje surovega masla poteka poleti pri temperaturi 12 °C, pozimi pa 14 °C z različnim embalažnim materialom: pergamentnim papirjem, aluminijasto folijo, kaširano s pergamentnim papirjem, ki ne prepušča svetlobe, ali v polistirensko ali polipropilensko embalažo, pokrito s plastičnim pokrovom ali pokrovom iz aluminijaste folije. Maslo lahko **dolgotrajno skladiščimo** v zamrzovalnikih pri temperaturi -25 °C, embalirano v bloke, težke 20–25 kg. Obstojnost masla je odvisna od mikrobiološke kakovosti, prisotnosti lipolitičnih encimov mleka in mikroorganizmov ter kemičnih razgradnih procesov.

Kontinuirna izdelava surovega masla

Za večje kapacitete predelave in kontinuirno izdelavo surovega masla uporabljamo maslarske stroje, kjer si tehnološke faze sledijo v enakem vrstnem redu kot v pinji, postopki proizvodnje in čiščenja pa so avtomatizirani in računalniško krmiljeni.



Slika 35: Stroj za kontinuirno proizvodnjo surovega masla
1 metenje, 2 ločevanje maslenih zrn od pinjenca, 3 mokro gnetenje, 4 suho gnetenje
Vir: Bylund, 1995, 274

Na sodobnih strojih lahko predelujemo sladko, zorjeno in sirotkino smetano, ki vsebuje 25–49 % mlečne maščobe. Smetani so lahko dodana rastlinska olja, ti izdelki so bolj mazavi pri temperaturi hladilnika in vsebujejo manj holesterola kot samo maslo. Črpalke za maslo so močne in lahko potiskajo maslo tudi na večje razdalje. Kapaciteta predelave je 500 kg/h–10000 kg/h.

7.1.1 Kakovost masla in napake

Dobro surovo maslo vsebuje 82 % maščobe in 16 % vode ter ima okus po orehovitih jedrcih, ki je nekoliko sladek in mil. Barva je enakomerno rumenkasta. Pri temperaturi 15 °C mora biti maslo mazavo, na prerezu se ne smejo pojaviti kapljice vode. Nekatere napake masla:

- okus: žarko, plesnivo, okus po ribah, lojast, milnat, grenek;
- konsistenca: krhko, mehko, trdo, zrnato, lepljivo;
- videz: dvobarvno, lisasto, motno, brez sijaja.

Razmislite: Kakšne oblike masla in namazov najdemo v prodaji?



Več: <http://www.google.si/nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3B.pdf>,

Maslarski stroj: <http://www.hme-ing.si/projektiranje/5htm>,

Primerjava sestave masla, margarine in mlečnih namazov (Bylund, 1995, 264, 265),

Pravilnik o minimalni kakovosti surovega masla I. vrste in o izvajanju Uredb Sveta (ES) in Uredb Komisije (ES) o določitvi standardov za mazave maščobe, Ur. l. RS, št. 19/2007.

7.1.2 Pinjenec

Pinjenec ima visoko biološko vrednost. Razlikujemo sladki in kisli pinjenec. **Sladki pinjenec** ima značilen okus, ki mu ga daje večja vsebnost lecitina. Dobimo ga pri proizvodnji masla iz fizikalno zorjene smetane in ga lahko toplotno obdelamo. **Kisli pinjenec** nastane ob predelavi biološko zorjene smetane. Je prijetno kislega, osvežujočega okusa, gostejše konsistence in drobnozrnate strukture. Lahko ga pasteriziramo, homogeniziramo, dodajamo mikrobiološka cepiva, aditive, arome, sadje in tržimo kot pijačo.



Več: http://www.ilri.org/infoserv/webpub/fulldocs/ilca_manual4/MilkProcessing.htm

*Izdelek iz mlečne maščobe je tudi **kajmak**. Kakšen izdelek je to? Lahko si preberete na: <http://www.sirikajmak.rs/index.php?page=tehnoloski-proces>
Kakšen izdelek pa je mascarpone? Izdelajte ga sami.
<http://www.neuropool.com/berichte/rezepte/italienischen-mascarpone-selbst-machen-.html>*



Povzetek in vprašanja

Z dobrim selekcijskim delom rejci dosegajo visoke odstotke maščobe v mleku. Potrošnik ima na razpolago bogato izbiro mlečnih izdelkov z različno vsebnostjo maščobe, ki je običajno nižja od maščobe v odkupljenem mleku. Viške mlečne maščobe industrija predeluje v različne izdelke, med katerimi je še vedno na prvem mestu surovo maslo, ki je zaradi pestre zastopanosti različnih maščobnih kislin in drugih lastnosti prehransko zanimiva maščoba.

1. V kakšne izdelke lahko predelamo mlečno maščobo? Navedite stroje in opremo, ki jih pri tem uporabljamo na poti od mleka do končnega izdelka.
2. Kakšne so prednosti surovega masla in mlečnih namazov v primerjavi z rastlinskim oljem?
3. V kakšnih primerih je dobro smetano pred pinjenjem dezodorirati? Kako odberemo primerno smetano za surovo maslo?
4. Kakšne so razlike med fizikalnim in biološkim zorenjem smetane za izdelavo surovega masla?
5. Kaj je pinjenec, kdaj se pojavi, kaj vsebuje in kako ga lahko uporabimo?
6. Kaj se dogaja v pinji med metenjem in kdaj je končano?
7. Kakšen namen imata izpiranje maslenih zrn in gnetenje masla? Kakšna mora biti kvaliteta vode za izpiranje?
8. V čem so bistvene razlike med proizvodnjo masla v pinji in v kontinuirnem stroju?
9. Kdaj je upravičena uporaba maslarskega stroja? Katere so njegove prednosti?

8 ZGOŠČENI IN SUŠENI MLEČNI IZDELKI

V to skupino izdelkov spadajo: **evaporirano, kondenzirano mleko in mlečni prah**. Sušimo tudi jogurt, sladko in kislo smetano, sirotko, pinjenec, nekatere sire in kazeinate.

8.1 ZGOŠČENO MLEKO

To je mleko, ki smo mu delno odvzeli vodo in povečali suho snov, kar preprečuje razvoj mikroorganizmov. Namenjeno je preskrbi v primerih nerednih dobav in oteženega skladiščenja tekočega mleka (elementarne nesreče, vojna območja ...). Volumen in masa proizvodov sta majhna, možno je skladiščenje pri sobni temperaturi, zato predstavljajo uskladiščeni izdelki blagovne rezerve države in tako strateško pomemben mlečni proizvod.

Zgoščeno mleko je lahko:

- **sladkano** ali **kondenzirano**, ki ni sterilizirano, ker bi visoka temperatura povzročila spremembe sestavin in lastnosti mleka. Vsebuje najmanj 40 % dodanega sladkorja in najmanj 20 % suhe snovi brez maščobe. Dodani sladkor ustvari visok osmotski pritisk, ki onemogoči razvoj mikroorganizmov, zato ga prištevamo med trajne vrste mleka.
- **nesladkano** ali **evaporirano**, po zgoščevanju ga steriliziramo, je surovina za izdelavo mleka v prahu.

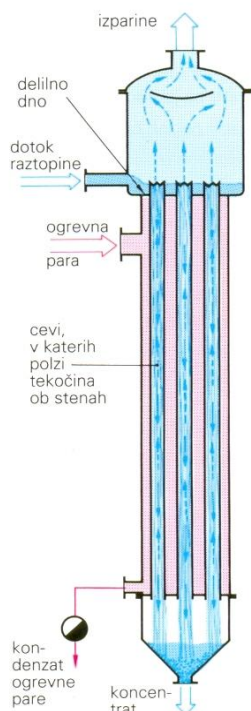
Tabela 12: Sestava zgoščenega mleka

Zgoščeno mleko	Nesladkano (%)	Sladkano (%)
maščoba	7,7	8,8
ogljikovi hidrati	9,8	55,1
proteini	7,0	8,2
voda	74	26

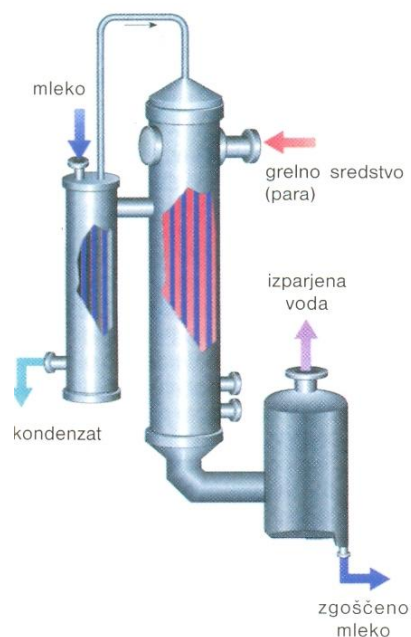
Vir: www.pbf.hr/hr/content/download/6471/.../Mlijeko+u+prahu.pdf. (19. 4. 2010)

Za zgoščevanje mleka uporabljamo različne tipe **uparjalnikov**. Najbolj razširjeni so uparjalniki s **padajočim filmom** ali **cevni tenkoplastni uparjalniki**. **Uparjalniki** so toplotni menjalniki, v katere dovajamo mleko in toplotno energijo v obliki pare. Mleko deloma uparimo, pri tem nastaja para in koncentrirano mleko. Pri **uparjalniku na padajoči film** vstopa mleko na vrhu uparjalnika, nato se kot tanka plast porazdeli po notranjih stenah uparjalnika in polzi proti dnu aparature. Mleko potuje po ceveh premera 20–40 mm in dolžine 4–6 metrov, sama naprava pa je visoka 8–9 metrov. Para, ki pri tem nastaja, izhaja kot izparjena voda na prosto, mleko pa zapušča napravo kot koncentrat. Zaradi vakuuma, ki vlada v uparjalniku, pade temperatura vrelišča mleka pod 80 °C. Pri velikih kapacitetah poteka zgoščevanje mleka na dvo- ali večstopenjskih napravah, ki imajo dve ali tri kolone cevi, kjer se ekonomično uporabi para, ki izstopa iz mleka, za ogrevanje novega mleka v naslednji koloni. **Sodobnejši** visoko kakovostni zgoščevalniki mleka so zasnovani tako, da del vode mehansko ločijo od drugih sestavin mleka s pomočjo **kristalizacije, reverzne osmoze, ultrafiltracije** in **ultracentrifugiranja**.

Zgoščeno mleko sušimo ali pa embaliramo v kovinsko, stekleno ali sestavljeno embalažo, lahko pa tudi v plastenke. Embalaža za mleko v prahu pa so vrečke iz alufolije ali plastične folije (PE, PET, PS), ki jih dodatno zaščitimo s kartonsko škatlo.



Slika 36: Tenkoplastni uparjalnik na padajoči film
Vir: Ignatowitz, 1996, 306



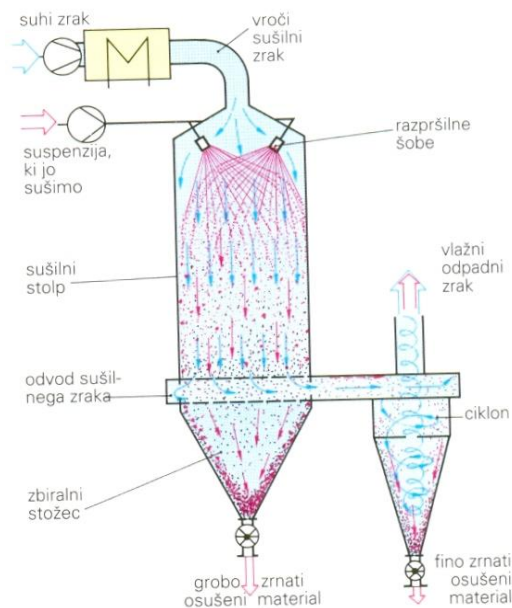
Slika 37: Uparjalnik za mleko
Vir: Bylund, 1995, 13

8.2 MLEKO V PRAHU

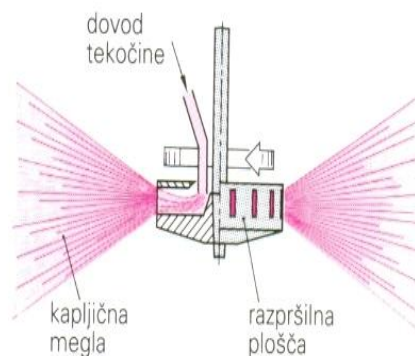
Evaporirano nesladkano mleko **sušimo z razprševanjem** ali **na valjih** pri atmosferskem pritisku ali v vakuumu.

Razpršilni ali pršilni sušilnik je pokončni sušilni stolp, ki deluje eno-, dvo- ali tristopenjsko. Na vrhu sušilnega prostora se mleko razprši z rotacijskim razprševalnikom in prosto pada v vročem zračnem toku navzdol. Nastale, fino razpršene kapljice se med padanjem zelo hitro posušijo in praškasti material pada na dno sušilnega stolpa. Večji osušeni delci padejo v konični del, od koder jih posebni polži vodijo na polnjenje. Sušilni zrak nosi poleg vlage tudi fine prašne delce, ki jih nato ulovimo v posebnem ločilnem ciklonu, v katerem se ločijo trdni delci posušenega mleka in vlažni zrak. Ciklonov je lahko tudi več.

Valjni postopek poteka na enem ali dveh ogrevanih valjih, ki imata gladko zunanjo površino. Zgoščeno mleko neprestano nanašamo s pomočjo pomožnega valjčka v tankem sloju na sušilni valj, nato pa ga na površini zelo hitro segrevamo. Voda se na ta način med obračanjem valja uparja, sušino pa odstranimo z valja s posebnim strgalom ali strgalno napravo. Čas sušenja je kratek, odstranjevanje prahu pa mora biti popolno, ker bi se ostanki prahu presušili in slabšali njegovo kakovost. Pomembno je tudi hitro odstranjevanje pare, ki nastaja med sušenjem. Najpogostejši napaki mleka v prahu sta grudičavost in temnejši delci zaradi pregrevanja mleka. Grudičavost nastane zaradi nepravilnega shranjevanja, tehnološke napake so redke.

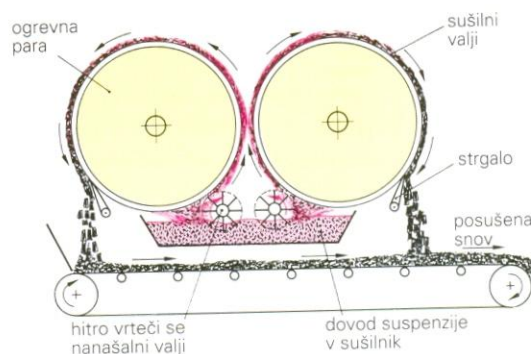


Slika 38: Razpršilni sušilnik



Slika 39: Centrifugalno razprševanje mleka

Vir: Ignatowitz, 1996, 301, 207



Slika 40: Valjčni sušilnik

Vir: Ignatowitz, 1996, 301

Instant mleko v prahu predstavljajo veliki delci, ki imajo porozno strukturo. Proizvedemo ga iz prahu, pridobljenega z razprševanjem, ki ga v posebnem aparatu navlažimo s paro. Nastanejo večji skupki, ki se takoj posušijo s toplim zrakom. Topnost tako dobljenega proizvoda je zelo dobra.

Več: <http://www.dairyforall.com>www.pbf.hr/hr/content/download/6471/.../Mlijeko+u+prahu.pdf

Razmislite in opišite: Kje vse in s kakšnim namenom uporabljamo zgoščene mlečne proizvode in mleko v prahu?

9 SIR

Odkritja, ki so povezana z izdelavo sira, so stara prav toliko kot tista, ki govorijo o mleku. Ko so predniki prenašali mleko v mehovih iz živalskih želodcev, so encimi prehajali v mleko, ki se je sesirilo. Nastal je uporaben, okusen produkt, ki je bil v primerjavi z mlekom tudi bolj obstojen. Kasneje so začeli encime iz želodčkov tudi izluževati in dodajati mleku. Do 19. stoletja so postale znane nekatere vrste sira, ki jih poznamo in cenimo še danes: gorgonzola, rokfor, čedar, gauda, kamamber, stilton, parmezan itd. Konec 19. in v začetku 20. stoletja je pričela svetovna proizvodnja sira naraščati in narašča še danes.

9.1 RAZVRŠČANJE SIRA

Po definiciji je sir svež ali zorjen proizvod, pridobljen s koagulacijo mleka, sirotke, pinjenca, smetane ali njihovih kombinacij tako, da odstranimo odvečno vodo v obliki sirotke.

Tabela 13: Razvrščanje sira glede na vsebnost maščobe v suhi snovi

% maščobe v suhi snovi (% M/SS)	mastnost
najmanj 55	prekomastni
najmanj 50	polnomastni
najmanj 45	mastni
najmanj 35	tričetr mastni
najmanj 25	polmastni
najmanj 15	četrtnastni
pod 15	pusti

Vir: Po standardu Codex General Standard for Cheese, 2003

Pri razvrščanju sira uporabljamo različne kriterije glede na:

- vrsto mleka, iz katerega so izdelani (kravji, ovčji, kozji ...),
- toplotno obdelavo mleka (termizirano, surovo mleko),
- način koagulacije (encimska, kislinska, mešana),
- odstotek maščobe v suhi snovi sira,
- odstotek vode v sirnem testu,
- način zorenja (nezoren, zoren: zori pretežno na površini, zori pretežno v notranjosti, zori s plesnijo na površini ali v testu).

Tabela 14: Razvrščanje sira glede na teksturo in vlago

% vode v sirnem testu	Tekstura	Vrste sira
pod 35	zelo trdi	sir za strganje: parmezan, zbrinc
35–40	trdi	sir za rezanje: ementalec, grojer, kačkavalj, cheddar, tolminski sir
40–50	poltrdi	edamec, gavda, trapist, tilzit
50–80	mehki	cammembert, brie, gorgonzola, romadur, limburški sir, kvarglji
50–80	sveži	skuta, mozzarella

Vir: Po standardu Codex General Standard for Cheese, 2003

Na splošno pod pojmom sir razumemo:

- **siriščni sir**, če je mleko koagulirano s siriščem;
- **kislinski sir**, če je mleko koagulirano s kislino;
- **skuto**;
- **sirotkin sir**, ki je izdelan iz sirotke;
- **topljeni sir**.

9.2 IZDELAVA SIRA

Kljub številnim vrstam in variantam sira, ki jih danes izdelujemo, lahko osnovni tehnološki postopek predelave mleka v sir prikažemo s shemo.



Shemo proizvodnje sira si lahko ogledate na naslovu:

<http://media-2.web.britannica.com/eb-media/91/78591-004-5EF43746.gif>

9.2.1 Odbira mleka za sir

Izdelujte splošno tehnološko shemo izdelave sira ob branju spodnjega teksta.

Razmislite: Kakšno naj bi bilo mleko za sir po kemijski in mikrobiološki sestavi? Česa ne sme vsebovati?

Pri odbiri mleka za sir preverjamo njegovo **primarno** in **sekundarno** dispozicijo za predelavo. **Primarna dispozicija** mleka so kemijsko fizikalne lastnosti surovega mleka, **sekundarna dispozicija** pa je biološka slika mleka v času, ko ga usirjamo.

Najpomembnejše sestavine mleka, ki vplivajo na proizvodnjo sira, so: beljakovine, laktoza ter mlečna maščoba. Pomembno je tudi ustrezno razmerje mineralov kalcija in fosforja. Zato v mleku, ki je namenjeno za izdelavo sira, izmerimo:

- **kislost (pH ali SH),**
- **odstotek beljakovin in maščobe,**
- **naredimo kipelno preizkušnjo,**
- **ugotovimo prisotnost zaviralnih snovi.**

9.2.2 Obdelava mleka za sir

Sem spadajo: **toplotna obdelava mleka, standardizacija, polnjenje sirarskih kotlov, zorenje mleka, usirjanje, obdelava koaguluma, oblikovanje, stiskanje, soljenje in zorenje sira.**

Toplotna obdelava mleka

V sir lahko predelujemo **surovo mleko**, kar je v industrijskih obratih redkost. Takrat se razmnoži v mleku naravna mikroflora, če mleko skladiščimo dovolj dolgo, to je 12–24 ur pri temperaturi 12–15 °C. Ta mikroflora je zelo raznolika, lahko vsebuje tudi zdravju škodljive bakterije, hkrati pa da siru značilen vonj in okus. V industrijskem sirarstvu mleku s toplotno obdelavo, baktofugiranjem ali mikrofiltracijo odstranimo prvotno mikrofloro in potem dodajamo starterske kulture. **Pasterizacija** poteka pri temperaturi 71–74 °C 15–40 sekund. Včasih za trdi in poltrdi sir uporabljamo nižjo in zmerno temperaturo **termizacije** 68–72 °C, ker tako ohranimo sestavine mleka čim bolj naravne. Med daljšim zorenjem, ki traja več kot en mesec, odmrejo patogeni mikroorganizmi, zato je temperatura toplotne obdelave lahko nižja. Previsoka temperatura toplotne obdelave mleka ima negativne posledice za procese

usirjanja, pojav sirnega prahu ter izločanje laktoalbuminov in laktoglobulinov, ki se lepijo na kazein in onemogočajo normalno odtekanje sirotke (Slanovec, 1982, 38, 40). Mleko za sir pri majhni okužbi lahko tudi **baktofugiramo**. **Mikrofiltriramo** samo posneto mleko, ker so maščobne kroglice v mleku ponavadi večje kot pore in se filtri hitro mašijo. Ob tem lahko odstranimo preko 99,5 % bakterij ter do 99,9 % spor *Bacillus cereus*, *Clostridium tyrobutyricum* (Tratnik, 1998, 249).

Standardizacija mleka

Ker se količinsko razmerje med maščobo in beljakovinami v mleku stalno spreminja, moramo količino maščobe uravnnavati glede na vsakokratno količino beljakovin. Pri tem si pomagamo s tabelo.

Tabela 15: Faktorji (F) za izračunavanje potrebne količine maščobe v mleku na podlagi količine beljakovin

	Zahtevan % maščobe v suhi snovi sira						
tipi sira	10 %	20 %	30 %	40 %	45 %	50 %	60 %
trdi					0,93	1,09	
poltrdi		0,28	0,50	0,74	0,90	1,06	
mehki		0,24	0,44	0,68	0,84	1,00	1,50
sveži	0,17	0,33	0,55	0,79	0,96	1,12	1,60

Vir: Slanovec, 1982, 56

$$\% \text{ maščobe v kotlu} = \% \text{ beljakovin} \times F$$

Razmislite: Kako poteka standardizacija maščobe v mleku?

Polnjenje sirarskih kotlov in zorenje mleka

Sirjenje poteka lahko v:

- klasičnih odprtih kotlih ali banjah,
- v sodobnih zaprtih horizontalnih ali vertikalnih napravah, ki jih vključujemo v kontinuirne linije za proizvodnjo sira.

Ne glede na izvedbo imajo naprave za sirjenje dvojni plašč ter priključke za mešanje mleka, rezanje sirnine (noži, sablje, harfe) in CIP-čiščenje.



Slika 41: Sirarski stroj

Vir: <http://www.hme-ing.si/projektiranje/4.htm> (20. 1. 2010)

Zorenje mleka je kontroliran proces, ko v toplotno obdelano mleko pri približno 30 °C že v sirarskem kotlu ali kadi dodamo starter kulturo in pustimo delovati 30 minut do ene ure ob spremljanju naraščanja kisline. Mleko v kotlu segrevamo na temperaturo koagulacije, ki je odvisna od vrste sira, ki ga izdelujemo.

Tabela 16: Kislost mleka, temperature in trajanje encimske koagulacije pri nekaterih siri

Vrsta sira	Kislost mleka (SH)	Temperatura usirjenja (°C)	Čas usirjanja: 1. in 2. faza (min)
parmezan	8,2–8,8	30–33	10–12
ementalec	7,0–7,5	29–34	25–30
gavda	7,5	28–32	35–40
edamec	7,5–8,0	27–30	30–35
trapist	8,5–8,8	28–35	cca 40
tilzit	7,5–8,0	31–33	35–40
kamamber	8,0–11,0	28–30	60–75
gorgonzola	7,5–8,0	29–30	45–60
romadur	7,0–7,2	31	50

Vir: Slanovec, 1982, 43

Med polnjenjem kotla dodajamov mleko za izdelavo sira **mikrobiološke starter kulture**, po potrebi **kalcijev klorid**, sredstva za **preprečevanje napihovanja** sira in na koncu pri ustrezni temperaturi **sirišče**.

Dodatki v mleko za izdelavo sira

Kalcijev klorid

Dodajamo ga v toplotno obdelano mleko za izdelavo sira zato, da bi izboljšali sposobnost usirjanja. Običajno zadošča dodatek 0,02 % CaCl_2 , saj previsok odmerek povzroči, da sir greni in je drobljiv, njegova tekstura je neizenačena.

Natrijev ali kalijev nitrat

Pri trdih in poltrdih siri z dodajanjem natrijevega ali kalijevega nitrata (NaNO_3 , KNO_3) preprečujemo rast koliformnih bakterij in maslenokislinskih klostridijev, ki povzročajo zgodnje in pozno napihovanje sira. Dovoljen dodatek je največ 20 g/100 kg mleka. Ksantin oksidaza katalizira redukcijo nitrata v nitrit, ki preprečuje delovanje bakterije *Clostridium tyrobutyricum*.

Lizozim

Je encim, ki tudi zavira delovanje maslenokislinskih bakterij in se v sledovih nahaja v mleku in v jajčnem beljaku. Dovoljena je uporaba 1–3 g komercialnega Lysozima na 100 litrov mleka. Večinoma se veže na sirnino, v kateri razgrajuje celične stene bakterij vrste *Clostridium* in drugih gram pozitivnih bakterij.

Mikrobne ali starter kulture

V večjih mlekarnah uporabljajo povsem določene mikrobne kulture z znano sestavo, v manjših obratih pa pogosto mešanice kultur, katerih sestava ni vedno znana (kisava, sirotkine bakterijske kulture).

Razmislite: Kakšne naloge imajo dodani mikroorganizmi v mleku za izdelavo sira? V katerih izdelkih smo doslej omenili okisovalec?

Dodajamo lahko cepiva za trde, poltrde, mehke in sveže sire, ki vsebujejo:

- **mlečnokislinske bakterije**, ki so mezofilne in termofilne, ne glede na vrsto sira jih vedno dodajamo v toplotno obdelano mleko;
- **propionske bakterije**;

- **bakterije rdeče maže;**
- **plemenite plesni** (Tratnik, 1998).

Mezofilne mlečnokislinske kulture bakterij uporabljamo pri izdelovanju poltrdega, mehkega in svežega sira zaradi tvorbe kisline, arome in ponekod CO₂ (sirna očesa). Kultura je **okisovalec**, ki je zbirka mezofilnih mikroorganizmov. Cepivo za **poltrdi sir** vsebuje *Lactobacillus casei*, ki pospešuje sinerezo, zorenje in vpliva na okus.

Termofilne mlečnokislinske kulture bakterij dodajamo pri izdelavi **trdega sira za ribanje** in **trdega sira za rezanje**.

Propionovokislinske bakterije so v ementalski sirarni so že v prostoru in jih dodajamo previdno in izjemoma. Uporabljamo jih v proizvodnji trdega sira v kombinaciji z mlečnokislinskimi bakterijami pri visoki temperaturi dogrevanja sirnine. V siru, kot sta ementalec in grojer, razvijejo značilen vonj, okus in sirna očesa.

Rdeča maža je mazava prevleka na površini nekaterih vrst sira, kot so limburški sir, romadur, tilzit, ki zorijo pod vplivom bakterije *Brevibacterium linens*. Deluje aerobno ter močno **proteolitično** in **lipolitično**. Encimi počasi difundirajo v notranjost sira, prav tako produkti razgradnje. Zelo malo cepiva dodajamo v mleko tik pred usirjenjem (1 ml/100 l mleka). Premazujemo ali pršimo površino izdelanega sira. V prostorih, kjer sir te vrste zori daljši čas, se maža prenaša tudi sama s sira na sir.

Plemenite plesni so tudi močni proteoliti in lipoliti, ki dajejo siru značilen, močan vonj in okus. Razlikujemo:

- sir z **modro plesnijo v testu** (Roquefort, Gorgonzola, Stilton),
- sir z **belo plesnijo na površini** (Camembert, Brié),
- **kombiniran** sir z modro zeleno plesnijo v notranjosti in z belo na površini (modri Brié, Cambozola).

Plesni so aerobne, optimalno rastejo pri višji kislosti in relativni vlažnosti ter temperaturi 20 °C in manj. Kulture plesni uporabljamo skupaj z mezofilno in včasih termofilno kulturo (Gorgonzola, Camembert, Brié) mlečnokislinskih bakterij. Te kulture ustvarijo pogoje za rast plesni kot sekundarne mikroflore.

Sirišče

Za koagulacijo koloidno raztopljenega kazeina uporabljamo različne **siriščne encime**, ki pretvorijo kazein v netopni parakazein in peptide. Ti encimi so **proteaze**, ki cepijo peptidne vezi v beljakovinski molekuli in povzročajo koagulacijo. Med njimi je najpogostejši encim **himozin**. Razlikujemo:

- **tekoče** sirišče, moč sirišča je 1 : 10000 do 1 : 15000
- sirišče **v prahu** ali **tabletah**, moč sirišča je 1 : 100000 do 1 : 150000.

Moč sirišča je izražena z razmerjem, ki pove koliko mleka usiri določen odmerek sirišča v določenem času. Npr.: razmerje 1 : 100000 pomeni, da en del sirišča usiri 100000 delov mleka v določenem času in pri določeni temperaturi. Čas usirjanja pomeni čas, ki poteče od trenutka dodajanja sirišča do pojava prvih opaznih znakov usirjenja.

Razmislite: Na kakšen način lahko preverimo sposobnost mleka za usirjanje?

Včasih v sirarstvu dodajamo tudi **vodo, barvila, encime, kuhinjsko sol, aromatske snovi**.

Usirjanje - koagulacija

Mleko v kotlu **temperiramo** do temperature usirjanja, ki je odvisna od vrste sira, letnega časa, kakovosti in lastnosti mleka, učinkovitosti sirišča in se giblje med 28–35 °C. Izbrano sirišče pripravimo po navodilih proizvajalca, količina je odvisna od lastnosti surovine, tipa sira, temperature usirjanja ter vrste in moči sirišča. **Sirišče v prahu** vsaj 15 minut pred uporabo raztopimo v hladni vodi, nato ga vlijemo v mleko z uravnano kislinsko stopnjo. Dobro premešamo, da ga enakomerno porazdelimo po vsej prostornini kotla, nato mleko čimprej umirimo in pustimo, da koagulira ter preverjamo čvrstost koaguluma.

Obdelava koaguluma

Namen obdelave koaguluma je oblikovanje **sirnih zrn** primerne velikosti in omogočanje izstopanja sirotke, ki se nahaja v vmesnih prostorih njegove mrežaste strukture. To dosežemo s postopki **predsirjenja**, kamor spadajo:

- **rezanje** dovolj čvrstega koaguluma s harfami na kocke, pri mehkem in svežem siru že s tem postopkom dosežemo ustrezno velikost zrn;
- **drobljenje** koaguluma na delce ustrezne velikosti, čim trši sir izdelujemo, tem manjši so delci.

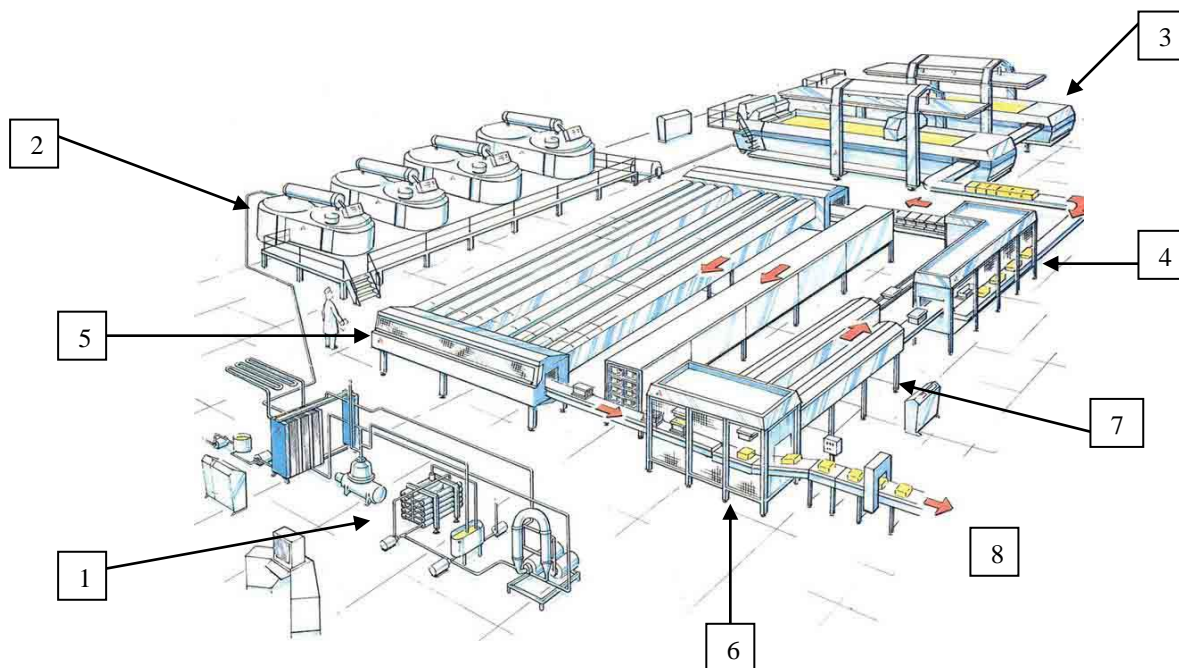
Za sir grana je približna velikost delcev 3 mm, parmezan 3–4 mm, čedar 6–8 mm, grojer, ementalec 1 cm, edamec in gavda 1–1,2 cm, feta 2–3 cm, sir z modro plesnijo 1–1,5 cm, sir z belo plesnijo 3 cm (Tratnik, 1998, 263).

Obdelava sirnega zrna – dosirjanje

Pri **mehkem** in **svežem** siru te faze ne izvajamo. Pri **trdem** in **poltrdem** siru pa je sestavljena iz **dogrevanja** in **sušenja** sirnega zrna.

Dogrevanje poteka med stalnim mešanjem najpogosteje indirektno preko dvojnega plašča sirarskega kotla s paro ali vročo vodo. Lahko pa predhodno odvezamo del sirotke in dodamo v kotel vročo vodo ali kombiniramo oba načina. Temperatura dogrevanja je za večino vrst sira 35–40 °C, za trdi sir pa 40–56 °C, odvisno od vrste. Pri nekaterih vrstah sira, kot so: ementalski sir, grojer, parmezan je potrebna višja temperatura, takrat poteka dogrevanje v dveh fazah. Najprej pri 36–40 °C, nato do ustrezne višje temperature.

Sušenje poteka prav tako med stalnim mešanjem pri ustrezni temperaturi. Sirno zrno je na začetku še zelo mehko, zato mora biti mešanje previdno, nežno, obenem pa moramo preprečiti lepljenje in usedanje zrna. To dosežemo s posebno oblikovanimi sirarskimi orodji. Sirno zrno oddaja sirotko, se pri tem krči in postaja vedno čvrstejše. Osušenost sproti preverjamo. Pri nekaterih vrstah sira (gavda, edamec) moramo odstraniti 30–45 % sirotke zaradi znižanja količine laktoze. V sirarskem stroju sirotko razredčujemo z dodatkom vroče vode, ki izpere laktozo in pospeši sinerezo. Pri manjši proizvodnji v odprtih sirarskih kotlih in banjah določimo zaključek sušenja ročno. Z roko zajamemo sirno zrnje in iz njega iztisnemo sirotko ter oblikujemo svaljek. Ko ga prelomimo, ocenjujemo hitrost preloma in lepljivost zrn v svaljku. Svaljek drgnemo med dlanmi in opazujemo hitrost ločevanja zrn. Hitro ločevanje pomeni, da so zrna dovolj suha, če ostajajo zlepljena v kepcah, moramo sušenje nadaljevati. Če v dlani stisnjeno testo razpade že ob najmanjšem dotiku ali samo od sebe in se ne lepi več skupaj, je zrno presušeno.



1 obdelava mleka za sir (pasterizacija, standardizacija, mikrofiltracija), 2 sirarski stroji, 3 mize za predstiskanje, 4 polnjenje oblikoval, 5 tunnelska stiskalnica, 6 praznenje oblikoval, 7 pranje oblikoval, 8 soljenje sira

Slika 42: Sirarska linija za proizvodnjo poltrdega sira kapacitete do 400000 litrov mleka/dan (APV)

Vir: <http://www.hme-ing.si/projektiranje/5.htm> (20. 1. 2010)

Oblikovanje sira

Ločitev zrna od sirotke poteka na več načinov:

- iz sodobnih **mehaniziranih sirarskih kotlov** izpuščamo ali prečrpavamo zrno obenem s sirotko v kadi za predstiskanje ali direktno v perforirana oblikovala;
- če izdelujemo sir v **holandski banji**, potisnemo zrno s sirotko v en del kadi, kjer se tudi rahlo stisne. Ko se zrna usedejo in umirijo, odtočimo sirotko, sirnino v banji razrežemo in kose zložimo v oblikovala;
- če **oblikovala polnimo direktno**, iz njih odteka sirotka, hkrati se zrna posedejo in v siru nastane kapilarni sistem;
- pri **klasičnem sirarstvu** zamešamo zrno proti dnu kotla, pustimo, da se usede, in ga nato zajamemo v sirarski prt. Sledi dviganje iz kotla in prenašanje na sirarsko mizo, kjer sirnino razrežemo in polnimo v oblikovala (Slanovec, 1982, 72, 73).

Oblikovala so nerjaveča kovinska ali plastična, različnih oblik in velikosti ter perforirana.



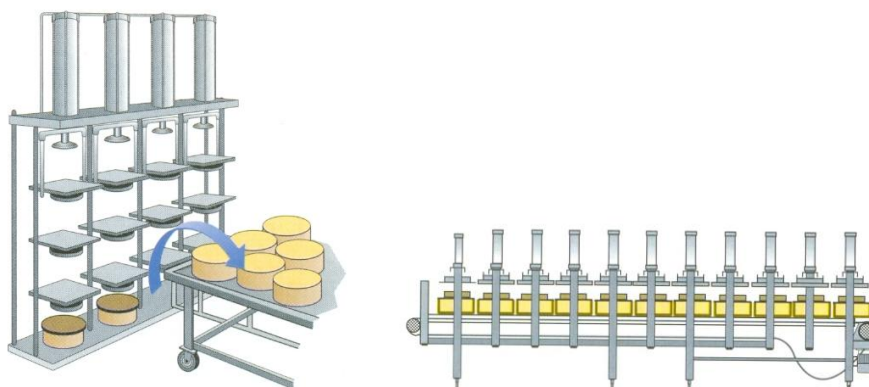
Slika 43: Oblikovala iz umetne mase
Vir: Čotar, 2006, 127

Na kontinuirnih proizvodnih linijah uporabljamo novejše, popolnoma zaprte sisteme za **predstiskanje sirne pogače**, kjer sir lahko nato tudi **stiskamo**. Nastali blok sira po stiskanju režemo na kose določene velikosti, ki so enakomerno stisnjeni in kompaktni. Ti bloki sira zorijo v foliji in so brez skorje. Po praznjenju oblikovala in linije peremo s CIP-sistemom.

Stiskanje sira

Z njim odstranimo prosto vodo iz oblikovanega trdega in poltrdega sira, dosežemo hitrejšo povezavo sirnih zrn, sir se dokončno oblikuje, hkrati nastaja tudi skorja. Mehki in sveži sir stiskamo "pod lastno težo" - brez obtežitve.

Stiskalnice so lahko **mehanske, pnevmatske ali vakuumske**. Lahko so **vertikalne** ali **horizontalne, tunelske** itd. **Pritisk v stiskalnici** in **čas stiskanja** sta odvisna od vrste sira, njegove mase in velikosti. Povečujemo ga postopoma, da ne nastane prehitro skorja, ki bi preprečila odtekanje sirotke in povzročila nastanek sirotkinih gnezd. Potek stiskanja vpliva na oblikovanje sirnih očes v trdem in poltrdem siru. Sir med stiskanjem ročno ali avtomatsko **obračamo**.



Slika 44: Vertikalna in horizontalna stiskalnica za sir
Vir: Bylund, 1995, 307, 308

V pokončnih pnevmatskih stiskalnicah je nad sirom včasih zračna blazina, ki omogoča enakomernejše prenašanje pritiska na površino sira. Pri skupinskih horizontalnih stiskalnicah lahko avtomatsko povečujemo pritisk, obenem pa obračamo sir v določenih časovnih presledkih. Tunelske stiskalnice imajo tekoči trak, po katerem se sir v določenih časovnih presledkih pomika proti izhodu (Slanovec, 1982; Tratnik, 1998).

Soljenje sirov

V siru je običajno 0,5–2 % soli pa tudi 3–7 % v siru tipa feta in domiati, kjer solimo že mleko z 8–15 % soli. Kuhinjska sol mora biti prečiščena, ne sme biti jodirana in ne sme vsebovati težkih kovin. Sir lahko solimo **v testu** ali **suho** po površini, pogosteje uporabljamo za trdi in poltrdi sir **slanico**, ki mora vsebovati glede na vrsto sira 21–23 % NaCl oziroma 20–22 Bauméja (Bé). Sir v slanici lahko prosto plava in ga po potrebi suho solimo po zgornji ploskvi. Lahko ga potapljamo v slanico skupaj z nerjavečimi paletami ali na sestavljivih platojih – boksih, pri čemer uporabljamo dvigalo. Sol iz slanice prodira od površine v notranjost sira po principu difuzije, medtem ko voda z raztopljenimi snovmi pronica od znotraj navzven po principu osmoze.



Slika 45: Soljenje s paletami za potapljanje

Vir:

http://www.agrometal.hu/english/dairy_plants/equipments/

(18. 3. 2010)



Slika 46: Sir plava v slanici

Vir: Hmezad Inženiring, 2003

Sir z **modro plemenito plesnijo** običajno suho solimo dvakrat na 24 ur ali enkrat dnevno na 5 dni, lahko pa ga solimo v 23 %-ni slanici 2 dni. Sir z **belo plesnijo** solimo suho tako, da vsebuje okrog 2 % soli ali mokro v slanici, čas soljenja pa je krajši in temperatura višja. Sir, ki **zori v slanici** (feta), lahko uporabimo po 2–3 tednih zorenja, če je bila slanica 10–12 %-na in temperatura soljenja 12–14 °C.

Po končanem soljenju **sir sušimo** v komorah ali tunelskih sušilnicah in zavijamo v folije za zorenje. Izvzet je sir z rdečo mažo in plesnijo na površini.

Razmislite: Od česa je odvisen pridobitek sira?

Zorenje sira

Sir zori v posebnih **zorilnih prostorih**, v katerih je zagotovljena ustrezna temperatura, relativna vlaga in pretok zraka. Leži na policah, na katerih je omogočeno negovanje in obračanje, kar je v večjih obratih povsem avtomatizirano. **Temperaturo in relativno vlago** moramo med zorenjem sira prilagoditi delovanju uporabljene starter kulture. Običajno poteka prva stopnja pri nižji temperaturi, glavno zorenje pa pri višji.

Med zorenjem se v siru odvijajo številni **biokemijski, kemijski in fizikalni procesi**, s katerimi sir pridobi svoje značilne senzorične lastnosti, kot so: barva, očesa, konsistenca, aroma. Sirno testo postaja plastično in prožno že med soljenjem, procesi pa se nadaljujejo

med zorenjem. Po enem do treh dneh je sladkor v glavnem prevret v mlečno kislino. Zorenje sira omogočajo:

- **ostanki encimov** iz dodatkov za sirjenje;
- **encimi mleka**;
- **bakterije dodanih starter kultur in njihovi encimi**;
- **bakterije sekundarne okužbe**;
- **bakterije mleka**, ki so preživele pasterizacijo;
- **encimi sekundarnih kultur**, kot so propionske bakterije, plemenite plesni, *Brevibacterium linens*.

Tabela 17: Zorilni pogoji za nekatere vrste sira

Vrsta sira	Zorenje	Temperatura °C	Vlaga (%)
ementalec	3–4 tedne predhodno zorenje 6–7 tednov glavno zorenje zaključno zorenje in skladiščenje	8–12 22–25 8–12	85–90
sir s površinsko mažo	prve 2–3 dni obračanje, brisanje, tvorba tanke skorje prva dva tedna zorenja nadaljnja dva tedna zorenja in naprej skladiščenje	14–16 10–12 6–10	90 70–75
sir v slanici	2–3 tedne zorenje v slanici (10–15 % soli) skladiščenje	12–16 5	
sir s plemenito plesnijo (kamamber, bri)	sušenje površine sira (24 ur) zorenje 30 dni skladiščenje do prodaje	18–20 10–14 5	75–80 85–90
sir s plesnijo v notranjosti (rokfor, gorgonzola, stilton)	zorenje 30–90 dni skladiščenje	10–13 5	90–95

Vir: Tratnik, 1998

Med zorenjem se v siru spreminjata **tekstura in aroma**, kar je posledica **proteolize, glikolize in lipolize**.

Razmislite: Kaj se dogaja v siru med navedenimi procesi?

Razlikujemo **primarno** zorenje večinoma trdega in poltrdega sira ter **sekundarno** zorenje mehkega sira. **Primarno** zorenje poteka hkrati skozi vse plasti sira, pri tem:

- se **razgrajujejo proteini in laktoza** pod vplivom proteolitičnih encimov, mlečne kisline in NaCl;
- **razgradi** se nekaj **mlečne maščobe**; lipoliza v poltrdem in trdem siru povzroča neželjeno žarkost razen v nekaterih vrstah sira, pri katerih sta pikanten, oster okus in vonj zaželena (parmezan, provolone, ovčji trdi sir ...);
- **oblikuje se aroma sira**;
- **poteka tvorba očes** pri poltrdem siru, očesa lahko nastanejo zaradi delovanja mlečnokislinskih bakterij, ki metabolizirajo citrate, pri čemer nastaja diacetil in CO₂;
- poteka **propionovokislinsko vrenje** v nekaterih vrstah trdega sira, kar povzroča nastajanje velikih sirnih očes in značilnega sladkastega okusa sira;

- CO₂ večinoma prodira na tista področja v siru, kjer je manjši odpor in tvori po treh do štirih tednih zorenja okrogla sirna očesa. Najprimernejša temperatura je 22–24 °C, najustreznejši pH pa 5–6.

Razmislite: Kako poteka propionovokislinska fermentacija? Kaj se zgodi, če nastopi v poltrdem siru manjšega formata?

Približno 30 dni po izdelavi se pojavi v ementalskem siru nekaj sirmih oces, njihovo število nato hitro narašča in je maksimalno po 50 dnevih zorenja. Takrat moramo sir preložiti v hladnejše prostore, da se delovanje propionovokislinskih bakterij ustavi. Rast propionskih bakterij je slabša pri višji koncentraciji soli in kisline, takrat sirno testo ni elastično, namesto oces nastanejo razpoke.



Več: http://en.wikipedia.org/wiki/Propionibacterium_freudenreichii
http://en.wikipedia.org/wiki/Propionic_acid
Bylund 1995, 304, Proizvodnja CO₂ in oblikovanje sirmih oces

Sekundarno zorenje poteka pri mehkem in polmehkem siru z več vlage in kisline s površine proti notranjosti. Tako zori:

- sir z **rdečo mažo** na površini,
- sir s **plesnijo na površini in v testu**,
- sir v **slanici**.

Zrel sir te vrste prepoznamo:

- po kredastem oziroma skutastem jedru;
- mikroflora so proteoliti in lipoliti, kot so: *Brevibacterium linens*, kulture plesni, včasih kvasovke, proteoliza in lipoliza potekata hkrati;
- nekatere vrste poltrdega sira zorijo **kombinirano**, npr. tilzit, tako, da delujejo mlečnokislinske bakterije in *Brevibacterium linens*.



Več: <http://www.health-spy.com/bacterial.html>
<http://www.food-info.net/uk/dairy/cheese-production.htm>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Rotschmiere>

V obliki seminarske naloge opišite biotehnološko vlogo plemenitih plesni in rdeče maže v notranjosti in na površini sirov, ki zorijo sekundarno.

Negovanje sira

Med zorenjem moramo sir redno **negovati** in **obračati**, kar lahko opravimo **ročno** ali **strojno**. Očistimo in vzdržujemo tudi podlage, na katerih sir leži. Trdi in poltrdi sir lahko **premazujemo** s parafinom ali poliacetatno smolo, ki daje siru lep videz in ga varuje pred plesnenjem med skladiščenjem in prodajo. Najkasneje v petih dneh po soljenju premazujemo dobro osušen sir. Lahko ga **zavijamo** v krčljive folije. Sir s plemenito plesnijo in z rdečo mažo zori na **mrežasti podlagi** zato, da ima zrak dostop, in ga redno obračamo.



Slika 47: Zorilnica parmezana

Vir: <http://en.wikipedia.org/wiki/ParmigianoReggiano>
(5. 4. 2010)



Slika 48: Negovanje sira
<http://naschmarkt.biz/?cat=6>
(5. 4. 2010)



Več o kontinuiranih linijah za proizvodnjo nekaterih vrst sira: Bylund, 317-312

9.4 NAPAKE SIRA

Napake se pojavljajo na skorji in v testu ter v vonju in okusu sira. Nastajajo kot posledica neugodnih razmer med proizvodnjo, zorenjem in skladiščenjem, tehnoloških napak, zaradi nepravilnega ravnanja s sirom, povzročča pa jih tudi neustrezna surovina in škodljivci, kot so: pršice, glodalci ...



Slika 49: Sirarski svedri, s katerimi spremljamo potek zorenja sira

Vir: Čotar, 2006

Napake senzoričnih lastnosti sira opisujemo **po IDF-standardu 99C/1997** Terminologija za opis napak senzoričnih lastnosti mleka in mlečnih izdelkov (Senzory evaluation of dairy products by scoring).



Slika 50: Pršica na skorji sira

Vir: Čotar, 2006



Slika 51: Razpokan, neelastičen sir zaradi prekislega testa
Vir: Čotar, 2006

Pogosti in prepoznavni napaki trdega in poltrdega sira sta **zgodnje** in **pozno napihovanje** sira.



Slika 52: Pozno napihjen sir gavda
Vir: Tratnik, 1998, 302



Slika 53: Pozno napihjen sir
Vir: Čotar, 2006



Več o hranilni vrednosti sira, siru in sirotki v prehrani na:

<http://www.ama-marketing.at/index.php?id=1032>

Najboljši jedci sira: Quelle: [Handelsblatt](#) *Die Welt in Zahlen* (2005)



Povzetek in vprašanja

Sir je izdelek, ki odvisno od vrste, vsebuje več ali manj vode, kar vpliva na njegovo obstojnost. Predstavlja koncentrat mlečnih beljakovin, ki ga iz mleka izločimo z različnimi tehnološkimi postopki, ti pa so se med razvojem sirarstva prenašali iz roda v rod in tudi spreminjali. Razvoj znanosti, proučitev fizikalno-kemijskega in mikrobiološkega dogajanja v mleku, uporaba strojev, industrijskih mikrobioloških kultur in podobna odkritja so vplivali, da so nekdanji domači postopki prerasli v sodobne industrijske procese z brezhibno opremo iz najboljšega materiala in računalniškim upravljanjem kontinuirnih linij.

1. Katere osnovne kriterije uporabljamo za razvrščanje sira?
2. Kaj si predstavljate pod pojmi primarna in sekundarna dispozicija mleka za izdelavo sira? Katere analize mleka nam pomagajo pri odbiru mleka za izdelavo sira? Zakaj?
3. Navedite vse dodatke, ki pridejo v poštev za sirarsko mleko. Kakšen je vrstni red dodajanja?
4. Kako si sledijo postopki v kotlu med izdelavo sira?
5. Zakaj sir stiskamo in solimo?
6. Kakšni procesi se odvijajo v siru med zorenjem? Kateri sir ne zori?
7. Zakaj v siru nastanejo sirna očesa? Kaj se dogaja med sekundarnim zorenjem sira?
8. Katere so najpogostejše napake trdega in poltrdega sira?

10 PREGLED VRST SIRA

Siri – kakšna neverjetna množica oblik, barv, okusov in vonjev, in to iz na videz preproste bele tekočine, mleka. Pravi čudež. Siri so stvaritev narave in človeka. Narava z mlekom prinaša v sir nešteto lastnosti, ki jih z umnim delom človek v različnih okoljih spreminja v sire sveta. Več tisoč jih je, novi se še vedno rojevajo, nekateri pa skupaj s svojimi stvaritelji izginjajo. Ko boste spoznali, koliko stvari vpliva na značaj sira, boste razumeli, da je kombinacij nešteto, in zato tudi nešteto nikoli do konca ponovljivih sirov (po Orešnik, 2008, 11).

Imena in **izvor** nekaterih vrst sira so zaščitena, npr. če se sir imenuje po mestu ali področju izdelave: Roquefort, Parmigiano Reggiano, Pecorino Romano.

Lahko pa je **zaščiteno samo ime** brez zaščite izvora: ementalec (Švica), edamec, gauda (Nizozemska), camembert (Francija) itd.

Če so zaščitene vrste sira proizvedene v drugi državi, mora to biti na embalaži vidno označeno. Za nekatere vrste sira, kot so: ementalec, edamski sir, gauda, tilzitski sir itd. veljajo mednarodno potrjeni individualni standardi in karakteristike. Sir lahko prodajamo pod temi imeni samo, če je izdelan skladno z določili standarda.

*Razmislite: Katere vrste sira so geografsko zaščitene v Sloveniji? Ali bi jih lahko bilo več?
Naloga: Poiščite opise posameznih navedenih vrst sira in jih predstavite v obliki seminarske naloge.*

Poznamo naslednje skupine sira:

- **sir za strganje:** parmezan (grana padano, pecorino romano, grana trentino), zbrinc, paški sir;
- **sir za rezanje:** ementalski, bohinjski, tolminski sir, grojer (comté), čedar, kačkavalj;
- **poltrdi sir:** gavda, edamski sir, trapist, tilzit;
- **mehki sir:**
 - s plemenito plesnijo v testu (rokfor, gorgonzola, stilton),
 - s plemenito plesnijo na površini (kamamber, bri),
 - z rdečo mažo (limburški sir, romadur, kvarglji),
 - mehki sir, ki zori v slanici (beli sir, feta);
- **sveži sir:** skuta, mocarela, cottage cheese, albuminska skuta.



Več o siru: <https://springbankcheese.ca/catalog/images/Romano-pecorino.jpg>
<http://www.crozilla-nekretnine.com/img/cms/470/paski-sir.jpg>
<http://kandela.blog.siol.net/files/2009/09/bohinjski-sir.jpg.23>
<http://www.kuechengoetter.de/rezepte/warenkunde/65951/Gruyere.html>

Pravilne klasične tehnike rezanja sira

<http://www.ama-marketing.at/index.php?id=1073>

Na tem naslovu najdete tudi ideje za druženje sira z alkoholno in brezalkoholno pijačo.

11 TOPLJENI SIR

Potreba po topljenem siru se je pojavila v kolonialnih časih, ko so proizvajalci želeli sir transportirati v afriške kolonije, a so se na poti kvarili. Najprej so pasterizirali mehki sir v pločevinkah. Prvi poskusi v letih 1900 in 1911 so bili opravljeni s topljenjem sira ementalca s citrati za fondí (fondue). Danes sir topimo zaradi:

- povečanja obstojnosti klasičnega sira;
- izboljšanja ali popestritve okusa;
- povečanja biološke vrednosti sira zaradi boljše prebavljivosti;
- prekrivanja tehnoloških napak sira, ki ga uporabljamo kot surovino, ne pa zaradi prekrivanja mikrobioloških napak, ki jih povzročajo sporotvorne in plinotvorne bakterije;
- prijetne, uporabne oblike sira;
- znižanja stroškov – sir je obstojen do enega leta brez hlajenja.

Izdelek dobimo z **mletjem, mešanjem, topljenjem in emulgiranjem** ene ali več vrst različno zrelega sira ob uporabi toplote, vode in **dodatku mešanice soli za topljenje**: 4 % citratov oziroma do 3 % mono-, di- ali polifosfatov glede na neto težo proizvoda. Naloga dodanih soli je:

- raztapljanje in hidratacija proteinov,
- emulgiranje masti in stabilizacija emulzije.

V maso dodajamo smetano, maslo, mlečne beljakovine v obliki sirotke ali mleka v prahu, kazeina, predhodno topljenega sira; kuhinjsko sol, stabilizatorje, kot so: natrijev ali kalcijev karbonat, kalcijev klorid; korektorje pH (citronska, fosforjeva, mlečna, vinska kislina), začimbe, sadje, zelenjavo, različne mesne izdelke. Topljeni sir lahko prodajamo pod imenom določene vrste, če vsebuje najmanj 75 % te vrste (npr. topljeni ementalški sir). Vedno topimo več vrst sira ter mešamo bolj in manj zrel sir. Glede na strukturo razlikujemo:

- **topljeni sir za rezanje**, ki ima čvrsto konsistenco, višjo kislost (pH 5,4 do 5,7) ter nižji delež vode,
- **topljeni sir za mazanje**, ki je mehkejši, kislost je nižja (pH od 5,6 do 5,9), z visoko količino vode,
- **hrano na osnovi topljenega sira**.

11.1 SOLI IN SUROVINA ZA TOPLJENJE

Pri topljenju uporabljamo **več vrst soli**: citrate, fosfate (kompleks Na-fosfatov), ortofosfate, laktate, Na- in K-tartrate. Osnova za izdelavo fosfatov je fosforna kislina. Ortofosfati preprečujejo kalitev spor bakterije *Clostridium botulinum* v topljenem siru. Kot **surovino za topljenje** lahko uporabljamo vse vrste sira: trde, poltrde, mehke, pri ustrezni pH-vrednosti lahko topimo celo skuto. Pri topljenju sira moramo spremljati:

- **vodo**, ki vpliva na konsistenco končnega proizvoda in je obvezen dodatek; procesi emulgiranja, dispergiranja so povezani s hidratacijo, potrebno je dodati 10–45 % vode, odvisno od sestave zmesi in vrste topljenega sira; več vode je dodane v sirne namaze;
- **temperaturo topljenja**, ki je 70–90 °C; z mikrobiološkega stališča pa je primernejša temperatura 110–120 °C, ki jo uporabljamo v praksi in skrajšamo čas topljenja, manjša je tudi možnost preživetja mikroorganizmov; v kontinuirnem procesu zmes steriliziramo 2–3 sekunde pri 130–145 °C;
- **pH-vrednost**, ki je pri topljenem siru za rezanje 5,4–5,7, za mazanje pa 5,7–5,9;
- **čas topljenja** je pri 75 °C 15 minut, pri 145 °C pa nekaj sekund ob učinkovitem mešanju;

- **količino maščobe**, ki vpliva na konsistenco končnega izdelka; za mazav sir topimo bolj pusto surovino, za čvrstejši pa bolj mastni sir;
- **dodatke**, ki vplivajo na konsistenco, to so: mleko v prahu za boljšo mazavost sira, oksidacijska sredstva za sijaj, nitrati, kuhinjska sol, ki tudi vpliva na mazavost ...

Topljeni sir mikrobiološko ni sterilno živilo. Sposobnost preživetja mikroorganizmov je odvisna od temperature postopka, faze rasti, v kateri se nahajajo mikroorganizmi, pH-sredine, prisotnosti spor, vsebnosti maščobe, saj so zlasti v siru z več maščobe spore problematične, predvsem če jih tvorijo klostridiji.

Topljenje mešanice poteka med **segrevanjem z direktno ali indirektno paro** pri temperaturi 71–98 °C nekaj minut, pod delnim vakuumom in med stalnim **mešanjem**. Homogenizacija mešanice ni obvezna, izboljša pa čvrstost, strukturo, okus in vonj topljenega sira z več maščobe. **Zapakiramo** ga v aluminijško ali plastično folijo. Hlajenje toplo pakiranega sira za rezanje poteka postopno 10–12 ur, kar lahko izzove Maillardovo reakcijo. S hitrim hlajenjem dobimo mehkejši sir. Skladiščimo ga pri temperaturi nad 10 °C, ker se pri nižji temperaturi lahko oblikujejo kristali kalcijevega mono-, di- in pirofosfata (Tratnik, 1998).

Napake topljenega sira so lahko fizikalno-kemijske in mikrobiološke. Pojavljajo se:

- **v konsistenci**, ki je lahko nehomogena zaradi prekratkega časa topljenja ali neprimerne soli; peskasta, če uporabljamo ortofosfate ali, če je temperatura skladiščenja prenizka; gumasta, mokasta; premehka, če je pH ~ 6,5; pojav kristalov, ki so lahko vidni s prostim očesom in so posledica slabo raztopljenega emulgatorja, včasih tudi kristalizacije laktoze in tirozina;
- **v barvi**, če topimo mehki ali okužen sir;
- **v okusu**, kar je lahko posledica mikrobnih dejavnikov itd.;
- **mikrobiološke napake kot** posledica slabe higienske kvalitete surovine, prisotnosti sporotvornih bakterij, ki tvorijo plin in toksine, kar povzroča bombažo, neprijeten vonj in okus.



Več: <http://www.dairyforall.com/cheese-processed.php>



Povzetek in vprašanja

Nekatere tehnološke napake ne zmanjšajo užitnosti sira in je zato tak sir primerna surovina za topljenje. Zaradi nekaterih dodatkov je njegova hranilna vrednost še večja in predstavlja zanimiv in zaradi svoje priročne oblike uporaben mlečni izdelek.

1. Kakšna surovina je najprimernejša za topljenje?
2. Kako poteka topljenje sirov?
3. Zakaj v mešanico za topljenje dodajamo topilne soli? Katere soli so to?
4. kateri parametri med postopkom pomembno vplivajo na kvaliteto končnega izdelka?
5. Kakšne skladiščne pogoje zahteva topljeni sir?
6. Katere napake se lahko pojavijo v topljenem siru?

12 PROIZVODNJA SLADOLEDA

Prvi sladoled so najbrž izdelovali Kitajci in Egipčani, za njimi pa Grki in Rimljani. Hlajenje je potekalo v snegu in ledu. V 17. stoletju so Italijani že vlivali sladoled v modelčke, zamrzovanje pa je potekalo v vedrih z ledom. Slovenci v povprečju letno pojemo na osebo 5 l sladoleda, Švedi 15 l, Italijani pa 100 l.

Sladoled je zamrznjena mešanica emulzije maščobe in beljakovin ter sladkorja in dodatkov, ki vplivajo na senzorične lastnosti izdelka. Izdelan je iz pasteriziranega, steriliziranega ali kuhanega zgoščenega mleka, mleka v prahu, surovega masla oziroma mlečne maščobe, smetane, mlečne beljakovine, laktoze, sirotke, jogurta, jogurta v prahu, emulgatorjev in stabilizatorjev. Lahko uporabljamo jajca, rastlinsko maščobo, več vrst sladkorja ter različne aditive.

Med obdelavo potekajo v mešanici različni postopki: segrevanje, pasterizacija, filtriranje, homogenizacija, hlajenje, fizikalno zorenje, podhladitev z vpihavanjem zraka, utrjevanje in skladiščenje. Vse sestavine v duplikatorju **segrejemo** do 50 °C, sledi šaržna **pasterizacija** v kontinuirnem ploščnem pasterizatorju. Mešanico **filtriramo**, da odstranimo neraztopljene delce. Sledi **hlajenje** in **fizikalno zorenje** homogene mešanice pri temperaturi 0–4 °C. Zorenje traja 3–6 ur, pri zelo mastnih mešanicah tudi 24 ur, v tej fazi dodamo arome in barvila ter grobe sestavine, ki jih ne homogeniziramo. **Proces podhladitve** poteka kontinuirano in povsem avtomatizirano. Mešanico hitro ohladimo ob istočasnem vpihovanju zraka. Nastane gosto tekoča masa, primerna za embaliranje, ki ima temperaturo -2 do -7 °C. Delno zmrznjen proizvod polnimo v oblikovalca za sladoled na palčkah, kornete in drugo embalažo. Ob polnjenju embalaže lahko dodamo še zadnje dodatke. Embaliran sladoled gre nato v **utrjevanje**. To poteka lahko v okroglih kopelih, napolnjenih s slanico, tunelih ali hladilnih komorah. V obeh primerih mora biti dosežena temperatura med -35 in -50 °C. Trajanje utrjevalnega procesa je odvisno od velikosti kosov in se običajno giblje od 30 minut do 8 ur. Izdelke **skladiščimo** v hladilnicah pri najmanj -30 °C, v trgovini pri najmanj -20 °C. Po pravilu naj preteče od izdelave do izdaje 5 dni.

Razmislite: Kaj se zgodi s sladoledi, če je zamrzovanje počasno in, če temperature med skladiščenjem nihajo?



Več: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icecream.html>

*Naloga: 1. Preglejte ponudbo sladolednih izdelkov na trgu in v obliki tabele predstavite mlečne in nemlečne sestavine navedene v deklaracijah.
2. V obliki seminarskega dela predstavite osnovne razlike med industrijsko in obrtniško proizvodnjo sladoleda.*

13 EKOLOŠKA PREDELAVA MLEKA

Ekološko kmetovanje ima med sonaravnimi oblikami kmetijstva poseben pomen in vlogo. V Sloveniji je bilo v letu 2007 v ekološki kontroli 3 % vseh slovenskih kmetij, kar pomeni 6,2 % vseh obdelovalnih kmetijskih površin. Preusmeritev v ekološko predelavo mleka ni veliko, saj se pojavijo problemi zbiranja takega mleka in v mlekarnah tudi problemi ločenih linij. Povpraševanje potrošnikov po ekoloških mlečnih izdelkih pa presega ponudbo.

Kmetijski pridelki oziroma živila morajo biti na kmetijskem trgu v Sloveniji označeni z enotno označbo "ekološki" šele potem, ko so bili pridelani oziroma predelani skladno s:

- **Pravilnikom o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil⁷**
- **z Uredbo Sveta (EGS) št. 834/2007, o ekološki pridelavi in označevanju ekoloških proizvodov in razveljavitvi Uredbe (EGS), št. 2092/91.**

Izvedbeni uredbi sta:

- **Uredba komisije (ES) št. 889/2008,**
- **Uredba komisije št. 1235/2008 o določitvi podrobnih pravil za izvajanje Uredbe sveta (ES), št. 834.**

Poleg navedene velja tudi vsa splošna kmetijska zakonodaja. Od 1. 7. 2010 je na označbah obvezna uporaba **evropskega ekološkega znaka**. Od tega datuma je predvidoma uporaba državnega ekološkega znaka prostovoljna (Uredba komisije (EU), št. 271/2010 o ekološkem logotipu).



SI-EKO-OOX

Slika 54: Evropski ekološki znak

http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/logo_sl



Slika 55: Državni zaščitni znak "ekološki"



Slika 56: Blagovni znamki Biodar in Demeter

Vir: http://www.mkgp.gov.si/si/o_ministrstvu/direktorati/direktorat_za_kmetijstvo/
(6. 6. 2010)

⁷Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil je kot predlog dostopen na spletni strani MKGP.

Vse uredbe, pravilnike in njihove spremembe najdemo na spletni strani Inštituta za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu in gozdarstvu www.kon-cert.si.

Biodar je kolektivna znamka za kmetijske pridelke in živila, ki so pridelani po standardih za ekološko kmetovanje. Pogoj za pridobitev blagovne znamke Biodar je pridobitev ustreznega certifikata kontrolne organizacije in podpis pogodbe o uporabi znamke z zvezo in združenjem, v katero je kmetija vključena. **Demeter** je mednarodna kolektivna blagovna znamka za ekološke pridelke oziroma živila, ki so pridelana in predelana po biodinamični metodi, ki jo določa mednarodni standard Demeter.



Več o označevanju ekoloških živil: <http://www.kon-cert.si/index.aspx?st=139>

Več o ekološki predelavi mleka: Uredba komisije (ES), št. 889/2008, prilogi VIII, IX



Povzetek

Povpraševanje po ekoloških živilih živalskega izvora je večje od ponudbe. Zahtevnost take predelave je visoka, podprta s strogo zakonodajo, nadzorom od krme, nakupa živali, uporabljenih dodatkov pri predelavi do embalažnega materiala in pravilnega označevanja izdelkov.

Razmišljajte:

Ali je v Sloveniji dovolj ponudbe ekoloških mlečnih izdelkov glede na povpraševanje?

Kje so sploh primerni pogoji za ekološko mlekarstvo?

Kaj pričakujete od ekološkega mlečnega izdelka, če ga primerjate s konvencionalnim?

Ali so ekološki izdelki dovolj kontrolirani in jim kupci lahko zaupamo?

Ali so ekološki mlečni izdelki cenovno dostopni vsem kupcem?

14 NADZOR V OBRATIH ZA PROIZVODNJO IN PREDELAVO MLEKA

Eden izmed temeljnih ciljev živilske zakonodaje je doseganje visoke ravni varstva človekovega življenja in zdravja. Pravila, predpisi in postopki so trdna podlaga za zagotavljanje varnosti živil, vsebujejo pa skupno načelo glede javnega zdravja, zlasti v zvezi z odgovornostjo proizvajalcev, ki morajo v živilski verigi zagotoviti, da varnost hrane ni ogrožena.

Uradni nadzor proizvodnje in predelave mleka je potreben zaradi preverjanja izpolnjevanja meril in ciljev, ki jih določa zakonodaja Skupnosti in nacionalna zakonodaja. Nadzor poteka od gospodarstva, ki proizvaja mleko, zbiralnice mleka do obdelave ter predelave mleka. Od 1. 1. 2006 se v državah članicah ES uporabljajo nova pravila glede higiene živil in uradnega nadzora, ki vključujejo tudi zahteve glede registracije živilskih obratov. Vsi proizvajalci mleka, ki proizvajajo mleko za javno potrošnjo so pri **Veterinarski upravi Republike Slovenije** (VURS) registrirani kot primarni proizvajalci, kar pomeni, da so vse dejavnosti, ki se odvijajo pri pridelavi mleka, zajete v program uradnega nadzora. Preskusni laboratoriji za mleko in mlečne izdelke se poslužujejo metod vzorčenja in preskušanja, določenih z Zakonom o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (ZZUZIS), Ur. l. RS, št. 52/2000, št. 42/2002 in št. 47/2004 – ZdZPZ in določil ustreznih uredb in direktiv Evropske komisije.

Razmislite: Kakšno kontrolo surovine opravijo mlekarne pred sprejetjem mleka in predelavo? Kaj pa zajema kontrola posameznih mlečnih izdelkov pred oddajo v promet? Naloga: Izdelajte HACCP načrt za namišljen mlekarski obrat, ki predeluje dnevno 1000 l termiziranega mleka v sir gaudo.

V proizvodnji uradni nadzor zajema:

- nadzor nad postopki, ki jih nosilci dejavnosti vzpostavijo, izvajajo in vzdržujejo na načelih **HACCP-sistema** oziroma v manjših obratih ob upoštevanju **Smernic dobre higienske prakse**;
- preverjanje skladnosti z mikrobiološkimi merili za živila in sledljivost, ki mora biti zagotovljena v celotni prehrambeni verigi.



Več: www.zzv-ce.si/uploads/izdelava%20haccp%20nacarta.pdf

Pravilnik o obratih na področju živil živalskega izvora, Ur. l. RS, št. 51/2006



Povzetek in vprašanja

Obrati za predelavo živil živalskega izvora so tudi po evropski zakonodaji podvrženi strogemu veterinarsko-sanitarnemu nadzoru. IDF in Codex alimentarius sodelujeta pri predpisovanju standardov in normativov za živila v okviru svetovnega trgovanja. Mlekarski obrati svoje proizvodne procese in poslovanja vzpostavljajo skladno z zahtevami standarda ISO 90011 : 2000 za zagotavljanje stalne kakovosti proizvodov.

1. Kdo opravlja pooblaščen nadzor v mlekarskem predelovalnem obratu? Kaj vse sodi pod ta nadzor?
2. Katere so naloge preskusnih laboratorijev za mleko in mlečne izdelke?
3. Katere dejavnike moramo upoštevati pri izdelavi HACCP-načrta za mlekarski obrat?

15 VAROVANJE OKOLJA

Razmislite: Zakaj s stališča trajnostnega razvoja predstavljajo mlekarski obrati močno obremenitev okolja? Kaj vse se zbira v odpadnih snoveh v mlekarnah?

Po **Zakonu o varstvu okolja** (Ur. l. RS, št. 39/2006, št. 70/2008) moramo v mlekarskem obratu poskrbeti za fizično zbiranje vseh organskih odpadkov, ki jih ne smemo izpirati v kanalizacijo, lahko pa jih porabimo za živalsko krmo. Količina odpadne vode je odvisna od proizvodnega programa, operativnih metod in konstrukcije tehnoloških linij v proizvodnem obratu. Mlekarne porabijo 1,5–3 m³ vode/1000 l predelanega mleka. Količina proizvedene odpadne vode je približno enaka dvakratni količini predelanega mleka; večji porabniki so sirarne, maslarne, manjši pa proizvajalci konzumnih izdelkov (Miletić, 1994, 86, 88). V mlekarskih obratih je tehnološka voda speljana na naprave za predčiščenje. Tu vodo z ustreznimi postopki, kot je: ultrafiltracija, obarjanje proteinov ... nevtraliziramo, separiramo maščobo in odstranimo organski sediment.

15.1 SIROTKA

Vsebuje številne dragocene sestavine, ki predstavljajo breme za okolje, lahko pa iz nje pridobimo nekatere koristne snovi. Z razvojem novih vrst tehnologije, biotehnologije in rekombinantne DNA je danes razpon izdelkov iz sirotke zelo velik. Iz nje lahko pridobimo vsako sestavino in jo znova uporabimo, pridobivamo pa tudi nekatere proizvode, o katerih v preteklosti nismo razmišljali, npr. biorazgradljivo plastiko, krmno biomaso, vodik. Vključena je tudi v vsakodnevno prehrano ljudi, kjer sirotkine beljakovine nadomestijo mlečno maščobo.

Tabela 18: Sestava sirotke

Sestavine	Sladka sirotka (%)	Kisla sirotka (%)
suha snov	6,4	6,2
proteini	0,8	0,75
maščoba	0,5	0,04
laktoza	4,6	4,2
pepel	0,5	0,8
mlečna kislina	0,05	0,4

Vir: 2009.igem.org/team:UNIPV_Pavia/Project/Motivation (3. 2. 2010)

Sirotko lahko: koncentriramo, sušimo, fracioniramo, fermentiramo, hidroliziramo, kristaliziramo ... Izdelki iz sirotke so: laktoza, koncentrirani sirotkini proteini, sirotka v prahu, kondenzirana sirotka, laktoalbumini, laktoglobulini, galaktoza, glukoza, sirup, pijače, alkohol ... Sirotko kot odplako z velikim organskim bremenom v zadnjih desetletjih anaerobno predelujemo tudi v **bioplin**. V prehrani ljudi uporabljamo **sirarsko** ali **albuminsko skuto** iz sirotke, razne sladice in **sirotkin sir**, sirotko dodajajo v nekatere klobasičarske proizvode, kjer izboljša stabilnost emulzije.

Pijačo izdelujemo z dodatkom cepiva, ki vsebuje *Lactobacillus delbrückii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*. Po 24 urah inkubacije je pripravek primeren za uživanje. Fermentirane in nefermentirane napitke pripravljamo tudi iz **deproteinizirane sirotke**, ki jo fermentiramo z mlečnokislinskimi mikroorganizmi, filtriramo, koncentriramo v razmerju 7 : 1, dodamo sladkor in arome, stekleničimo in pasteriziramo. Iz take sirotke izdelujemo ob dodatku kvasovk ali kefirnih zrn tudi pijačo, ki vsebuje do 1 % alkohola.

Vsakršna izraba sirotke je ekološko upravičena, trajnostna in pripomore k boljši kvaliteti življenja. Ravnanje z odpadno vodo iz mlekarn je urejeno z:

- Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za obdelavo in predelavo živalskih in rastlinskih surovin ter mleka pri proizvodnji hrane za prehrano ljudi in živalske krme, **Ur. l. RS, št. 45/2007, št. 79/2009;**
- Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz obratov za proizvodnjo živil živalskega izvora in predelovalnih obratov živalskih stranskih proizvodov, **Ur. l. RS, št. 45/2007, št. 79/2009.**



Več: Procesni diagram pridobivanja sirotkinih proteinov

<http://www.apv.com/us/applications/dairy/whey/wheyproteinconcentrate/Whey+Protein+Concentrate.asp>



Povzetek in vprašanja

Odpadki živilske industrije imajo večjo moč onesnaženja okolja, kot je to v primeru komunalnih odpadkov. Tudi v predelavi mleka je nastajanje sekundarnih surovin in odpadkov povezano s tehnološkimi procesi. Zaradi visoke kemijske in biološke potrebe po kisiku jih je potrebno skozi bioproces transformirati v sprejemljivejšo obliko (Batič, Raspor, 1997, 95).

1. Katere sekundarne surovine in odpadki nastajajo med predelavo mleka?
2. V katerih procesih se pojavlja sirotka? Kakšne sestavine vsebuje? Ali jo lahko spuščamo med komunalne odplake? Zakaj?
3. Na kakšne načine lahko znižamo obremenjevanje okolja s sirotko?
4. Kako lahko izrabimo sirotko v prehrani ljudi in živali?

16 EMBALAŽA IN ODPADNA EMBALAŽA

Embalaža predstavlja v mlekarstvu velik vir onesnaževanja. Še največ je zbrane in reciklirane kartonske embalaže, v kateri je 74 % papirja, preostalo je plastika polietilen (22 %) in aluminij (4 %). V prvi fazi recikliranja ločimo papir in ga predelamo v karton. Z uporabo posebne plazemske tehnologije ponekod že uspešno ločujemo aluminij in plastiko. Z električno energijo ustvarimo curek plazme, ki ima 15000 °C in segrejemo mešanico plastike in aluminija. Plastiko pretvorimo v parafin, aluminij pa oblikujemo v bloke z visoko stopnjo čistosti in ga ponovno uporabimo za izdelavo folije. Parafin uporabimo v petrokemijski industriji. Še vedno pa ostaja problem ločenega zbiranja in sortiranja odpadne embalaže iz drugih vrst materiala. Pri nas se z odpadno embalažo ukvarjajo nekatere pooblaščen družbe, kot so npr. Slopak, Interseroh ... To področje ureja tudi zakonodaja:

- Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo, Ur. l. RS, št. 84/2006;
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo, Ur. l. RS, št. 106/2006;
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo, Ur. l. RS, št. 110/2007.



Vprašanja

1. Kaj pomeni v okolju kompleksna embalaža za sterilizirane mlečne izdelke? Kako ravnamo z njo? Ali je možna reciklaža?
2. V kakšno embalažo pakiramo fermentirane mlečne izdelke?
3. Kaj menite o plastenkah za pasterizirano mleko?

17 LITERATURA

APV Whey Protein Concentrate (online). 2010. (citirano 5. 4. 2010). Dostopno na naslovu: www.apv.com/us/applications/dairy/whe...

Arsov, A. *Higiensko pridobivanje mleka*. Ljubljana: ČZP Kmečki glas, 1986.

Atra, R., Vatai, G., Bekassy-Molnar, E., Balint, A. *Investigation of ultra- and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose*. Journal of Food Engineering, 2005, 67: 325-332.

Batič, M., Raspor, P. *Bioproceni predelave sekundarnih surovin in odpadkov v živilski industriji*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Bitenčevi živilski dnevi 97, 1997.

Bem, Z., Adamič, J., Žlender, B., Smole Možina, S., Gašperlin, L. *Mikrobiologija živil živalskega izvora*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 2003.

Buchgraber, K. *Qualitätsmilch. Milchhygieneverordnung – Milchgewinnung Qualitätssicherung*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1996.

Bylund, G. *Dairy processing handbook*. Lund, Sweden: Tetra Pak, Processing Systems AB, 1995.

Carić, M. *Tehnologija koncentrovanih i sušenih mlečnih proizvoda*. Beograd: Naučna knjiga, 1990.

Carić, M., Milanović, S. *Topljeni sir*. Beograd: Nauka, 1997.

Chr. Hansen's Laboratorium Danmark A/S. *Dairy cultures*, 2009.

Codex General Standard for Cheese. Codex Stan A-6-1978, Rev 1–1999, Amended, 2003.

Čotar, D. *Domače sirarstvo za zabavo in zares*. Gorica: Goriška Mohorjeva družba, 2006.

Dorđević, J. *Mleko*. Beograd: "INI PKB – Agroekonomik" idr., 1982.

Ehlert, F.W./Mair-Waldburg, H/Teubner C. *Das große Buch vom Käse*. Kempten: Teubner Edition, 1990.

GEA Farm Technologies (online). (citirano 3. 6. 2010). Dostopno na naslovu: <http://westfalia.com>.

Gonzales, S. M. I. *The biotechnological utilization of cheese whey: a review*. Bioresource technology, 57: 1-11, 1996.

Handbook on dairy manufacturing (online). 2009. (citirano 13. 4. 2009). Dostopno na naslovu: <http://www.pdf4me.net/pdf-data/handbook-on-dairy-manufacturing.php>.

Hmezad Export Import. Inženiring, d.o.o. Ljubljana. 6. *Tehnološko marketinški slovar*. Lipica: 21., 22. maj, 2003.

Ignatowitz, E. *Kemijska tehnika*. Ljubljana: Jutro d. o. o., 1996.

Kervina, F. *Zgodovina mleka*. Ljubljana: Littera picta, 2005.

KIS Slovenije (online). 2010. (citirano 2. 4. 2010). Dostopno na naslovu: http://www.kis.si/.../ZED2009_rezultati_kontrole_prireje_mleka_v_sloveniji.pdf.

KIS Slovenije (online). 2010. (citirano 2. 4. 2010). Dostopno na naslovu: http://www.kis.si/files/cpzgss/...kontrola.../REZULTATI_KONTROLE_2009.pdf.

Kršev, L. *Mikrobne kulture u proizvodnji mliječnih proizvoda*. Zagreb: Udruženje mljekarskih radnika SR Hrvatske, 1989.

Mair-Waldburg, H. *Handbuch der Käse, Käse der Welt von A-Z*. Kempten: Volkswirtschaftlicher Verlag, 1974.

Manufakture and Use of Cheese Products.2009. (citirano 13. 4. 2009). Dostopno na naslovu: nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3B.pdf.

Mavrin, D., Oštir, Š. *Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2002.

Milch- Wikipedia (online). 2010. (citirano 28. 4. 2010). Dostopno na naslovu: <http://de.wikipedia.org/wiki/Milch>.

Miletić, S. *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Zagreb: Hrvatsko mljekarsko društvo, 1994.

Miljković, V. *Higijena i tehnologija mleka*. Beograd: Naučna knjiga, 1984.

Milkfacts.info (online). 2010. (citirano 20.1. 2010). Dostopno na naslovu: <http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Carbohydrate.htm>.

Milkfat Products (online). 2009. (citirano 13. 4. 2009). Dostopno na naslovu: nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3B.pdf.

Milking - DeLaval (online). 2010. (citirano 3. 6. 2010). Dostopno na naslovu: www.delaval.com.

Mikrobiologie der Milchprodukte (online). 2010. (citirano 20. 1. 2010). Dostopno na naslovu: <http://members.aon.at/~wginzing/.../Mikrobiologiemilchprodukte.pdf>.

Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano (MKGP): *Akcijski načrt razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji do leta 2015*. Ljubljana, 2006.

Pavičić, Ž. *Mlijeko od mužnje do sira*. Zagreb: Gospodarski list, 2006..

Petričić, A. *Konzumno i fermentirano mlijeko*. Zagreb: Udruženje mljekarskih radnika RH, 1976.

Pomen mleziva za rast in razvoj sesnih telet (online). (citirano 20. 1. 2010). Dostopno na naslovu: www.kgzs-ms.si/users_slike/metkab/ZED...

Rech, R., Cassini, C.F., Secchi A., Ayub, M. A. Z. *Utilization of protein-hydrolyzed cheese whey for production of β -galactosidase by Kluyveromyces marxianus*. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 1999, 23: 91-96.

Renčelj, S., Perko, B., Bogataj, J. *Siri nekdanj in zdaj*. Ljubljana: ČZP Kmečki glas, 1995.

Slanovec, T. *Sirarstvo*. Ljubljana: ČZP Kmečki glas, 1982.

Rupel, T. in sod. *Smernice za mikrobiološko varnost živil, ki so namenjena končnemu potrošniku*. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja, 2005.

Sturm, W. *Verpackung Milchwirtschaftlicher Lebensmittel*. Kempten: Edition IMQ, 1998.

Tratnik, L. *Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Zagreb: Hrvatska mljekarska udruga, 1998.

Uradni list (online). 2010. (citirano 20. 1. 2010). Dostopno na naslovu: www.uradni-list.si/1/index?edition200428.

Uredba ES, št. 853/2004 Evropskega parlamenta in sveta (online). 2009. (citirano 11. 3. 2009). Dostopno na naslovu: <http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriSe...>

Uzročnici promjena u mlijeku (online). 2010. (citirano 15. 3. 2010). Dostopno na naslovu: http://www.ptfos.hr.%2Fjoomla%2Fzpt%2F...%2F4_Uzrocnici_promjena_mlijeka.ppt.

Quellen: Hesecker, B. und H. *Nährstoffe in Lebensmitteln*. Frankfurt: Umschau Verlag, 1999.

Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja in prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.