

UTJECAJ TRAJANJA ZRENJA SLADOLEDNE SMJESE NA KVALITETU SLADOLEDA*

Mr. Branko PAŽIN-MIŠIĆ, »Ledo«, Zagreb

Sažetak

Utjecaj trajanja zrenja sladoledne smjese na kvalitetu sladoleda proučava se u industrijskim uvjetima proizvodnje sladoleda. Rezultati istraživanja ukazuju da se zrenjem sladoledne smjese, koja traje samo 30 minuta, može proizvesti sladoled dobre kvalitete.

Proizvodnja sladoleda u jugoslavenskim je razmjerima dugo zadržala zanajski karakter, a industrijski se počela razvijati tek od 1958. godine. Industrijska proizvodnja bilježi znatan rast iz godine u godinu, ali potrošnja zadržava sezonski karakter.

U svakoj republici postoji najmanje po jedna tvornica i sve su relativno moderno opremljene uvoznom opremom, te mogu zadovoljiti svim zahtjevima tržišta asortimanom, kvalitetom i organoleptičkim osobinama gotovih proizvoda.

Zrenje sladoledne smjese važna je faza tehnološkog procesa proizvodnje sladoleda. Vrijeme trajanja zrenja kao i temperatura zrenja smjese utječu, uz ostale faktore, na kvalitetu gotovog proizvoda. Kako razni stručnjaci predlažu različito trajanje zrenja sladoledne smjese (od 2 do 24 sata), a kako iskustvo Tvornice sladoleda »Ledo« nije utvrdilo optimalno trajanje te faze procesa, ovim smo radom željeli pridonijeti poznavanju utjecaja zrenja, naročito minimalnog trajanja, sladoledne smjese na kvalitetu sladoleda.

I Razvoj proizvodnje sladoleda

Sladoled se u određenim oblicima poznaje više od 5.000 godina. U Kini su prije pet tisućljeća pravljani hladni deserti sa snijegom. Stari Rimljani su također poznavali hladne i slatke napitke. U srednjem vijeku ta poslastica postaje sladoled i uglavnom se priprema na dvorovima. U naše krajeve donio ju je sa istoka u 14. stoljeću Marko Polo. Budući da je ta poslastica bila veoma privlačna u 18. stoljeću se proizvodi u domaćinstvima. Potrošnja je stalno rasla a pratio ju je i razvoj tehnologije. Johnsonova se ručna mješalica za sladoled pojavila 1848., pasterizacija smjese se uvodi 1895., prvi homogenizator 1899., a prva kontinuirana proizvodnja sladoleda 1903. godine (Frandsen i Arbuckle. 1961.) Daljnji je razvoj tehnologije izazvala pojava prvog kontinuiranog zaledivača 1912., kao i masovna primjena hladnjaka u domaćinstvima od 1945. godine. U 19. je stoljeću proizvodnja sladoleda u Evropi isključivo zanatska, dok je u Baltimoru (SAD) 1851. proradila prva tvornica sladoleda a potrošnja je sladoleda do 1900. u SAD porasla od 4.000 na 4.000.000 galona. Razvoj tehnologije i povećana potrošnja sladoleda u Evropi započinju u razdoblju između

* Dio magistarskog rada koji je djelomično objavljen u »Poljoprivredna znanstvena smotra« (br. 54/1981. str. 63—77).

dva rata. Chiriotti (1957) navodi slijedeće faktore koji su doveli do naglog razvoja industrijske proizvodnje sladoleda:

1. Usavršavanje tehnike zaleđivanja i njena primjena u proizvodnji
2. Usavršavanje metode proizvodnje, hormogenizatora, pastera, kontinuiranih zaleđivača, punilica, te tunela za duboko zaleđivanje
3. Veliki izbor i dobra kvaliteta sladoleda
4. Niže proizvodne cijene (velike proizvodne serije)
5. Razvijen marketing (posebno reklama)
6. Visoka prehrambena vrijednost proizvoda
7. Razvoj rashladne tehnike u domaćinstvima

Počeci veće potrošnje sladoleda u našoj se zemlji javljaju u razdoblju između dva rata i to isključivo zanatskog sladoleda. Proizvodilo se samo u slastičarnicama i to samo ljeti. Proizvodile su se uglavnom dvije osnovne vrste sladoleda: mlječni i voćni (Filjak, 1975.).

Prva industrijska proizvodnja sladoleda pojavila se u Jugoslaviji 1958. godine i to u mljekarama u Zagrebu, Ljubljani i Beogradu (Filjak, 1975.). U početku su to bili manji odjeli za proizvodnju sladoleda u sklopu mljekara, s razmjerno malenim kapacitetom. Međutim, porast potrošnje i veliki viškovi mlijeka i vrhnja stimulirali su mljekare da povećaju kapacitet proizvodnje odjeljenja za sladoled. To je bio put, da mali preradbeni odjeli prerastu u moderne i velike tvornice za proizvodnju sladoleda. Danas su sve tvornice opremljene modernom uvoznom opremom, što omogućuje da se domaćem tržištu ponudi industrijski sladoled svjetske kvalitete.

Razvoj rashladne opreme u domaćinstvima promijenio je obim potrošnje, vrste odnosno težine komada sladoleda. Naglo je porasla potrošnja većih komada sladoleda proizvedenih za domaćinstvo u odnosu na manje pripremljene za uličnu potrošnju.

Uspoređujući podatke o potrošnji sladoleda u svijetu 1970. godine (Chiriotti, 1975.) uočavamo da je potrošnja u Americi, Australiji, Novom Zelandu i Kanadi daleko veća nego u Evropi, te naročito prema našoj zemlji.

**Potrošnja industrijskog sladoleda
po stanovniku (1970) (Chiriotti, 1975.)**

	1/godišnje		1/godišnje
SAD	29,1	Holandija	6,9
Australija	19,5	Belgija	6,2
Novi Zeland	17,0	Norveška	6,2
Kanada	14,2	Japan	5,8
Izrael	7,5	Italija	5,6
Švedska	7,2	Finska	5,6
Danska	7,1	Engleska	5,3
Irska	7,0		

U Jugoslaviji se troši oko 1,2 litre industrijskog sladoleda godišnje po stanovniku (vlastita procjena na bazi proizvodnje u 1980. godini). Ova statistika nije uključila potrošnju zanatski proizvedenog sladoleda. Potrošnja industrijskog sladoleda od samo 1,2 litre po stanovniku ostavlja mnogo prostora povećanju proizvodnje industrijskog sladoleda u Jugoslaviji.

Ako se navede da se u tvornicama proizvedu velike serije sladolednih proizvoda modernim strojevima velikog kapaciteta i visokoprehrambene vrijednosti jasno je zašto proizvodnja u osam postojećih tvornica u zemlji iz godine u godinu raste. Međutim još uvijek su se zadržale stare navike sezonske potrošnje u Jugoslaviji, što u zapadnim zemljama nije slučaj. Kontinuirani rad u toku cijele godine omogućio bi laganiju nabavku sirovina, bolje programiranje proizvodnje, jednostavniju distribuciju proizvoda, manja razdoblja uskladištenja gotovih proizvoda i bolju organizaciju rada (Filjak, 1975).

Navedene nepovoljne posljedice proizvodnje sladoleda samo šest mjeseci tokom godine kao i nastojanje da se provede bolja organizacija rada u nekim poduzećima, kao npr. u Tvornici sladoleda »Ledo«, bile su povodom da se uvede proizvodnja smrznutih proizvoda od tijesta, koji se troše u vrijeme zastoja proizvodnje sladoleda. Na taj način se postigao kontinuitet u radu »Leda« kao i bolje iskorištenje rada.

II Sladoled kao namirnica

Sladoled je omiljena poslastica i vrijedna namirnica a njena je proizvodnja veoma rasprostranjena. Mnoge su zemlje, pa i naša, donijele odredbe o kvaliteti sladoleda. Kao osnovni parametri kvalitete različitih tipova sladoleda navode se količine: masnoće, suhe tvari, bezmasne suhe tvari, šećera i voća (Bencivenga i sur. 1975.).

U nekim se zemljama propisi odnose i na volumen povećan uključivanjem inkorporiranog zraka u procesu zaleđivanja (Bencivenga i sur. 1975.).

U pojedinim se zemljama proizvode različiti tipovi sladoleda (u SAD proizvode šest tipova, a zemlje EEZ-a su 1970. godine predložile sedam tipova sladoleda). U nekim zemljama prihvaća se u sladoledu pored mlječne i biljna mast (SAD, Švedska), dok se u nekim drugim zemljama (SR Njemačka, Francuska) dozvoljava isključivo mlječna mast.

Jugoslavenski pravilnik (1964) na temelju rezultata domaće i svjetske prakse omogućuje proizvodnju mnogih vrsta sladoleda, pa ipak se na tržištu pojavljuju samo slijedeće vrste: krem sladoled, voćni krem sladoled, mlječni sladoled te voćni i aromatizirani sladoled.

Pored navedenih proizvoda postoje i proizvodi pod različitim nazivima u kojima je mlječnu mast zamijenila biljna.

Prema našem Pravilniku (Pravilnik, 1964), pod sladoledom podrazumijevamo proizvode dobivene miješanjem i smrzavanjem odgovarajuće smjese mlijeka, šećera, voća ili drugih sirovina, koje prema Pravilniku mogu biti upotrebljene za proizvodnju sladoleda.

Prehrambena vrijednost sladoleda ovisi o prehrambenoj vrijednosti sirovina od kojih se priprema. Među različitim tipovima sladoleda veća je prehrambena vrijednost sladoleda s većom količinom masti, te šećera i proteina, kao krem sladoled u odnosu na voćni krem, mlječni sladoled i voćni sladoled. Tako će na primjer, krem sladoled s 12% mlječne masti, 11% bezmasne suhe tvari, 15% šećera i 0,3% želatine kao stabilizatora biti slijedeće kalorijske vrijednosti za 100 g sladoleda:

Masti	$12,5 \times 9 = 112,50$
Ugljikohidrati	$(15 + 11 \times 0,52) \times 4 = 82,88$
Proteini	$(11 \times 0,36 + 0,3) \times 4 = 15,84$
Ukupno	kalorija 211,22
ili	J 887

Iz navedenog proizlazi da je sladoled ne samo osvježavajuća poslastica već i veoma kalorična hrana. Pored navedenog sladoled je izvor veoma kvalitetnih proteina iz mlijeka veoma povoljnog sastava esencijalnih aminokiselina, lako probavljivih, koje ljudski organizam lako apsorbira. Sladoled je veoma dobar izvor kalcija, fosfora i drugih mineralnih tvari važnih za izgradnju kosti i zubi. Svi mineralni sastojci u sladoledu su uglavnom iz mlijeka.

U mlječnom i krem sladoledu nalazimo veliki broj različitih vitamina (A, D, B₁, B₂, B₁₂ i E).

III Tehnologija industrijskog sladoleda

Tehnološki proces proizvodnje sladoleda u ranijoj povijesti (početak stoljeća) bitno se razlikovao od suvremenog. Sredstva za proizvodnju sladoleda postupno su se usavršavala. Sladoled se značajnije proizvodio u Jugoslaviji između dva rata, a proizvodili su ga isključivo zanatlije, koji su koristili posude s ručnom mješalicom i strugačem smještenim u drugu posudu s ledom i soli.

Moderna tehnologija industrijskog sladoleda u našoj zemlji počinje 1958. godine i do danas se izgradilo osam modernih tvornica sladoleda.

Sirovine

Za proizvodnju sladoleda optimalne kvalitete potrebno je osigurati dobru kvalitetu svih sastavnih dijelova smjese (Frandsen i Arbuckle, 1961). U skladu s Pravilnikom o živežnim namirnicama potrebno je sastaviti recepturu za sladoledne smjese u kojima su u ravnoteži težinski odnosi pojedinih sastojaka.

U sladoledu se razlikuju dvije grupe sastojaka i to mlječni i nemlječni sastojci, s mlječnom masti i bez nje.

Svi sastojci što se dodaju u sladoled važni su za njegov okus i aromu.

Mlječna mast daje punoću i tipičan okus, a bezmasne tvari mlijeka djeluju na okus i aromu indirektno. Punoću i teksturu sladoleda poboljšavaju proteini, dok laktoza utječe na okus.

Mlječne sirovine koje se u Jugoslaviji koriste za proizvodnju sladoleda su: konzumno mlijeko (3,2 %), obrano mlijeko, slatko vrhnje, maslac (nesoljeni), te punomasni ili obrani mlječni prah i u posljednje vrijeme u manjim količinama sirutkin prah.

Važni nemlječni sastojci sladoleda su šećeri i to: saharoza, glukoza, invertni šećer, dekstroza (izvor kukuruz) te sorbitol i manitol u sladoledu za dijabetičare.

Različite vrste šećera daju različite efekte zaslađivanja, a zajedničko im je svojstvo da snizuju točku zaleđivanja mješavine, usporavaju brzinu tučenja sladoledne smjese a sladoled je glatke teksture i lakše se otapa.

Nemlječni sastojci sladoleda su tvari okusa i arome poznate pod različitim trgovačkim imenima i različitog porijekla. Oni su osnovni nosioci prijetnog i osvježavajućeg okusa. Njihov izbor ovisi o lokalnim navikama potrošača, a to su: vanilija, čokolada, kakao, voće i voćni ekstrakti, orasi i mirodije. Nabrojeni sastojci ne smiju sadržavati strane mirise i okuse. Budući da su sve smjese sladoleda osim onih s čokoladom i pistacijom blijedih boja potrebno je u sladoled dodavati boje, a ponekad i arome. U obzir dolaze samo boje odobrene zakonom. Zakonske odredbe izričito dopuštaju samo prirodne boje i prirodne

arome. Izbor prirodnih boja je veoma malen, a intenzitet veoma slab, te se zadovoljavajuće boje teško postižu.

Kao posljednji nemlječni dodatak sladoledu se dodaje stabilizator i emulgator. Osnovni sastojci sladoleda, mlijeko i mlječni proizvodi, sadrže prirodne stabilizatore i emulgatore (proteine, lecitin, fosfate, citrate) pa je sladoled jednim dijelom stabiliziran efektom ovih prirodnih tvari. Bez obzira na tu činjenicu moderna industrijska proizvodnja sladoleda ne može postojati bez upotrebe aditiva: emulgatora i stabilizatora. Dodani stabilizatori i emulgatori olakšavaju proizvodnju sladoleda. Daju mu ujednačenost i bolju kvalitetu, boljom teksturom povećavaju otpornost prema otapanju i umanjuju rast kristala leda za vrijeme smrzavanja.

Tehnološki proces

Sam tehnološki proces proizvodnje sladoleda može se podijeliti u tri faze:

1. Priprema sladoledne smjese
 - a) dodavanje sastojaka i predgrijavanje
 - b) homogenizacija smjese
 - c) pasterizacija smjese
 - d) hlađenje i zrenje smjese sladoleda
2. Proces zaledivanja i inkorporiranje zraka u sladolednu smjesu
3. Duboko smrzavanje, oblikovanje i uskladištenje u hladnjači.

1. Priprema sladoledne smjese

1.a) Dodavanje sastojaka i predgrijavanje

Početak proizvodnje sladoleda je sastavljanje smjese koja se provodi diskontinuirano pripremom određene količine ili je to automatska, kontinuirana operacija. Ovisno o načinu proizvodnje sastojci smjese se odvaguju ili mjere ručno ili automatski. Sve se predgrijava i miješa kako bi se mast emulgirala, a šećeri, mlječni prah, stabilizatori i ostalo otopili. Sastojci smjese se nalaze u krutom i tekućem stanju te otopljeni tvore prema Iversenu (1972) slijedeće oblike otopina:

Sastojci sladoledne smjese

10 ⁻¹⁰ m	10 ⁻⁹ m	10 ⁻⁸ m	10 ⁻⁷ m	10 ⁻⁶ m	10 ⁻⁵ m	10 ⁻⁴ m	10 ⁻³ m
0,1 nm	1 nm	0,01 μm	0,1 μm	1 μm	10 μm	100 μm	1 mm
prava otopina	koloidna otopina		suspenzije i emulzije				
šećer mlj. soli mlj. šećer	albumin	kazein	homogena mast		nehomog.		
submikro- skopsko područje	elektron- mikroskopsko područje		mikroskopsko područje				
Brownovo gibanje brzo			sporo				

Tekući sastojci (mlijeko, vrhnje, tekući šećer) se stavljaju u posude sa dvostrukim stijenkama, miješaju i zagrijavaju do 50°C. Suhi sastojci, mlječni prah, šećer, stabilizator i drugi dodaju se u tekući dio i miješaju. Kada su se dodali svi sastojci, pa promješali i zagrijali od 45 do 50°C, smjesa se upućuje u pločasti paster na dalju toplinsku obradu. Zagrijavanje do 50°C omogućuje prevođenje mlječne masti u emulziju i lako otapanje krutih sastojaka.

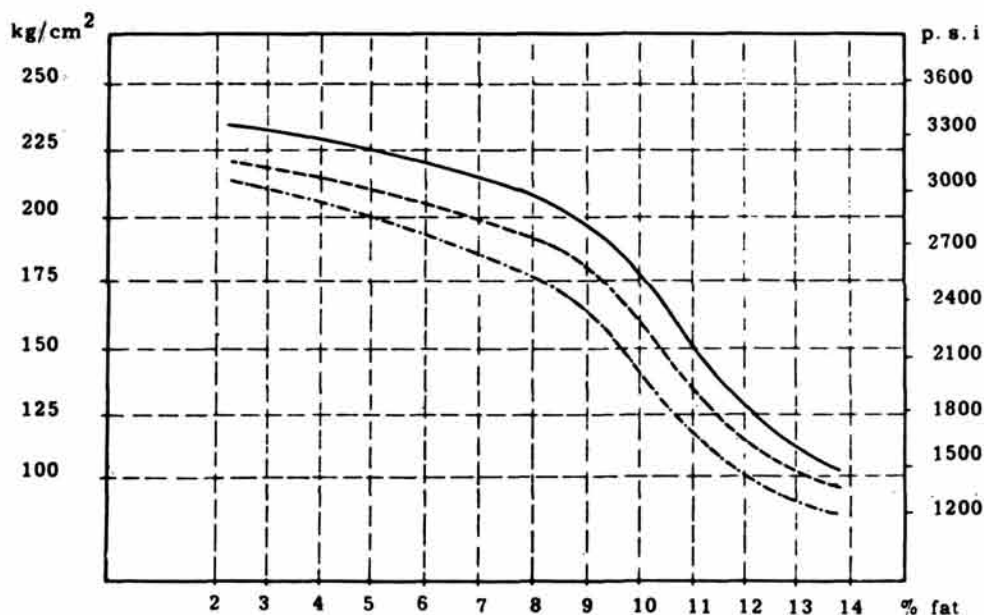
1.b) Homogenizacija

Smjesa predgrijana do 50°C uvodi se u regenerator pločastog pastera, ugrije do temperature 72—75°C i prevodi u homogenizator. Procesom homogenizacije (fizikalni proces) reducira se veličina masne kapi na 1/20 prvotne veličine, do veličine masne kapljice 1 μm . Postupkom homogenizacije onemogućuje se izdvajanje mlječne masti, postiže se jednoličnost sladoleda, finoća teksture, veći kapacitet za uključivanje zraka u smjesu, kraće zrenje smjese, te smanjena topivost sladoleda (Iversen, 1972).

Efikasnost postupka homogenizacije ovisi o:

- sastavu smjese i postotku masti, te odnosu masti i suhe tvari bez masti
- tipu masti — vrhnje, maslac, biljna mast
- tipu homogenizatora — jednostepeni, dvostepeni
- temperaturi smjese u homogenizatoru.

Najbitnije je da se pritisak homogenizacije podesi vrsti sladoleda i postotku masti (grafikon 1, Iversen, 1972). Najgornja krivulja predstavlja — vrhnje, srednja — maslac, a donjnja biljnu mast.



Grafikon 1

Pritisak homogenizacije za različite vrste masti (Stistrup i Andreasen, 1966)

Budući da mlječnu mast štiti bjelančevinasta membrana (grafikon 1) primjenjuje se veći pritisak nego za biljnu mast. Veći se pritisci primjenjuju ako je postotak masti manji, a manji ako je postotak masti veći.

1.c) Pasterizacija smjese

Moderna se industrijska proizvodnja sladoleda ne može zamisliti bez procesa pasterizacije smjese. Smjesa se pasterizira bilo primjenom niske ($62^{\circ}\text{C}/30$ minuta), srednje (oko $85^{\circ}\text{C}/15-17$ sek), ili ultravisoke pasterizacije. Najčešće se koristi pločasti paster i smjesa grije do oko 85°C , dok je primjena vrlo visokih temperatura neznatna.

Osnovni zadatak pasterizacije je da uništi sve patogene i što više ostalih mikroorganizama.

Postupak pasterizacije smjese pločastim pasterom je ekonomičan jer troši relativno malo toplinske energije i kratkotrajan je, a uređaj se lako čisti. Osim toga pločasti paster ne zauzima mnogo prostora, povećava kapacitet proizvodnje, a proizvedeni je sladoled boljeg okusa i teksture.

Homogenizirana sladoledna smjesa vraća se u sekciju za pasterizaciju pločastog pastera. Tu se smjesa zagrije do temperature oko 85°C i zadrži 15—17 sekundi, pa zatim hladi u regeneratore (hladnom smjesom), te u sekciji s bunarskom i sekciji s ledenom vodom do temperature 4 do 6°C .

1.d) Hlađenje i zrenje smjese

Neki smatraju da je najpovoljnija temperatura ohlađene smjese $4,44^{\circ}\text{C}$ (Arbuckle, 1972) a drugi da treba hladiti do temperature 2°C i do 1°C kako bi obim razvoja bakterija bio što manji. U praksi se uočilo da se tako ohlađena smjesa ulaskom u zaleđivač naglo zamrzne na stijenkama cilindra, pa se mogu oštetiti strugači tog uređaja. Smjesa temperature 4 do 6°C ne leđi se na cilindru u zaleđivaču, a mikrobiološki potpuno zadovoljava.

Donedavno se smatralo da samo zrenje sladoledne smjese treba da traje 24 sata. Danas se trajanje zrenja smjese ograničava na 2 do 4 sata (Arbuckle, 1972.). Proizvođači stabilizatora i emulgatora informiraju da vrijeme zrenja smjese može biti i samo pola sata, a jedan od ciljeva ovog rada je da se pronađe minimalno potrebno vrijeme zrenja sladoledne smjese.

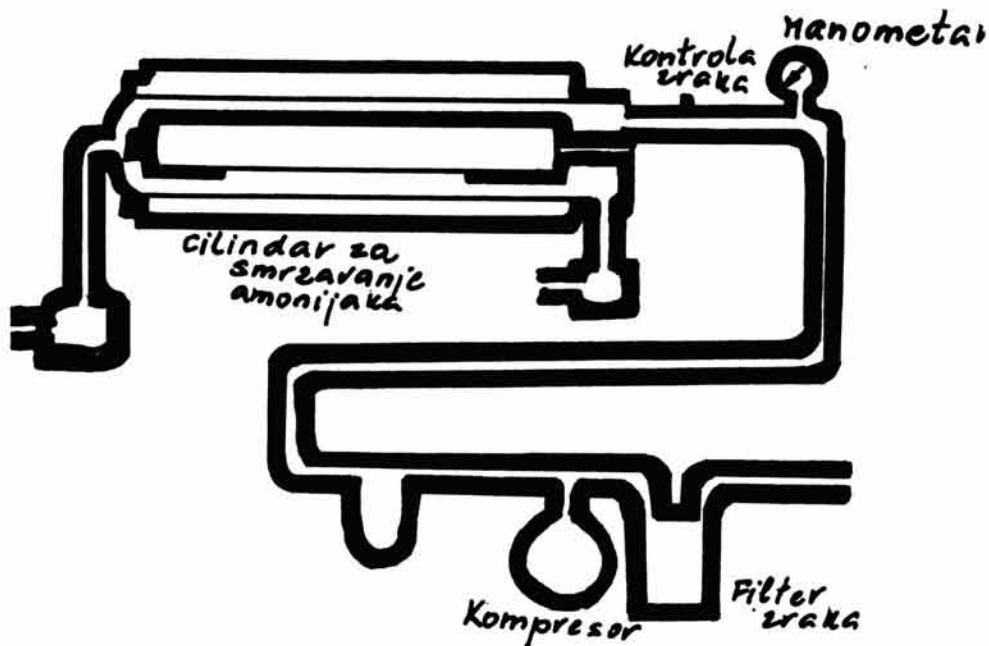
2. Proces zaleđivanja i bubrenja sladoledne smjese

Nakon zrenja, sladoledna smjesa se uvodi u zaleđivač. Najvažnija operacija u proizvodnji sladoleda je proces koji se odvija u zaleđivaču.

Smjesa se crpkom uvodi u cilindar zaleđivača. Vanjski se obod plašta cilindra hladi rashladnim sredstvom, najčešće NH_3 ili freonom. Na početku cilindra u smjesu se ubrizgava iz kompresora kroz filter zrak i regulira pritisak na manometru. U cilindru se smjesa hladi. Strugači koji rotiraju uz obod cilindra potiskuju ohlađenu smjesu u sredinu cilindra, a neohlađenu prema obodu cilindra. Izlazna crpka potiskuje smjesu dalje u punilice za sladoled.

U zaleđivačima smjesa postiže temperaturu od 0 do $(-8)^{\circ}\text{C}$, a inkorporiranje zraka od 90 do 100%.

Zaleđivači mogu biti jednostepeni i dvostepeni, te nekontinuirani i kontinuirani. U suvremenoj se industrijskoj proizvodnji koriste kontinuirani zaleđivači. Na slici 1 je shema kontinuiranog zaleđivača.



Slika 1

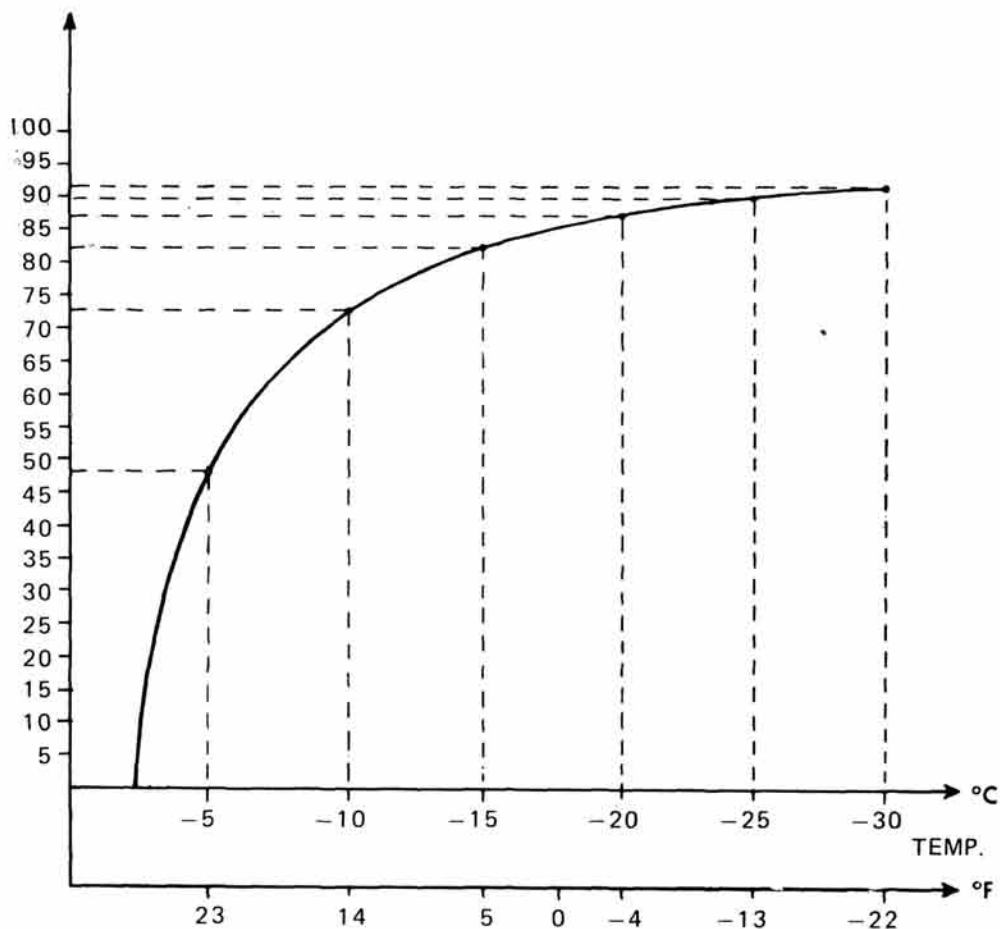
Shema kontinuiranog zaleđivača

Svrha je djelovanja zaleđivača nastajanje velikog broja sitnih kristalnih jezgri, koje se u ustima ne osjećaju. Zrak, koji povećava volumen smjese za oko 90 do 100%, raspoređen je kao bezbroj sitnih zračnih mjehurića, daje u ustima okus ugodne i ne prehladne sladoledne slastice.

3. Duboko zaleđivanje, oblikovanje i uskladištenje sladoleda

Mekan sladoled iz zaleđivača odvodi se u strojeve za oblikovanje sladoleda. Za tržište proizvode različiti proizvođači niz punilica za sladoled pod različitim imenima. U punilicama sladoled poprima najrazličitije oblike: kornet, čašica, kutija (težine 250 i 500 grama), te sladoleda na štapiću. Svi proizvodi osim sladoleda na štapiću provode se kroz tunele za duboko zaleđivanje. Temperatura u tunelu je $(-40)^{\circ}\text{C}$, a temperatura proizvoda nakon prolaska kroz tunel mora biti $(-18)^{\circ}\text{C}$.

Kao što se u zaleđivaču nastoji postići što brže zaleđivanje i skrućivanje se mora odvijati brzo, jer za sporog skrućivanja nastaju veliki kristali leda, što uvjetuju grubu teksturu proizvoda.



Grafikon 2

Postoci zamrznute vode (leda) u krem sladoledu u uvjetima različitih temperatura (Nielsen, 1973)

Za sliku 2 na slijedećoj stranici iznosimo legendu:

Prijem i punjenje:

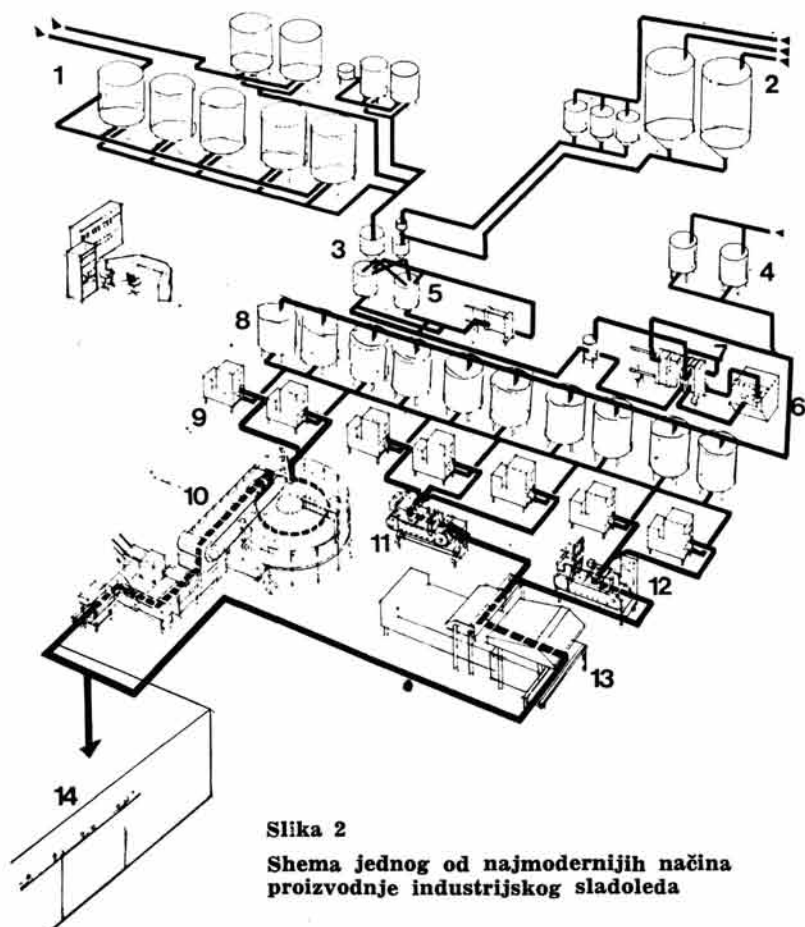
1. Tekuća sirovina
2. Zamrznuta sirovina
3. Sirovina u prahu
4. Vaga
5. Aromatske tvari i boje

Miješanje sirovina:

6. Miješanje
7. Homogenizacija
8. Pasterizacija
9. Zrenje

Zaleđivanje i punjenje:

10. Kontinuirani zaleđivači
11. Proizvodnja i opremanje sladoleda na štapiću
12. Proizvodnja većih oblika sladoleda za domaćinstva
13. Sladoled u čašicama
14. Tunel za skrućivanje
15. Hladnjača



Slika 2

Shema jednog od najmodernijih načina proizvodnje industrijskog sladoleda

IV Zrenje sladoledne smjese

U proizvodnji sladoleda koristi se sposobnost stabilizatora da u vodi formiraju gel strukturu ili da se vežu s vodom.

Mikrostruktura sladoledne smjese bitno ovisi o dodanim emulgatorima i stabilizatorima. Sladoled je fizičko-kemijski vrlo složen sistem i vjerojatno jedan od najsloženijih mljekarskih proizvoda.

U sladolednoj smjesi razlikuju se slijedeća fizičko-kemijska stanja:

— Prava otopina — koju čine otopine šećera (laktoza, saharoza, glukoza i soli mlijeka) veličine čestica 10^{-10} do 10^{-9} m;

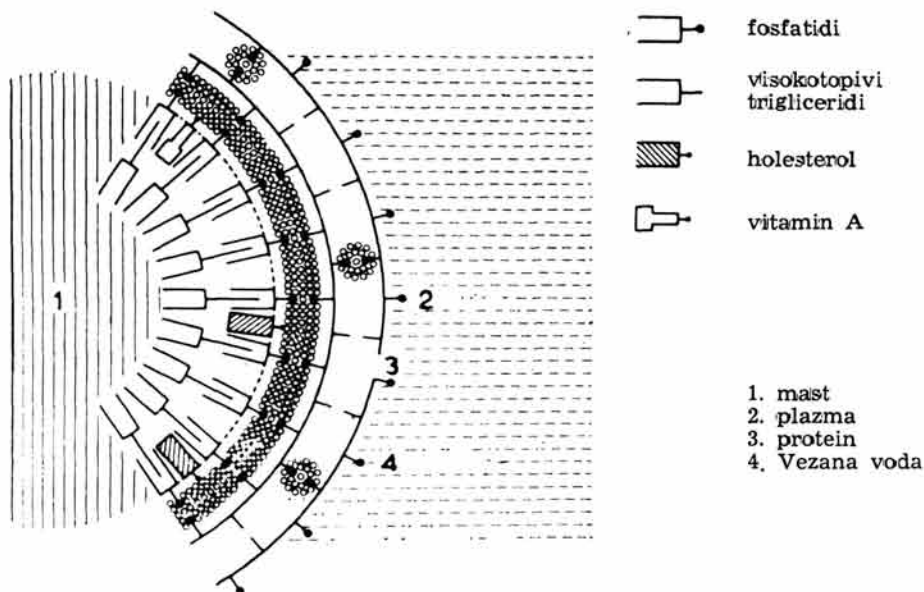
— Koloidna otopina — otopina svih proteina mlijeka, dodanih stabilizatora te soli, naročito spojeva kalcija (veličina čestica od 10^{-9} m do 10^{-7} m);

— Emulzija — tekuća masna faza u fazi vode (veličina čestica od 10^{-7} m pa do vidljivih). Nakon homogenizacije mješavine veličina čestica dostiže od 10^{-7} m do 10^{-6} m.

— Suspenzija — krute čestice u tekućoj fazi (veličina čestica od 10^{-7} m na više).

U sladoledu suspenziju čine ledeni kristali veličine 5×10^{-6} m do 3×10^{-5} m.

1. Emulgatori



Slika 3

Shema dijela masne kuglice (King, 1956)

Pjena nastaje uključivanjem zraka u neku supstancu i može se smatrati vrstom suspenzije. Sladoled sadrži 90—100% zraka (veličina mjehurića zraka u sladoledu kreće se od 3×10^{-5} do 10^{-5} m). Prema tome se sladoled može smatrati pjenom (Iversen, 1972).

Slika 3 prikazuje shemu razmještaja sastojaka u kuglici mlječne masti. Značaj membrane kuglice mlječne masti, odnosno na nju vezanog proteina stabilizatora velik je u proizvodnji sladoleda naročito za trajanja zaleđivanja te uskladištenja.

Emulgatori i stabilizatori su do stanovite mjere identični.

Emulgator reducira i stabilizira površinsku napetost.

Stabilizator je proizvod koji raspršen u smjesu veže vodu u oblik hidratacijske vode.

Osnovni se utjecaj stabilizatora u sladoledu (Baković, 1965.) odražava na:

1. konzistenciju i teksturu
2. rast kristala
3. otpornost prema otapanju

Konzistencija sladoleda je osobina određene čvrstoće, te otpornosti prema otapanju. Teksturu određuju sitne čestice, njihova veličina, razmještaj i oblik (Arbuckle, 1972.).

Emulgatori su kationi, anioni ili neionske tvari. U proizvodnji sladoleda se uglavnom upotrebljavaju neionski emulgatori, derivati prirodnih masti. Procesom esterifikacije sadrže više radikala topivih u vodi (hidrofilni) vezanih za više radikala topivih u masti (lipofilni). Takav se proizvod u dvofaznom sustavu slijepi uz površinski sloj i hidrofilnim dijelom prodire u vodenu, a lipofilnim u masnu fazu. Emulzija može biti tipa voda u ulju ili ulje u vodi.

Sladoled je emulzija ulje u vodi.

Emulgator se nalazi u slijedećim skupinama:

1. glicerol esteri (pretežno za sladoled)
2. sorbitolni esteri (pretežno za čokoladu)
3. esteri šećera
4. drugi.

Emulgatori, membranski protein i male čestice masti za trajanja zaleđivanja stvaraju strukturu mreža, o kojima ovisi otpornost sladoleda prema otapanju.

Stupanj otpornosti prema otapanju se može podesiti tipom i količinom upotrebljenog emulgatora (Iversen, 1972).

2. Stabilizatori

Stabilizator je proizvod koji može vezati veliku količinu vode kao vodu hidratacije. Fenomen hidratacijske vode se zamjećuje u različitim proizvodima. Meso koje sadrži 75% vode ili voće s 85% vode ipak nisu tekućine. Voda je u tim proizvodima određenim silama povezana u integralno stanje.

Stabilizatori u proizvodima, protein u mesu, pektin u voću vežu veliku količinu vode u obliku vode hidratacije, te mrežne konstrukcije isprepletene u cijelom proizvodu čine ostatak vode statičkim.

Smatra se da proteini mogu vezati 20% svoje težine kao vodu hidratacije. Želatinske tvari vežu 7—800 g vode na 100 g želatine. Voda vezana na želatinu ima sva svojstva slobodne vode, ledi se, isparava i otapa topive sastojke, a ograničena je samo njena mobilnost. Hidratacijska voda je vezana na stabilizator pomoću H-veza.

Stabilizatori se uglavnom dijele u dvije skupine: proteinske i ugljikohidratne. Mlijeko unosi u sladolednu smjesu tri proteina stabilizatora: kazein, albumin, globulin. Proteini su sastavljeni od niza aminokiselina vezanih peptidnim vezama. Kazein u obliku Na kazeinata dobro podnosi zagrijavanje, ali se djelovanjem topline denaturiraju albumin i globulin i pojavljuju se sulfidrilne skupine koje uzrokuju pojavu okusa po kuhanom, grešku okusa sladoleda.

Stabilizator za proizvodnju sladoleda treba da je: 1. prirodnog porijekla; 2. bez okusa; 3. lako disperzan; 4. termostabilan; 5. umjereni uzročnik povećanja viskoziteta sladoleda; 6. aktivator potrebnog svojstva topljenja.

To su svojstva stabilizatora: a) proteina; b) guma; c) galaktomanana. d) modificirane celuloze i e) drugih.

Naš pravilnik (1964) dozvoljava upotrebu slijedećih stabilizatora: želatina, pektin, alginat, tragan i rogač.

Želatina je jedini proteinski dodani stabilizator koji se koristi za sladoled ali sve manje, i to zbog njenih nepovoljnih svojstava — prevelikog viskoziteta i specifičnog okusa.

CMC (karboksi metil celuloza) stabilizator se koristi u smjesi s ostalima, i posebno je podesan za proizvodnju šerbeta, te vodenog i mekog sladoleda.

Morske gume koriste se u obliku Na-alginata, koji uz niz dobrih svojstava, naročito velike otpornosti prema toplini, očituju i neka loša svojstva, te daju sladoledu veliku viskoznost, a sladoled je nepoželjna okusa.

Karagenani uz niz dobrih svojstava imaju i niz loših da znatno povećavaju viskoznost smjese i mijenjaju okus sladoleda.

Djelovanje galaktomanana i njihovo svojstvo vezivanja vode bitno ovise o ravnoteži soli u mlijeku.

Nekada su se kao stabilizatori koristili modificirani škrob i biljne gume (tragakant).

Za sada niti jedan stabilizator nije kompletan, a svaki od navedenih osim pozitivnih ima i nepoželjnih svojstava, pa se kombiniranjem stabilizatora od više tvari postiže naglašavanje željenih a uklanjanje neželjenih svojstava (Iversen, 1972).

3. Uvjeti zrenja — temperature i trajanje

O trajanju zrenja sladoledne smjese u novijoj literaturi nalazimo podatke koji se kreću u rasponu od tri do četiri sata (Arbuckle, 1972). Kao temperatura zrenja navodi se 4,4°C, 2°C te nešto ispod 0°C (Arbuckle, 1977).

(Nastavak u broju 11.)

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE I OTKUPA MLIJEKA MLJEKARSKE INDUSTRIJE »ZDENKA«, VELIKI ZDENCI*

Branko KUKAVICA, dipl. inž., »Zdenka«, Veliki Zdenci

Proizvodno i otkupno područje »Zdenke«, Mljekarske industrije nalazi se na šest općina, a to su: Daruvar, Garešnica, Grubišno Polje, Pakrac, Pođravska Slatina i Virovitica. Pored ovih šest općina dijelokrugom našeg rada djelomično su obuhvaćene općine Bjelovar, Čazma i Slavonska Orahovica. »Zdenka«, Mljekarska industrija locirana je u središnjem dijelu tog područja i udaljena oko 90 km zračne linije od republičkog centra Zagreba.

Na proizvodnom i otkupnom području »Zdenke«, od ukupnih površina na poljoprivredno zemljište otpada 58,60%, na šumsko 36,39% i na neplodno zemljište 5,01%. Od poljoprivrednih površina u društvenom sektoru nalazi se 28,67% dok je 77,33% zemljišta u vlasništvu individualnih proizvođača. Na obradive površine otpada 53,73% od ukupnog zemljišta, od čega se u društvenom sektoru nalazi 23,40% dok se 76,60% obradivih površina nalazi u vlasništvu individualnih proizvođača.

Oraničnih površina i vrtova ima na cijelom području 42,33% od ukupnih površina, što iznosi 78,77% obradivih površina. Na slabo produktivne pašnjake i neplodno tlo na cijelom području otpada 9,39% od ukupnih površina. Prema navedenim podacima vidljivo je da je ratarska proizvodnja na cijelom proizvodnom i otkupnom području najvažnija grana biljne proizvodnje, jer ratarske kulture na oranicama zauzimaju 78,77% ukupnih obradivih površina.

Do prije godinu dana »Zdenka«, Mljekarska industrija je egzistirala kao jedinstvena radna organizacija. Na osnovu ZUR-a »Zdenka« je također prešla na OOUR-sku organizaciju te danas između ostalih OOUR-a imamo i OOK »Kooperciju« koja se bavi poslovima proizvodnje i otkupa mlijeka. Bit uspjeha djelovanja je svakako i u dobroj organizaciji posla. Služba primarne proizvodnje mlijeka locirana je pri samoj tvornici u Velikim Zdencima, a djelokrug njenog djelovanja je cijelo proizvodno i otkupno područje. Neposredni suradnici radnika službe primarne proizvodnje mlijeka su rukovodioci radnih jedinica na terenu koji sprovode u djelo zacrtane zadatke i poslove iz oblasti primarne proizvodnje mlijeka.

* Referat održan na »Mleko '81«, Maribor, 24—29. 10. 1981.