

- Schultze, W. D. & Olson, J. C. (1960): Studies on psychrophilic bacteria. **J. Dairy Sci.** 43 346.
- Thomas, S. B. & Druce, R. G. (1971): Bacteriological quality of alternate day collected farm bulk tank milk. **Dairy Sc. Abs.** 33 (5) 339—342.
- Vassal, L. & Auclair, J. (1966): I — **Industrie lait.** Paris, (237) 666.

ODRŽIVOST SIRUTKE

Davor BAKOVIĆ
Tehnološki fakultet, Zagreb

U proizvodnji sira i kazeina pojavljuje se kao nuzproizvod sirutka. Ona sadrži vrijedne sastojke i može se na razne načine koristiti ili preraditi, o čemu su u ovom listu pisali Petričić (1959), Đorđević-Kolev (1966) i Markeš (1967). U mljekarama veliki dio sirutke propada što predstavlja veliki ekonomski gubitak za same mljekare, a time i za našu državnu ekonomiju. Markeš (1967) izračunava te gubitke i upozorava da su ti gubici veći ako se uzme u obzir šteta koja nastaje ispuštanjem sirutke u vode i okolinu. U želji da se ti gubici smanje interesiralo nas je kolika je održivost sirutke prije prerade ili za vrijeme transporta, pa te dobivene rezultate iznosimo.

Vrijednost sirutke pogotovu od prerade ovčjeg mlijeka u sir je izvanredno velika. Međutim ta sirutka se većinom prerađuje u albuminski sir (Baković 1959), pa su ukupni gubici daleko manji nego kod proizvodnje kravljih sireva. Najveće količine kravljih sireva proizvode se u industrijskim mljekarama, pa se ovdje i pojavljuju veće količine sirutke, koju bi se kao vrijedan nuzproizvod moglo preraditi u razne proizvode. Sastav kravlje sirutke nije uvijek jednak, a zavisi o mlijeku-sirovini, vrsti sira koji se proizvodi i načinu vođenja tehnološkog procesa. U tablici 1 iznosimo prosječni sastav naše sirutke, a radi usporedbe i podatke vanjskih autora.

Tablica 1

Sastav sirutke u %

Mlj. kis.	laktoza	mast	protein	pepeo	ukup. suha tvar	autor
0,394	4,05	0,47	1,149	0,622	6,685	Markeš
0,6	4,8	0,2	0,9	0,5	7,00	Lampert
0,4	4,4	0,3	0,9	0,6	6,6	Ling

Iz ovih podataka, koji se međusobno bitno ne razlikuju vidljivo je da oko 50% suhe tvari mlijeka ostaje u sirutki nakon proizvodnje mlijeka.

Razvoj mikroflore sirutke je vrlo intenzivan zahvaljujući kemijskom sastavu i bogatstvu sirutke mikroorganizmima. Prema Steviću (1962) 20—25% mikroorganizama u času ukalupljenja sira prelazi u sirutku. Kako je najveći dio laktoze prešao u sirutku, to bakterije mlječno-kiselog vrenja imaju izvanrednu mogućnost razmnažanja ako su povoljni i drugi uvjeti, u prvom redu temperatura. Mikroorganizmi koji su uneseni u mlijeko za sirenje starterom nisu jedini, jer u njemu može još biti 10—20% termorezistentnih vrsta bakterija koje pasterizacija nije uništila. Tokom prerade u sirutku mogu iz okoline

dospjeti i drugi mikroorganizmi kao plijesni i oni iz grupe *Escherichia-Aerobacter*. Ovi posljednji su dokaz nehigijenskih uvjeta proizvodnje. Zato se ovim radom željelo ispitati razvoj mikroorganizama, te koli-titar koji uglavnom dokazuje prisutnost bakterija grupe *Escherichia-Aerobacter*. Ovaj razvoj je praćen kod sirutke držane na sobnoj temperaturi (18—22°C) i na +40°C, i to kod kalupljenja te nakon 12, 24 i 48 sati. Ukupni broj mikroorganizama na 1 ml sirutke i koli-titar određivan je prema »Bakteriološke metode za ispitivanje određenih živežnih namirnica (Sl. list 4 od 26. I 1966).

Kao u mikroflori mlijeka tako i u sirutki dominantne su bakterije mlječno-kiselog vrenja. One transformiraju laktozu u mlječnu kiselinu koja se izdvaja u slobodnom stanju. U optimalnim uvjetima kiselost sirutke se povećava pa kada mlječna kiselina dosegne 2,3—3% razvoj se većine bakterija potpuno zaustavlja (Stević 1962). Zato je u ovom radu također ispitivana kiselost kod kalupljenja sira pa u raznim intervalima do 48 sati. Sva ispitivanja su provedena titracijom, a kod kalupljenja sira kiselost sirutke je još ispitana pH metodom.

Rezultati ispitivanja — Sirutka je ispitivana nakon proizvodnje sira: trapista i goude. U tablicama 2, 3, 4 i 5 naveden je ukupni broj mikroorganizama sirutke kod kalupljenja (t_0), nakon 12 sati (t_1), 24 sata (t_2) i 48 sati (t_3).

Iz tablice 2 i 3 očito je da je u sirutki trapista držanoj na 4°C razvoj mikroflore mnogo sporiji nego onoj držanoj na sobnoj temperaturi.

U tablicama 4 i 5 navedeni su rezultati ispitivanja sirutke dobivene kod proizvodnje goude.

Tablica 2

Ukupni broj mikroorganizama u sirutki trapista — kod sobne temperature

R. br.	t_0	t_1	t_2	t_3
1.	12×10^4	41×10^6	21×10^8	63×10^{11}
2.	53×10^4	13×10^6	38×10^8	42×10^{10}
3.	6×10	23×10	14×10	81×10
4.	12×10^4	11×10^5	52×10^7	48×10^{10}
5.	11×10^3	15×10^5	62×10^7	85×10^9
6.	12×10^4	14×10^5	24×10^8	36×10^{11}
7.	35×10^5	13×10^8	83×10^9	42×10^{12}
8.	16×10^5	32×10^6	40×10^9	27×10^{12}
9.	48×10^4	64×10^6	23×10^9	36×10^{13}
10.	2×10^4	44×10^7	29×10^{11}	68×10^{12}

Tablica 3

Ukupni broj mikroorganizama u sirutki trapista na 4°C

R. br.	t_0	t_1	t_2	t_3
1.	12×10^4	56×10^4	28×10^5	14×10^6
2.	53×10^4	12×10^5	12×10^6	12×10^7
3.	6×10	72×10	22×10	41×10
4.	12×10^4	14×10^4	24×10^6	18×10^6
5.	11×10^3	14×10^4	12×10^5	46×10^6
6.	12×10^4	56×10^4	82×10^5	41×10^7
7.	35×10^5	21×10^5	72×10^6	28×10^7
8.	16×10^5	20×10^4	33×10^6	13×10^7
9.	48×10^4	41×10^3	12×10^5	85×10^7
10.	2×10^4	26×10^3	14×10^6	39×10^7

Tablica 4

Ukupni broj mikroorganizama u sirutki goude — kod sobne temperature

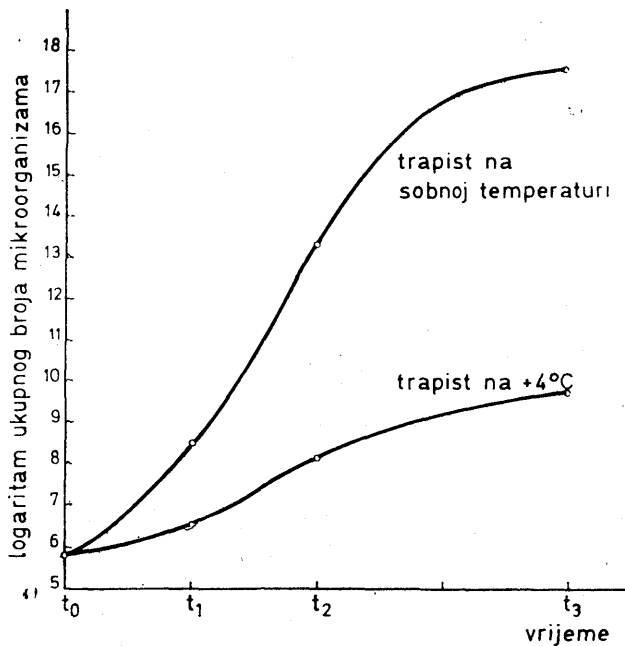
R. br.	t_0	t_1	t_2	t_3
1.	12×10^4	14×10^6	12×10^9	36×10^{11}
2.	24×10^5	56×10^7	12×10^9	44×10^{10}
3.	12×10^4	32×10^7	12×10^9	34×10^{11}
4.	15×10^3	62×10^4	—	—
5.	19×10^5	15×10^6	10×10^8	12×10^{11}
6.	11×10^4	15×10^5	62×10^7	85×10^{10}
7.	19×10^4	15×10^6	10×10^8	12×10^{11}
8.	53×10^4	13×10^6	38×10^8	42×10^{10}
9.	19×10^5	15×10^6	40×10^8	52×10^{10}
10.	21×10^4	41×10^5	52×10^8	63×10^{11}

Tablica 5

Ukupni broj mikroorganizama u sirutki goude na 4°C

R. br.	t_0	t_1	t_2	t_3
1.	12×10^4	56×10^4	28×10^5	14×10^7
2.	24×10^5	30×10^3	92×10^4	18×10^5
3.	12×10^4	24×10^3	44×10^4	12×10^6
4.	15×10^3	18×10^3	19×10^4	36×10^5
5.	19×10^5	32×10^5	12×10^6	23×10^7
6.	11×10^4	14×10^4	12×10^5	64×10^6
7.	19×10^4	32×10^4	12×10^5	23×10^6
8.	53×10^4	12×10^4	12×10^5	12×10^6
9.	19×10^5	32×10^4	22×10^5	30×10^6
10.	21×10^4	65×10^4	28×10^5	14×10^7

Dijagram 1

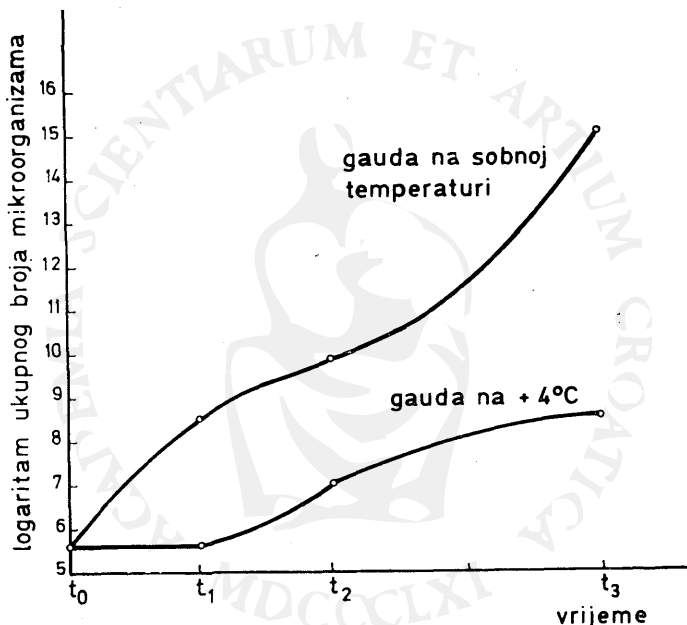


Ovisnost broja mikroorganizama u sirutki trapista o temperaturi

Podaci u tablicama 4 i 5 potvrđuju rezultate dobivene sa sirutkom trapista i bitno se od njih ne razlikuju.

Ovisnost razvoja mikroflore o temperaturi najzornije prikazuju dijagrami 1 i 2.

Dijagram 2



Ovisnost broja mikroorganizama u sirutki goude o temperaturi

U tablicama 6 i 7 navedeni su podaci o kiselosti sirutke.

Tablica 6 Kiselost sirutke kod kalupljenja

trapista				goude			
°SH	pH	°SH	pH	°SH	pH	°SH	pH
4,8	6,4	4,0	6,1	4,8	6,9	4,0	6,35
4,4	6,3	4,1	6,4	4,2	6,35	4,5	6,4
4,0	6,4	4,4	6,35	4,0	6,3	4,2	6,8
4,0	3,3	4,0	6,4	4,8	6,2	4,6	6,35
4,0	6,25	4,0	6,3	4,0	6,4	4,3	6,2
				4,0	6,5	4,6	6,3

Tablica 7 Kiselost sirutke u °SH

R. br.	t ₀	t ₁		t ₂		t ₃	
		s	h	s	h	s	h
1.	4,8	4,8	4,8	7,2	4,8	12,4	4,2
2.	4,0	4,8	3,4	8,4	4,0	10,8	3,6
3.	4,2	5,0	4,4	6,4	4,4	8,2	4,0
4.	4,4	—	—	8,4	4,6	—	—
5.	4,2	—	—	11,2	4,0	—	—
6.	5,2	—	—	6,2	5,2	—	—

s = sobna temperatura, h = hladionik oko + 4°C

Iz tablica 6 i 7 očito je da se kiselost sirutke kod kalupljenja kreće između 4 i 5°SH da je izrazit porast kiselosti do 48 sati samo kod sirutke držane na sobnoj temperaturi.

Ispitivanje 20 uzoraka sirutke na koli-titar pokazalo je da su svi uzorci do razrjeđenja 10^4 dali pozitivni rezultat. To se odnosi na sirutku trapista i goude, koja je držana i na sobnoj temperaturi i na $+4^\circ\text{C}$. Gotovo svi uzorci držani na sobnoj temperaturi dali su negativan koli-titar tek kod razrjeđenja 10^{10} , a oni na $+4^\circ\text{C}$ kod razrjeđenja 10^7 ili 10^8 .

Ovi podaci govore o lošim higijenskim uvjetima prerade. Oni, međutim, nemaju ozbiljnih posljedica za proizvedeni sir, ali za sirutku da, ukoliko bi se istu htjelo preradati u neke prehrambene proizvode.

Razvoj ukupnog broja mikroorganizama i koli-titar pokazuju izvjesnu korelaciju pa niža temperatura ($+4^\circ\text{C}$) očito inhibira razvoj svih mikroorganizama uključivši i one iz grupe *Escherichia-Aerobacter*.

Ovo potvrđuju i podaci o kiselosti koje navodimo u tablici 7. Na $+4^\circ$ kroz 48 sati kiselost sirutke bitno se ne mijenja. Sirutka držana na sobnoj temperaturi samo prvih 12 sati se gotovo ne mijenja dok kasnije naglo raste.

Zaključak koji bi se mogao izvesti iz dobivenih rezultata interesantan je također i za praksu.

Razvoj mikroflore sirutke držane na sobnoj temperaturi najintenzivniji je između 12 i 24 sata nakon kalupljenja sira. Nakon toga pa do 48 sati i dalje se nastavlja taj razvoj, ali s nešto manje intenziteta. U istim uzorcima sirutke držanim i na 4°C taj razvoj je bio znatno usporen. To najbolje dokazuje praćenje povećanja kiselosti. Sve ovo upućuje na potrebu hlađenja sirutke pogotovu ako se sirutku želi preraditi u takve prehrambene ili kemijska proizvode kod kojih želimo sačuvati što veću količinu laktoze.

Prisustvo bakterija grupe *Escherichia-Aerobacter* u sirutki dokazuje reinfekciju tokom prerade. Zato bi u sirarstvu trebalo poboljšati higijenske uvjete rada pogotovu ako se ozbiljnije želi prići iskorištavanju sirutke u vrednije proizvode.

Ispitivanja sirutke kod proizvodnje trapista i goude dala su podatke koji se međusobno bitno ne razlikuju. To daje naslutiti da je mikroflora sirutke slična kod tvrdih i polutvrdih sireva koji se najviše proizvode u našim sirarskim pogonima.

Literatura

- Baković, D. (1959): *Mljekarstvo* 9, 172.
- Đorđević, Lj., Koley, V. (1966): *Mljekarstvo* 16, 89.
- Foster, E., M., Nelson, F. E. et al. (1948). *Dairy Bacteriology* IIIed. John Wiley, New York.
- Lampert, L. (1965): *Modern Dairy Products*. Chem. Publ. Comp., New York.
- Ling, E. (1963): *Dairy Chemistry*. Chapman and Hall Ltd. London.
- Markeš, M. (1967): *Mljekarstvo* 17, 79 i 178.
- Petričić, A. (1959): *Mljekarstvo* 9, 197.
- Stević, B. (1962): *Tehnološka mikrobiologija stočnih proizvoda i ishrane stoke*. Naučna knjiga, Beograd.

* Zahvaljujem Zorici Bošnjak, dipl. ing., na obimnoj pomoći kod laboratorijskih ispitivanja.