

*Poštovani farmeri*

*Radna grupa Agronomskog fakulteta u Čačku, u okviru projekta “Aktivnosti podrške razvoju mlekarstva Srbije (regija Čačak)” čiji je finansijer Ministarstvo inostranih poslova Vlade Republike Italije je u prethodnom periodu učestvovala u izradi nekoliko publikacija, seminara i praktične obuke poljoprivrednih proizvođača iz oblasti razvoja stočarstva, sa posebnim osvrtom na proizvodnju mleka i mlečnih proizvoda na području opštine Čačak.*

*Ovom prilikom želja nam je da ukažemo na značaj i potrebu standardizacije tehnologija za proizvodnju autohtonih sireva na području regije Čačak, kako bi se dobili karakteristični autohtoni proizvodi ujednačenog, odnosno standardizovanog kvaliteta.*

*U želji da ovo bude naš zajednički i kontinuiran posao, ovom prilikom u najkraćem ističemo osnovne karakteristike i tehnologiju proizvodnje čačanskog belog mekog i tvrdog sira, sa ciljem da ovi proizvodi zauzmu mesto na trpezama ne samo naših, već i svetskih metropola.*

*Radna grupa*

## Priprema sirovine u proizvodnji sireva

Priprema sirovine obuhvata niz operacija pomoću kojih se podešavaju hemijski sastav, tehnološke karakteristike i mikrobiološki kvalitet polaznog supstrata namenjenog za proizvodnju određene vrste sira. Broj i redosled operacija neophodnih u proizvodnji pojedinih grupa sireva se značajno razlikuje, pre svega u zavisnosti od izbora sirovine i načina koagulacije.

Mleko je zbog svog hemijskog sastava veoma pogodna sredina za razvoj velikog broja vrsta mikroorganizama, usled čega je vrlo podložno kvarenju. Zadatak primarne obrade mleka ima prvenstveni cilj da obezbedi održanje njegovog kvaliteta u toku transporta od sabirnog mesta i perioda čuvanja do dalje prerade.

Proizvodnja sireva zasniva se na činjenici da proteini mleka (najčešće kazein) koagulacijom obrazuju gel, koji obuhvata sve sastojke mleka. U daljem toku proizvodnje, usled sineretičke aktivnosti gela, dolazi do izdvajanja surutke, dok se kazein i mast u najvećoj meri zadržavaju u siru.

Tabela 1. Prosečan hemijski sastav mleka na području moravičkog okruga

Područje	vrsta mleka	Sastojci mleka %					
		suva materija	mast	ukupne belančevine	laktoza	pepeo	Ca
<i>Ivanjica</i>	ovčije	18,40	7,50	5,90	5,30	0,949	0,177
<i>Golija</i>	ovčije	21,30	9,66	6,84	5,93	0,940	0,212
<i>Čačak</i>	kravlje	12,30	3,75	3,47	5,55	0,725	0,135
<i>G.Milanovac</i>	kravlje	12,47	3,76	3,33	4,85	0,730	1,142

## Osnovne faze proizvodnje sira

Proces proizvodnje sira sastoji se iz 4 osnovne faze:

- Koagulacija mleka i stvaranje gruša** (fizičko-hemijska modifikacija na micelama kazeina pod uticajem proteolitičkih fermenta i mlečne kiseline, koji menjaju strukturu kazeina u koagulum – grušu)
- Sinerezis ili izdvajanje surutke** (parcijalna dehidracija gruša, uz izdvajanje rastvorljivih i drugih sastojaka mleka)
- Soljenje** (dodavanje potrebne količine soli siru koji utiče na surutku i druge procese u sirnoj masi, te na ukus održavanja sira)
- Zrenje** (biohemijska transformacija sastojaka sirnog testa pod uticajem fermenta i mikroorganizama).

## Koagulacija mleka

### *Enzimatsko sirilo*

Osnovna operacija u proizvodnji sirišno koagulišućih sireva jeste koagulacija u toku koje se mleko kao tečan sistem prevodi u stanje gela dejstvom koagulišućih enzima- sirila. Najzastupljeniji i najpoznatiji koagulant mleka je teleće sirilo (*eng. calf rennet*) koje se dobija iz želudca mladih preživara (jagnjad, telad), a čini 90% himozina i oko 10% pepsina. Sa starošću životinje učešće himozina opada, a sadržaj pepsina raste.

### *Mikrobiološka sirila*

Sirila mikrobiološkog porekla najčešće se dobijaju od gljiva *M. meihei*, *M. pusilis* i *E. parasitica*. U komercijalnom smislu ovi enzimi su na tržištu prisutni pod različitim nazivima kao što su "renilaza", "hanilaza" i sl. Sirila mikrobiološkog porekla nastala su kao rezultat pomanjkanja prirodnih sirovina animalnog porekla koje se koriste za proizvodnju animalnih sirila.

### *Koagulacija*

Koagulacijom se ostvaruje transformacija tečnog sistema kakav je mleko u sistem gela, čime se menja agregatno stanje početnog supstrata i istovremeno se postavljaju osnove buduće strukture sira. Gel koji nastaje koagulacijom mleka obuhvata kompletan serum i može se okarakterisati kao sistem koji se odlikuje potpunim kontinuitetom i tečne i čvrste faze. Čvrstu fazu gela predstavlja proteinski matriks koji nastaje tokom koagulacije, a čini ga trodimenzionalna mreža nastala kroz proces agregiranja proteina mleka, prvenstveno kazeina. Tečnu fazu gela čini obuhvaćeni serum koji se kontinualno prostire kroz pore proteinskog matriksa.

Sirišna koagulacija mleka može se podeliti u dve potpuno odvojene faze: enzimatsku ili biohemijsku fazu i fizičko hemijsku fazu koagulacije. Enzimatska faza koagulacije ostvaruje se delovanjem himozina ili sličnih koagulišućih enzima na  $\alpha$ -kazein, dok fizičko hemijska faza obuhvata agregiranje kazeina promenjenog pod uticajem himozina u prisustvu i uz aktivno ušešće kalcijumovih jona, usled čega dolazi do formiranja gela. Odvijanje enzimatske i fizičko hemijske faze koagulacije, imajući u vidu suštinsku različitost prirode ovih procesa, se mogu razmatrati potpuno odvojeno. Međutim, u stvarnosti ove dve faze koagulacije su tesno povezane. One se delimično preklapaju, pri čemu obim njihovog preklapanja zavisi od niza faktora.

Realizacijom fizičko hemijske faze koagulacije ostvaruje se transformacija tečnog sistema mleka u gel sistem. U toku ove transformacije dolazi do dramatičnih promena pojedinih fizičkih osobina. Poznavanje toka koagulacije mleka i karaktera dobijenog gela predstavljalo je od davnina najznačajnije umeće sirarskih majstora a sirarstvo kao zanat počivalo je u značajnoj meri na uspešnosti kontrole ovog procesa.

### ***Sinerezis***

Sinerezis, odnosno izdvajanje seruma iz gela je pojava koja je važna karakteristika gela mleka. Sinerezis predstavlja centralnu fazu u procesu proizvodnje sireva u toku koje se u najvećoj meri oblikuje hemijski sastav, definišu bitni elementi mikrostrukture i postavljaju osnove makrostrukture budućeg sira.

### ***Dodatak $CaCl_2$***

Kalcijum hlorid predstavlja redovan dodatak u industrijskoj proizvodnji sireva i on se prvenstveno dodaje u cilju kompenzacije nepovoljnih efekata pasterizacije mleka.

### ***Sečenje gruša***

Sečenje gruša je početna operacija u okviru obrade gruša, a ujedno početak sečenja gruša predstavlja završetak faze koagulacije mleka. Sečenje gruša obavlja se u momentu kada je postignuta željena gotovost gruša.

### ***Odlivanje surutke***

Odlivanje surutke je završna operacija u fazi obrade gruša u toku koje se obavlja razdvajanje faze gruša od faze surutke. Činom odlivanja surutke nestaje mehanizam koji omogućuje značajnije korekcije sastava sirnih zrna, kao i njihove strukture. Sirna zrna su u toku obrade gruša potopljena u surutki. Sve promene na sirnim zrnima obavljaju se posredstvom surutke. U tom smislu može se reći da surutka predstavlja transportni mehanizam za sve promene sastava sirnih zrna.

### ***Slepljivanje zrna gruša***

Kalupljenje sireva treba uraditi u što kraćem vremenskom roku. Pri kalupljenju treba voditi računa da se zrna gruša ne ohlade. U trenutku odlivanja surutke zrna gruša dolaze u međusobni kontakt i započinje proces njihovog slepljivanja.

### ***Kalupi za sireve***

Kalupi za sireve mogu biti različitih oblika i dimenzija. Oblici i dimenzije kalupa za sir koji su danas u upotrebi su pretežno definisani na osnovu kalupa korišćenih u tradicionalnoj proizvodnji sireva, ali postoje slučajevi gde su uvedene nove forme i oblici kalupa.

Kalupi za sir treba da ispune određene tehnološke zahteve i to:

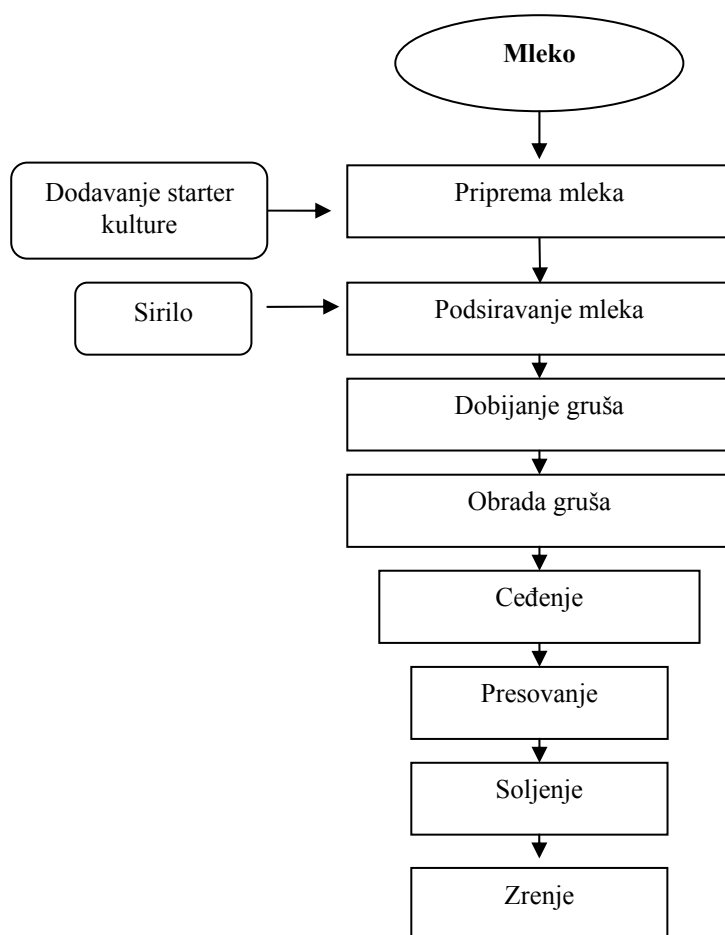
- da obezbede odgovarajući oblik i veličinu sira;
- da omoguće normalno oticanje surutke;
- da podnesu odgovarajući pritisak u toku presovanja sireva;
- da omogućavaju jednostavnu manipulaciju i pranje.

U pogledu dimenzija, visina kalupa mora biti veća od visine sira, jer se visina sira u toku kalupljenja i presovanja smanjuje.

### ***Presovanje sireva***

Presovanje je operacija kojom se ostvaruje konačna forma sira. U toku kalupljenja uspostavlja se međusobni raspored zrna gruša u siru. Međutim, zahvaljujući zaobljenom obliku zrna gruša ne ostvaruju potpuni međusobni kontakt, već je izvestan deo prostora između zrna i dalje ispunjen surutkom, a zrna gruša su samo mestimično međusobno slepljena. Presovanje sireva ima sledeće zadatke:

- da obezbedi potpuno oticanje surutke;
- da obezbedi deformaciju zrna gruša;
- da obezbedi potreban obim slepljivanja zrna;
- da omogući nastavak fermentacionih procesa;
- da formira željenu makrostrukturu sira.



**Slika 1. Blok shema proizvodnje salamurenih sireva**

## ČAČANSKI BELI MEKI SIR

To je sir koji zri i koji se čuva u salamuri. On spada u posebnu, vrlo veliku grupu sireva poznatu pod zajedničkim imenom "Beli sirevi".

**Tabela 2.** *Hemijski sastav čačanskog belog mekog sira (Moravički okrug)*

Sastojci sira, %	min.	max.
<i>vlaga</i>	46,90	54,80
<i>mast</i>	22,90	32,75
<i>mast u suvoj materiji</i>	45,33	51,68
<i>ukupne belančevine</i>	16,95	23,84
<i>rastvorljive belančevine</i>	3,83	8,22
<i>pepeo</i>	3,19	4,66
<i>NaCl</i>	1,95	3,14
<i>mlečna kiselina</i>	0,373	0,597

**3.** *Predviđeni prinos i kaliranje čačanskog belog mekog sira po datoj tehnologiji*

Pokazatelji	Jed. mere	Randman odmah po proizvodnji sira	Randman i kaliranje posle 21 dan zrenja
<i>Količina mleka</i>	1	100	100
<i>Količina sira</i>	kg	15,38	11,62
<i>Litraža</i>	1	6,5	8,6
<i>Prinos</i>	%	15,38	11,62
<i>Kaliranje</i>	%	-	24,45



Količina mleka za jedan kilogram sira uz tehnologiju proizvodnje, zavisi od njegovog kvaliteta, perioda laktacije, ishrane i niza drugih faktora.



#### Karakteristike “čačanskog belog mekog sira”

<b>Tip sira</b>	meki
<b>Oblik</b>	okrugao, dijametar 15-21 cm
<b>Masa</b>	2,5-3,5 kg
<b>Boja</b>	svetložuta do žuta
<b>MSM (mast u suvoj materiji)</b>	ne manje od 45%
<b>Vlaga</b>	ne više od 65%
<b>Testo</b>	dobro vezano, rupice ravnomerno raspoređene
<b>Obeležavanje</b>	prema proizvođačkoj specifikaciji



## ČAČANSKI BELI TVRDI SIR

Mleko treba da je punomasno, najmanje sa 3,6% masti.

Proces proizvodnje čačanskog belog tvrdog sira:

1. Sveže ili pasterizovano mleko se iz laktofriza ili duplikatora prebacuje u sirnu kadu i dovodi do temperature 38°C, kada se dodaju kulture (mlečnokisele bakterije i propionske bakterije) i eventualno  $\text{CaCl}_2$  ako je mleko pasterizovano. Kontrolise se kiselost mleka.
2. Na temperaturi 32-33°C dodaje se sirilo u količini da dužina zasiravanja traje 35-45 minuta. Gruš treba da je čvrst, sa dobrim lomom.
3. Rezanje gruš se vrši postepeno do veličine zrna kukuruza ili pšenice.
4. Gruš se počinje lagano zagrejavati uz stalno mešanje. Temperatura sušenja zrna je min. 48°C. Deo surutke se odliva.
5. Sirno zrno sa surutkom sistemom nalivanja se prebacuje u kalupe sa sirnim krpama. Prvo ceđenje je pod vlastitom težinom: sir se zatim vadi, formira i okreće. Sir se sada optereti pritiskom do 5 kg, okretanje se radi 2-3 puta i prestaje oko 3 sata.
6. Sir se soli u 25% salamuri 24-30 sati.
7. Sir zri u posebnom odeljenju na temperaturi do max 18°C. Sir se stavlja na police, okreće i čisti ili se premazuje radi zaštite kore.
8. Zrenje sira je najmanje 1 mesec, a za punu zrelost 2-3 meseca.





### Karakteristike “čačanskog belog tvrdog sira”

<b>Tip sira</b>	tvrdi
<b>Oblik</b>	okrugao, dijametar 15-21 cm
<b>Masa</b>	2,5-3,5 kg
<b>Boja</b>	svetložuta do žuta
<b>MSM (mast u suvoj materiji)</b>	ne manje od 45%
<b>Vlaga</b>	ne više od 35-40%
<b>VBMS (voda u bez-masnoj materiji sira)</b>	49-56%
<b>Testo</b>	dobro vezano, rupice ravnomerno raspoređene
<b>Obeležavanje</b>	prema proizvođačkoj specifikaciji



**Tabela 4.** Predviđeni prinos čačanskog belog tvrdog sira po datoj tehnologiji

Pokazatelji	Jed. mere	Randman odmah po proizvodnji sira
<i>Količina mleka</i>	l	100
<i>Količina sira</i>	kg	10,52
<i>Litraža</i>	l	9,5
<i>Prinos</i>	%	10,52

Dodatne informacije možete dobiti od članova radne grupe učesnika na projektu «*Aktivnosti podrške razvoju mlekarstva Srbije (regija Čačak)*» čiji je finansijer Ministarstvo za inostrane poslove Vlade Republike Italije.

Tel.: 032/303-400, Agronomski fakultet u Čačku

E-mail: [lekamg@tfc.kg.ac.yu](mailto:lekamg@tfc.kg.ac.yu).

[petrovicm@tfc.kg.ac.yu](mailto:petrovicm@tfc.kg.ac.yu)

*Radna grupa:*

dr Gutić Milenko, dr Mihailo Ostojić,

dr Snežana Bogosavljević-Bošković,

dr Vladimir Kurćubić, mr Milun Petrović,

dr Leka Mandić, Vladimir Dosković, dipl. ing. agr.