

PROIZVODNJA POLUTVRDOG I TVRDOG SIRA, OKUS, TEKSTURA I AROMA

Prof. dr. sc. Samir Kalit



Sir

- Mliječni proizvod
 - *Zgrušavanje mlijeka*
 - *Odvajanje sirutke*



Tehnologija proizvodnje sira ima dva cilja:

1. Proizvesti sir željenih senzorskih osobina:
 - *vanjski izgled,*
 - *presjek,*
 - *okus,*
 - *miris,*
 - *aroma,*
 - *tekstura.*
2. Postaviti tehnološki lako ponovljivi protokol koji će za cilj svakodnevno dati sir istih osobina.

Proizvodnja sira

- Jednostavni postupci koji uključuju složene kemijsko-fizikalne promjene.
- Proces koncentracije i konzerviranja: dehidracija, zakiseljavanje, soljenje i dimljenje.



Odabir mlijeka za sirenje – sastav i higijena mlijeka

- Sadržaj bjelančevina (kazeina)
- Sadržaj masti
- Ukupan broj bakterija
- Ukupan broj somatskih stanica



Sastav mlijeka

■ Mast/protein → Gusta, krta, kredasta

↙
Meka tekstura, bolja
elastičnost i daje
osjećaj kremoznosti
siru



Hlađenje mlijeka



Standardizacija mlijeka

- Dodavanje obranog mlijeka u prahu
- Obiranje
- Toplinska obrada: pasterizacija
 - *niska 65 °C/30 minuta*
 - *Srednja 72 °C/15 sekundi*
 - *Visoka 85 °C/1 min (za proizvodnju fermentiranih mlijeka)*



Omjer masti i kazeina
određuje sadržaj masti
u suhoj tvari sira

Prerada sirovog mlijeka u sir

– uvjeti EU i SAD

- Da se mlijeko prerađuje od kontroliranog stada
- Da su životinje u stadu označene i pod zdravstvenim nadzorom
- Da se primjenjuju načela HACCP-a i sljedivost



Dodavanje čiste kulture u mlijeko za sirenje

- Starteri su većinom bakterijske kulture koje proizvode mliječnu kiselinu, a koje se obavezno koriste u prethodno pasteurizirano mlijeko za sirenje, dok je njihova primjena u sirovom mlijeku za sirenje rjeđa.
- Starteri izravno utječu na aromu, okus i teksturu sira.



Starteri zakiseljavanjem

- povećavaju učinak sirila,
- povećavaju proces otpuštanja sirutke,
- inhibiraju rast nekih štetnih i patogenih bakterija
- Uvjetuju nastajanje arome u siru



Stupanj zakiseljavanja utječe na:

- Stupanj gubitka vode
- Teksturu sira
- Krajnju pH vrijednost sira



Odabir kulture ovisi o:

- Tradiciji
- Željenim svojstvima okusa i arome sira
- Brzini i stupnju zakiseljavanja sira do željene kiselosti.



Postepeno zakiseljavanje

- Bolje (čvršće) povezivanje proteinske mreže, a sir postaje tvrdi



Prevelika kiselost u početnoj fazi

- Gruba (rožnata), otvorena, nepovezana, lomljiva i mrvičasta teksturu



Presporo (nedovoljno) zakiseljavanje

- Vlažan, mekan, gnjecav i sklon kvarenju - nepravilna naknadna fermentacija



S obzirom na temperaturu rasta i aktivnosti startere dijelimo na:

■ Mezofilne

- *Optimalna temperatura fermentacije između 25-30 °C, mogu fermentirati laktozi pri temperaturi od 6 do 10 °C, bez ispiranja obično u siru postižu pH između 4,6 i 4,8.*
- *Na sol su tolerantni i aktivnost im prestaje iznad 40 °C*

■ Termofilne

- *Optimalna temperatura djelovanja 37-45 °C, hlađenjem ispod 20 °C prekidaju fermentaciju te u siru može zaostati značajna količina mliječnog šećera.*
- *Na sol su netolerantni.*

Koagulaciju mlijeka u proizvodnji polutvrdog i tvrdog sira provodimo:

Primjenom sirila ili nekog drugog zamjenskog proteolitičkog enzima, što se koristi u proizvodnji većine sireva koji zriju i nekih svježi sireva.



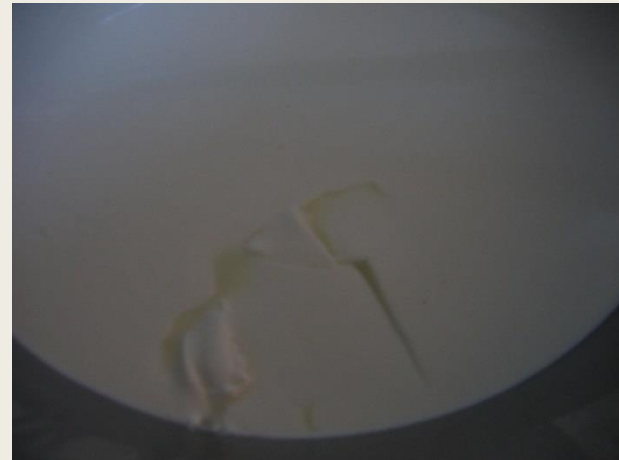
Grušanje i rezanje gruša

- Tijekom sporog grušanja glavni protein mlijeka tvori mrežu u kojoj je ugrađuju masna i vodena faza mlijeka.



Gruš

- Mrežasta struktura
- Nastaje 25-60 minuta nakon što je dodano sirilo
- Provjerava se čvrstoća gruša



Grušanje i rezanje gruša (2)

- Nakon rezanja gruša, sirna zrna oblikuju “opnu” ili gušći sloj kazeina kao posljedica gubitka sirutke i masti iz tih dijelova.
- Opna prijeći daljnji gubitak masti, ali sadrži male otvore kroz koje sirutka iz unutrašnjeg dijela zrna može biti istisnuta van



Prečvrsti gruš

- Uvjetuje sporo nastajanje opne na sirnim zrnima što iste čini podložnim mehaničkim oštećenjima pri čemu se javljaju veći gubici masti i sirne prašine tijekom miješanja.
- Miješanje neposredno nakon rezanja gruša je štetno za gruš ukoliko se s rezanjem počne prekasno (kod prečvrstog gruša).

Previše meki gruš

- Ukoliko se gruš reže i miješa prerano gruš će biti sklon trganju i lomljenju
- Prerano i prekasno rezanje ima za posljedicu povećan gubitak masti i proteina (sirne prašine) sirutkom



Veličina sirnog zrna?

- Što je sirno zrno manje to je veća relativna površina i manji volumen unutar samog zrna.
- Tvrdi sirevi režu se u formi mekšeg gruša i u manja sirna zrna.
- Meki sirevi režu se u čvršćoj formi i u veća sirna zrna



Metode redukcije laktoze u zrnu:

1. Zagrijavanjem sirnog zrna na visoke temperature (>40 °C):
 1. *Snižanjem pH*
 2. *Intenzivna dreniranje zrna,*
2. Dodavanjem tehnološke vode u sirutku koja povećava osmotski efekt membrane i izlaženje laktoze iz zrna u razrijeđena sirutku.

Miješanje i dogrijavanje sirnog zrna

- Nakon rezanja gruša slijedi miješanje sirnog zrna pri čemu se proces zakiseljavanja nastavlja
- Kombinacija miješanja, dogrijavanja i zakiseljavanja utječu na učinkovito sušenje sirnog zrna
- Kako bi se postiglo kompletno sušenje sirnog zrna ona se moraju neprestano miješati



Rezanje i sušenje sirnog zrna

- Sirno zrno se mora dovoljno osušiti kako u njemu ne bi zaostala sirutka.
- Prekomjerno zaostajanje sirutke dovodi do pojave vlažnog, mekog, gnjecavog sira sklonog kvarenju.
- Pogreške zakiseljavanja često povezujemo s pogreškama dreniranja sirne mase.



Oblikovanje sirne mase

- U kalupu (sirarsku maramu)
- U predpreši
- U posudi za sirenje
- Da bi se zrna dobro spojila moraju biti topla



Oblikovanje sira

- *Prostorija mora biti topla (23-26 °C)*



Oblikovanje sira u kalup

- Način odvajanja sirutke od gruša utječe na teksturu, boju, okus i aromu sira.



Formiranje sira u kalup (2)

- *Kod polutvrdih i tvrdih sireva smjesa zrna i sirutke prenaša se u perforirane kalupe (pred-preše). Gruš se stapa i reže na potrebnu veličinu*



Punjenje smjese sirutka/zrno u kalupe

- Naglo punjenje → mehanički otvori
- Sirna masa se redovito okreće kako bi se ujednačeno izdvajala sirutka i kako bi se oblikovala glatka kora sira.
- Gruš mora biti topao
- Ako se gruš formira u kalupe kod veće pH vrijednosti (manje kiselosti) mehanički otvori na siru biti će mali ili ih neće biti zbog daljnjeg procesa zakiseljavanja.
- Bez smanjenja pH vrijednosti mehanički otvori će ostati

Prešanje sira

- Prostorija mora biti topla (23-26 °C)
- Mora biti postepeno uz redovito okretanje sira



Zašto prešamo sir:

1. Sir se oblikuje u željenu formu
2. Istiskuje se sirutka
3. Gruš se brže spaja
4. Peglanje kore sira.



Prešanje

- Dio sirutke ostaje zatvoreno u grušu, ali nakon što se sirno tijesto formira u kalup i preša dio sirutke brzo izlazi iz gruša.
- Naglim prešanjem dolazi do stapanja (peglanja) kore sira pri čemu dio sirutke ostaje zarobljeno u siru, gruša apsorbira zarobljenu sirutku što dovodi do mjestimičnog porasta kiselosti odnosno do pojave svijetlih pjega u sirnom tijestu.



Fleksibilnost kazeinskih micela

- Omogućuje bolje sljepljivanje grušā.
- Kazeinske molekule fleksibilnije su kod niže pH vrijednosti (5,0-5,3).
- Ako pH pada tijekom prešanja, povećava se fleksibilnost kazeinskih micela i povećava se sposobnost sljepljivanja grušā.

Razvoj kiselosti polutvrđog sira u različitim fazama

Tehnološka faza	pH vrijednost
Sirovo mlijeko	6,65
Zrelo mlijeko za sirenje	6,50
Gruš	6,47
Formiranje sira u kalup	6,34
Prešanje sira	6,24
Na kraju prešanja/prije soljenja	5,30
Na kraju soljenja	5,17
Nakon 10 dana zrenja	5,20
Nakon 40 dana zrenja	5,30

Soljenje sira

- utrljavanje soli po površini
- uranjanje sira u salamuru
- Soljenje sira u kalupu kod punjenja sirnim tijestom



Uloga soli u siru

- Konzervirajući
- Daje okus proizvodu
- Pomaže u istiskivanju sirutke
- Zaustavlja zakiseljavanje

Salamura

■ Zasićena otopina soli

- 23% soli,
- *pH ista ili blizu pH vrijednosti sira*
- *Od 0,2 do 0,3% kalcijeva klorida*
- *Temperatura: 12-15 °C*



Odnos između koncentracije soli u salamuri i stupnjeva Baumea

Kg soli u 10 l vode	°Be
1,57	13,2
1,93	15,6
2,31	17,8
2,69	20,0
2,90	21,1
3,11	22,1

Soljenje i tekstura

- Sol u siru neizravno kontrolira pravilan razvoj teksture kroz izravan utjecaj na sastav i aktivnost mikrobne flore u sirnoj masi.
- Stvaranje gušće rožnate kore sira koja štiti sir od prekomjernog gubitka vlage tijekom zrenja što povoljno djeluje na pravilan razvoj teksture sira.



Nedostatak kalcija u salamuri

- Kalcij u mreži gruša zamjenjuje se s natrijem iz soli što dovodi do ulaženja vode u sir.
- Proteini kore postaju više hidratizirani $\Rightarrow$ mekana kora koja je podložna truljenju i djelovanju bakterija izvana.



Suho soljenje

- Nastaje kora niskog sadržaja vlage, visokog sadržaja soli, a kazein formira vrlo gustu mrežu.
- Mast izlazi na površinu i sir postaje mastan i užegnut.
- Situacija se pogoršava ukoliko se sir drži u uvjetima suhe klime.
- Sir ne otpušta vlagu iz unutrašnjeg dijela.



Zrenje i tekstura

- Uvjeti u zrionici
- Format sira



Zrenje sira - optimalna mikroklima

Parametar	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost zraka (%)
Minimalno	10	60
Optimalno	12-15	70-80
Maksimalno	18	85

Odgovarajući protok zraka



Njega sira

- Okretanje
- Brisanje suhom ili vlažnom krpom
- Četkanje
- Ribanje
- Struganje sira
- Premazivanje



Utjecaj mikroorganizama na tijek zrenja sira

- okus, miris, konzistencija i izgled sira izravno ovise o mikroorganizmima koji se bilo namjerno dodaju u mlijeko za sirenje ili u mlijeko i sir dospijevaju kao posljedica naknadne kontaminacije.

Pakiranje sira

- Najčešće se sirevi konfekcioniraju i pakiraju u vakuum termo-skupljajuće folije.



Hvala

