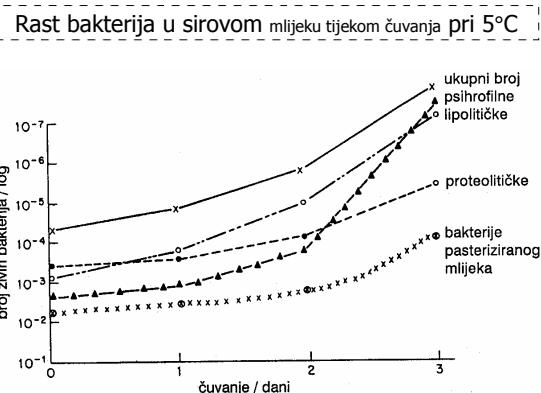


# OSNOVE PROIZVODNJE SIREVA



## ODABIR I ČUVANJE MLIJEKA

Mlijeko za sir mora imati – **dobru sposobnost sirenja**

Bitno je:

- očuvati **prirodna svojstva proteina** (bolja kakvoća sira i veći prinos)
- osigurati **dovoljnu** količinu **topljivog Ca**
- koristiti samo **higijenski proizvedeno** mlijeko
- što **kraće hladno skladištenje** mlijeka:  
– može doći do razgradnje kazeina  
do porasta broja psihrotrofnih bakterija

2

## Prosječni kemijski sastav mlijeka različitih sisavaca

Sisavci	Voda (%)	Mast (%)	Proteini (%)	Laktoza (%)	Pepeo (%)
Ovca	80,6	<b>8,3</b>	<b>5,4</b>	4,8	0,9
Koza	87,8	3,8	3,5	4,1	0,8
Bivolica	82,4	<b>7,4</b>	4,7	4,6	0,9
Deva	84,8	3,0	<b>5,2</b>	<b>5,5</b>	<b>1,5</b>
Krava	87,3	3,7	3,4	4,8	0,8

4

## STANDARDIZACIJA MLIJEKA

- standardizirati količinu **m.m.** (prema vrsti sira)
 

**obavezno !!!**
- standardizirati omjer **kazein : m.m.**

**uvjetno !!!**

(konzistencija i veći prinos sira)
- podesiti **omjer kazein : FS** (primjenom UF)

5

Standardizacija masti u mlijeku za proizvodnju Sira različite kvalitete

Kvaliteta sira	Mast u suhoj tvari sira (%)	Mast u mlijeku (%)
Polumasni	20	0,95-1,0
Tričetvrmasni	30	1,65-1,75
Normalno masni	40	2,5-2,55
Punomasni	50	3,0-3,05
Ekstra masni	60	5,0-5,1

6

## HOMOGENIZACIJA MLIJEKA

Homogenizirano mlijeko:

- brže se gruša (mekši gruš - slabija sinereza)
- ↑ zadržavanje masti u grušu (sirutka sadrži 3-4 puta manje masti)
- ↑ prinos sira (više masti, ali i vode)

**Homogenizacija mlijeka** može se provoditi **jedino**:

- ♦ kod **mekih sireva** (ali uz primjenu manjeg tlaka)
  - svježeg sira, kremastih sireva ili sireva s plemenitim pljesnim
- ♦ kod **ostalih sireva**
  - samo vrhnje

**u pravilu se NE PROVODI!**

## TOPLINSKA OBRADA MLIJEKA

Za proizvodnju izvornih – jako tvrdih sireva :

(Emmentaler, Parmesan i Grana)

- **sirovo** mlijeko (uz strogi sanitarni nadzor)
- **termalizacija** mlijeka ( $63-69^{\circ}\text{C}/10-60'$ )
  - (inaktivacija psihrotrofa i fosfataza)

**Pasterizacija** mlijeko **obavezno** se primjenjuje za ostale sireve:

- **niska, dugotrajna:**  $63-65^{\circ}\text{C}/30'$  (duplicatori)
- **srednja, kratkotrajna:**  $72-73^{\circ}\text{C}/15-20'$  (izmenjivači topline)

Za proizvodnju svježeg mekog sira :

- može se primjeniti i **visoka** pasterizacija:  $85-95^{\circ}\text{C}/5-10'$

(denaturacija PS)

- ↑ prinos, nutritivna vrijednost, ali i količina vode

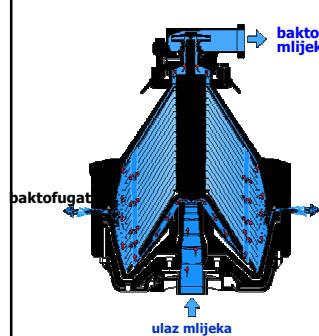
8

## BAKTOFUGACIJA MLIJEKA

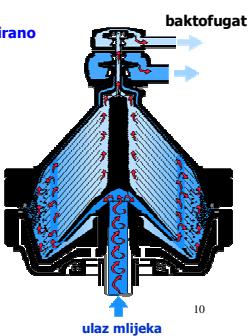
- odvajanje bakterija, osobito sporogenih (*Clostridium spp.*)
- pri  $T 55-65^{\circ}\text{C}$  (najčešće pri  $60-63^{\circ}\text{C}$ )
- uz jednofaznu ili dvofaznu baktofugu (centrifugalni separatori)
- na osnovi različite gustoće bakterija ( $1,070-1,130 \text{ g/cm}^3$ ) i mlijeka ( $1,028-1,34 \text{ g/cm}^3$ )

9

### jednofazna baktofuga

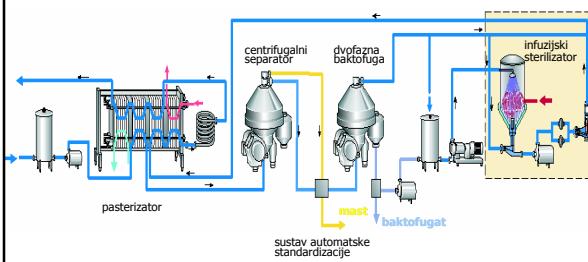


### dvofazna baktofuga



10

### Dvofazna baktofugacija s kontinuiranim odvodom i sterilizacijom baktofugata



11

## MIKROFILTRACIJA MLIJEKA

Primjenom dvostrukе mikrofiltracije:

- pomoću membrana s porama od  $0,8-1,4 \mu\text{m}$
- može se ukloniti više od 99,5% ukupnih MO
- ukloniti spore bakterija: *Bacillus cereus* do 99,98% *Clostridium tyrobutiricum* do 99,90%

**MF** pri obradi mlijeka **za sir ima više prednosti:**

- nepotreban dodatak nitrata u mlijeko
- lakša kontrola zrenja sira
- ↓ trajanje zrenja sira
- nepotrebnna termalizacija svježeg sira
- ↑ trajnost sira

12

## ULOGA DODATAKA u MLIJEKO

### Kalcijev klorid

- pri sirenju mlijeka (djelovanjem enzima):  
- dodaje se Oko **0,02% CaCl<sub>2</sub>**

### Natrijev klorid

- pri sirenju slanog mlijeka (za sir tipa Domati);  
- dodaje se **5-10% NaCl**

### Sirilo (kimozin)

- u tekućem obliku (jakosti 1:10.000 - 1:15.000)
- u prahu ili tabletama (jakosti 1:100.000 - 1:150.000)
- (grušanje mlijeka **40°/35 °C**)

13

### Sirila (s lipolitičkim enzimima)

- u proizvodnji sireva **jače izražene aromе**  
(umjesto uporabe ovčjeg i kozjeg mlijeka)

### Mikrobnna sirila (proteinaze)

- jače proteolitičko djelovanje od kimozina
- manje su osjetljivi na promjene u mlijeku  
(dodaju se u manjoj količini)

### Natrijev ili kalijev nitrat:

**NaNO<sub>3</sub>** ili **KNO<sub>3</sub>** (0,02% u mlijeku) mogu spriječiti:

- rast koliformnih bakterija (*Aerobacter aerogenes* i *E. coli*)  
- uzročnike ranog nadimanja sireva
- rast sporogenih bakterija (*Clostridium spp.*)  
- uzročnike kasnog nadimanja sireva

14

### Lisozim (1-3 g komercijalnog pripravka na 100 l mlijeka):

- razlaže stanične opne *Clostridium spp.*  
i drugih gram pozitivnih bakterija

### Boje (dodaju se samo ponekad i to prije sirila):

- pri proizvodnji polutvrđih i tvrdih sireva  
(čedar, ementaler, gouda, edamac)

Koristi se ekstrakt nekih boja:

- β-karoten; ekstrakt orleana, odnosno annatto (iz voća *Bixa orleanae*)
- ekstrakt šafrana; crvene paprike ili drugih dopuštenih boja

15

**SIRENJE  
MLIJEKA**

16

Sirenje mlijeka – provodi se pri **T** oko **30 °C**

- u tradicionalnim **otvorenim kadama ili bazenima**
- u suvremenim **zatvorenim posudama** (zgatovljači)  
vertikalnog ili horizontalnog tipa



17



18



19



20

Bitno je nakon miješanja mlijeka s određenim dodacima:

- ➡ osigurati oblikovanje gruša **dovoljne čvrstoće**
- ➡ ustanoviti vrijeme pogodno za **rezanje** gruša:
  - na osnovu iskustva ili očekivanog trajanja grušanja (slatki < kiseli < slani gruš)
  - određivanjem pH gruša (ovisno o vrsti sira)
  - određivanjem titracijske kiselosti sirutke (ovisno o vrsti sira)
  - određivanjem dovoljne jačine gruša

21

### OBRADA GRUŠA

- ➡ **Tradicionalni svježi sir**
  - odvajanje sirutke od gruša (samoprešanjem- krpe, cijedila)
    - ili blago rezanje gruša (uz stezanje gaze)
- ➡ **Termalizirani svježi sir**
  - toplinska obrada (pri 60 °C / 3 min)
  - hlađenje gruša (do oko 37 °C)
  - odvajanje sirutke (centrifugalnim separatorom)
    - zadržavanje PS (oko 10% veći prinos)

22

- ➡ **Za zrele sireve** (meki, polutvrdi i tvrdi)
  - **gruš se reže** na kockice (različite veličine):
    - za sireve s bijelim pljesnima: 3 cm
    - za sireve s plavim pljesnima: 1-1,5 cm
    - za sireve tipa feta: 2-3 cm
    - za sir Edamac i gouda: 1-1,2 cm
    - za sir grojer i ementaler: 1 cm
    - za sir čedar: 6-8 mm
    - za sir parmezan: 3-4 mm
    - za sir grana: 3 mm
  - **blago miješanje izrezanog gruša**
    - da ne dode do ponovnog sjepljivanja kockica



Noževi za kombinirano rezanje ili miješanje gruša

oblik za miješanje

oblik za rezanje

A photograph showing a hand holding a pile of small, white cheese cubes (gruša) that have been cut into small pieces.



25



26

**dogrijavanje gruša** (stezanje mreže proteina) – toplinska sinereza  
neizravno: **parom** preko duplog plašta (spremnika ili kade)  
izravno: dodavanjem **tople vode** u mješavini gruša i sirutke  
kombinacijom (pare u plaštu i dodavanjem tople vode)

Može se provesti pri :

- 35-40 °C (za većinu sireva)
- 40-56 °C (za tvrde sireve) – **sušenje zrna**

27



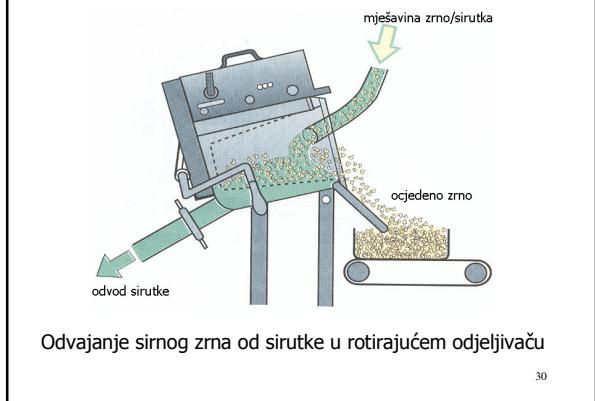
28

### OBLIKOVANJE SIRA

Može se provesti na više načina (uz odvajanje sirutke):

- **izravno - prebacivanjem gruša** u oblikovana **cjedila**
- preko **rotacijskog odjeljivača sirutke - u kalupe**  
(plastični ili metalni, perforirani, različite veličine i oblike)

29



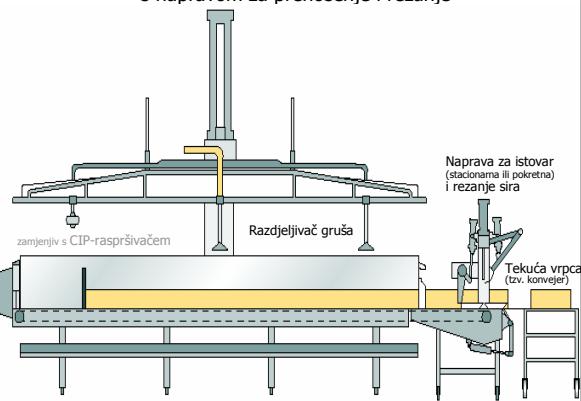
30

## PREDPREŠANJE GRUŠA I KALUPLJENJE

sadržaj kota prebacuje se u posebnu kadu za mehaničko preprešanje gruša (preko perforirane ploče):  
 – prešano sirno tijesto reže se na manje komade  
 – i oblikuje (prenošenjem u odgovarajuće kalupe)

31

Mehanizirana kada za preprešanje s napravom za prenosa i rezanje

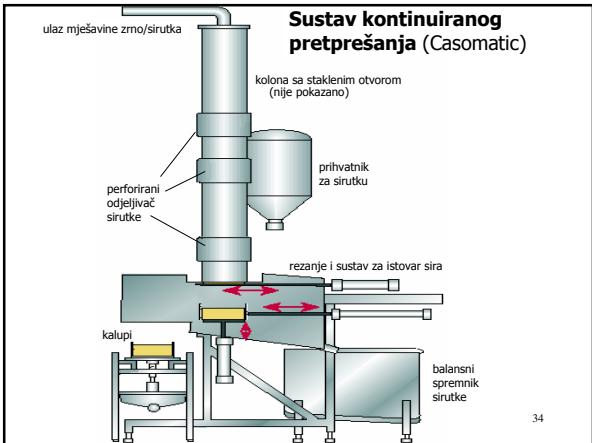


Prepreša – može koristiti i za **kompletno prešanje sira**  
 – kontinuirane linije  
 (10 X veći tlak nakon preprešanja)

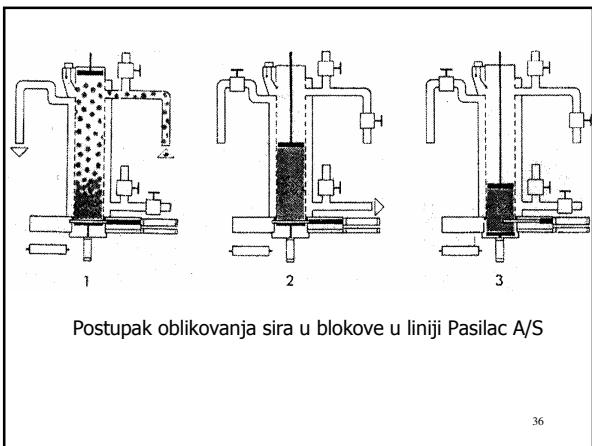
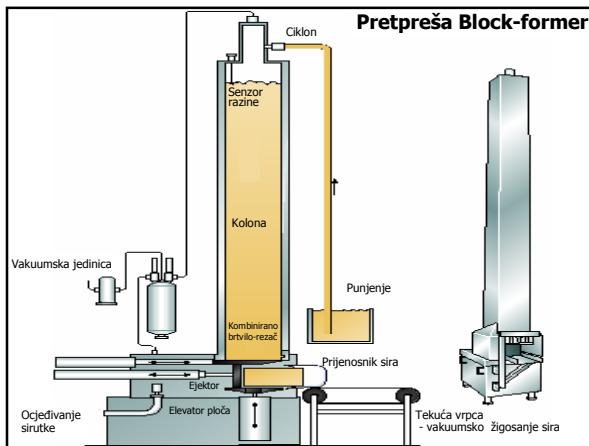
**Mehanizirano tlačenje gruša i oblikovanje sira;**  
 – može se provoditi pomoću različitih naprava:

33

Sustav kontinuiranog preprešanja (Casomatic)



34



36

**Sirutka se može oslobiti od gruša** - na 3 osnovna načina:

- prenošenjem sîrnog zrna – izravno u perforirane kalupe (za sîreve s grubljom teksturom tijesta)
- pretprešanjem zrna u blokove – koji se režu na komade i prenose u kalupe (za sîreve s rupicama)
- prenošenjem gruša na čedarizaciju (zrenje mase sira)
  - kontinuirano odjeljivanje sirutke (čedar i polumek, rastezljivi sîrevi)

37



38



40

**PREŠANJE SIRA**

Završno **prešanje oblikovanog** sira da se postigne :

- krajnje odvajanje sirutke (do željene količine )
- odgovarajuća tekstura sira (bolje spajanje zrna)
- konačni oblik sira (ovisno o vrsti)
- osigura nastanak kore sira (tijekom zrenja)

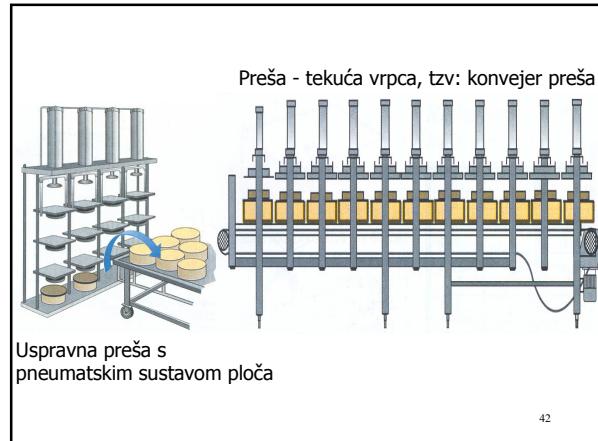
**Stupanj prešanja i primjenjeni tlak** (postupno se povećava):

- podešava se prema tipu sira (ovisno o željenoj tvrdoći)
- ovisi o masi i veličini sira (podešava se po jedinici površine)

**Različito konstruirane preše:**

- uspravne ili vodoravne
- polumerhanizirane ili visoko mehanizirane
  - s pneumatskim ili hidrauličkim sustavom prešanja
  - uz mogućnost automatske regulacije tlaka (vakuum preše, tunelske preše s tekućom trakom ili druge)

41



42



43

#### Prešanje većine sireva :

- u hladnim prostorijama oko 15 °C

#### Samoprešanje mekih sireva (uz plemenite pljesni):

- pri T oko 25 °C (porast kiselosti)
- 18-24 sata (uz okretanje sira oko 4 puta)

#### Za sireve u salamuri:

- masa sireva podvrgнута blagom pritisku  
(1,5-2 kg /kg gruša)
- pri sobnoj temperaturi (obično preko noći)  
(treba osigurati aktivnost uporabljene kulture)

44

**SOLJENJE SIRA**



**kuhinjska sol** (NaCl) za suho soljenje:  
zrna – sitnija sol  
oblikovanog sira – krupnija sol

za **polutvrde i tvrde** sireva koristi se **salamura** : otopina soli u vodi ili sirutki

za sireve s **plavim** plemenitim **pljesnima**  
koristi se **suho soljenjenje** ili **salamurenje**

45



46



**Načini zaustavljanja mikrobiološke aktivnosti salamure:**

- **pasterizacija** salamure  
(izmjenjivač topline od nehrdajućeg čelika)
- dodatak **inhibitorne tvari** rasta bakterija  
( $H_2O_2$ , Na ili K-sorbat, Delvocid, ovisno o propisima)
- prolaz salamure kroz **ultraljubičasto svjetlo**
- **baktofugacija** ili **mikrofiltracija** salamure

47

#### Trajanje salamurenja sira ovisi:

- o koncentraciji soli u salamuri
- o veličini i površini sira (masi)
- o željenoj količini prisutne soli (vrsti sira)

#### Uvjeti salamurenja sireva

Sir	Koncentracija NaCl (%)	T salamure (°C)	Kiselost (°SH)	Trajanje soljenja
ementaler	20-23	10-14	10-15	3-5 dana
gouda	18-22	14-16	18-20	3-4 dana
edamac	17-20	11-14	18-20	3-4 dana
tilzit	16-20	14-16	16-18	40-42 sata
kamamber	14-17	17-20	12-25	2-4 sata

48

Za sireve u salamuri :

- obično se koristi 10-15%-tina otopina soli
- zriju u salamuri 2-3 tjedna (pri 12-14 °C)
- mogu se čuvati u salamuri ili u ulju (pri 2- 5 °C)

#### Količina soli u različitim tipovima sira

Tip sira	Koncentracija soli (%)
zrnati svježi (Cottage)	0,25-1,0
ementaler	0,4-1,2
gouda	1,5-2,2
čedar	1,75-1,95
limburger	2,5-3,5
gorgonzola	3,5-5,5
drugi plavi sirevi	3,5-7
feta	3,5-7

49



#### Trajanje salamurenja ipak najviše ovisi:

- o vrsti sira (kakvoči sirne mase)
- o veličini i tvrdoći sira (veći sirevi, dulje trajanje)
- o koncentraciji soli i T salamure

#### Tipični tvrdi sirevi (velike mase)

- mogu se salamuriti i do 7 dana (ementaler)
- tradicionalni parmezan (oko 40 kg) čak oko 15-20 dana



#### Sol u siru ima višestruku ulogu:

- utječe na **tijek zrenja** sira
- ↓ količinu **vode** u njemu
- utječe na **oblikovanje** njegove **kore**
- pospješuje **bubrenje proteina**
- pomaže oblikovanju **plastičnosti** tijesta
- djeluje selektivno na **mikrofloru**
- sudjeluje pri **stvaranju okusa** i **mirisa** sira
- utječe na **kakvoču** sira
- poboljšava njegovu **trajnost**



52

Nakon salamurenja provodi se:

- **dosušivanje sira** (u komorama ili tunelskim sušnicama)

#### Kakvoča sirnog tijesta:

- ovisi o količini masti, soli te o količini vode (ovisno o vrsti sira)
- nezreli sirevi su bez boje, mirisa ili okusa (osim slanosti)
  - poput "**gume**" (tvrdi sirevi)
  - poput "**kredaste mase**" (meki sirevi)

53

#### ZRIONICA UVJETI ZRENJA I NJEGA SIREVA

**Zrionice** - posebne prostorije moraju imati:

- **povoljnu klimu:** T, relativnu vlažnost i protok zraka
- **povoljnu opremu** (ovisno o tipu ili vrsti sira)

54

**mekši sirevi** - zriju pri nižim T i kraće  
**tvrdi sirevi** - zriju pri višim T i znatno dulje

**Trajanje zrenja** ovisi o :

- vrsti sira (sastavu i svojstvima)
- osobito o količini vode, masti i soli, pH i prisutnoj mikrofloriji
- ponekad i o dimenzijama sira
- načinu zrenja (klasično ili zrenje sira u foliji)

**Tijekom zrenja**

- sireve treba **kontrolirati i njegovati**
- **osigurati** nastanak željenih **karakteristika**

55

**• Polutvrđi i tvrdi sirevi**



**Na početku zrenja:**

- sireve treba okretati i brisati (prva 2 tjedna svaka 2-3 dana)
- osigurati ravnomjerno i pravilno zrenje i dosušivanje sira
- osigurati niže T (oko 10 °C)

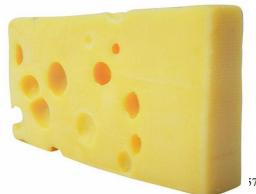
**Glavno zrenje**

- pri višim T (oko 15 °C)
- najmanje 2-5 tjedana do godinu dana (i dulje)

56

Sirevi tipa ementaler (najzahhtjevniji):

- predhodno zrenje: 3-4 tjedna, niže T (8-12 °C)
- glavno zrenje (pr.vrjenje): 6-7 tjedana, više T (22-25 °C)
- završno zrenje (čuvanje):  
što je dulje → niže su T (8-12 °C)



57

**• Za sireve sa karakterističnim mazom (sluzi)**

- treba osigurati zrenje na površini (intenzivna proteoliza)
- rast i aktivnost *Brevibacterium linens* (crveni maz)



**Uvjeti zrenja:**

- prva 2 tjedna pri 14-16 °C (rel. vлага oko 90%)
- daljnja 2-3 tjedna ili dulje (6-8 tjedana) pri 10-12 °C  
(crvena maža na površini sira)
- brisanje maže i umatanje u alu-folije

**Čuvanje:** pri 6-10 °C i pri nižoj relativnoj vlazi (70-75%)

59

**• Za sireve u salamuri**

**Zrenje** - u salamuri (10-15% soli) pri 12-16 °C

- najmanje 2-3 tjedna

- tada pri nižim T (oko 5 °C).

**kontrolirati izgled** - salamure (mora biti bistra)

- sira (željena proteoliza)

**Čuvanje** u salamuri (>16% soli) i do godine dana (pri 2 °C)



60

**► Za sireve s plemenitom pljesni**

Zrenje uz rast **bijele pljesni - na površini sira:**  
(kamamber, bri)



- osigurati prosušenu površinu sira (pri 18-20 °C, tijekom 24 sata)
- osigurati ravnomjerni pristup zraka (75-80% relativne vlažnosti)
- osigurati rast i aktivnost kulture bijele pljesni (pH)
- zrenje pri 10-14 °C i pri 85-90% rel. vlažnosti
- umatanje u aluminijске folije

Čuvanje pri nižim T - do prodaje

61



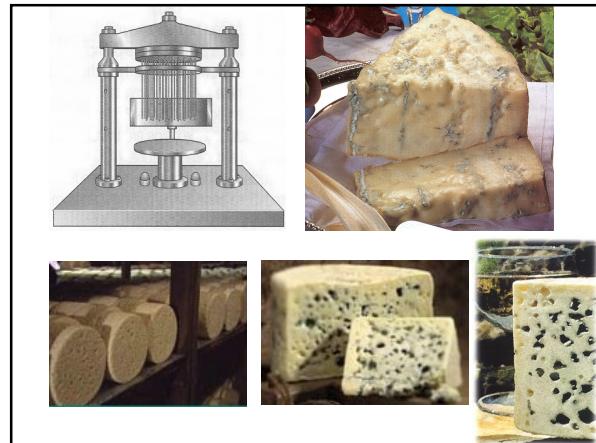
Zrenje uz rast **plave pljesni - unutar sira:**  
(rokfor, gorgonzola, stilton)



- osigurati pristup zraka unutar sira (bušenje iglama)
- ili inokulirati u siri kulturu injekcijama
- stvaraju se otvori za izlaz CO<sub>2</sub>, a ulaz kisika
- nakon 2-3 tjedna (rokfor i gorgonzola)
- ili nakon 5-6 tjedana (stilton)
- zrenje pri 10-13 °C i 90-95 % rel. vlage (maksimalni rast pljesni za 30-90 dana)
- umatanje u aluminijiske-folie (suhe sireve)

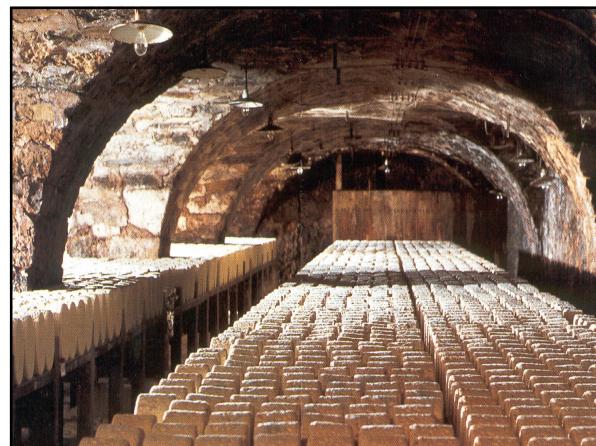
Čuvanje pri nižim T – do prodaje

63



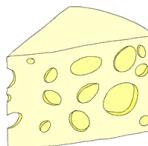


**Zrenje sira Roquefort**



## BIOKEMIJSKI PROCESI TIJEKOM ZRENJA SIREVA

- niz biokemijskih, kemijskih i fizikalno-kemijskih promjena (u sivoj masi)
- proces sazrijevanja sirne mase u zreli sir (nastanak određenih karakteristika)



## Zrenje sira uzrokuje više čimbenika:

- **zaostali enzimi** pripravaka za **sirenje** (80-90% od dodanih odlazi u sirutku)
- enzimi **mlijeka** (koji su djelomice važni u mlijeku za sir)
- enzimi **dodane kulture** (izlučeni nakon ugibanja i lize stanica)
- enzimi **sekundarne kulture** (*Propionibacterium* spp., sojevi *B. linens*, plemenite pljesni)
- **prirodne bakterije** mlijeka (preživjele pasterizaciju) ili **pristigle** tijekom proizvodnje sira (nakon ugibanja zaostaju njihovi enzimi)

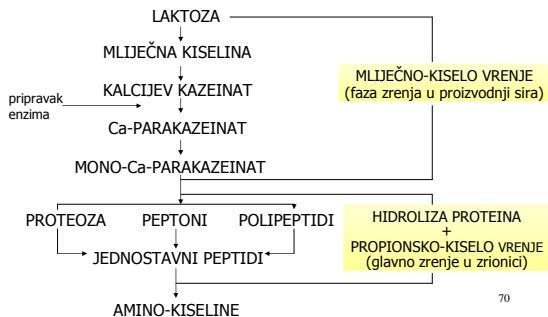
68

## Glavni biokemijski procesi

- **Primarna** zbijanja:  
**glikoliza, proteoliza i lipoliza**  
(tijekom proizvodnje i zrenja sira)
- **Sekundarna** zbijanja:  
**transformacije nastalih produkata razgradnje**  
(tijekom duljeg zrenja sira)
  - aminokiselina (dezaminacija, dekarboksilacija i desulfurizacija)
  - masnih kiselina ( $\beta$ -oksidacija)
  - esterifikacija
 (modifikacija temeljne strukture - teksture sira)

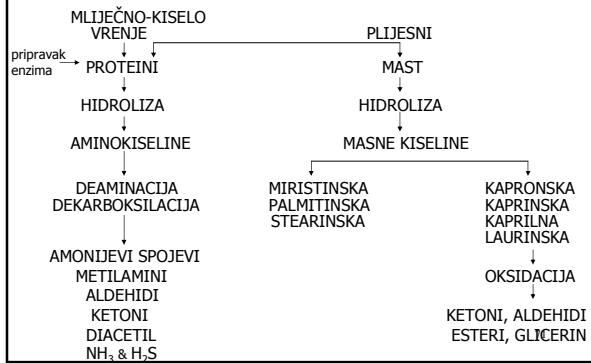
69

## Biokemijski procesi pri **primarnom zrenju** sira

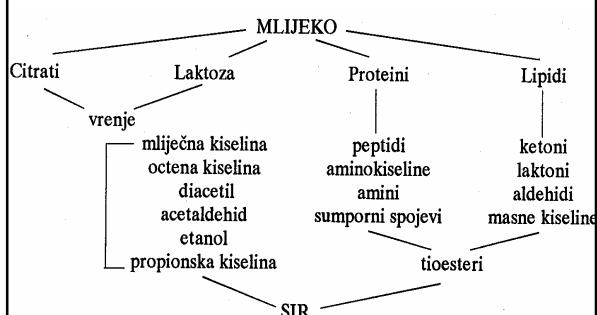


70

## Biokemijski procesi pri **sekundarnom zrenju** sira



## Glavni putevi razgradnje i produkti arome sira



Sekundarna mikroflora sireva		
Tip	MO	Tip sira
<b>Plijesni</b>	<i>Penicillium camemberti</i>	meki, zreli s bijelom pljesni na površini (bri, kamamber)
	<i>Geotrichum candidum</i>	
<b>Kvasci</b>	<i>Penicillium roqueforti</i>	plavi, zreli s pljesni unutar tijesta (danski plavi, rokfor, stilton)
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
	<i>Candida utilis</i>	
<b>Bakterije</b>	<i>Debaryomyces hansenii</i>	plavi; zreli, meki s pljesni i s crvenim mazom, isprana kora
	<i>Rhodosporidium infirmominutum</i>	
	<i>Corynebacteria</i> <i>Micrococcus</i> ssp.	zreli s crvenim mazom, isprana kora
	<i>Lactobacillus</i> ssp.	tvrdi i polutvrđi
	<i>Pediococcus</i> ssp.	
	<i>Propionibacterium</i> ssp.	Švicarski tip

## ZAMATANJE I ZAŠTITA SIREVA

### Polutvrđi ili tvrdi sirevi:

- mogu se premazati:
  - parafinom - obojeni (ovisno o vrsti sira)
  - sintetičnim premazima
    - sadrže tvari s antimikrobnim djelovanjem (pimaricin-natamicin, sorbinska, propionska i benzojeva kiselina / ili soli)
    - uljem (parmezan, ementaler, Paški sir)



- mogu se zamotati u folije (obojene ili neobojene):
  - polivinil (PVC, PVDC)
  - polistiren (PS)
    - pod vakurom
    - u struji inertnog plina ( $N_2$ ,  $N_2 + CO_2$ )

### Meki sirevi:

- zamataju se:
  - pergament papirom ili celofanom
  - aluminijskom folijom (kaširane u kombinaciji – papir, lak)
- ili se pakiraju u plastičnu ambalažu (folije ili posude)
  - zamotani se ulažu u kartonske ili drvene kutije (zaštita oblika sira i omotnog materijala pri transportu)

76

### Ambalaža sira

- mora sadržavati naljepnice s potrebnim podacima:
  - naziv sira (vrsta mlijeka)
  - sastav sira (% suhe tvari te masti u suhoj tvari)
  - datum proizvodnje ili trajnosti (ovisno o vrsti sira)

## Označavanje sira:

- vrsta (udio vode u bezmasnoj st)
- min %mm / st



**SKLADIŠTENJE SIREVA**

**Niske T**

Skladištenje sira nakon zrenja			
Vrste sira	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost (%)	Trajanje skladištenja
JAKO TVRDI	+ 5 +15		9 mjeseci 6 mjeseci
TVRDI	+5 +15		6 mjeseci 3 mjeseca
- čedar	0-2	70-75	
- ementaler	5-10	80	
POLUTVRDI	+5 +15		4 mjeseca 3 mjeseca
- gouda	5-10	90	
- edamac	0-5	90	
- tilsit	2	91	
- rokfor	0	75-80	
MEKI	+5 +15		1,5 mjesec 15-30 dana
- gorgonzola	2-4	90	nekoliko dana
- kamamber	2-4		nekoliko dana
	±0-1		dulje vremena
SVJEŽI MEKI	+5		30 dana
proizvedeni	+15		oko 20 dana
- aseptično	5		2-7 dana
- klasično	-1 - 4		do 2 tjedna

**Produljenje trajnosti sira:**

- **Zamrzavanje** (u zaštitnoj ambalaži):
  - brzo (-15 do -40 °C)
  - postupno odmrzavanje (hladniji prostor)
- **Dimljenje** (samo neke vrste sireva) uzrokuje:
  - izlučivanje masti na površinu sira (zaštita od plijesni)
  - evaporaciju vlage iz sira (smanjenje prinosa)
  - uklapanje dimnih para (fenolne tvari)
  - zaštitno djelovanje
  - okus i miris
- **Čuvanje u ulju ili salamuri** (s više od 16% soli):
  - pri niskim T

81

**MANE SIREVA**

**Konzistencija:**

- krto, drobljivo, nepovezano tijesto
- žilavo ili premeško do gnijilo tijesto

**Okus i miris:**

- preslatki, prekiseli, užegli, bez okusa i mirisa
- gorki – jača proteoliza (gorki peptidi), lipoliza, previše sirila ili  $\text{CaCl}_2$

**Opći izgled:**

- bez boje, nejednolike boje (šareno tijesto)
- predebele kore, presluzavi, neželjene plijesni

82

**Rano nadimanje sira:**

- koliformne bakterije, kvasci

**Kasno nadimanje sira:**

- bakterije iz roda *Clostridium*

**Sirni rak:**

- *Penicillium brevicaule*

**Kontaminacija bakterijom :**

- *Listeria monocytogenes* (sir rizičan po zdravlje potrošača)

83

Na kori tvrdih sireva : **paraziti**  
prostorije s malo vlage

● *Tyroglyphus farinae* (**šugarac**)  
naslage debele nekoliko milimetara

84

## TOPLJENI SIREVI

### Topljeni sir

dobiva se topljenjem **mješavine usitnjениh** sireva  
(različitih tipova i stupnja zrelosti)

uz različite **dodatke** prije ili nakon topljenja  
(ovisno o vrsti topljenog sira)



86

### Topljeni sirevi za rezanje:

- čvršći (manje vode)
- veće kiselosti ( $\text{pH}=5,4-5,7$ )



87

### Topljeni sirevi za mazanje:

- mekši (više vode)
- manje kiseli ( $\text{pH}=5,6-5,9$ )



### Topljeni sirevi za rezanje:

- čvrste su konzistencije (manji udjel vode)
- **najmanje** 36 do 56% s.t.  
(od posnog sve do extra masnog – **pravilnik**)
- veće kiselosti ( $\text{pH}=5,4-5,7$ )

### Topljeni sirevi za mazanje:

- mekše su konzistencije (veći udjel vode)
- **najmanje** 24 do 44% s.t.  
(od posnog sve do extra masnog – **pravilnik**)
- manje kiselosti ( $\text{pH}=5,6-5,9$ )

### Sastavljanje smjese za topljenje:

- uskladiti **udjel** suhe tvari i masti (voda, NaCl)
- **željeni sastav i čvrstoća topljenog sira**
- dodati **soli za topljenje** smjese (2-4%)

88

### Sirna baza:

#### ♦ topljeni sirevi za rezanje:

- 70-75% blago zrelih sireva
- 25-30% zrelih sireva

#### ♦ topljeni sirevi za mazanje:

- 30-40% mladih sireva
- 50-60% blago zrelih sireva
- samo 10% zrelih sireva

#### ♦ topljeni sirni namazi:

- 30% mladih sireva
- 50% poluzrelih sireva
- 20% zrelih sireva

Sirna baza što sadržava **75%** od jedne vrste sira:  
**topljeni sir dobiva naziv toga sira**

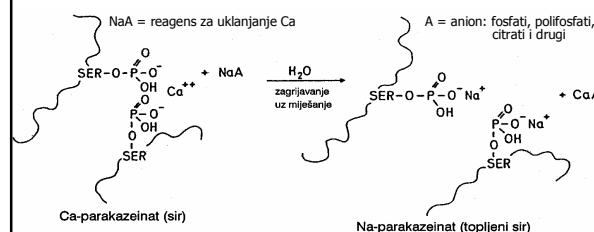
89

#### → Soli za topljenje (emulgatori / stabilizatori) (2-4%):

- fosfati, polifosfati, ortofosfati, citrati
- Na i K-tartarat
- kompleks Na-fosfata

#### Uloga soli za topljenje:

→ uklanjanje Ca iz proteina sira



#### Uloga soli tijekom topljenja sira:

- **otapanje**, dispergiranje i bubreњe **proteina**
- **emulgiranje** i stabilizacija **masti**
- kontrola i **stabilizacija pH**:
  - sirevi za rezanje: pH=5,4-5,7
  - sirevi za mazanje: pH=5,6-5,9

#### Neke soli imaju i **bakteriostatsko djelovanje**

- monofosfati (specifičan utjecaj na neke spore)
- ortofosfati (mogu spriječiti klijanje spora *Clostridium botulinum*)  
(ovisno o uvjetima te udjelu vode)

91

#### • **Ostali dodaci i aditivi** (mlječni i nemlječni):

- dodaju se **ovisno o tipu** topljenog sira  
(moraju osigurati kakvoću)
- koriste se **određene vrste** i količine  
(prema zakonskim propisima)
- povrće, meso i sl. - **nakon topljenja** - do 25% na neto masu

#### Topljenje smjese (uz miješanje):

izravno ili neizravno **djelovanje pare**  
pod **djelomičnim** vakuumom

- zagrijavanje smjese pri **71-98 °C / 4-15'** (tvrdi/mekši)  
**(uredaj za topljenje** – diskontinuirani postupak)
- sterilizacija pri **130-145 °C / 2-3''**  
(u **nizu spojenih tuba** – kontinuirani postupak)

92



Uredaj za topljenje pripravljene smjese

93

#### Homogenizacija smjese (nije obavezna):

- poboljšava **čvrstoću** i **strukturu** topljenih sireva
- poboljšava **aromu** topljenih sireva  
(osobito onih s više masti)

#### Pakiranje topljenih sireva (vruće smjese):

- u aluminijске i plastične **folije** (ovisno o tipu sira)
- različito **obljkovanje** i različite **veličine**  
(blokovi, kriške, torte islično)

#### Hlađenje pakiranih sireva:

- topljeni sirevi za **rezanje**:
    - poželjno **polagano** hlađenje (10-12 sati)
  - topljeni sirevi za **mazanje**:
    - poželjno **brže** hlađenje
- Oprez** - kristalizacija mineralnih tvari i laktoze  
(gruba tekstura i pjeskovit okus)

94

#### Skladištenje topljenih sireva:

- poželjno pri **nijoj sobnoj T**
- T < 10 °C mogu uzrokovati **pjeskovitu** strukturu  
(obljkovanje kristala Ca-fosfata)
- zamrzavanje je **nepoželjno** (izbjegavati)
- prethodno dimljenje topljenog sira je **poželjno**  
(veća trajnost)

#### Hranjiva i zdravstvena vrijednost topljenih sireva:

- ➔ bolja **probavljivost** od izvornih sireva
  - ♦ bolje **iskorištenje Ca**
  - ♦ sadrže veći udjel **slobodnih AK**
  - ♦ različit udjel **masti** (9-31%)
  - ♦ različit udjel **proteina** (8-24%)
  - ♦ **fosfati** topljenog sira – sprječavaju karijes
  - ♦ sadrže obično **veliki udjel Na i K** (od soli za topljenje)

95

#### Dostignuća u proizvodnji:

- povećanje **hranjive** vrijednosti (korisni dodaci)
- **smanjenje** udjela Na (najslabija selektivnost)
- **obogaćivanje** s Ca i biljnim proteinima (soje)
- uporaba **zamjenica** za mlječnu mast (40-50%)



## PREHRAMBENA i ZDRAVSTVENA VRIJEDNOST SIREVA

ovisi o kakvoći i vrsti mlijeka te tipu sira

proteine, mlijecnu mast, ugljikohidrate, vitamine i mineralne tvari

**SIR → koncentrat proteina**

→ 50-100 g sira dnevno (poželjna prehrambena norma)

→ zreliji srevi (probavljiviji).



97

### Zrenje sira

kod većine - razgradnja oko 1/3 proteina

srevi s plemenitim plijesnim razgradnja

plave - do 50% proteina

bijele - do 90% proteina

lipoliza



→ porast probavljivost sira

→ intenzivniji okus i miris

98

masti definira konzistenciju, okus i miris te hranjivu vrijednost (4-65%)

m.m. > 200 različitih masnih kiselina  
konjugirana linolenska kiselina

vitamini : A i B2 (tvrdi)

mineralne tvari : Ca i P.



99

### Prosječna količina masti i proteina u srevima

Vrsta sira	Voda (%)	Proteini (%)	Mast (%)	Mast/s.t. (%)
parmezan	31	38	26	35
ementaler	36	29	30	45
tilsits	46	24	25	45
edamac/gouda	46	24	25	45
plavi sir	43	22	29	50
bri/kamamber	53	21	24	47
limburger	53	32	20	40
feta	63	18	16	40
svježi meki sir (obrani)	75	9	10	40
	82	12	0,2	-

100

### Prosječna količina mineralnih tvari (mg/100 g) u srevima

Vrsta sira	Ca	P	Na	K	Mg
parmezan	1300	850	1200	100	44
ementaler	1080	730	250	90	43
edamac/gouda	800	600	800	100	40
tilsits	800	500	750	100	40
plavi srevi	420	350	1200	110	50
mocarella	400	340	450	100	16
kamamber	350	300	930	150	20
svježi sir (obrani)	90	190	30	120	9

Tvrdi srevi (↑ pH) – više Ca

101

### pH i količina laktoze u sru

Srevi	pH	Laktоза (%)
Svježi srevi	4,5-4,8	1,0-3,5
Nezreli tvrdi i polutvrdi	5,0-5,4	0,1-1,0
Nezreli meki	4,5-4,8	0,1-0,5
Hladno sazreli	5,0-5,4	1,0-2,0
Zreli srevi	5,0-6,0	0
Jako zreli srevi	6,0-7,0	0

102



**važan izvor:**

**proteina i esencijalnih AK;**  
**vitamina A i B<sub>2</sub>;**  
**najbogatiji izvor Ca (fosfora)**



Specifična **vrijednost** sira:

- zaštita i **smanjenje rizika** od zubnog karijesa  
(Ca, P te proteini – puferi) - tvrdi sirevi
- zaštita i **smanjenje rizika** od nekih karcinoma.



103