

**Dr. Dimitrije Sabadoš, Zagreb**

Zavod za laktologiju Poljopr. šum. fakulteta

## TEHNOLOŠKI PRINCIPI PROIZVODNJE ICE CREAMA

Kvaliteta, pa i sam postanak konačnog proizvoda zavisi ne samo o određenoj količini i vrsti sastojaka, koji daju ice creamu tražena svojstva okusa, nego i o tehnološkom procesu. Tehnološki proces uvjetuje određenu strukturu i konzistenciju, te svojstvo da ice cream dugo sačuva oblik, da se na zraku otapa vrlo polagano, a na jeziku dovoljno brzo, ne dajući pritom osjećaj jake hladnoće. U dobrom ice creamu ne smije biti krupnih čestica leda, niti kristala saharoze ili laktoze, jer mu oni daju grubu, zrnatu strukturu i pjeskovitost. Navedena svojstva su rezultat ispravno obavljenog tehnološkog procesa, koji se sastoji iz slijedećih faza: priprema, pasterizacije, homogenizacije i zrenje osnovne smjese, zatim smrzavanje i tučenje, otvrdnuće, uskladištenje i pakovanje ice creama.

### Priprema

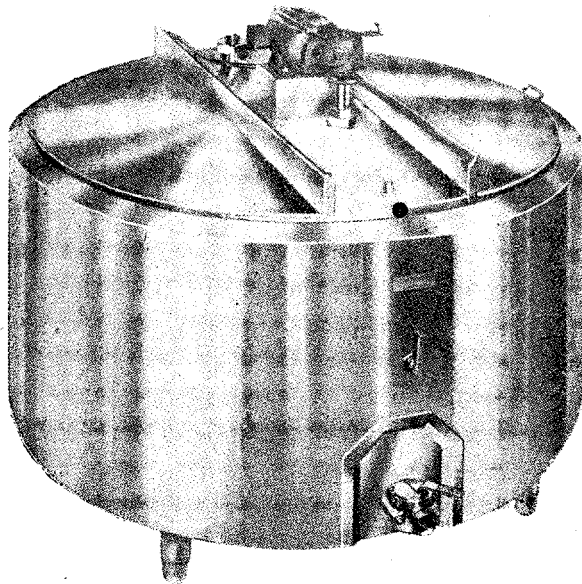
Točno izračunate i odmjerene količine osnovnih sastojaka (vidi članak D. Sabadoša »Ice cream«, časopis »Mljekarstvo« br. 4, god. 1957.) čine osnovnu t. j. nearomatiziranu masu ili smjesu. Osobito je važno da se svi sastavni dijelovi osnovne smjese potpuno otope i dobro izmiješaju, tako da smjesa bude potpuno jednolična t. j. homogena. Za prethodno otapanje šećera, želatine, kakaoa, mljeka u prahu, jaja u prahu i t. d. dobro je imati posebni manji kotao, koji se može grijati, i koji je providen mehaničkom mješalicom. Tek kada je svaki od ovih sastojaka dobro otopljen, dodaje se u mljeko, vrhnje, kondenzirano mljeko i t. d. koji se nalaze u kadama ili tenkovima za miješanje. Ovi su udešeni tako da se mogu grijati i hladiti, te su na taj način upotrebljivi i za kasniju pasterizaciju osnovne smjese (sl. br. 1).

### Pasterizacija

Ispravno priređena smjesa se pasterizira obično kod 63—65° C, pa i do 68° C, tokom 30 minuta, čime se postiže trajnost, odnosno spriječi povišenje kiselosti, i uništi patogene mikroorganizme.

Pokusima je ustanovljeno da pasterizacija kroz 30 minuta kod 62,8° C, uništava 99,6% od početne mikroflore, a kod 68,3° C su uništene sve kulture iz Escherichia-Aerobacter skupine. Daljnje operacije u cijelom tehnološkom procesu treba izvoditi tako da se ice cream ne reinficira. Osobito pomno treba sterilizirati opremu, naročito hladionik, frizer i t. d., kako bi se postiglo negativan nalaz coli-bakterija u ice creamu.

Ako se upotrebljavaju specijalni pločasti pasteri za kontinuiranu pasterizaciju, onda se smjesa mora hladiti sa temperature srednje pasterizacije na oko 65° C. Time se povećava viskozitet smjese na stupanj potreban za obavljanje homogenizacije smjese, koja se vrši kod navedene temperature. Previsoke temperature kod pasterizacije uzrokuju okus po kuhanom.



Sl. 1. Paster za miješanje (Mix-Pasteurizer) Damrow, USA

(Foto-arhiv — Zavod za laktologiju)

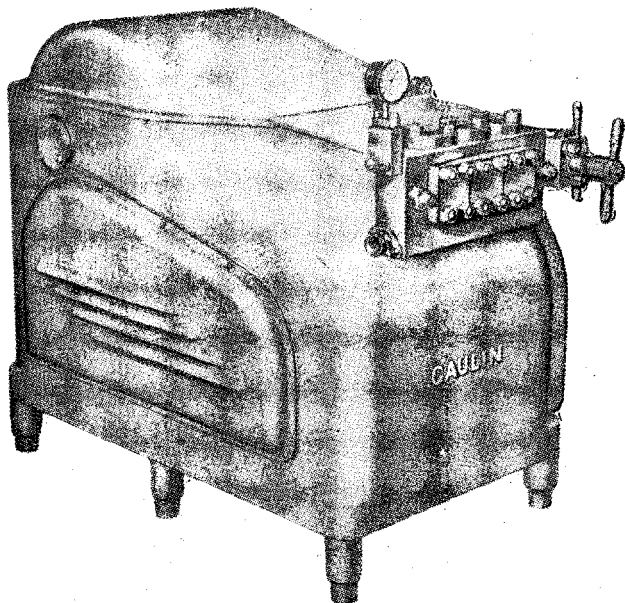
### Homogenizacija

Odmah nakon pasterizacije, dok je smjesa još topla, propušta se kroz homogenizator (sl. br. 2) pod pritiskom od 150—250 atmosfera, što zavisi o vrsti smjese, temperaturi i t. d. Homogenizacija utječe mehanički na viskozitet, omogućuje u prvom redu unutarne miješanje sastojaka, što povećava jednoličnost smjese, sposobnost za tučenje i poboljšava konzistenciju ice creama. Pri homogenizaciji smjese kuglice mliječne masti se usitnjuju na veličinu ispod 0,3 mikrona, te kod tučenja i smrzavanja u »frizeru« ne dolazi do stvaranja maslenih zrna, koja bi gotovom proizvodu dala grubu konzistenciju. Konzistencija i struktura ice creama zavise uglavnom o fizikalno-kemijskim procesima koji slijede: c zrenju, smrzavanju i otvrdnuću smjese.

### Zrenje

Da bi se spriječio rast bakterija homogenizirana smjesa se odmah hladi, najbolje preko površinskih hladionika, na temperaturu ispod 4° C. Najbolje je hladiti na 0—1° C, jer se onda u »frizeru« brzo dosegne ledište ice creama. Tako ohlađena smjesa se odvodi na zrenje u tenkove ili kade, koje imaju uređaj za miješanje i hlađenje. Trajanje zrenja ili starenja smjese ravna se prema vrsti

pasterizacije smjese, prema svrsi upotrebe, sastavu osnovne mase i iskustvu. Kreće se od najmanje 3—4 sata do 12 sati, pa i do 24 sata. Obično je dovoljno 6 sati. Zrenje je kemijsko-koloidalni proces, kojemu je svrha povećanje viskozi- teta i kvalitete gotovog proizvoda, te očvršnuće mliječne masti, koja se kod pa- sterizacije otopila. Duže držanje mase na niskoj temperaturi uspostavlja i ravno- težu između stupnja hidratacije bjelančevina mlijeka i potrebne strukture cijele smjese. Stupanj hidratacije bjelančevina ili stupanj sposobnosti bjelančevina da se koloidno vežu s otapalom, t. j. vodom silno se umanjuje s povišenjem tem- perature pasterizacije. Budući da je proces hidratacije bjelančevina povratan, ako temperatura zagrijavanja bjelančevina nije bila previsoka, to se kod hlade-



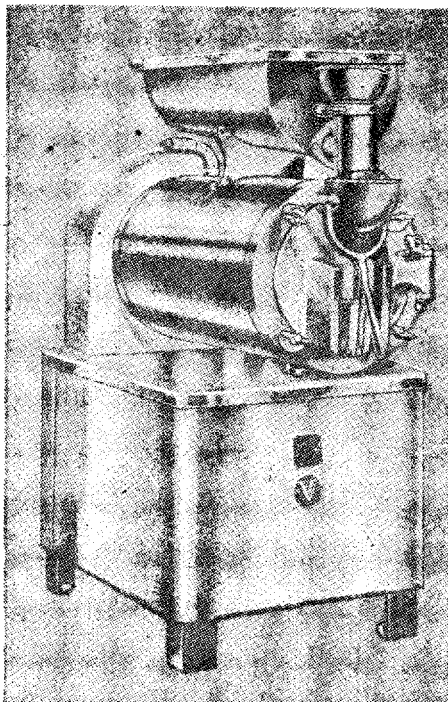
Sl. 2. Homogenizator Gaulin, USA

(Foto-arhiv — Zavod za laktologiju)

nja stupanj hidratacije ponovo povećava, i to tim brže, što je denaturacija bje- lančevina uslijed dehidratacije (gubljenje vode) za vrijeme pasterizacije, bila manja, odnosno što je pasterizacija izvršena kod niže temperature. Što je tokom zrenja veća hidratacija bjelančevina i stvaranje gel (hladetinaste) strukture u tekućoj fazi smjese, to se više povećava viskozitet osnovne smjese, koja je te- kuća. Na viskozitet utječu i stabilizatori (otvrđivači) dodani u smjesu za ice cream sa svrhom da pomognu obnovu hladetinaste strukture. Tako povratna hi- dratacija bjelančevina mlijeka i stabilizatori odlučuju o stvaranju kristala leda, tučenju smjese i u konačnom rezultatu o konzistenciji ice creama. Neposredno prije slijedeće faze izrade ice creama dodaju se u smjesu aromatske tvari, boje, voćni sokovi i kaše, a ohlađene usitnjene plodove i sl. se dodaje na kraju smr- zavanja ili nakon njega. U tom slučaju je potrebno vrlo dobro miješanje.

### Smrzavanje i metenje

Oba ova procesa obavljaju se istovremeno u posebnom aparatu za te svrhe, nazvanom »frizer« (sl. br. 3) (freezer, od engleske riječi to freeze = smrznuti) ili smrzavač, čiji je zadatak da smrzne jedan dio vode u zreloj smjesi ice creama. Istovremenim metenjem — tučenjem — smjese uključuje se u nju određena količina zraka. Zrak je neophodno potreban sastojak ice creama, koji daje željenu kvalitetu gotovog proizvoda. Mjehuriće zraka treba što finije raspršiti. Metenjem se povećava zapremina mase, pa se frizer zato puni samo do oko polovine svog volumenta. Povećanje obujma mase ice creama ili nabujavanje, porast,



Sl. 3. Smrzavač (freezer) Emery Thompson, USA.

(Foto-arhiv — Zavod za laktologiju)

prirast, izdašnost ili randman (engl. — owerun; njem. — Aufschlag, Zuwachs, Schwellung; češki — výtěžnost i ruski — uveličenie obema) može da se kreće i do 150—175%, a zavisi o sastavu ice creama (mast teži da smanji izdašnost, a sastojci bezmasne suhe tvari mlijeka djeluju obratno), o temperaturi i trajanju metenja. Ice cream koji brzo postigne željeno povećanje zapremine ima dobru sposobnost za tučenje. Obični, optimalni prirast obujma iznosi 70—100%. Za mliječnu varijantu ice creama iznosi 40—60%, a za pravi ice cream od vrhnja 60—100%. Prekomjerna količina zraka izaziva u ustima brzo otapanje ice creama, jer je pjenast, prelagan i bez potrebne gustoće, a ice cream sa ispod 50% zraka je težak, mokar i vrlo hladan. Da bi se potrošači zaštitili od pretjerano

ljenastog ice creama zahtijeva se određena težina za određeni volumen ice creama. Zrak daje ice creamu finiji i blaži okus, a kod uživanja smanjuje osjećaj jake hladnoće u ustima. Naime mjehurići zraka djeluju kao izolator, sprečavajući prenaplo prenošenje topline i brzo otapanje ice creama. Bez zraka bi se smjesa smrzla u tvrdu masu od slijepljenih kristala leda. Presitni mjehurići zraka daju zbijen, a preveliki daju u ustima drobiti, kao snijeg rahli proizvod.

Frizeri — strojevi za smrzavanje i tućenje mogu biti s periodičnim radom (s prekidima) i s kontinuiranim (neprekidnim). Prvi rade tako da smrzavaju samo određenu količinu zrele smjese, nakon čega se isprazne i ponovo napune za daljnji rad. Ovaj sistem je stariji, sporiji i daje nejednoličnu, slabiju kvalitetu proizvoda. Strojevi za kontinuiranu izradu ice creama su kompliciraniji, a djeluju tako da smrzavaju malu količinu smjese ice creama dok ovo neprekidno teče kroz stroj, ubacujući u nju zračnom pumpom potrebnu količinu zraka. Smjesa se smrzava brzo. Između brzine smrzavanja i kvalitete ice creama postoji uska veza, jer veća brzina daje sitnije ledene kristale, odnosno veću finoću teksture. Frizeri s kontinuiranim djelovanjem daju potpuno jednoličan proizvod i omogućuju istovremeno punjenje u porcije. Sastoje se od vodoravnog metalnog valjka s omotačem, kroz koji protječe rashladna smjesa s temperaturom od obično oko  $-2$  do  $-14^{\circ}$  C, pa i do  $-20$  do  $-25^{\circ}$  C. Neki smrzavači rade s direktnim isparivanjem amonijaka (ili drugog sredstva za hlađenje) u prostor oko cilindra, koji okružuje smjesu. Temperature ispod  $-25^{\circ}$  C uzrokuju prebrzu kristalizaciju, smanjuju nabujavanje i pogoršavaju konzistenciju ice creama. Unutar valjka u koji ulazi zrela i začinjena smjesa ice creama s temperaturom od oko  $2-4^{\circ}$  C, maksimalno  $5^{\circ}$  C, nalaze se mješalice (metlica za tućenje ili metenje, t. j. za unošenje zraka u ice cream) i strugač, koji imaju nasuprotni hod. Uređajem za pražnjenje na izlazu iz valjka može se do izvjesne mjere regulirati kapacitet kontinuiranog frizera. Masa ice creama ima uslijed veće količine suhe tvari niže ledište od mlijeka, obično oko  $-2,5^{\circ}$  C, što zavisi o cjelokupnom sastavu smjese.

Hlađenje smjese počinje na stijenama valjka, gdje se stvaraju prvi kristali leda, koji brzo rastu. Oni bi stvorili krupnozrnatu strukturu ice creama, kad ih strugač ne bi odvojio od stijene, kad ne bi bilo stabilizatora koji neko vrijeme sprečavaju prehladivanje mase, i kad ne bi bilo mliječne masti u smjesi. Ako je ta homogenizirana, povećan je broj kuglica masti, razdaljina između njih je manja, te je i prostor za rast ledenih kristala manji, nego što je bio u nehomogeniziranoj smjesi.

Kod smrzavanja u frizeru ne kristalizira se, ne prelazi u čvrsto stanje, više od 20% vode. Uslijed toga i radi neprestanog miješanja, ukupna masa je u žitkom stanju, koje liči na gusto vrhnje, te se može s lakoćom iz stroja točiti u tultje (za brzu potrošnju) ili u kalupe, limene i kartonske omotače, nakon čega se ice cream stavlja na vrlo nisku temperaturu. Smrzavanje u frizeru treba da je što brže, jer se onda stvara veći broj klica za kristale, oni su manji, te ne dolazi do pojave pjeskovitosti ice creama. Trajanje smrzavanja se kreće između 5—10 minuta, a u savremenim strojevima za kontinuiranu proizvodnju treba za ovu operaciju samo 18—20 sekundi, pa i kraće vrijeme.

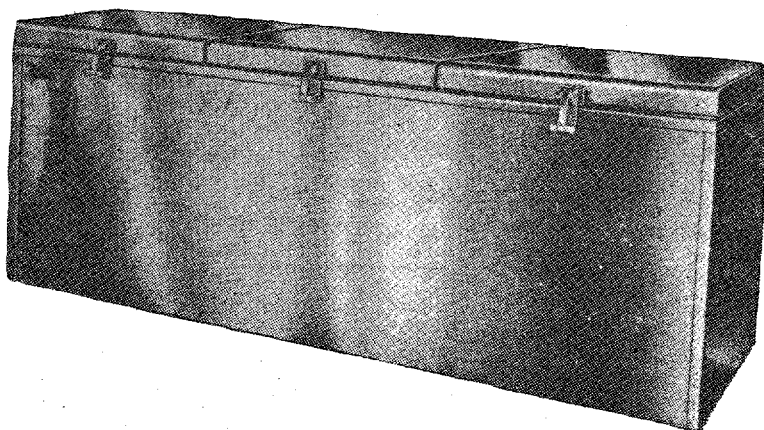
Postoje specijalni rotacioni smrzavači za izradu ice creama u komadima. Konstrukcijom tih strojeva je udovoljeno potpuno sanitarnim zahtjevima za punjenje, jer radniku nije potrebno da dodiruje komade kod stavljanja u kartone. Izrađeni su od čelika koji ne rđa, te se lako čiste i steriliziraju. Stoga gle-

dišta je to još jedna od nenadmašivih prednosti ice creama nad proizvodnjom i raspačavanjem našeg sladoleda.

Obratan proces od povećanja obujma ili nabujavanja je smanjenje volumena ili gubitak zraka do čega dolazi tokom stajanja ice creama do potrošnje. Uzrok je previsoki pritisak kod homogenizacije, pretjerani stupanj nabujavanja, preniska temperatura smrzavanja, previsoka temperatura uskladištenja, premještanje iz originalnog pakovanja u drugo i t. d. Bolje sačuva svoju strukturu i manje smanjuje svoj obujam ice cream, koji je izrađen iz mase s većim sadržajem suhe tvari mlijeka. Često puta ovo smanjenje kod podjele u manje porcije iznosi 20—30% od zapremine gotovog proizvoda, tako da se u posude koje se pune na mjestu proizvodnje stavlja veća količina, nego što iznosi minimalni ili normalni gubitak.

#### O t v r d n u ć e

Gotovi, meki ice cream, kakav izlazi iz frizera, može se trošiti u tom stanju, ali se radi postizavanja veće čvrstoće i trajnosti redovito prenosi u komore za



Sl. 4. Horizontalni hladionik za skrućivanje ice creama, E. Thompson, USA  
(Foto-arhiv — Zavod za laktologiju)

skrućivanje (sl. br. 4) sa temperaturom —30 do —40°C gdje se produži smrzavanje započeto u frizeru ohlađivanjem na —25 do —35° C. Skrućivanje traje relativno dugo, 12—24 sata, radi slabe vodljivosti topline koju uvjetuju bjelančevine, masti, visoka koncentracija šećera i povećana koncentracija suhe tvari u vodi koja je ostala tekuća nakon smrzavanja jednog dijela vode u frizeru. Važno je da temperatura kod očvršćavanja bude što niža i što stalnija, jer kolebanja temperature može dovesti do smanjenja obujma i do rekristalizacije — povećanja veličine kristala vode i laktoze, što daje pjeskoviti ili grubozrnati ice cream. Čim je ova faza proizvodnje ice creama brža, bolje je. Temperature ispod —30°C smrzavaju do 90% vode u ice creamu. Osim gornjih pojava niske temperature očvršćavanja nešto snizuju broj bakterija.

Najnoviji način proizvodnje ice creama je smrzavanje do čvrste konzistencije u kontaktnom frizeru, tako da se može mehanički pakovati strojem za pa-

kovanje. Potrebno očvršćavanje se vrši u posebnim tunelima za skrućivanje strujanjem hladnog zraka.

### Pakovanje

Ako se ice cream želi raspačavati u kockastom ili prizmatičnom obliku ili na štapićima, puni se u odgovarajuće kalupe iz kojih se nakon skrućivanja vadi i pakuje. Gotovi proizvod se čuva do prodaje kod  $-18$  do  $-22^{\circ}\text{C}$ . Sa mjesta proizvodnje, t. j. iz mljekare transportira se u izoliranim, hlađenim vozilima u maloprodaju (prodavaone mlijeka i kruha, mliječni barovi ili posebni ice cream barovi), gdje se uskladišćuje u hladionicima odgovarajućeg tipa. Najviša dozvoljena temperatura kod transporta je  $-10$  do  $-12^{\circ}\text{C}$ . Temperatura u transportu i kod čuvanja ice creama može se postići i suhim ledom (kruti ugljični dioksid) koji kod isparavanja daje vrlo niske temperature. Pri tome ne vlaži omot ili prostor, što je prednost prema običnom ledu.

Ice cream se prodaje u papirnatim čašicama, u izoliranim vrećicama za nošenje kući ili iz otvorenih posuda.

**Inž. Jeremija Rašić, Beograd**

Institut za mlekarstvo

## **ZAŠTO MLEKO TREBA HLADITI MOMENTANO POSLE MUŽE**

### Uvod

Mleko je veoma hranljiva namirnica ne samo za čoveka, već i za sva ostala živa bića. Prema tome i mikroorganizmi, kao najsitnija živa bića, koja se golim okom ne mogu videti, nalaze u mleku izvanrednu hranljivu podlogu za svoj porast i razviće.

Mleko iz vimena, već ne izlazi sterilno. Ono sadrži u 1 ml oko 500—1000 bakterija. Međutim, ove vrste bakterija, igraju veoma malu ulogu u kvarenju mleka, usled svoje slabe aktivnosti. Tek posle muže nastaje stvarno zagađivanje mleka mikroorganizmima, poglavito bakterijama sa raznih spoljnih izvora. Ove bakterije su vrlo aktivne u promeni osobina mleka i njegovu kvarenju. Vazduh staje normalno ne predstavlja značajni faktor zagađenja mleka. Ali u izvesnim prilikama, kada se neposredno pred mužu ili za vreme muže izvode neki radovi, kao ishrana stoke, čišćenje krave i staje, vazduh može igrati veću ulogu u zagađivanju mleka. Krava, koja se redovno ne čisti i timari, a vime ne pere pred mužu predstavlja ozbiljan faktor u zagađivanju mleka. Međutim, najvažniji pojedinačni faktor u infekciji mleka mikroorganizmima predstavljaju nečisti mlekarški sudovi (muzlica, cediljka, kanta za prenos mleka i dr.). Razume se da u zagađivanju mleka posle njegova izlaska iz vimena igraju ulogu i drugi činioci, kao što su oblik muzlice, čistoća mužača, način muže, prisustvo muva itd.

Čovek se bori protivu ovakvih »nepozvanih« gostiju primenom savremenih metoda proizvodnje i obrade mleka. Pranje i sterilizacija mlekarških sudova,