



# POGREŠKE U TEHNOLOGIJI PROIZVODNJE OVČJIH I KOZJIH SIREVA NA OPG-ima

Prof. dr. sc. Samir Kalit

Kroz višegodišnji rad u istraživanju i razvijanju tehnologija proizvodnje autohtonih sireva na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u mnogim krajevima Hrvatske došlo se do različitih spoznaja o pogreškama koje naši proizvođači često, uslijed nepoznavanja osnova tehnologije proizvodnje sireva, čine u praksi. Osnovni je problem što se pogreške trajno ponavljaju, a proizvođači ponekad, tek slučajno metodom pokušaja, dolaze do odgovora kako neku pogrešku spriječiti. Za to vrijeme smanjuje se ekonomičnost proizvodnje sira na OPG. Stoga je cilj ovog članka navesti najčešće pogreške koje se u našoj sirarskoj praksi javljaju na OPG i kako ih otkloniti. Ovaj tekst nastao je u okviru programa TEST – Tehnologijsko istraživački razvojni projekti uz potporu Ministarstva znanosti i tehnologije kao rezultat rada na projektu „Istraživanje i razvoj tehnologija proizvodnje autohtonih sireva na OPG“.

## 1. Pogreške uslijed neodgovarajuće mikrobiološke kakvoće mlijeka za sirenje

Najčešće pogreške na sirevima koje susrećemo u našoj praksi na OPG upravo su pogreške uzrokovane neodgovarajućim mikrobiološkom kakvoćom mlijeka za sirenje. To više ako se uzme u obzir da se većina sireva na OPG proizvodi iz sirovog, toplinski neobrađenog mlijeka. Stoga je nivo higijene u držanju mliječne stoke, higijene mužnje i postupanja s mlijekom nakon mužnje daleko značajnije na OPG koji proizvode autohtone sireve u odnosu na one koji proizvode mlijeko za otkup jer se takvo mlijeko u industrijskim uvjetima prerade toplinski obrađuje.

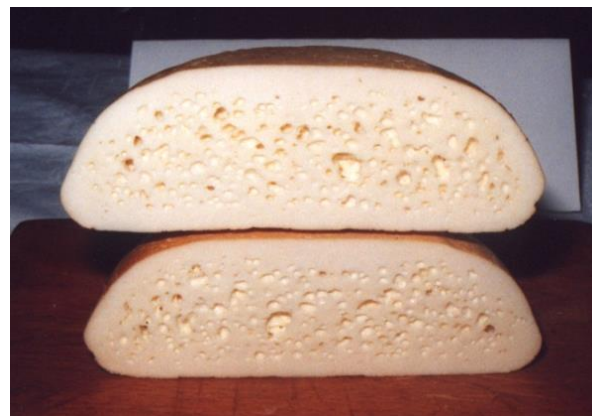
### 1.1. Koliformni mikroorganizmi – rano nadimanje sira

Koliformni mikroorganizmi u mlijeko dospijevaju kao posljedica nedovoljne higijene mliječnih životinja i neodgovarajuće higijene tijekom mužnje. Različite čestice mehaničke nečistoće bogate ostacima fecesa i prašina dospijevaju u mlijeko i kontaminiraju ga koliformnim mikroorganizmima. Najvažniji predstavnik ove skupine mikroorganizama je *E. coli*. Broj koliformnih mikroorganizama i vrste *E. coli* ne smije prelaziti više od 100 u jednom gramu sira prema Pravilniku o mikrobiološkim standardima za namirnice (NN 46/94). Nažalost rezultati istraživanja broja ovih mikroorganizama u nekim vrstama sira na području Hrvatske pokazuju da njihov broj premašuje ovu graničnu vrijednost (Tablica 1).

**Tablica 1.** Broj higijenski neispravnih uzoraka u odnosu na ukupno analizirani broj sireva prema Pravilniku (NN 46/94) u nekim autohtonim sirevima Hrvatske.

Naziv sira	Vrsta mikroorganizma	
	Koliformni	<i>E. coli</i>
Tounjski	21/38	6/38
Krčki	3/9	3/9
Grobnički	1/1	1/1
Kuhani kravljji	0/1	0/1
«Planinski sir» Gorski Kotar	1/1	1/1
Paški sir	-	0/38

Ovi mikroorganizmi mogu imati štetne posljedice po ljudsko zdravlje, te se takvi sirevi ne smiju naći u prometu. Koliformni mikroorganizmi mogu uzrokovati pogreške kao što su rano nadimanje sireva pri čemu takvi sirevi na presjeku poprimaju izgled spužve (slika 1). Ponekad se rano nadimanje javlja već u fazi rezanja sirnog zrna kada sirna zrna plivaju na površini sirutke.



Slika 1. Rano nadimanje sira – izgled pogreške.

### Kako spriječiti rano nadimanje

Osnovna preventivna mjera u cilju sprečavanja ove pogreške jest visoka higijena tijekom mužnje i pravilno postupanje s mlijekom nakon mužnje čime se sprječava kontaminacija mlijeka za sirenje ovim mikroorganizmima. Brza fermentacija smanjuje rizik od nadimanja jer nastali plin vodik reagira s metabolitima mliječne kiseline i nastaju kiseli uvjeti, nepovoljni za rast i razmnožavanje mikroorganizama uzročnika ranog nadimanja. Stoga je rast koliforma moguće spriječiti primjenom startera koji brzo zakiseljuju mlijeko, prevode laktozu u mliječnu kiselinu i smanjuju pH čime se inhibira rast koliforma.

### 1.2. Sporiformni mikroorganizmi - kasno nadimanje sira

U mlijeku mogu rasti sporiformne anaerobne bakterije i fermentirati mliječnu kiselinu čime se povećava pH sira.

Najvažniji nastali razgradni produkti su maslačna kiselina, ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) i vodik (H<sub>2</sub>). Kao posljedica maslačne fermentacije nastaju pogreške teksture i okusa. U težim slučajevima moguće su pukotine s velikim otvorima (slika 2) s vrlo lošim okusom i mirisom. Ova se pogreška javlja nakon nekoliko tjedana, pa čak i nekoliko mjeseci što označavamo kao kasno nadimanje. Dakle ova pogreška javit će se prvenstveno kod sireva koji zriju duže vrijeme. Clostridium tyrobutiricum je najvažnija bakterija uzročnik pogrešaka. Maslačno-kiselinska fermentacija ovisi o broju spora u mlijeku i njihovoj održivosti. Silaža loše kakvoće je najčešći izvor jer sadrži veliki broj spora koje preživljavaju uvjete u probavnom traktu i akumuliraju se u izmetu. Primjenom suvremenih higijenskih standarda nije moguće spriječiti kontaminaciju mlijeka sporama.



**Slika 2.** Kasno nadimanje sira – izgled pogreške.

Kasno nadimanje sira česta je pojava u priobalnom dijelu Hrvatske naročito u toplim periodima sezone s mnogo kiše kada se vimena mliječnih ovaca kontaminirana česticama vlažne zemlje bogate sporama koje, nedovoljnom higijenom, tijekom mužnje dospijevaju u mlijeko, a zrenje sira u toplim zrionicama u tim krajevima pogoduju pojavi ove pogreške.

Značajan problem je što se pogreška javlja tek nekoliko tjedana nakon završenog postupka proizvodnje i može zahvatiti veliki broj sireva u određenom periodu što ima izravne štetne ekonomske posljedice. Sirar kasno otkriva pogrešku kada je ona zahvatila veliki broj sireva kroz više dana proizvodnje, te kasno reagira na njenu pojavu.

### **Kako spriječiti kasno nadimanje**

Iako u Hrvatskoj ne postoji legislativa kojom bi se regulirala primjena silaže u hranidbi mliječne stoke jasno je da silaža ima nepovoljan utjecaj na kakvoću autohtonih sireva, te bi ju trebalo izbjegavati u hranidbi ovaca i koza. Također je važno povećanom higijenskom pažnjom vimena i sisa tijekom kišnog perioda spriječiti kontaminaciju mlijeka česticama mokre zemlje bogate sporama. Važni su i uvjeti u siru. Poznato je da se kod sireva niže pH vrijednosti (veće kiselosti) ova se pogreška neće javiti. Tako je dokazano da se maslačna

fermentacija rijetko javlja kod sireva pH vrijednosti između 5,0 i 5,2 pH jedinica. Veća koncentracija soli u siru također ima preventivni učinak na pojavu ove pogreške. Optimalna temperatura za pravilan tijek sireva u zrionicama kojom možemo prevenirati ovu pogrešku jest 10 – 15 °C. Poznato je da se kasno nadimanje gotovo nikada ne javlja kada je temperatura u zrionici ispod 7 °C, ali ova temperatura nedovoljna je za pravilna tijek zrenja polutvrdih i tvrdih sireva.

## **2. Pogreške zakiseljavanja**

Pravilan proces zakiseljavanja u tehnologiji proizvodnje sira jedan je od najvažnijih čimbenika koji utječu na konačnu kakvoću sira. Zakiseljavanje utječe na brzinu grušanja mlijeka, na proces sušenja sirnog zrna i sprječava razmnožavanje i aktivnost patogenih mikroorganizama i mikroorganizama kvarenja sira. Kod zrelog mlijeka u kojem je pravilno započeo proces zakiseljavanja dolazi do bržeg zgrušavanja, čvrstoća grušča je bolja, a sušenje sirnog zrna odvija se brže.

U našoj praksi na OPG često sirari proizvode prekiseli sir ili sir nedovoljne kiselosti. Prekiseli sir, čija je pH vrijednost često ispod 5, posljedica je korištenje neodgovarajuće kulture ili dodavanje kulture u količinama većim od potrebnih. Takvi sirevi često su suhi, tvrdi, nedovoljno povezani i otežano zriju (sredina sira ostaje čvrsta i bjelkasta poput kreča).

Česta je pojava na OPG da se proces sušenja sirnog zrna započinje naglo – dizanjem temperature smjese sirutke i sirnog zrna unutar nekoliko minuta. Kao posljedica toga dolazi do naglog formiranja kožice na površini sirnog zrna koja je nepropusna za izlaženje sirutke. Time je spriječeno daljnje sušenje sirnog zrna, te u sirnom zrno zaostaje puno sirutke bogate mliječnim šećerom koji će fermentirati u mliječnu kiselinu i uvjetovati pojavu prekiselog sira.

### **Kako izbjeći prekiseli sir**

Potrebno je koristiti odgovarajuću čistu kulturu koja postepeno fermentira mliječni šećer u mliječnu kiselinu uz niže temperature dogrijavanja sirnog zrna u kraćem vremenu. Također je moguće pranje sirnog zrna zamjenom dijela sirutke (oko 10%) s tehnološkom vodom zagrijanom na 50 °C u fazi sušenja sirnog zrna. Naša su istraživanja pokazala da su senzorski boje ocjenjeni sirevi umjerene kiselosti (oko 5,2 pH jedinica) u odnosu na kisele sireve čija je pH ispod 5). Svaki sirar treba znati da se proces intenzivnog zakiseljavanja sirnog tijesta zaustavlja kada koncentracija soli u vodenoj fazi sira prelazi 5% (što odgovara 2% soli u siru). Dakle skraćivanjem vremena do soljenja moguće je smanjiti kiselost sira.

Sušenje sirnog zrna treba provoditi postepeno. Ako se proces grušanja mlijeka odvijao na temperaturi od 31 °C, a želimo sirno zrno osušiti dogrijevanjem na temperaturu od 42 °C, tada je važno da dogrijevanje provodimo postepeno tako da vrijeme potrebno da se temperatura digne s 31 na 42 °C bude najmanje 15 minuta. Time ćemo izbjeći nastajanje nepropusne kožice na sirnom zrnu i postići pravilno sušenje sirnog zrna što je preduvjet za proizvodnju sira odgovarajuće kiselosti.

### Nedovoljno zakiseljavanje sira

Nedovoljna kiselost sira posljedica je mastitisa (upale vimena ovaca i koza) u stadu, miješanja mlijeka s kolostrumom, prisustva antibiotika u mlijeku (liječenja upale vimena), drugih inhibitora (detergenata i dezinficijensa) i kasne laktacije. Takvo mlijeko otežano fermentira i otežano se gruša, a dobiveni gruš loše je kakvoće (mekan, lomljiv i teško se suši). Osim kontrole mastitisa u stadima ovaca i koza, neškodljivog uklanjanja mlijeka za vrijeme liječenja, te pravilnog ispiranja opreme i posuda za čuvanje mlijeka i proizvodnju sira nakon sanitacije, moguće je pogrešku izbjeći primjenom sojeva kultura koje brzo fermentiraju mliječni šećer (brzo zakiseljuju mlijeko). Potrebno je produžiti vrijeme zrenja mlijeka (vrijeme od trenutka dodavanja čiste kulture do trenutka dodavanja sirila u mlijeko za sirenje). Moguće je produžiti fermentaciju i povisiti temperaturu za nekoliko stupnjeva.

### 3. Pogreške prešanja sira – debela kora na siru

Cilj je prešanja sira istisnuti suvišnu sirutku iz sirnog tijesta i «ispeglati» površinu (koru) sira. Režim prešanja ovisi o vrsti odnosno tehnologiji sira koji se proizvodi. Često je pitanje naših sirara na OPG koji je optimalni režim prešanja za pojedinu vrstu sira. Međutim, na ovo pitanje nema jednostavnog odgovora. Važno je znati da se pritisak na sir određuje na temelju površine sira koju pritišćemo. Dakle jačina pritiska ne ovisi o veličini sira. Također je važno zapamtiti da jačina i trajanje pritiska raste ako želimo niži sadržaj vlage u siru. Međutim ovo pravilo u vezi je i s tehnologijom proizvodnje sira koja također određuje kasniji sadržaj vlage u siru. Tu se prije svega misli na veličinu sirnog zrna (rezanje gruša), režim miješanja u procesu sušenja sirnog zrna i temperaturu dogrijevanja sirnog zrna. Opće je pravilo da u tehnologiji proizvodnje sireva s manjim sadržajem vlage (tvrdi sirevi) treba sirno zrno izrezati na manje dijelove, zatim ga dogrijeti na više temperature, te je potrebno duže vrijeme sušenja (miješanja) smjese sirutke i sirnog zrna. Kod takvih sireva potrebno je duže i jače prešati sir. Kod mekih i polumekih sireva potreban je pritisak od nekoliko grama po cm<sup>2</sup>, dok je kod tvrdih sireva potrebno

nekoliko desetaka grama pritiska po cm<sup>2</sup> (20 – 50 g/cm<sup>2</sup>). Vrijeme prešanja može biti ograničeno na nekoliko minuta kao što je za većinu sireva do više sati (16 – 48 h) za tvrde sireve.

Primjer: Izračunavanje potrebnog pritiska za sir oblika cilindra i promjera 22 cm. Oblik površine na koju se djeluje prešanjem je krug polumjera  $r = 11$  cm. Površina kruga (pritiska) jednaka je:

$$P = r \cdot \pi$$
$$P = 112 \cdot 3,14$$
$$P = 379,94 \text{ cm}^2$$

Želimo djelovati pritiskom od 20 g/cm<sup>2</sup> površine. Ukupna težina utega za prešanje = 379,94 cm<sup>2</sup> · 20 g/cm<sup>2</sup> = 7598,8 g  
Težina utega za prešanje sira površine pritiska 379,94 cm<sup>2</sup> je 7,6 kg.

Prešanje treba provesti postepeno uz redovito mijenjanje sirne marame i okretanje sira. U početku pritisak treba biti što niži, a kasnije se postepeno povećava do maksimalno željenog pritiska. Kod naglog prešanja nastaje nepropusna korica na površini sira koja će spriječiti daljnje izlaženje sirutke iz sira. Takav sir kasnije ima mnoštvo sirutkinih gnijezda (nepravilno zvjezdastih otvora na presjeku) koji sadrže puno mliječnog šećera koji se u procesu zakiseljavanja prevodi u mliječnu kiselinu, pa se na presjeku javlja mramoriranost sira (svjetlije (kiselija) područja u siru). Takav sir kasnije nakon završenog procesa zrenja ima debelu koru (nekoliko milimetara) u presjeku.

Česta je pojava na našim OPG da sirari koriste samo jedan uteg za prešanje sira za cijelo vrijeme trajanja prešanja. Iz gore navedenog vidljivo je da treba koristiti nekoliko manjih utega kojima se može regulirati pritisak od manjeg, u početku, do većeg, na kraju, prešanja.

### 4. Pogreške u pripremi salamure – sluzava kora sira

Česta je pojava u našoj praksi na OPG primjena salamure niske koncentracije soli i neodgovarajuće pH vrijednosti. Neki naši sirari misle da je bolje što češće mijenjati salamuri, otprilike svaka dva tjedna. Kod česte izmjene salamura novom salamura obično ima nisku koncentraciju soli (ispod 15 °Be). U takvoj salamuri mogu rasti kvasci i na sol tolerantni laktobacili. Rast na sol tolerantnih laktobacila moguć je i zbog povećane pH vrijednosti (nedovoljne kiselosti) salamure. Osnovno pravilo je da salamura mora imati kiselost (pH) jednaku onoj u siru. Tada je migracija mliječne kiseline i ostalih, u vodenoj fazi, topivih spojeva iz sira u salamuru smanjena. Kod česte izmjene salamure sir intenzivno gubi topive sastojke tijekom salamurenja, te dolazi do otapanja površine sira na koju se zatim naseljavaju na sol

tolerantni laktobacili koji prodiru u unutrašnjost sira, naročito kod sireva koji nisu pravilno prešani (otvorene površine). Oni razgrađuju strukturu površine (imaju intenzivnu proteolitičku aktivnost), te se takav sir otežano suši tijekom zrenja. Sir je često sluzave i ljepljive površine. Na njegovoj površini povoljni su uvjeti za naseljavanje različitim plijesnima, pa je sireve teško održavati na policama.

Priprema i održavanje salamure

Za većinu sireva optimalna koncentracija soli je oko 300 g po litri salamure na 20 °C. Što znači da u svaku litru vode treba dodati oko 300 g soli koja se otapa nakon što se voda prokuha. Jačinu salamure možemo provjeriti aerometrom za salamuru koji mjeri jačinu salamure u stupnjevima Baumea (°Be). U tablici 2 prikazan je odnos između jačine salamure i stupnjeva Baumea.

**Tablica 2.** Odnos između jačine salamure 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

Salamura se nakon otapanja soli procijedi i naravna joj se kiselost primjenom neke organske ili anorganske kiseline (čija je primjena dozvoljena u sirarstvu) ovisno o kiselosti sira koji se namjerava usalamuriti. Važno je da kiselost salamure bude približno jednaka kiselosti sira. Uvijek je bolje koristiti staru izbalansiranu salamuru nego često pripremati novu. Ukoliko se kiselost salamure u njezinoj pripremi ne regulira kako je gore navedeno ona će se vremenom sama izjednačiti sa kiselošću sira koji usalamurimo pod uvjetom da koristimo staru salamuru kroz duži period. Preporučamo koristiti istu salamuru cijelu sezonu. Da bi to mogli potrebno je salamuru redovit održavati. Održavanje salamure sastoji se u:

- Tjednoj provjeri jačine
- Cijedenju
- Prokuhavanju
- Dodavanju soli

Naša su iskustva u praksi na OPG pokazala da je došlo do poboljšanja kakvoće sira, odnosno izbjegle su se pogreške na kori (ljepljiva i sluzava kora, te obraslost plijesnima) kada se počela koristiti jedna salamura cijelu sezonu uz odgovarajuće održavanje iste. Jačine salamure provjerava se baumeometrom koji se uranja u salamuru. Na mjestu gdje salamura presijeca skalu čita se vrijednost jačine salamure.

## 5. Rast kvasaca i korineformnih bakterija po površini sira

Prekomjeran rast kvasaca i korineformnih bakterija po površini sira može uzrokovati sluzavu površinu i mjestimične fleke na kori. Njihov se rast može potencirati neadekvatnim sušenjem kore nakon salamurenja kao i uslijed prevelike koncentracije laktoze po površini što je posljedica nedovoljnog zakiseljavanja. Kako je već rečeno ova pogreška nastaje soljenjem sira u salamuri niske koncentracije soli i visoke pH vrijednosti (nedovoljne kiselosti), ali i nehigijenskim policama u zrionici. Rast pljesni može uzrokovati promjene boje i pljesniv okus, te u ekstremnim uvjetima može biti opasan po zdravlje zbog prisustva mikotoksina.

### Kako spriječiti rast kvasaca i korineformnih bakterija po površini sira

Da bi spriječili rast kvasaca i korineformnih bakterija po površini sira, te kasniji prekomjeran rast nepoželjnih pljesni valja obratiti pažnju higijeni kore i čistoći, te vlažnosti zraka u zrionici. U prošlom savjetovanju navedene su optimalni uvjeti temperature i relativne vlažnosti zraka u zrionici za pravilan tijek zrenja polutvrdih i tvrdih autohtonih sireva na OPG, kao i pravilni postupci njege sira. Stoga sugeriramo sirarima pročitati članak Zrenje sireva iz prošlog savjetovanja, odnosno poglavlja Uvjeti u zrionici i kako ih postići, Kontrola i njega sira tijekom zrenja, te Pogreške tijekom zrenja u kojima su navedeni odgovori na ovdje postavljeno pitanje kako spriječiti rast kvasaca i korineformnih bakterija po površini sira.

