

## NORMALIZACIJA MLIJEKA U PROIZVODNJI SIREVA\*

Nikola TABORŠAK, dipl. ing., Sirela, Bjelovar

Suvremenu i uspješnu proizvodnju sireva karakterizira kvaliteta sireva i ekonomičnost proizvodnje. Kemijski sastav sira značajan je faktor kvalitete i osobine sira, a također ekonomičnosti proizvodnje. To je glavni razlog da je do danas učinjeno toliko napora i pronađeno toliko metoda, a čiji je glavni cilj proizvodnja sira ujednačenog (propisanog) sastava. Ipak u praksi se ne možemo pohvaliti naročitim rezultatima, koji ako se i postignu ne traju dugo. Smatramo da su još uvijek prilično aktuelni podaci koje je iznio Sabadoš (6) a prema kojima se prilikom ocjenjivanja 14 uzoraka trapista našlo da sadržaj masti u suhoj tvari varira od 39,9 do 51,9%. Slične podatke navode i drugi autori za ostale vrste sira. Problem je vjerojatno u tome što još uvijek nismo uspjeli riješiti pitanje stabilnosti proizvodnje sireva. Proizvodnja sira ujednačenog sastava zahtijeva prije svega ujednačen sastav sirovine i stabilan tehnološki proces. Kako su oba faktora stabilnosti proizvodnje sireva podvrgnuta i dnevnim varijacijama postupak njihovog usklađivanja je zaista složen. Znatno napredak koji je učinjen mehanizacijom i poboljšavanjem tehnoloških procesa u sirarstvu, omogućuje nam prilično stabilno vođenje tehnoloških procesa kao i mjerenje odstupanja od tehnoloških parametara. Uvođenje automatizacije i kontinuiranih procesa još je više olakšalo kontrolu stabilnosti tehnološkog procesa. Stabilnost sastava sirovine još uvijek je predmet želja, a ne i stvarnosti. Mnogi naši autori u svojim radovima (3, 4, 1, 7) pokazali su koji sve faktori utječu na varijacije sastava mlijeka kao i na njihovu učestalost u raznim područjima. Kako su te varijacije sastava mlijeka neminovna pojava uvedeni su razni postupci podešavanja sastava mlijeka u mljekari neposredno prije prerade u sir. Sadržaj mlječne masti u mlijeku najviše varira tako da je prirodno da je podešavanje sadržaja masti u mlijeku najprije uvedeno i poznato je kao postupak normalizacije (tipizacije) mlijeka. U literaturi se spominje i kao normalizacija po jednome pokazatelju (sadržaju masti), kojim je postignut ogroman napredak u reguliranju sastava proizvoda. Ipak do danas još uvijek ponegdje ne vladamo dovoljno tim postupkom, a i sama tehnika izvođenja je često primitivna.

Okupljanje proizvodnje sira i težnja za ekonomičnošću proizvodnje, izvođenje raznih kalkulacija te odstupanje od standarda za pojedine proizvode potakli su na ponovo rješavanje problema stabilizacije sastava sira pošto su odstupanja suviše često prelazila dozvoljene granice.

Pojavio se niz radova stranih i domaćih autora koji je vodio računa i o varijacijama sastojaka i ostalih komponenata mlijeka. Ovi radovi ukazali su na način međusobnog podešavanja više sastojaka mlijeka kako bi se omogućilo dobivanje proizvoda sa što manjim odstupanjima od standarda. U standardima o kvaliteti sireva propisuje se sadržaj masti u suhoj tvari sira. Predložen je niz formula i tabela koje su vodile računa o odnosu sadržaja masti mlijeka prema specifičnoj težini, bezmasnoj suhoj tvari, sadržaju proteina i sadržaju kazeina. Mnoge od ovih metoda pokazale su ubrzo neke nedostatke i nedorečenosti o čemu su najviše svjedočili rezultati iz prakse. Sir je specifičan proizvod sastavljen pretežno od proteina, mlječne masti i vode, pri čemu proteini imaju značajnu ulogu u vezanju vode, te tako vrše presudan utjecaj na odnos masti i bezmasne suhe tvari i na randman sira.

\* Referat održan na XVI Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1978.

Smatramo da podešavanje odnosa sadržaja masti i sadržaja proteina ima odlučujući utjecaj za ujednačavanje sastava sira. Podešavanje tog odnosa je složen posao i zahtijeva uvažavanje i raznih drugih faktora prisutnih u proizvodnji sira u pojedinim mljekarama. Ove metode dosta dugo se nisu ozbiljno upotrebljavale u praksi, jer je izvođenje potrebnih analiza suviše dugo trajalo, a to se uvijek kosilo sa principom potrebe brze prerade mlijeka. Osim toga metode su bile neprikladne za izvođenje analiza velikog broja uzoraka. Prekretnicu je svakako učinila metoda formolne titracije (10, 11) koja je omogućila upotrebu titra bjelančevina pri podešavanju sadržaja masti u mlijeku za sirenje. Primjena refraktometra (13, 14) i fotometra još je više ubrzala postupak analize (2). Konstituiranje automatskog aparata za fotometrijsko određivanje bjelančevina (na pr. promilk) omogućuje da se sadržaj bjelančevine u mlijeku odredi za manje od 1 minute. Primjenom ovako brzih metoda određivanja moguće je sada u praksi mjeriti svako odstupanje u sastavu mlijeka odnosno precizno podešavati njegov sastav. Tehnološki proces ne mora čekati više na rezultate analiza.

Mnogi autori odavno su utvrdili da količina bjelančevina u mlijeku znatno varira, ovisno o pasmini stoke, režimu prehrane, klime itd. Navodimo samo neke podatke. Granikov (16) kao srednji udio bjelančevina u mlijeku navodi najnižu vrijednost za mart 2,68%, najveću vrijednost za juli — 3,84%, a za period sušenja 4,60%. Vujičić (1) utvrdio je u mlijeku domaćeg šarenog goveda 3,37% proteina u prosjeku dok je u zbirnom mlijeku našao u maju mjesecu 3,07% a u martu 3,05%. Sabadoš (3) našao je u mlijeku goveda simentalke pasmine 3,243%, frizijske 3,30%. Golc (4) navodi za otkupno područje Mlekarne Celje najviši sadržaj proteina u mjesecu junu 3,13% a najniži sadržaj proteina u mjesecu martu 2,92%.

Citirani podaci pokazuju da sadržaj proteina u mlijeku varira u dovoljno velikom rasponu koji se ne smije zanemariti naročito u industrijama koje proizvode fermentirana mlijeka, sireve i mlijeka u prahu. Podešavanje sadržaja masti u mlijeku u ovisnosti o sadržaju proteina postaje i ekonomska nužda. Sve više se napuštaju ranije toliko korištene formule kao Hertzova, Fischerova ili Rincklebenova tablica te mnoge druge slične formule i tablice. Šabac (17) u 1957. godini zalaže se za primjenu Schulz-Kay tablice i formule za izračunavanje potrebnog sadržaja masti u mlijeku za sirenje. Schulz-Kay tablice preporučuje u svom osvrtu i Rühl (18) i Spreer (5).

Schulz-Kay daju u svojim tablicama slijedeće podatke za izračunavanje:

Masnoća sira	20%	30%	40%	45%	50%
Faktor za rezani sir	0,28	0,50	0,74	0,90	1,06
Faktor za meki sir	0,24	0,44	0,68	0,84	1,00
Faktor za svježiji sir	0,33	0,55	0,79	0,96	1,12

$$\text{Formula glasi } \% m_m = TB \times f$$

$\% m_m$  = potrebni % masti u mlijeku za sirenje

TB = titar bjelančevina (formolna titracija)

f = korekcionni faktor (iz tabele).

Prema ovoj metodi svi sirevi su svrstani u 3 različite grupe i prema različitom sadržaju masti. To ujedno znači da ovaj način izračunavanja neće odgovarati i proizvodnji svakog sira u različitim uvjetima proizvodnje. Stoga se u literaturi može naći toliko mnoštvo različitih formula i metoda izraču-

navanja za normalizaciju mlijeka namijenjenog proizvodnji sira. Ovdje ćemo se ograničiti na najinteresantnije prijedloge. Davis (19) preporučuje da se za normalizaciju mlijeka upotrebe formule Pettersena i Eikeland (1949), Korolew Valen (1953) i Jakubovski-Bijok (1956).

Formula po Pettersen i Eikeland

$$\% m_m = \frac{0,75 B + fM (ms + 1)}{0,9/100 - (ms + 1)}$$

B = % bjelančevina u mlijeku

f = korekcionni faktor (za sir iz punomasnog mlijeka — 0,08 a za sir iz polumasnog mlijeka 0,1)

M = suha tvar mlijeka bez masti i bjelančevina

ms = % masti u suhoj tvari sira.

Ova formula je teže primjenjiva u praksi pošto sadrži u sebi podatak o suhoj tvari mlijeka bez masti i proteina, a čije analitičko određivanje oduzima suviše vremena ukoliko se ne upotrebi odgovarajuća refraktometrijska metoda.

Moramo napomenuti da radi lakše komparacije nastojimo u formulama raznih autora upotrijebiti jednoznačne simbole (na pr. % proteina označavamo uvijek sa B).

Formula po Jakubowski i Bijok (1956):

$$\% m_m = \frac{K (1,03) \frac{S}{B} ms + 0,9 ml}{100 - ms}$$

K = % kazeina u mlijeku

S = % bezmasne suhe tvari u siru

ml = % masti u sirutki

Karakteristika ove formule je da ima jednak korekcionni faktor za sve sireve. Između ostalog vodi računa o sadržaju kazeina i ukupnih bjelančevina. Istovremeno uvažava se i procenat masti koji tokom tehnološkog procesa prelazi u sirutku, a time je svakako pretpostavljena određena stabilnost tehnološkog procesa.

Dilanjan (20, 21) i Gisin (23) predlažu da se upotrebljava opća formula odobrena i po VNIMNIS-u:

$$\% m_m = \frac{F B ms}{100}$$

Korekcionni faktor f za sireve sa 50% masti u suhoj tvari iznosi 2,09—2,15, za sireve sa 45% masti u s. tv. 2,02 te za sireve sa 40% masti u s. tv. 1,9.

Ako se pak bjelančevine određuju formolnom titracijom Ukrajinski institut za nauku o mesu i mlijeku preporučuje da se vodi računa da u svježem siru bude 1% više masti od propisanog procenta.

Korekcionni faktor se izračunava na tačnost do 0,001 po formuli J. Matičina:

$$f' = \frac{ms (100 - msl)}{msl (100 - ms)}$$

msl = stvarni % masti u s. tv. sira nakon prešanja. Procent masti dobijen po formuli VNIMNIS-a se sada korigira tako da se pomnoži sa korekcionnim faktorom f'. Nakon toga određuje se koeficijent proporcionalnosti titra bjelančevina i korigiranog sadržaja masti

$$fp = \frac{m_m \text{ (korig)}}{B}$$

Ovakav proračun izvrši se još najmanje tri puta nakon izvršene prerade i izračuna aritmetička srednja vrijednost koeficijenta fp. Sada se za svaku proizvodnu šaržu određuje titar bjelančevina i množi se faktorom fp da bi se dobio potreban sadržaj masti u mlijeku.

Postupak treba ponavljati svakih 10—15 dana. Pri tome svakako moramo voditi računa i o sadržaju masti u s. tv. zrelog sira, pa je potrebno povremeno kontrolirati i izračunavati faktor korekcije za zreli sir fz koji ukoliko ispravno radimo mora biti približno jednak faktoru proporcionalnosti fp.

$$f_z = \frac{0,818 (100 - m_z)}{m_z} \text{ (za sireve sa 45\% masti u s. tv.)}$$

$$f_z = \frac{100 - m_z}{m_z} \text{ (za sireve sa 50\% masti u s. tv.)}$$

$f_z$  = faktor proporcionalnosti za zreli sir  
 $m_z$  = % masti u s. tv. zrelog sira.

Ovakav proračun za normalizaciju mlijeka izgleda prilično složen. Ako pomoću njega dobijemo željenu točnost pri podešavanju sadržaja masti u siru možemo u proizvodnji uštedjeti mnogo masnih jedinica ne izlažući se pretjeranom riziku. U ranije navedenoj formuli po Jakubowski i Bijok vodi se računa i o gubitku masti u sirutki dok formula koju predlaže Dilanjan (20) vodi računa o masti koja je u siru preostala nakon prešanja. Izgleda da za obje formule možemo konstatirati da se uspješno mogu primjenjivati samo u slučaju stabilnog vođenja tehnološkog procesa (striktnog pridržavanja svih zadanih tehnoloških parametara). Premda su u osnovi formule (tablice) Schulz-Kay i VNIMNIS-a veoma slične smatramo da zbog različitih uvjeta i načina proizvodnje sireva u mljekarskim pogonima te različitih specifičnih vrsta sireva moramo za svaki slučaj na osnovu izloženih principa izraditi vlastite tablice. Jednako je potrebno stalno prilagođavanje tablica eventualno promijenjenim uvjetima proizvodnje. Uspjeh možemo očekivati jedino ako uspijevamo držati pod kontrolom sve faktore koji utječu na proces prelaska masti u sir. U svakom slučaju primjenom normalizacije mlijeka u zavisnosti o sadržaju proteina možemo postići bolje rezultate nego primjenom standardne normalizacije mlijeka.

Ukoliko raspoložemo sa zgotovljačima za proizvodnju sireva čiji se rad može programirati posjedujemo gotovo sve uvjete za stabilizaciju tehnološkog procesa. Jednako utječe i primjena pneumatskih preša. Fizikalno kemijski parametri kvalitete mlijeka također su značajni. Poželjno je da raspoložemo mlijekom jednog kvaliteta ili da ga barem svrstamo po klasama. Formule citirane u ovom radu odnosno način izračunavanja parametara potrebnih za normalizaciju mlijeka ukazuju da moramo raspolagati i odgovarajućom opremom za postizanje dovoljne točnosti. Kako najčešće u mljekarama raspoložemo samo separatorima i odgovarajućim spremnicima za mlijeko normalizacija se najčešće izvodi na dva načina. Prvim načinom reguliramo sadržaj masti u mlijeku podešavanjem regulacionog ventila na separatoru i otklanjanjem suviše količine vrhnja. Kako često i sadržaj masti vrhnja i protoci variraju ovim načinom je dosta teško dobiti precizne rezultate. Obično se mora sadržaj masti u mlijeku korigirati dodavanjem vrhnja ili obranog mlijeka. U svakom

slučaju ovakva metoda zahtijeva dosta napora, pažnje i iskustva, a eventualne korekcije mogu negativno utjecati na ponašanje takvog mlijeka u tehnološkom procesu. Drugi način je korištenje pravila miješanja. Jedan dio mlijeka se potpuno obire i miješa sa drugim dijelom punomasnog mlijeka da bi se postigao željeni sadržaj masti u mlijeku. Ovaj način također zahtijeva da vodimo računa o protoku te zahtijeva veoma precizan rad i iskustva, a pogreške su dosta česte. Ovo je ujedno šaržni postupak što znači da se troši suviše vremena. Stoga se tehnika normalizacije mlijeka u zadnje vrijeme znatno poboljšava uvođenjem automatike i elektronske regulacije procesa pri čemu je odlučujuću ulogu odigralo povećavanje brzine regulacije što čovjek neposredno ne može izvršiti. Automatizacijom prvog načina postignut je kontinuiran rad. Princip se sastoji u tome da se podesi približni stepen obiranja, a približno normalizirano mlijeko dolazi cjevovodom do mjesta gdje je uključen fotometrijski automatski mjerač %-tka masti u mlijeku, koji mast u mlijeku provjerava svakih 20 sekundi. Aparat je tako izveden da na svaki rezultat %-tka masti koji nije zadan reagira otvaranjem ili zatvaranjem ventila za dovod vrhnja i tako regulira protok vrhnja. Suvišno vrhnje posebnim vodom se odvodi u spremnik. Primjenom ovih uređaja moguće je vršiti normalizaciju mlijeka i nepoznatog početnog sadržaja masti na zadani sadržaj masti i to točnošću od 0,02% (24). Smatramo da čak i visoke cijene ovih aparata postaju rentabilne u pogonima koji prerađuju više od 150 000 litara mlijeka dnevno. Automatizacijom drugog načina nije se dobio potpuno kontinuirani proces ali se povećala točnost.

U posebnim spremnicima moramo držati mlijeko ispitane masnoće koje se pomoću specijalnih dozirnih pumpi ili pomoću regulatora protoka miješa u točno određenom omjeru. Ovaj proces kontrolira računalo koje automatskom regulacijom održava konstantni omjer protoka. U principu sličan postupak automatiziran je principom tenzometrije koji je razrađen u Sovjetskom Savezu (23) i Francuskoj (25).

### Zaključak

Ovim radom željeli smo prvenstveno upozoriti na još uvijek prisutan problem normalizacije mlijeka posebno u sirarstvu i ukazati na moguće putove u usavršavanju. Sigurno je da svaka mljekara mora odabrati vlastiti put zavisno o uvjetima, što neće nimalo biti teško, jer smo u ovom referatu prikazali na veoma skraćeni način samo mali dio onoga što je do sada postignuto na tom području.

### Literatura

1. VUJICIC I. i saradnici: Sezonski sastava mleka s posebnim osvrtom na mleko stada domaćeg šarenog i crnobelog govečeta u Vojvodini. **Mljekarstvo** 26 (9) 1976.
2. KIERMEIER F. i suradnici: Schnellbestimmung des Gesamt-und Molkeneiweisses in Milch mit der Amidoschwarzmethode. **Milchwissenschaft** 21 (3) 1966.
3. SABADOŠ D.: Faktori koji utječu na količinu, sastav i kvalitet mlijeka. **Mljekarstvo** 9 (9) 1959.
4. GOLC S. i sodel.: Beljakovina mleka na različnih proizvodnih področjih Slovenije. Biotehniška fakulteta VROZD Živinorejski odelek Katedra za mljekarstvo — Ljubljana 1976.
5. SPREER: Technologie der Milchverarbeitung VEB Fachbuchverlag Leipzig 1974.
6. SABADOŠ D.: Kvaliteta i ekonomičnost u sirarstvu. **Mljekarstvo** 16 (12) 1966.
7. MARKEŠ M.: Ekonomski aspekti kontrole suhe tvari mlijeka. **Mljekarstvo** 16 (12) 1966.

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.