

8. SOKOLOVA Z. S.: Sbornik zadač po kursu Tehnologiji moloka i moločnih produktov. Pišćevaja promišlenost, Moskva 1975.
9. JOVIĆ R.: Može li se na osnovu kvaliteta mleka sigurno utvrditi koliko će se sira dobiti i kakve će masnoće biti. **Mljekarstvo** 18 (8) 1968.
10. VOJNOVIĆ V.: Metode određivanja proteina u mlijeku. **Mljekarstvo** 14 (5) 1964.
11. SCHULZ M. E.: »Das Grosse Molkereilexikon« Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH Kempten 1965.
12. IDF/FIL 29: 1964 Bestimmung des Caseingehaltes von Milch **Milchwissenschaft** 21 (6) 1969.
13. MÜNCHBERG F. i sur.: Beitrag zur refraktometrischen Kasein- und Gesamteiweissbestimmung in der Milch **Milchwissenschaft** 24 (2) 1962.
14. PROBST A. i surad.: Zur Frage der Genauigkeit der refraktometrischen Bestimmung von Casein in Milch **Milchwissenschaft** 21 (11) 1966.
15. KIRCHMEIER O.: Eine Methode zur schnellen und quantitativen Erfassung des Caseingehaltes der Milch. **Milchwissenschaft** 23 (7) 1968.
16. GRANIKOV D. A.: Sovetskij sir. Pišćevaja promišlenost, Moskva 1972.
17. ŠABEC S.: Na što valja paziti kod izrade 3/4 i polumasnih sireva. **Mljekarstvo** 7 (12) 1957.
18. RÜHL F.: Die Einstellung der Kesselmilch auf einen bestimmten Fettgehalt. **Deutsche-Milchwirtschaft** 44/1971.
19. DAVIS I. G.: Cheese. I. A. Churchill Ltd. London 1965.
20. DILANJAN Z. H.: Sirodelie. Pišćevaja promišlenost, Moskva 1973.
21. DIHANJAN Z. H.: Osnovi sirodelija. Pišćevaja promišlenost, Moskva 1970.
22. GIRIN I. B. i surad.: Tehnologija moloka i moločnih produktov. Pišćevaja promišlenost, Moskva 1973.
23. BRUZILVOSKII Z. P., A. I. VAINBERG: Avtomatizacija tehnoloških procesov proizvodstva moločnih konzervov.
24. A/SN; Foselectric: Industriereferat 1976.
25. ETA; Epsilon Industrie referat 1975.
26. Alfa Laval: Industrie referat 1976.

## STANDARDIZACIJA MLIJEKA U PROIZVODNJI SIRA\*

Prof. dr. Natalija DOZET, dr Marko STANIŠIĆ, mr. Sonja BIJELJAC,  
Poljoprivredni fakultet, Sarajevo

Hemijski sastav i tehnološko svojstvo mlijeka imaju u procesima prerade neobičan značaj, jer utiču na bolju proizvodnju i kvalitet gotovih proizvoda. Pravilno iskorištavanje sirovine je od velikog ekonomskog značaja, jer omogućava proizvodnju kvalitetnih mlječnih proizvoda uz primjenu standardizacije mlijeka. Velika količina mlijeka se upotrebljava u proizvodnji sireva, što predstavlja značajan vid iskorištavanja mlijeka, a bolje poznavanje i pravilna upotreba sirovine treba da bude zadatak istraživanja.

Pri proizvodnji sira, mast i kazein mlijeka imaju najveći značaj pri prelasku sastojaka mlijeka u sir. Step en prelaska i randman proizvodnje zavise od svojstava i zastupljenosti ovih komponenti i od primjene pravilne tehnologije proizvodnje.

\* Rad je finansirala Republička zajednica za naučni rad BiH — Sarajevo, a iznesen je na XVI Seminaru za mljekarsku industriju u Zagrebu, 1978.

Uticaj sastava i svojstava mlijeka na kvalitet i randman proizvodnje sira je ispitivan od niza autora (1, 2, 3, 10). Ova izučavanja kod nekih autora idu za tim da se utvrde određeni koeficijenti i formule (6, 7, 8), koje bi pomogle u praktičnoj sirarskoj proizvodnji. Karakteristika ovih izučavanja je da se većina autora ograničava za specifičan tip proizvodnje sira i za region proizvodnje, te se nameće potreba da se u našim uslovima rada izuči kvalitet sirovine za pojedine tipove sira i da se na bazi tih podataka izrade određeni koeficijenti.

Na izučavanju kvaliteta mlijeka, u uslovima našeg regiona, koje služi za proizvodnju sira, radili su navedeni autori (4, 5, 9). Cilj njihovih ispitivanja je bio upoznavanje kvaliteta mlijeka kao sirovine, a posebno kroz količinu masti i bjelančevina i njihovu distribuciju u sir i surutku. Ogledi koji su vršeni u ovom radu su pošli od standardne sirovine i njenog uticaja na kvalitet i randman sira.

### Materijal i metod ispitivanja

Ogledi na ispitivanju standardizacije i drugih kvalitetnih vrijednosti mlijeka za proizvodnju sira vršeni su u toku 1976. godine. Mlijeko za sprovođenje oglada uzeto je sa jedne farme na području Mokro — Romanija. Prije pripreme mlijeka za usiravanje ispitan je hemijski sastav, kao fizička i tehnološka svojstva.

Prerada mlijeka je bila u bijeli sir tipa travničkog u uslovima laboratorije. Proizvodnja sira je rađena standardnom tehnologijom uz primjenu pasterizacije mlijeka, dodavanjem  $\text{CaCl}_2$  i kulturama za jogurt. Standardizacija mlječne masti je bila: 3,75%, 3,5%, 3,0%.

U toku tehnološkog procesa pratili smo sve najvažnije faze rada. Analizirali smo kvalitet mlijeka, gruš a i surutke.

Poslije zrenja sirevi su ocijenjeni organoleptički, a hemijskim analizama smo utvrdili kvalitet proizvedenog sira. Pratili smo distribuciju sastojaka mlijeka u sir i surutku. Na bazi tačnih mjerenja količine mlijeka i proizvedenog sira izračunat je randman proizvodnje i koeficijenti za orijentacioni proračun masti mlijeka. Analize mlijeka, sira i surutke rađene su standardnim hemijskim i fizičkim metodama. Biohemijska svojstva mlijeka su ispitana uz uobičajene metode i na brzinu želatinizacije metodama po Inihovu.

### Rezultati rada i diskusija

Ogled e na ocjenjivanju kvaliteta mlijeka i njegovog tehnološkog svojstva u proizvodnji sira tipa travničkog vršili smo sa mlijekom dobivenim na području Mokro — Romanija. Prije izvođenja i u toku oglada ocijenili smo kvalitet mlijeka na hemijski sastav i fizička svojstva (Tabela 1). Mlijeko sa ispitivane farme je bilo dobrog kvaliteta i odgovara mlijeku sa brdsko-planinskog područja. Ukupna suha materija je dobra, mast takođe, a bjelančevina i kazein imaju vrijednosti koje odgovaraju tehnološkim procesima prerade.

Tabela 1.

## Hemijski sastav i fizička svojstva mlijeka

pokazatelji	svježe	standardizovano mlijeko sa procentima masti		
	mlijeko	3,75	3,5	3,0
<b>hemijski sastav</b>				
mast	3,8	3,75	3,5	3,0
suha materija	12,70	12,60	12,70	12,40
suha materija bez masti	8,90	8,85	9,20	9,40
ukupne bjelančevine	3,635	3,368	3,546	3,546
kazein	2,999	3,021	2,994	2,999
albumin + globulin	0,614	0,569	0,547	0,999
odnos kazein/mast	0,789	0,841	0,857	0,999
laktoza	5,00	5,25	5,40	5,05
hloridi	0,029	0,046	0,039	0,036
pepeo	0,720	0,736	0,700	0,692
kalcija	0,1365	0,1419	0,1462	0,1463
fosfor	0,1144	0,1145	0,1176	0,1183
<b>fizička svojstva</b>				
specifična težina	1,0328	1,0333	0,0340	1,0341
elek. provodljivost.				
10 <sup>-4</sup> Oma	30,96	34,18	32,81	32,17
indeks refrakcije	1,3430	1,3435	1,3438	1,3431
viskozitet	1,21	1,23	1,21	1,11
površinski napon	52,89	53,32	53,36	54,10
br. masnih kuglica/ /1 mm <sup>3</sup>	2,400.000	2,200.000	2,250.000	1,975.000
pros. vel. masnih kuglica	2,9313	2,9316	2,8222	2,5316
<b>energetska vrijednost</b>				
K Cal	69	68	66	62
JK	289	285	276	259

Prema postavljenom ogledu vršili smo standardizaciju mlijeka na masnoću i tako standardizovano mlijeko smo ponovo ispitali na hemijski sastav i fizička svojstva.

Oduzimanjem mlječne masti nije došlo do bitnih promjena u hemijskom sastavu mlijeka, dok kod fizičkih svojstava kao što je površinski napon vrijednost raste, a broj i veličina masnih kuglica se umanjuje.

Za proizvodnju sira i drugih mlječnih proizvoda uz već ispitana svojstva i sastav, važno je poznavanje i biohemijskih i tehnoloških svojstava mlijeka (Tabela 2).

Tabela 2.

## Biohemijska svojstva mlijeka

pokazatelji	svježe mlijeko	pasterizovano		mlijeko sa 3,0% masti
		mlijeko sa 3,75% masti	mlijeko sa 3,5% masti	
kiselost °SH	7,7	7,5	7,3	7,5
proba na antibiotike		negativna		
proba na reduktazu		preko 5h 30'		
		Zelatinizacija		
uticaj temperature				
20°C	1,13"	11'13"	10,11"	15,01"
30°C	31"	2'36"	2'23"	2'51"
50°C	15"	44"	39"	49"
kontrolni uzorak	34"	2'24"	2'11"	3'13"

**Tabela 2. (nastavak)**

pokazatelj	svježe mlijeko	pasterizovano		mlijeko sa 3,0% masti
		mlijeko sa 3,75% masti	mlijeko sa 3,5% masti	
0,3 ml — 0,1 n lužine	1,33"	13'55"	12,08"	15'02"
0,3 ml — 0,1 n kisel.	19"	1'06"	1'00"	1'22"
kontrolni uzorak	31"	2'00"	1'45"	2'28"
0,1 ml 10% CaCl <sub>2</sub>	24"	1'39"	47"	1'40"
0,2 ml 10% CaCl <sub>0</sub>	19"	49"	42"	5"

U poređenju sa zbirnim mlijekom ispitivana su svojstva i standardizovanog mlijeka. Rezultati pokazuju da je kiselost bila dobra za sirenje, u mlijeku nisu bili prisutni antibiotici, niti brojna mikro-flora. Želatinizacija mlijeka je pokazala da je svježe mlijeko imalo veoma dobro svojstvo usiravanja. Mlijeko sa standardizovanom masnoćom je bilo pasterizovano, što je uticalo na proces želatinizacije.

Tehnološki proces proizvodnje sireva od standardizovanog mlijeka smo sistematski pratili, a dobijene rezultate prikazali u tabeli 3.

**Tabela 3.****Tehnološki proces proizvodnje sira**

	mlijeko sa 3,75% masti	mlijeko sa 3,5% masti	mlijeko sa 3,0% masti
temperatura pasterizacije	73°C	73°C	73°C
temperatura hlađenja	40°C	40°C	40°C
količina startera (0,2%)	16 ml	16 ml	16 ml
količina 80% CaCl <sub>2</sub> u %	8,7	8,7	8,7
stajanje sa start. i CaCl <sub>2</sub>	75 min.	75 min.	75 min.
temperatura zasiravanja	31°C	31°C	31°C
količina sirila u %	0,14	0,14	0,14
tačka djelovanja sirila	16 sec.	17 sec.	15 sec.
vrijeme zasiravanja	38 min.	48 min.	45 min.
rezanje gruša	2 min.	1 min.	2 min.
izdvajanje surutke	15 min.	11 min.	8 min.
vađenje u krpe	5 min.	5 min.	5 min.
cijeđenje do podvezivanja	10 min.	10 min.	10 min.
cijeđenje do vađ. iz krpa	1.070 min.	1.025 min.	1.040 min.
količina soli u %	3	3	3

Sirevi su rađeni od iste količine mlijeka, sa istim temperaturnim režimom, istom količinom CaCl<sub>2</sub>, startera i sirila, da bi se izbjegli faktori koji bi mogli imati utjecaj na kvalitet proizvedenog sira.

Da bismo ocijenili kvalitet proizvedenog gruša ispitali smo kretanje kiselosti, pH i hlorida u toku sirenja, a rezultate tih oglada smo dali u tabeli 4.

Mlijeko sa višim procentom masti ima tendenciju jačeg razvijanja kiselosti, a mlijeko sa nižom masnoćom ima povećanu električnu provodljivost.

Tabela 4.

## Kvalitet proizvedenog grušā

	mlijeko sa 3,75% masti	mlijeko sa 3,5% masti	mlijeko sa 3,0% masti
kiselost mlijeka pred sirenje °SH	8,1	7,9	7,9
pH mlijeka pred sirenje	6,50	6,65	6,65
pH grušā	6,55	6,45	6,40
pH sira pred podvezivanje	6,50	6,60	6,60
pH sira pred slaganje u kace	5,95	6,05	6,05
električna provodljivost mlijeka sa starterom	33,48	32,17	31,55
% hlorida u mlijeku sa starterom	0,042	0,036	0,033
električna provodljivost grušā	34,18	34,99	35,75
% hlorida u grušu	0,046	0,049	0,054

Mlijeko sa višim procentom masti ima tendenciju jačeg razvijanja kiselosti, a mlijeko sa nižom masnoćom ima povećanu električnu provodljivost.

Poslije zrenja od 10 dana sir je ocijenjen i analiziran. Sir je ocijenjen ranije od uobičajenog vremena za zrenje travničkog sira, jer je pakovan u vakuum pakovanje i ostavljen na dalje zrenje. Organoleptičkom ocjenom sira je utvrđeno da su sirevi bili dosta čvrste konzistencije, pravilnog oblika i ukusa karakterističnog za mlad sir bez dovoljno fermentacije. Hemijskom analizom sira utvrdili smo takođe kvalitet proizvedenog sira (tabela 5).

Tabela 5.

## Analiza sira iz ogleđa

	sir sa 3,75% masti mlijeka	sir sa 3,5% masti mlijeka	sir sa 3,0% masti mlijeka
mast	22,50	22,00	21,00
vлага	52,10	51,20	50,90
suha materija	47,90	48,80	49,10
mast u suhoj materiji	46,97	45,08	42,78
ukupne bjelančevine	20,810	21,900	22,780
rastvorljive bjelančevine	3,153	3,153	3,029
R · 100			
odnos	15,151	14,397	13,297
C			
mlječna kiselina	0,326	0,407	0,346
pH	5,35	5,40	5,50
solі	2,140	2,140	2,210
pepeo	4,524	4,534	4,691
kalcij	0,607	0,714	0,759
fosfor	0,349	0,421	0,449
K Cal	286,7	285,5	280
JK	1.196	1.195	1.172

Na sastav sira, a naročito na vlagu i mast uticao je početni sastav mlijeka. Karakteristično je da je kod sira sa većim procentom masti i vlage proces zrenja tekao intenzivnije nego kod sira sa nižim procentima (15,151; 14,397; 13,297). Uticaj masti na randman proizvodnje je takođe znatan što se vidi iz podataka u tabeli 6.

Tabela 6.

## Uticaj standardizacije mlijeka na kvalitet i randman sira

<b>mlijeko</b>			
mast	3,75	3,50	3,00
ukupne bjelančevine	2,268	3,546	3,546
kazein	3,021	2,999	2,999
K/m	0,841	0,857	0,999
<b>sir</b>			
litraža	6,5	7,8	7,7
randman	15,3	12,8	12,9
mast	22,50	22,00	21,00
vлага	52,10	51,20	50,90
mast u suhoj materiji	46,97	45,08	42,78

Visok procenat masti mlijeka utiče na litražu i randman proizvodnje sira, a odražava se na vlazi i masti u suhoj materiji sira.

Ogledima smo dobili odnos masti mlijeka i masti u suhoj materiji sira. Da bismo dobili koeficijent kojim se reguliše procenat masti mlijeka sa masnoćom u suhoj materiji sira, poslužili smo se formulom po D. I. Matičin-u (6). Ukoliko želimo da proizvedemo sir sa 45% masti u suhoj materiji sira dobili smo u ovom ogledu koeficijent 0,962.

$$K = \frac{46 (100 - 46,97)}{46,97 (100 - 46)} = 0,962$$

Koeficijent množen sa 3,75% masti ukazuje da je mlijeko prije sirenja trebalo da ima 3,6% masti. Utvrđeni koeficijent se mora provjeravati uvijek u proizvodnji, jer zavisi od kvaliteta zbirnog mlijeka.

Utrošak komponenti mlijeka u proizvodnji sira, kao i kvalitet proizvodnje sira smo pratili kroz kvalitet surutke, kod sva tri ogledna sira. Rezultati su prikazani u tabeli 7.

Tabela 7. Hemijski sastav i fizička svojstva surutke

pokazatelj	surutka sira proizvedenog od mlijeka sa % masti		
	3,75	3,50	3,00
<b>hemijski sastav</b>			
mast	0,3	0,5	0,3
suha materija	7,20	7,40	7,00
bjelančevine	1,074	1,139	1,183
laktoza	4,89	5,20	4,54
pepeo	0,562	0,565	0,539
kalcij	0,053	0,054	0,054
fosfor	0,046	0,048	0,044
hloridi	0,097	0,082	0,078
kiselost	5,84	6,25	6,04
<b>fizička svojstva</b>			
specifična težina	1,0294	1,0289	1,0284
indeks refrakcije	1,3428	1,3434	1,3421
električna provodljivost			
10 <sup>-4</sup> — Ohma	49,41	41,39	40,47
broj masnih kuglica u 1mm <sup>3</sup>	300.000	425.000	425.000
prosječna veličina masnih kuglica	2,375	2,206	2,08E

Analiza surutke je pokazala da se najmanje masti i bjelančevina gubi kod mlijeka sa visokim procentom masti. Najveći procenat bjelančevina u surutci je kod sira sa niskom masnoćom.

Broj masnih kuglica u surutci je najniže kod sireva sa visokim procentom masti. Ostala hemijska i fizička svojstva surutke nisu imala bitnih promjena osim električne provodljivosti, čija je vrijednost opadala sa smanjenjem masti mlijeka.

Da bismo još svestranije sagledali proces sirenja i iskorištavanja mlijeka kao sirovine u preradi obračunata je distribucija sastojaka mlijeka i njihov prelaz u sir, odnosno surutku. Ove rezultate smo prikazali u tabeli 8.

**Tabela 8.**

**Distribucija sastojaka mlijeka u sir i surutku**

	sir od mlijeka sa 3,75% masti		sir od mlijeka sa 3,5% masti		sir od mlijeka sa 3,0% masti	
	sir	surutka	sir	surutka	sir	surutka
suha materija	42,86	57,14	41,73	58,27	43,55	56,45
mast	92,00	8,00	85,71	14,29	90,00	10,00
bjelančevine	69,90	30,10	67,88	32,12	66,64	33,36
mlječni šećer	6,86	93,14	3,70	96,30	10,10	89,90
pepeo	23,64	76,29	19,29	80,71	22,11	77,89
kalcij	63,00	37,00	64,01	35,91	63,37	36,63
fosfor	56,72	43,28	61,05	38,95	62,45	37,55

Distribucija suhe materije i pojedinih sastojaka mlijeka su se u sva tri ogleđa kretala u približnim granicama. Karakteristično je da se dobije niži procenat distribucije komponenti mlijeka u sir i surutku kod kravljeg mlijeka u odnosu na ovčije mlijeko (4). Distribucija masti i bjelančevina mlijeka se kretala u granicama vrijednosti i kod drugih autora (4). Standardna tehnologija proizvodnje sira uticala je na ujednačenu distribuciju sastojaka mlijeka u sir i surutku.

Na osnovu izvedenih ogleđa i postignutih rezultata došli smo do zaključka da mlijeko sa nižim procentima masti nema uticaja na promjene u tehnološkom procesu, ali se razlike pojavljuju kod randmana proizvodnje i sensorijalnih ocjena sira.

#### Literatura

1. ALAIS Ch.: Science du lait principes des techniques laitières. Paris 1974.
2. DAVIS J. G.: Cheese, Basic technology Vol I, London 1965.
3. DILANJAN Z. H.: Syrodellie. Pišcevaža promišlenost Moskva, 1967.
4. DIMOV N., ČERNEV P.: Tehnologija na sireneto. Zemizdat, Sofija 1973.
5. DOZET N.: *Mljekarstvo* 20 (1) 1970.
6. DOZET N., STANIŠIĆ M., KALUDŽERČIĆ M., SUMENIĆ S.: V Jug. međunarodni simpozij »Savremena proizvodnja i prerada mlijeka' Portorož 1973.
7. GUERULT A. M.: La fromagerie devant les techniques nouvelles SEP — Paris 1956.
8. MARAJE L. P. S.: *Mol. prom.* 12, 1970.
9. STANIŠIĆ M., DOZET N., SUMENIĆ S.: *Mljekarstvo* 22 (4) 1972.
10. VEISSEYRE R.: Technologie du lait. La maison rustique, Paris 1975.