

potreban stupanj zrelosti mlijeka za bilo koju vrstu sira. Time se uvelike pojača standardizaciji svojstava proizvoda, a to je i te kako važno u suvremenoj industriji. Važno je li to da se preradom pasteuriziranog mlijeka bolje zadržava mast i vlaga u sirnoj masi, pa se na taj način povećava randman sira.

Sposobnost grušanja mlijeka, koja se pasteurizacijom donekle umanjuje, uspješno nadoknađujemo spomenutim dodavanjem kultura mliječno-kiselih bakterija i kalcijevih soli.

U suvremenom sirarstvu mlijeko se najčešće pasteurizira kratkotrajnom pasteurizacijom kod 72° C, a poslije pasteurizacije se hladi na temperaturu pod-sirivanja. Trajna pasteurizacija može izazvati u mlijeku nepoželjne promjene (talože se soli, djelomično gruš' se albumin, nedostaju šupljike u siru i dr.). Takovo se mlijeko slabo podsiruje, a podsirevina teško se obrađuje.

Sve spomenute mjere za očuvanje tehnoloških svojstava mlijeka ne otvaraju samo perspektivu za široku proizvodnju vrlo kvalitetnih sireva, nego potpomažu i stvaranje realne baze za usavršavanje tehnološkog procesa, a na tome se danas mnogo radi u svim zemljama razvijenog mlijekarstva.

**Ing. Dorđe Zonji, Beograd**

Gradsko mlekarstvo

## NEKI PROBLEMI KOD PROIZVODNJE JOGURTA

Jogurt je za veći broj naših konzumnih mlekaru značajan proizvod sa ekonomsko-komercijalnog gledišta, ne samo zbog rentabiliteta već i zbog toga što se pojačana potrošnja ovog proizvoda javlja u vreme viškova mleka, kada uostalom dolazi do opadanja potrošnje konzumnog mleka.

U Beogradu, u letnjim mesecima odnos prometa jogurta prema konzumnom mleku stoji skoro kao 1 : 3. Ovo je vrlo pozitivna pojava, jer doprinosi stabilizaciji plasmata mleka, pored pozitivnog doprinosa racionalnijoj ishrani stanovništva u toplim mesecima. Ovu pozitivnu tendenciju treba u svakom slučaju razvijati, jer je potrošnja mleka, pa i mlečnih proizvoda kod gradskog stanovništva, iako u porastu, još uvek relativno niska.

Proizvodnja velikih količina jogurta predstavlja poseban problem s obzirom na sadašnji način proizvodnje, kao i s obzirom na opremu pojedinih mlekaru. Na primer, u Gradskom mlekarstvu u Beogradu proizvodnjom od oko 25.000 litara jogurta dnevno, dostignut je bio maksimum koji se morao

---

### PRETPLATNICI!

Zbog povećanih materijalnih troškova za list »Mlijekarstvo« prinudeni smo povećati godišnju pretplatu na d 720.-

Molimo naše pretplatnike da to uvažavaju i da nam pretplatu doznače do kraja marta o. g.

ubrzo reducirati zbog preopterećenosti pojedinih grupa uređaja, nesrazmernog porasta nekih troškova, probijanja ustaljenog radnog vremena, smetnji drugim tehnološkim operacijama, itd. Pošto navedena proizvodnja ne udovoljava potražnji, bilo je potrebno proanalizirati izvesne ustaljene tehnološke postupke u proizvodnji u cilju iznalaženja racionalnijih rešenja, bar za perspektivu. Pokazalo se da ima niz pitanja koja zahtevaju posebnu studiju sa tehnološkog, mikrobiološkog i ekonomskog gledišta.

Opšta karakteristika proizvodnje jogurta u Gradskom mlekarstvu je ta, da ona teče na »šaržu«, za razliku od, na primer, pasterizacije mleka – koja je kontinuelna. Šaržersko punjenje duplikatora mlekom, zagrevanje, temperiranje, zrenje, pa hlađenje gotovog jogurta, itd. vremenski se neizmerno proteže u odnosu na količine obrađenog odnosno prerađenog mleka. Ako se mora prihvatiti činjenica da proces zrenja kao mikrobiološki proces zahteva određeno vreme koje se ne može skratiti, ostaje činjenica da bi se sve ostale operacije koje prethode i slede procesu zrenja, morale na neki način ubrzati, ali bez nepovoljnog dejstva na kvalitet jogurta. S druge strane, elementarne energetske analize, naročito što se tiče utroška toplote, pokazale su da je postojeći tehnološki proces relativno skup iz razloga što ne postoji regeneracija toplote, i što je materijalni gubitak relativno visok, jer se kreće oko 4–5%. Prema našem uvidu, situacija je i u drugim mlekarima slična, no možda sve teškoće i nedostaci tehnološkog procesa nisu toliko izraženi zbog manje produkcije jogurta.

Od kvalitetnog jogurta zahteva se gusta, viskozna konzistencija, homogenost, odsustvo grudvica i izdvajanja surutke, naravno uz odgovarajući ukus i aromu. Ako se abstrahuje uticaj upotrebljenih kultura i kvaliteta mleka, ostaje sasvim verovatno uticaj relacije toplote–vreme, kojoj je mleko izloženo za vreme termičke obrade, kao najbitniji faktor za kvalitet jogurta. Drugim rečima, postavlja se pitanje, da li protočni sistem zagrevanja mleka na neku određenu temperaturu za određeno vreme može zaminiti sadašnji šaržerski rad sa duplikatorima?

U slučaju da ovakav protočni sistem rada u potpunosti zadovoljava, dobili bismo vanredno skraćanje vremena u termičkoj obradi mleka, a s druge strane, bez teškoće bi se mogao proces ekonomizirati obilnom toplotnom regeneracijom.

U literaturi ima vrlo malo podataka o uticaju toplote i vremena zagrevanja mleka na kvalitet jogurta. Praktičari su skoro isključivo nagnonjeni shvatanju da zagrevanje mleka na nekoliko stepeni ispod tačke ključanja mleka, i to u duplikatorima, ima znatnog uticaja na konzistenciju, odnosno gustoću jogurta zbog gubljenja vode, odnosno porasta sadržaja suvog ostatka mleka. U jednoj raspravi Storgarda i Aulea<sup>1</sup> razmatrano je ovo pitanje i autori su ogleđima dokazali da gustoća, tačnije rečeno viskoznost jogurta, stoji u direktnoj vezi sa sadržajem azota u surutki filtriranog jogurta, odnosno sa koagulacijom albumina mleka. Nađena optimalna temperatura iznosila je 95° C za vreme od 2 minuta. Ogleđi su bili verifikirani u praktičnoj proizvodnji u štokholmskoj mlekaru sa pločastim pasterom od 6000 l/h sa dodatnom sekcijom za održavanje toplote mleka za 2 minuta. Da li je ovde u pitanju isključivo koagulacija albumina, ili su u pitanju i neke druge fizičko-hemijske promene koje mogu uticati na stabilnost kazeina, nije nam poznato. Vredno je, međutim, sada razmotriti pitanje u kojoj meri zagrevanje mleka u dupli-

katoru faktično doprinosi gubitku vode iz mleka i da li taj gubitak može u velikoj meri uticati na gustoću jogurta?

Mi ćemo izvršiti analizu situacije u Gradskom mlekarstvu, i to po kontrolnom proračunu ing. E. Krotina. Tehnički podaci: zagrevanje se vrši u duplikatorima prečnika 1,2 metra; duplikatori su sa poklopcem na kojem je otvor od 0,2 m. Duplikatori se pune sa 1100 l mleka, zagrevanje ide na 95° C za vreme od 55 minuta (punjenje-pražnjenje), ulazna temperatura mleka u proseku 15° C, temperatura prostorije 20° C, kretanje vazduha umereno.

Količinu vode koja ispari iz mleka, proračunavamo po Daltonovom obrascu:

$$Q = \frac{45,6 \text{ C. F. } (P_1 - P_2)}{B}$$

Q .... isparena voda u kg/čas

C .... koeficijent koji iznosi za vazduh pri umerenom kretanju 0,71

F .... površina isparavanja

P<sub>1</sub> .... pritisak zasićene vodene pare pri temperaturi isparavanja u mm živinog stuba

P<sub>2</sub> .... parcijalni pritisak vodene pare u vazduhu u mm živinog stuba

B .... barometarski pritisak

Parcijalni pritisak vodene pare u vazduhu zavisi od temperature, kao što se vidi iz tabele:

t° C	P mm	t° C	P mm
20	17,5	70	234
40	55,3	75	289
45	71,0	80	355
50	92,5	85	433
55	118,0	90	526
60	149,5	95	634
65	187,5	100	760

Pošto je parcijalni pritisak ispod 40° C neznatan, sabraćemo sve pritiske od 40° C do 95° C i podelićemo sa brojem intervala, pa ovim putem ćemo dobiti prosečni parcijalni pritisak:

$$(55,3 + 71,0 + 92,5 + 118,0 + 149,5 + 187,5 + 234,0 + 289,0 + 355,0 + 433,0 + 526,0 + 634,0) = 3144,8$$

$$P_1 = \frac{3144,8}{12}$$

$$P_1 = 262,1 \text{ mm}$$

Pošto prečnik duplikatora iznosi 1,2 m, površina isparavanja iznosi

$$F = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 3,14$$

$$F = 1,13 \text{ m}^2$$

Pomoću Daltonovog obrasca dobijamo:

$$Q = \frac{45,6 \cdot 0,71 \cdot 1,13 (262,1 - 17,5)}{760}$$

$$Q = 11,7 \text{ kg vode/čas}$$

No, pošto zagrevanje traje u svemu 55 minuta

$$Q_1 = 11,7 \frac{55}{60}$$

$$Q_1 = 10,5 \text{ kg vode}$$

Prednji proračun važi za otvoreni duplikator, no pošto duplikator ima poklopac (vazdušno hlađenje) sa otvorom od 0,2 metra, to će se isparavanje reducirati na svega 0,37 kg vode/čas, odnosno reducirati na 55 minuta

$$Q_1 = 0,33 \text{ kg/čas}$$

Čak i pod predpostavkom, da zbog nepoznavanja svih faktora, isparavanje iznosi za 20% više, ipak celokupno isparavanje nema nikakvog bitnog uticaja na porast suve materije u mleku, pa prema tome ni zagrevanje u duplikatoru nema prednosti nad zagrevanjem mleka u pločastom pasteru.

Drugo pitanje, koje treba razmotriti, odnosi se na temperiranje mleka, tj. na svođenje temperature sa 95° C na 44° C. Ukoliko se usvoji pločasti paster sa sekcijom za održavanje toplote za 2 minuta, nužno je usvojiti i pločasti hladionik sa sekcijom za regeneraciju toplote. Pošto je isparavanje vode iz mleka srazmerno površini isparavanja, razmotrićemo gubitak vode iz mleka prilikom temperiranja. Karakteristike hladionika: kapacitet 3000 l/čas, broj cevi hladionika je 32, prečnik cevi 52 mm, visina hladionika 1,7 m, širina 3 m. Vreme temperiranja mleka oko 20 minuta.

Površina svih cevi hladionika iznosi:

$$F = 0,052 \cdot 3,14 \cdot 3,0 \cdot 32,0$$

$$F = 15,6 \text{ m}^2$$

Srednji parcijalni pritisak između 45° C i 95° C iznosi

$$P_1 = 281 \text{ mm živinog stuba}$$

Uzimamo da je temperatura vazduha 20° C, te po tabeli dobijamo pritisak

$$P_2 = 17,5 \text{ mm živinog stuba}$$

Prilikom prelaska mleka preko hladionika, ono je izloženo slobodnom padu, pa je maksimalna brzina mleka

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

g = gravitacija

H = visina hladionika

odnosno

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3}$$

$$V_1 = 7,6 \text{ m/sekund}$$

No, pošto je brzina mleka u početku ravna 0, to će srednja brzina iznositi

$$V_2 = \frac{0 + 7,6}{2}$$

$$V_2 = 3,80 \text{ m/sek}$$

Usled ove brzine u Daltonovom obrascu upotrebićemo konstantu 0,86 umesto 0,71 te dobijamo gubitak vode:

$$Q_1 = \frac{45,6 \cdot 0,86 \cdot 15,6 (281 - 17,5)}{760}$$

$$Q_1 = 212 \text{ kg vode/čas}$$

Prilikom prelaska mleka preko hladionika, cela površina hladionika je u dodiru sa mlekom, ali cela površina mleka nije u dodiru sa vazduhom. Nepoznata je debljina mlaza mleka na hladioniku, pa zbog toga vršimo korekciju uzimajući u obzir površinu svih cevi hladionika:

$$F_1 = 15,6 \text{ m}^2 \text{ i}$$

površinu hladionika (neuzimajući u obzir zakrivljenost cevi) tj.

$$F_2 = 2 \cdot 3 \cdot 1,7$$

$$F_2 = 10,2 \text{ m}^2$$

otuda dobijamo srednju površinu

$$F_3 = \frac{15,6 + 10,2}{2}$$

$$F_3 = 12,9 \text{ m}^2$$

Sa ovom površinom vršimo korekciju isparavanja i dobijamo

$$Q_2 = \frac{212 \cdot 12,9}{15,6}$$

$$Q_2 = 174 \text{ kg/čas}$$

No, pošto temperiranje traje u svemu 20 minuta, gubitak vode iznosi

$$Q_3 = \frac{174 \cdot 20}{60}$$

$$Q_3 = 57,4 \text{ kg/čas}$$

I kod ovog proračuna moguće su greške zbog nepoznavanja svih potrebnih elemenata, ali te greške verovatno ne iznose više od  $\pm 10\%$ . Iz ovog proračuna vidimo dve stvari. Prvo, da gubitak vode ne nastaje prilikom zagrevanja mleka, kako se obično veruje, već prilikom temperiranja mleka, a drugo, da gubitak na otvorenom hladioniku pri uobičajenom načinu rada ne doprinosi osetnijem porastu suve materije u mleku. Iz oba proračuna dobijamo gubitak od

$$Q = 57,4 + 0,33$$

$$Q = 57,73 \text{ kg}$$

odnosno na 100 lit mleka

$$Q = \frac{57,73 \cdot 100}{1100}$$

$$Q = 5,2\%$$

Prema tome, tehnološki je opravdano da se temperiranje mleka sprovodi putem pločastog hladionika, a s druge strane, navedeni gubitak u procesu isparavanja više je posledica neracionalne tehnologije nego li tehnološka nužnost. Ekonomska strana ovog momenta pokazuje da pri godišnjoj proizvodnji 3 miliona lit jogurta može se ostvariti ušteda od oko 150.000 lit mleka ili oko 7.000.000 din. Iz toga aspekta bilo bi opravdano razmotriti primenu pločastih hladionika čak i kod manjih proizvođača jogurta, koji bi zadržali duplikatore za termičku obradu mleka.

Treba napomenuti da neke inostrane firme proizvode specijalne duplikatore sa ugrađenim pločastim uređajem koji omogućava temperiranje mleka, dakle kod kojih je isparavanje isključeno. A s druge strane, istim uređajem može se izvršiti i hlađenje gotovog jogurta. I pored ove neosporne prednosti, ostaje međutim činjenica da se ovim uređajem ne može izvršiti regeneracija toplote, koja kod savremenih pločastih aparata dostiže 74% i ima značajan ekonomski efekat.

U svakom slučaju ne možemo danas smatrati, da je pitanje proizvodnje jogurta uspešno rešeno bilo sa tehničke bilo sa ekonomske tačke gledišta, a ceo ovaj problem zahteva dublje studije ne samo iz mašinsko-tehničkog i ekonomskog aspekta već i sa mikrobiološke tačke gledišta.

U posebnoj članku izložićemo rezultate analize ostalih faza u proizvodnji jogurta.

#### Literatura:

*T. Storgards & O. Aule: The quality of Cultured milk as influenced by the previous treatment of the milk. — Objavljeno u volumenu III, XIII Međunarodnog mlekarskog kongresa.*

**Dr ing. Ivica Vujičić, Novi Sad**

Poljoprivredni fakultet

## TERMIČKA OBRADA KORE SIRA U TOKU ZRENJA

U toku zrenja kora tvrdih sireva može da bude izložena raznim promenama koje se često ispoljavaju u vidu mana.

Najveći deo nepoželjnih promena javlja se kao posledica razvoja izvesnih mikroorganizama, stoga se dobar deo nege sireva u toku zrenja sastoji u borbi protiv takvih mikroorganizama. Pored brojnih bakterija najčešći prozrokovači mana kore sira su plesni, naročito tipa Oospora koje duboko razaraju koru sira i prouzrokuju njenu rapavost.

Kao mere borbe protiv takve mane preporučivane su razne metode obrade kore sira u toku zrenja, kao što su: pranje sira slatkom surutkom, potapanje sira na 5 do 10 minuta u kiselu surutku sa prethodnim pranjem u vodi,