

# VISOKO MEHANIZIRANA PROIZVODNJA SIRA TRAPISTA U »SIRELI«, BJELOVAR\*

Delimir DORUŠIĆ, dipl. inž., Antun KITONIĆ, prof., Ivan ŠTEFEKOV dipl. inž., Slavko FUTAČ, Vlatka VALINČIĆ, dipl. inž., »Sirela« Bjelovar

## Uvod

Proizvodnja sira trapista u »Sireli« Bjelovar ima dugogodišnju tradiciju i bilježi iz godine u godinu stalan porast. Trapist je najtraženiji i najpoznatiji sir na našem tržištu i postao je sinonim za polutvrde sireve. U razdoblju od 1971—1975. proizvodnja je porasla od 687 na 930 t, tj. za 35,5%.

Trapist je jedan od prvih sireva, koji se počeo proizvoditi na industrijski način, doseživši u kratkom vremenu tri faze mehaniziranosti tehnološke linije. Tako se do 1969 godine proizvodio u sirarskim kotlovima od 1.000 litara uz ručnu obradu sa velikim utroškom radne snage. Godine 1970 tehnološku liniju proizvodnje sačinjavale su tri »holandske« kade od 5.000 litara s kadom za predprešanje uz dosta manualnog rada, a 1974 godine bila je puštena u rad visoko mehanizirana linija za proizvodnju polutvrdih sireva.

## Prikaz i opis osnovnih dijelova tehnološke linije

Tehnološka linija za proizvodnju trapista prikazana je na priloženoj strojno tehnološkoj shemi.

## Sirovina

Sirovinom za proizvodnju sira trapista kod nas se smatra zrelo skupno sirovo mlijeko skladišteno na temperaturi 8—10°C kroz deset sati.

Kvaliteta ovakvog mlijeka prema raspoloživim podacima prikazana je u tabeli broj 1.

Tabela 1.

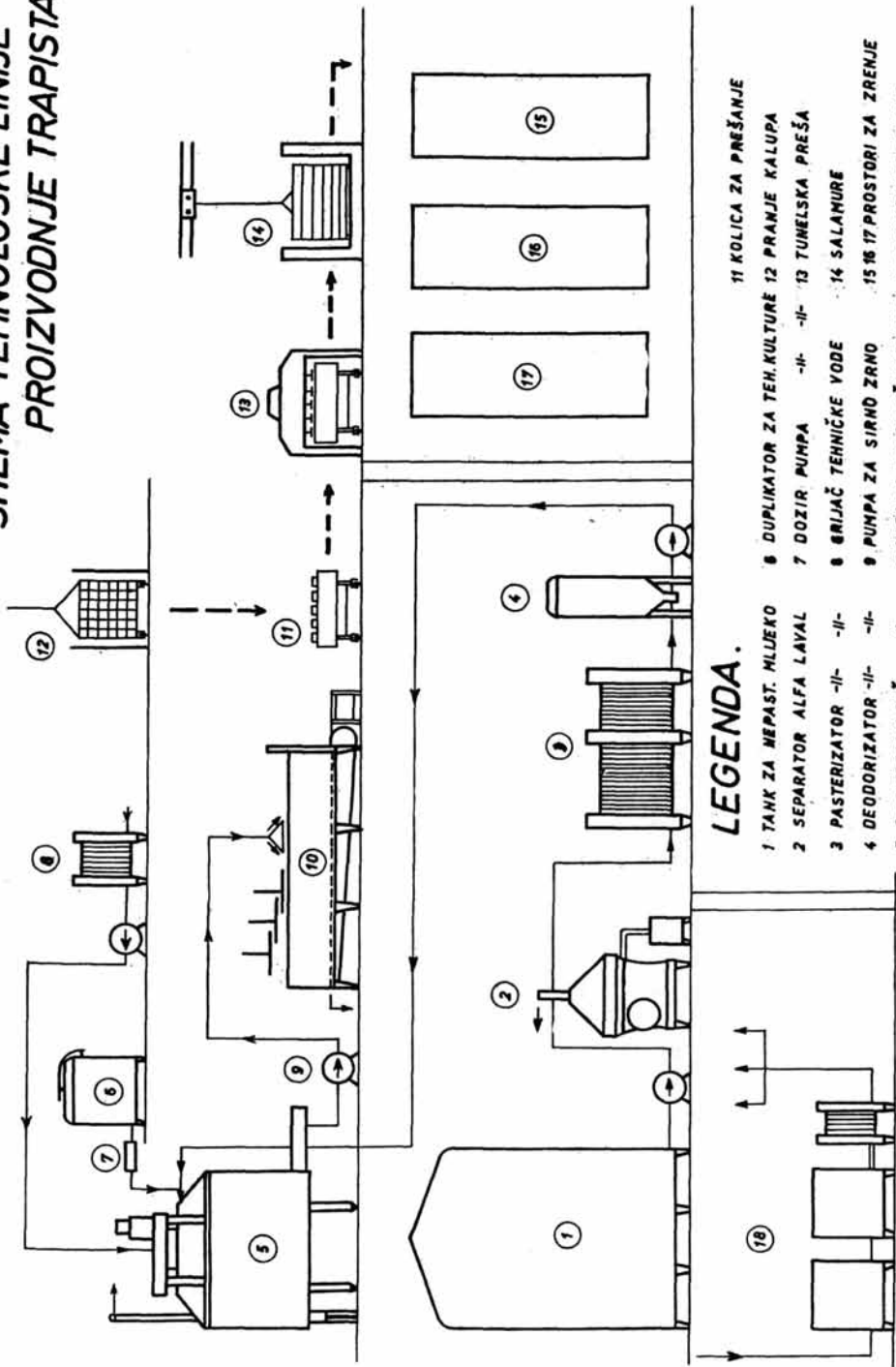
### Bakteriološke i kemijsko-fizikalne osobine sirovog mlijeka

Ukupan broj bakterija u 1 ml	Vrijeme odbojavanja metilenskog modrila	Kiselost °SH	Mast %	Specifična težina	Bjelančevine %	Suho tvar %
2,5—2,8 x 10 <sup>8</sup>	1,5—2,5 sata	7,2—7,6	3,602	1,0301	3,10	12,109

Podaci iz tabele 1 ukazuju da kvaliteta ne zadovoljava u potpunosti, naročito u pogledu ukupnog broja živih bakterija, no naša iskustva pokazuju da se i iz ovakvog mlijeka može proizvoditi sir trapist standardne kvalitete uz korektno vođenje tehnoloških operacija i normativa.

\* Referat na XIV Seminaru za mljekarsku industriju, održanom od 4.—6. II 1976. na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu.

# SCHEMA TEHNOLOŠKE LINIJE PROIZVODNJE TRAPISTA



## LEGENDA.

- |                             |                                |                             |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 TANK ZA NEPAST. MLJEKO    | 6 DUPLIKATOR ZA TEH. KULTURE   | 12 PRANJE KALUPA            |
| 2 SEPARATOR ALFA LAVAL      | 7 DOZIR PUMPA                  | -li- 13 TUNELSKA PREŠA      |
| 3 PASTERIZATOR -li- -li-    | 8 BRITAJ TEHNIČKE VODE         | 14 SALAMURE                 |
| 4 DEODORIZATOR -li- -li-    | 9 PUMPA ZA SIRNO ZRNO          | 15 16 17 PROSTORI ZA ZRENJE |
| 5 OST. ZGOTOVLJAČ -li- -li- | 10 KADA ZA PREDPREŠANJE JONGIA | 18 CIP UREDAJ ZA PRANJE     |

Slika br. 1

### **Termička obrada sirovine (pasterizacija)**

Pasterizacija se vrši pomoću postrojenja u kojima se nalaze (2) samočistivi separator, (3) pločasti pasterizator P-14 i (4) deodorizator (vidi shemu).

Važno je napomenuti da je pasterizator P-14 tako konstruiran da je vrijeme protoka mlijeka na temperaturi pasterizacije 40 sekundi. To ima svojih prednosti kod pasterizacije mlijeka za proizvodnju polutvrdih sireva uz uvjet da temperatura pasterizacije ne prelazi 72—74°C. Tako pasterizirano mlijeko ide preko protočnih mjerača direktno u zgotovljače.

### **Priprema tehničkih kultura**

U našem pogonu uzgaja se matična kultura na rekonstituiranom obranom mlijeku. Time smo postigli ujednačenu kvalitetu podloge, koja nam je od izvanredne važnosti.

Za uzgoj tehničke kulture uzima se svježije jutarnje mlijeko. Dopremljeno u tvornicu, ono se procijedi, zatim pasterizira u duplikatorima na 95°C/45 minuta. Nakon hlađenja do temperature 26°C, mlijeko se cijepi sa 0,8% matične kulture. Inkubacija traje 18—20 sati. Potom se ispituje kiselost i kontrolira mikroskopski preparat kulture.

Tehnička kultura »S« je polivalentna maslarska kultura, a sadrži *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* i *Streptococcus diacetilactis*.

Tehnička kultura »T« sadrži *Streptococcus cremoris* i *Streptobacterium casei*.

Doziranje tehničke kulture obavlja se pomoću dozir crpke direktno u cjevovode pasteriziranog mlijeka za vrijeme punjenja zgotovljača.

### **Proizvodnja sirnog zrna u OST — zgotovljačima**

Niti jedna faza tehnološkog procesa proizvodnje trapista nije toliko delikatna kao proizvodnja sirnog zrna. Premda vremenski traje svega 2,5 sata, u ovoj fazi se odvija niz operacija, a mediji se više puta mijenjaju, te je potrebno vrlo korektno vođenje svih operacija i strogo poštivanje normativa.

OST — zgotovljač tip POST-FA sve utjecaje čovjekova subjekta svodi na minimum, jer je proizvodnja sirnog zrna automatizirana i vođena ne preko sirara nego preko bušene kartice, od početka punjenja mlijeka do završetka pražnjenja. Tehnološke operacije, normativi i ostali parametri proizvodnje sirnog zrna na OST zgotovljačima bilježeni su od 31. XII 1974. do 31. XII 1975. potom obrađeni i prikazani u tabeli broj 2.

OST zgotovljač POST-FA (5) sastoji se od tanka zapremnine 10.000 litara s dvostrukim plaštem potpuno zatvorenim. U međuprostor plašta pušta se kondenzat vodene pare ili hladna voda za grijanje odnosno hlađenje sadržaja. Ugrađene niveoelektrode omogućuju kontrolu, regulacije i vođenje gornjih nivoa tekućine u toku rada. Na gornjem dijelu tanka pričvršćen je most, koji nosi pogonski motor, mjenjačku kutiju, prenose i par alata rezača — mješalica.

Tabela 2. Tehnološki normativi proizvodnje sirnog zrna na »OST« zgotovljačima

OPERACIJA	MEDIJ	Upravljanje				% masti	Kiselost %SH	Položaj alata			Količina lit.	OPASKA
		auto- mat- sko	ruč- no	Vrije- me u min.	Tem- per. °C			Reza- nje	Mije- šanje	Stop		
Punjenje	Zrelo pasteriz. mlijeko	+	—	40	30	2,65	7,0—7,4	—	+	—	10.000	SPT 30,8°L
Doziranje tehn. kultura	Teh. »	+	—	6—8	30	2,65	7,0—7,8	—	+	—	10.080	0,4—0,8‰
	Teh. kultura »S«	+	—	6—8	30	3,6	36—38	—	+	—	38—77	0,38—0,77‰
	Teh. kultura »T«	+	—	6—8	30	3,6	40—44	—	+	—	2—3	0,02—0,03‰
Zrelost	Ml. + teh.	0	0	0	30	2,65	7,4—7,8	0	0	0	10.080	
Dodaci KNO <sub>3</sub> i CaCl <sub>2</sub>	„	—	+	0	30	2,65	7,4—7,8	—	+	—	0,02‰	CaCl <sub>2</sub> otop. u vodi
Doziranje sirila	Preprijem. mlij. za sirenje	—	+	3	30	2,65	7,4—7,8	—	+	—	180—200	Jačina: 1:50.000
Sirenje	Usireno mlijeko	+	—	30	30	2,65	7,6—8,0	—	—	+	10.080	
Rezanje gruš	Gruš	+	—	8	30	2,65	0	+	—	—	10.080	do ø zrna 6—8 mm
I obrada zrna	Zrno + sirut. I	+	—	8	30	2,65	0	—	+	—	1.080	
Sirutka I	„ „	0	0	0	30	0,18 0,20	4,6—4,8	0	0	0	0	SPT 26,6°L
I Crpljenje sirut.	„ „	+	—	5	30	0	0	—	+	—	3.000	
Dodavanje vode Dogrijavanje parom	Zrno + sirut. II	+	—	6,5	35	0	0	—	+	—	1.200	Voda temp. 65°C
	„ „	+	—	2,5	36	0	0	—	+	—	8.280	Do zrna 4—6 mm
Sirutka II	„ „	0	0	0	36	0,08 0,10	3,6—3,8	—	+	—	0	SPT 24,4°L
II obrada zrna	„ „	+	—	40	36	0	0	—	+	—	8.280	
II Crpljenje sirutke	„ „	+	—	5	36	0	0	—	+	—	2.780	Vel. 3—5 mm
Pražnjenje	„ „	+	—	9,5	36	0	0	—	+	—	5.500	Traj. procesa 157,5 min.

Alat je s jedne strane naoštren i radi u dva položaja i dva smjera gibanja. Kreće se planetarno i epiciklički čime je omogućeno vrlo precizno postizavanje željene veličine sirnog zrna. Zgotovljač je opremljen sa sitnom bubražastog oblika, sa teleskopskim cijevima te uređajem za dizanje i spuštanje sita. Bubrežasti oblik sita i centralni položaj alata prilikom mješanja omogućuje da se crpljenje sirutke iz tanka obavlja uz stalno miješanje. Time se izbjegava sljepljivanje zrna i stvaranje grudica koje kasnije nepovoljno utiču na strukturu sirnog tijesta.

Pražnjenje sadržaja vrši se preko pneumatskog ventila i blagim nagibanjem tanka pomoću hidrauličnog podizača. Upravljanje sa svim operacijama ide preko komandnog ormara u koji se ulaže programirano bušena kartica, koja daje impulse za vođenje svih operacija.

OST zgotovljač još je opremljen i nizom tastera za ručno vođenje svih operacija.

### **Predprešanje i prešanje**

Pražnjenjem sadržaja zgotovljača preko crpke za sirno zrno (9) i cjevovode promjera  $\varnothing$  100 mm dolazimo do procesa predprešanja u kadi za predprešanje JONDIA holandske proizvodnje. Prilikom pražnjenja smjesa sirnog zrna i sirutke pada na perforiranu traku kade. Sirutka prolazi kroz perforacije trake, kanaličima odlazi do balansne posude od kuda je crpka odvodi na obiranje. Sirno zrno zaostaje na traci, ravnomjerno se raspoređuje po površini koja iznosi 1700x5000 mm, zatim se sirna masa zapreša pomoću tri pokretne pneumatske preše. Nakon prešanja sirne mase, perforirana traka, koja se pomiče na principu beskonačne trake, vodi masu prema prednjem otvoru. Masa se pri tome reže prolaskom kroz pet uzdužnih noževa na dvanaest traka širine 141 mm. Poprečni nož radi sinhrono sa gibanjem trake, automatski režući sirnu masu na dužini 110 mm, u podešenim vremenskim intervalima. Ovako odrezani komadi sirne mase dimenzije 141x170x120 mm, dolaze na transportnu traku. Pomoću kontaktnih elektroda automatski i sinhrono putuju na liniju kalupljenja, gdje se ručno stavlja u PERFORA kalupe.

### **Prešanje**

Prešanje sira trapista riješeno je »PERFORA« sistemom. U sistemu se nalazi 500 komada kalupa sa odgovarajućim poklopcima, 5 kolica za prešanje i 3 tunelske preše. Kalupi su izrađeni iz kvalitetnog perforiranog nehrđajućeg čelika, tako fino obrađeni da mogu kvalitetno isprešati sir bez upotrebe sirne kape. U kolica za prešanje (11) stavlja se po 100 komada kalupa sa sirom, poredanih u dva reda. Ovako složeni odvoze se pod tunelsku prešu (13) gdje se prešaju pod 50 horizontalno smještenih pneumatskih klipova. Nakon prve faze prešanja sir se jednom okreće tako da se izvadi, okrene i ponovno stavi u kalup, a kalupima se zamjene mjesta, gornji ide dolje i obratno. Temperatura prešanja se može održavati na željenoj visini pomoću tople vode u međuprostoru između dna kalupa i dna kolica.

Tehnološki normativi predprešanja i prešanja sa dinamikom zakiseljavanja sirutke dani su u tabeli broj. 3.

**Tabela 3.**  
**Normativi predprešanja i prešanja sira trapista sa dinamikom zakiseljavanja sirutke**

Naziv operacije	Tlak kp/cm <sup>2</sup>	Vrijeme	Temperatura °C	Kiselost sirutke °SH
Predprešanje I faza	0	5 min.	36	3,6—3,8
Predprešanje II faza	6	15 min.	36	—
Kalupljenje	—	30—45 min.	35,5	4,4—4,6
Prešanje	3,5	15 min.	35,5	—
Okretanje	—	10—12 min.	35,0	—
Prešanje II	5,5	25 min.	34,5	5,2—5,4

### Pranje i dezinfekcija

Zatvorenim sistemom pranja pomoću CIP-a peru se tankovi, cjevovodi, pasterizacija, zgotovljači i crpke. JONGIA i duplikatori za proizvodnju tehničkih kultura imaju svaki posebno svoj zatvoreni sistem pranja. Sredstva za pranje su 1% otopina natrijevog hidroksida i 1% otopina dušične kiseline. Perfora kalupi peru se u posebnim bazenima s 0,5% otopinom kiseline. Ostali strojevi, alati i pribor peru se ručno. Dezinfekcija zatvorenih sistema vrši se preko pasterizacije, a otvorene površine dezinficiraju se dnevno vinogradskom prskalicom.

### Soljenje sira

Trapist se soli u betonskim bazenima obloženim keramičkim pločicama dimenzija 11x1,6x1,35 metara. U bazenima se nalazi otopina soli gušća 18—20°Bé, temperature 15—18°C i kiselosti 6,10—6,20pH. Miješa se komprimirani zrakom, a regulacija temperature naravna se pločastim hladionikom-grijačem. Iznad bazena nalazi se kranska staza sa dizalom za palete. Vrijeme soljenja iznosi 48 sati.

### Zrenje sira

Zrenje sira odvija se u tri prostora za zrenje sa različitim temperaturnim režimom, procentom relativne vlage i različitim vremenom držanja. U prvom prostoru se ocjeđuje dan nakon salamurenja. Drugi i treći dan se suši u stalazama na drvenim daskama. Četvrti dan počinje prvo »plastificiranje«. Peti dan se okreće i »plastificira« se osnovica. U prvom prostoru za zrenje pri temperaturi 16—18°C i relativnoj vlazi 85—90% sir ostaje 10 dana. U drugom prostoru za zrenje gdje je temperatura 18—20°C relativna vlaga 80—85% sir ostaje 25 dana uz okretanje svakih osam dana.

22. i 23. dan sir se ponovno plastificira.

U trećem prostoru za zrenje pri temperaturi 10°C i relativnoj vlažnosti 80% sir ostaje 5 dana. U tom vremenskom roku na njega se stavlja etiketa, pakuje u transportnu ambalažu i otprema na tržište.

### Komparativni pokazatelji proizvodnje sira trapista u tri faze mehaniziranosti tehnološke linije

Kao bazu za izračunavanje i komparaciju uzeta je jedna proizvodna šarža treće faze OST zgotovljač 10.000 litara uz 8 satni rad. Proizvodna šarža počinje punjenjem kotlova, kada, odnosno zgotovljača pasteriziranim mlijekom.

Šarža završava stavljanjem sira u salamuru. Ovdje su također obuhvaćene radnje pranja te početne tekuće i završne dezinfekcije. Komparativni pokazatelji prikazani su u tabeli 4.

**Tabela 4.**

**Tehnološki i ekonomski pokazatelji proizvodnje trapista**

	Faza I	Faza II	Faza III	Razlike između I i III faze
% masti — Tipizacija	2,9	2,8	2,65	0,25
Zaostajanje masti u sirutci	0,35 <sup>0/0</sup>	0,25 <sup>0/0</sup>	0,18 <sup>0/0</sup>	0,17 <sup>0/0</sup>
Rendement svjež. sira	9,40 <sup>0/0</sup>	9,82 <sup>0/0</sup>	10,12 <sup>0/0</sup>	0,72 <sup>0/0</sup>
Radna snaga broj izvršilaca	7,8	4	1,8	6
Utrošak energije u KW/h	14	52	71,5	57,5

Na kraju se postavlja pitanje, što je sa kvalitetom sira. Sa »formalističke« strane, faza I i II imaju prednosti u smislu slike na presjeku sira ukoliko nije došlo do bakteriološkog zagađenja ili nekorektnog vođenja tehnološkog procesa. Međutim baš u vođenju tehnološkog procesa na tim tehnološkim linijama često je dolazilo do grešaka, jer mnogim je operacijama rukovao čovjek. Kod faze III sir na presjeku ponekad ima veći broj malih nekarakterističnih rupica. Uzrok tome je što su osnovni agregati od kojih nastaje sirno tijesto (sirno zrno) relativno krupni i jednolične veličine, što je pumpa za zrno velikog kapaciteta (60.000 l/h) i dužina kade za predprešanje 5 metara. Ostali elementi koji utječu na kvalitet sira kao što su okus, miris, konzistencija i boja tijesta, te vanjski izgled su isti kao kod faze I i II, a uz to što je, ponajviše i podvlačimo, sir u svakom smislu standardnije kvalitete.

**Literatura**

1. A. P. R. I. A. — Les lactoserums, November 1973.
2. A. P. R. I. A. — Fromagerie, Maj 1971.
3. A. Petričić: Mljekarski priručnik, 1958.
4. D. Sabađoš: Kontrola i ocjenjivanje kvalitete mlijeka i mlječnih proizvoda, Zagreb, 1970.