

7. organizuje prodaju mleka i proizvoda preko svoje ili ostale maloprodajne mreže i obezbeđuje redovno snabdevanje čitave zemlje mlekom i mlečnim proizvodima; i obavlja niz drugih funkcija.

Zaključci

1. Proizvodnja, prerada i promet mleka i mlečnih proizvoda objedinjeni su u jedinstvenu poslovnu organizaciju koja ima isključivu odgovornost za razvoj čitave grane, iskorišćavanje prirodnih potencijala zemlje i snabdevanje stanovništva.

2. Individualni proizvođač, organizovan kroz mlekarsku zadrugu (kooperativu), a uz pomoć Centralnog saveza predstavlja osnovu u proizvodnji mleka.

3. Centralni savez mlekarskih kooperativa je samostalna i kompletna organizacija mlekarstva kao privredne grane, sa svim potrebnim službama, ali bez autarkije, jer Savez organizuje samo službe za poslove i funkcije koji se ne mogu ustupiti drugim organizacijama.

4. Nije moguće bilo kakvo ocenjivanje rezultata postignutih u mlekarstvu, a da se ovi u najvećoj meri ne pripisuju visokom stepenu organizovanosti na svim nivoima i to od početka pa do najnovijih dana; Centralni savez uspešno nastavlja ovu tradiciju.

5. U mlekarstvu Poljske postoji tradicionalno optimalan odnos centralizacije i decentralizacije funkcija s jedne i demokratskog samoupravljanja i efikasnog rukovođenja s druge strane.

6. N.R. Poljska je socijalistička, nama prijateljska zemlja. Za vreme boravka više puta je iskazana želja za saradnjom s mlekarstvom Jugoslavije. Mi imamo mnogo razloga da gajimo iste želje, pored ostalog i zbog toga što se imamo čemu poučiti upoznavanjem poljskog mlekarstva i zemlje uopšte.

Dipl. inž. Tihomir Miljković, Pirot
Mlekarska škola

TEHNOLOŠKI PRINCIPI PROIZVODNJE SLADOLEDA U SOVJETSKOM SAVEZU

Sladoled predstavlja hranljiv produkt, proizveden od zamrznute pasteri-zovane smeše, koja se sastoji od mleka, pavlake ili drugih mlečnih produkata, šećera, plodova, stabilizatora i raznih aromatičnih materija. Proizvodnja sladoleda vrši se ustanovljenim receptima.

Sladoled je visoko kalorična hrana i u jednom kilogramu ima 2000—2600 Kal. Po sastavu je bogat mlečnom mašću, belančevinama i ugljenim hidratima. Pored toga sladoled sadrži u dovoljnoj količini neorganske soli i vitamine (A, B, D i C). Mlečna mast se nalazi u sladoledu u vidu fine suspenzije radi čega se lako usvaja od organizma.

U zavisnosti od sastava, ukusa i aromatičnih materija, sladoled se deli na mlečni, pavlačni, voćni i aromatični. Prosečan hemiski sastav raznih vidova sladoleda može se videti u tabeli broj 1.

Svaka vrsta sladoleda ima svoj specifičan ukus i miris. Pored toga treba da bude jednorodna konzistencija bez kristala leda i zrnaca od stabilizatora i masti. Gotov sladoled treba da zadrži svoj oblik a da ne bude suviše tvrd, da se topi brzo na jeziku a na vazduhu sporo, da se pri upotrebi ne osećaju kristali šećera. Da pri izradi bude zasićen vazduhom (vazduh se u sladoledu nalazi u vidu sitnih mehurića). Broj mikroorganizama u 1 cm³ ne sme biti veći od

300 000 za sve vrste sladoleda pod uslovom da nema patogenih i toksičnih mikroorganizama.

Sirovina za proizvodnju sladoleda — Sladoled se izrađuje od sledeće sirovine: mlečni proizvodi: puno i obrano mleko, pavlaka, maslac; šećer — šećerne repe, med; produkti od jaja — jaja, jaja u prahu; stabilizatori — agar-agar, želatin, natrijev alginat, natrijev kazeinat, pšenično brašno; aromatične materije — vanila, kakao, kafa, čokolada, orasi, esencija i boja, koja je dozvoljena u prehrambenoj industriji. Sva nabrojana sirovina treba da bude visoko kvalitetna. Puno i obrano mleko treba da budu sveži s kiselošću ispod 22°T. i da sadrži suhu materiju bez masti preko 8%.

Za proizvodnju sladoleda upotrebljava se slatka pavlaka kiselosti 20°T. i masnoće preko 20%. Ako se upotrebljava maslac radi povećanja % masti u sladoledu treba da se upotrebi prvoklasni neslani maslac dobijen iz slatke pavlake.

Tabela 1

	Klasifikacija sladoleda					
	pavični i pavlačni	pavični s jagodama	mlečni	mlečni s orasima	voćni	aromatični
mlečna mast u % ne sme biti manje od	10	8	3,5	2,8	—	—
šećer u % ne manje od	12	14	15	16	27	25
suve materije u % ne manje od	32	32	29	29	30	25
kiselost (°T) ne više od	22	50	22	50	70	70
sua supstanca mleka bez masti u %	8-10	8-11	8-10	8-10	—	—

Produkti od jaja povećavaju hranljivu vrednost sladoledu i poboljšavaju strukturu i konzistenciju. Jaja treba da su sasvim sveža, a proizvodi od jaja da su dobro pripremljeni i čuvani.

Šećeri daju sladak ukus, nežnu strukturu i snižavaju smrzavanje i topljenje sladoleda.

Stabilizatori imaju sposobnost da upijaju slobodnu vodu (da nabubre) i da obrazuju gel. Na ovaj način povećavaju viskozitet smeši, poboljšava se tučenje (sposobnost da se zahvati veća količina vazduha) i sprečavaju stvaranje velikih kristala leda. Prema tome stabilizatori doprinose da sladoled dobije nežnu konzistenciju i povećanu otpornost na topljenje.

Stabilizatori se dodaju smeši sladoleda pojedinačno u ovim količinama u procentima:

Tabela 2

Vrsta sladoleda	želatin	agar-agar	natrijev alginat	brašno	natrijev kazeinat
mlečni	0,5	0,3	0,2	2,0	1,0
voćni: od jagoda, aromatičan	0,9	0,7	0,3	3,0	—

Želatin je najbolji stabilizator. Bubrenjem upije 15 puta veću količinu vode od svoje sopstvene težine. U toploj vodi se rastvara, a iznad 70°C gubi želatinoznu sposobnost. Želatin dobrog kvaliteta je bez ukusa i mirisa i prozračan sa slabo žutom bojom.

Agar-agar bubrenjem upija veću količinu vode od želatina. (18 puta veću količinu od svoje sopstvene težine). Upotrebljava se u manjim količinama. U upoređenju sa želatinom agar daje sladoledu grublju konzistenciju, s grubim kristalima leda. Povećanjem kiselosti smeše smanjuje se sposobnost agara da stvara gel.

Natrijev alginat ima ista svojstva i osobine kao i agar.

Pri nedostatku želatina i agara kao stabilizatori upotrebljavaju se kukuruzno i pirinčano brašno kao i pšenično, dok se brašno od krompira ne upotrebljava, jer daje sladoledu specifičan ukus na krompir.

Pektin (od plodova) može se upotrebiti kao stabilizator samo pri izradi voćnog sladoleda. Upotrebljava se samo dobro prečišćen pektin bezbojan i bez stranih primesa. Kao stabilizator može se upotrebiti i sirišni ferment. On poboljšava kvalitet gotovom proizvodu, povećava viskozitet smeši, ubrzava tučenje i sprečava stvaranje velikih kristala leda zamrzavanjem. Pogodan je sirišni ferment naročito onda kada imamo malo suve materije u smeši. Na 100 kg smeše dodaje se 1—2 g sirila u prahu ili 10—20 cm³ sirila u tečnosti.

Aromatične materije se dodaju smeši, da bi sladoled imao određen ukus i miris, karakterističan za svaku vrstu sladoleda. Vanilija je aromatična materija koja se najviše upotrebljava za sladoled. Dodaje se smeši od 0,005 do 0,015%. Kao aromatične materije upotrebljavaju se još i kakao u prahu i čokolada. Kakao se dodaje smeši oko 2%, čokolada 4—6%.

Sladoled s orasima priprema se tako da se jezgro od oraha ili lešnika sitno samelje, i dodaje se kod običnog sladoleda do 6% a u čokoladni do 10%.

Voćni sladoled priprema se tako da se odaberu plodovi dobrog kvaliteta: kajsijske, trešnje, višnje, maline, jagode i drugo, kod kojih se odstrane koštice i samelju sitno a potom dodaju smeši. Sveže plodove ne smemo čuvati više od 7 dana i ne sme da ima trulih i plesnivih mesta. Može se upotrebiti i zamrznuto voće, koje se prethodno razmrzne i pripremi. U smešu se unose sledeće količine plodova: sveži ili zamrznuti plodovi 12—18%, voćni sokovi ili sirup 15—25%, ekstrakti i esencija do 0,02%.

Tehnološki proces izrade sladoleda —

Tehnologija izrade sladoleda sastoji se u sledećim osnovnim operacijama:

1. pripremanje sirovine i sastavljanje smeše
2. pasterizacija smeše
3. homogenizacija smeše
4. hlađenje i zrenje smeše
5. frizovanje (zamrzavanje smeše) i formiranje sladoleda
6. duboko smrzavanje i lagerovanje sladoleda i
7. transport sladoleda.

Pripremanje sirovine i sastavljanje smeše — Sastavljanje smeše za sladoled vrši se po tačno utvrđenim receptima. Sirovina se klasira i odmere se potrebne količine. Pre mešanja, svaka sirovina mora se posebno pripremiti.

Mleko i pavlaka se primaju (po hemiskom sastavu i svežini), procede i ohlađuju do 1—2°C. Na takvoj temperaturi čuvaju se do upotrebe u tankovima.

Kada se upotrebljava mleko u prahu prethodno se mora rastvoriti, tako da se dva dela mleka pomeša s jednim delom šećera, pa se sve to dobro izmeša i stavlja u vodu.

Pavlaci se površinski sloj skine. Pavlaka mora biti sveža i nepromenjena. Pavlaka se meša s istom količinom šećera i meša se sve dok se ne dobije masa slična kremi, koja se stavlja u smešu.

Žumanac i belanac jajeta se razmute dok se dobije jednorodna konzistencija. Kada se upotrebljavaju jaja u prahu moraju se prethodno rastvoriti kao i mleko u prahu.

Želatin pre upotrebe se ispiri hladnom vodom u vremenu od 30'. Posle ispiranja napravi se 10% rastvor želatina u vodi, koji se postepeno zagreva do 55°—65° C. Rastvor želatina dodaje se smeši za vreme pasterizacije kada se postigne temperatura 50—60°C.

Agar-agar se prethodno ispiri 2—3 sata hladnom tekućom vodom, dok ne dobije svetlu boju i izgubi sve strane mirise. Upotrebljava se u vidu 5—10% vodenog rastvora zagrejanog na 90—95°C. Zagrejan rastvor agara dodaje se smeši za vreme pasterizacije, kada se postigne temperatura 60—65°C. Pri upotrebi natrijum alginata postupak je isti kao i kod agara.

Pšenično brašno priprema se tako da se jedan deo brašna i dva dela vode zamesi i dobijeno testo zaliva se pet puta većom količinom vrele vode. Posle toga kašasta masa se zagreva dok ne postane staklasta.

Posle pojedinačne pripreme sastavlja se smeša sledećim redom: U pasterizacionu kadu nalije se najpre mleko, pavlaka ili voda, zagreje se do 60°C i stavlja se šećer, mleko u prahu, proizvodi od jaja i stabilizatori. Smeša se meša dok se svi sastojci ne rastvore. Aromatične materije dodaju se poslednje i to pred kraj pasterizacije.

Sladoled se proizvodi po postojećim receptima u kojima je dat sastav sirovina. Sirovine kojima raspolažemo mogu imati sastav koji se razlikuje od sastava naznačenog u receptu. U tom slučaju potrebno je da se izvrši standardizacija kako bi dobili sladoled određenog hemiskog sastava. Količina neophodnih sastojaka izražava se na 100 kg smeše.

Primer: Treba da se napravi recept za 100 kg sladoleda s 10% masti, 18% šećera, 0,3% agara i 7% jaja. Raspolažemo mlekom masnoće 3,5%, suvim bezmasnim ostatkom 8,5% i pavlakom sa 20% masti.

Sada se date količine sirovina unose u tabelu 3.

Tabela 3

Vrsta proizvoda	količina proizvoda u kg	od toga			
		količina masti u kg	količina suve materije bez masti	količina šećera u kg	ukupna količina suvih materija u kg
pavlaka masnoće 20% suve materije bez masti 6,8%	—	—	—	—	—
mleko masnoće 3,5% suve materije bez masti 8,5%	—	—	—	—	—
šećer	18,0	—	—	18	18,0
jaja (suve materije 26%)	7,0	—	—	—	1,82
agar-agar	0,3	—	—	—	0,3

Date količine šećera i agara daju odmah i opštu količinu suve materije i radi toga se odmah unose u poslednju kolonu tabele. Suva materija u jajima

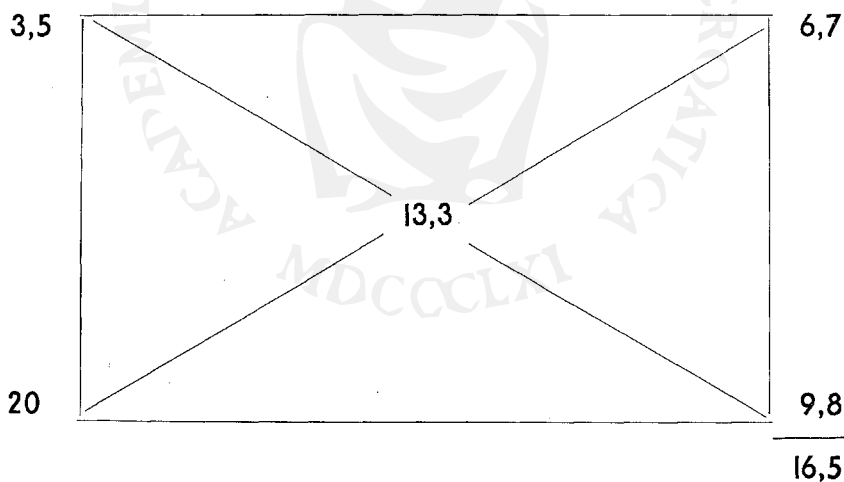
je 26%. U 7 kg jaja suvu materiju ćemo izračunati $\frac{7 \times 26}{100} = 1,82$ kg. Ova ko-

ličina suvih materija unosi se u poslednju kolonu. Sada treba da vidimo koju ćemo količinu pavlake i mleka uzeti. To ćemo znati kada od 100 oduzmemo količinu šećera, jaja i agara ($100 - (18 + 7 + 0,3) = 74,7$ kg.

Da bi se dobio sladoled sa 10% masti, znači u 100 kg sladoleda treba biti 10 kg masti. Nas interesuje koji % masti treba da imaju 74,7 kg mleka i pavla-

ke. To se dobije računom $\frac{10}{74,7} \times 100 = 13,3\%$.

Sada se Pirsonovim kvadratom pronađe količina mleka i količina pavlake koja se treba pomešati i dodati.



$$\text{Količina pavlake} = \frac{74,7 \times 9,8}{16,8} = 44,5$$

$$\text{Količina mleka} = 74,7 - 44,5 = 30,2 \text{ kg.}$$

Količina masti i suve materije bez masti u mleku i pavlaci određuje se na sledeći način:

$$\text{količina masti u mleku: } 30,2 \times 0,035 = 1,1 \text{ kg}$$

$$\text{količina suve materije bez masti u mleku: } 30,2 \times 0,085 = 2,6$$

$$\text{količina masti u pavlaci: } 44,5 \times 0,2 = 8,9.$$

Da bi pronašli suvi ostatak bez masti u pavlaci, potrebno je da se zna procenat suve materije bez masti. Sadržaj suve materije bez masti u mleku je 8,5%. Procenat suve materije bez masti u pavlaci biće: $(100 - 20) \times 0,085 = 80 \times 0,085 = 6,8$.

$$\text{Količina suve materije bez masti u pavlaci je: } 44,5 \times 0,068 = 3,03\%.$$

Svi dobijeni rezultati ako se unesu na svoja mesta u tabeli 3 dobiće se tabela 4.

Tabela 4

Vrsta proizvoda	količina proizvoda u kg	od toga			
		količina masti u kg	količina suve materije bez masti	količina šećera u kg	ukupna količina suvih materija u kg
pavlačka masnoće 20 ⁰ / ₀ suve materije bez masti 6,8 ⁰ / ₀	44,5	8,9	3,02	—	11,92
mleko masnoće 3,5 ⁰ / ₀ suve materije bez masti 8,5 ⁰ / ₀	30,2	1,1	2,6	—	3,7
šećer	18,0	—	—	18	18,0
jaja (suve materije 26 ⁰ / ₀)	7,0	—	—	—	1,82
agar-agar	0,3	—	—	—	0,3
u k u p n o :	100,0	10,0	5,62	18	35,74

Pasterizacija smeše — Da bi se uništili patogeni i da bi se smanjio broj mikroorganizama, i da bi se izvršilo potpuno rastvaranje sastojaka, smeša se pasterizira. Primenjuje se niska pasterizacija na 68—70°C u vremenu od 30'. Viša temperatura se ne preporučuje, jer je smeša sladoleda bogata suvim materijama (mast i belančevine) koje se pojavljuju kao sveobuhvatni puferni sistem pri dejstvu temperature na bakterije u smešu. Kada se proizvodi sladoled u većim količinama pasterizacija se vrši u kotlastim pasterima, a kada se proizvodi u manjim količinama pasterizacija se vrši u sudovima, koji su čisti i dobro kalaisani. Pasterizirana smeša se filtrira kroz filtre. Filtrirana smeša se odmah odvodi u homogenizator. Ukoliko nemamo homogenizatora smeša se mora odmah ohladiti.

Homogenizacija smeše — Da bi se dobio sladoled nežne konzistencije i da bi se dobila smeša s povećanom moći tučenja, kod industriskog načina proizvodnje vrši se homogenizacija smeše na temperaturi oko 60°C.

Homogenizirana smeša ima sledeća preinućstva:

1. usitnjavaju se masne kapljice i viskozitet smeše se povećava 4 do 16 puta i smeša dobija homogenu konzistenciju. Ovim su odstranjene mogućnosti za izdvajanje mlečne masti na površini;

2. gotov sladoled dobija masnu plastičnu konzistenciju i izrazit ukus na mlečnu mast.

Povećani viskozitet i usitnjene masne kapljice ograničavaju mogućnost stvaranja velikih vodenih i šećernih kristala pri hlađenju.

Efekat homogenizacije zavisi od konstrukcije aparata, temperature smeše i pritiska. S povećanjem suve materije i masnoće smeše pritisak treba biti manji. Utvrđeno je da pri izradi pavlačnog sladoleda srednjeg sastava pritisak treba biti od 200 do 250 atmosfera.

U poslednje vreme veliku primenu imaju višestruki homogenizatori, kojima se dobija bolji kvalitet sladoleda. Prolaskom smeše kroz ovaj homogenizator smeša nailazi na tri prolaza s različitim pritiskom. Kod prvog prolaza pritisak je 200 atmosfera, pri drugom je 100 atmosfera i kod trećeg prolaza 10 atmosfera.

Homogenizirana smeša ima veći broj mikroorganizama do 200%. Ovo dolazi zbog deljenja-razjedinjavanja streptokoka i streptobakterija.

Hlađenje i zrenje smeše — Homogenizirana smeša se hladi na 2—4°C. Hlađenjem se želi da se spreči dejstvo slučajno preživelih mikroorganizama posle pasterizacije i da se pripremi smeša za sledeći tehnološki proces. Ispod 2°C ne treba smeša da se hladi, jer se otežavaju tehnološki procesi, poskupljuje proizvodnja i pogoršava kvalitet sladoleda.

Pri proizvodnji malih količina, smeša se hladi kao i mleko potapanjem suda u ledom ohlađenu vodu, i povremeno se meša.

Pri proizvodnji velikih količina smeša se hladi s pomoću rebrastih hladionika, koji imaju sekcije za hladnu slanu vodu (kompresorsku). Ohlađena smeša odvodi se u kotao s dvojnim zidovima gde se obavlja fizikalno zrenje. Za zrenje se mogu upotrebiti i zrijači za pavlaku. Zrenje smeše vrši se na temperaturi 2—4°C i traje 4—16 sati. Za vreme zrenja mlečna mast očvrstne i iskristalizira. U isto vreme dolazi do hidratacije belančevina i bubrenja stabilizatora, i time smeša dobija željenu strukturu i povećani viskozitet. Ove fizikalno-hemiske promene poboljšavaju tučenje smeše, strukturu i konzistenciju proizvedenog sladoleda.

Poslednjih nekoliko godina s uspehom se primenjuje dvostepeno zrenje smeše. Pri takvom zrenju smeša se najpre ohladi na temperaturi od 15—18°C i drži se na toj temperaturi 2—3 sata. Za to vreme želatin nabubri i upije više slobodne vode nego na niskoj temperaturi. Posle toga smeša se ohladi na 2—3°C i drži se još 3—4 sata. Pri ovakvom načinu zrenja povećava se viskozitet i može se upotreba želatina smanjiti za 30%.

Posle zrenja smeši se dodaju aromatične materije.

Smrzavanje smeše i formiranje sladoleda — Smrzavanje smeše je jedan od najodgovornijih tehnoloških operacija kod proizvodnje sladoleda. Smeša se ohladi do tog stepena da 35—50% vode kristalizira. Od načina kako teče proces smrzavanja, zavisi u velikoj meri i kvalitet sladoleda. Pri nepravilnom smrzavanju smeše dobije se sladoled s grubom konzistencijom, krupnim kristalima leda, sa slabo izraženom aromom itd. Smrzavanje vrši se u frizerima s prekidnim i neprekidnim dejstvom. Smrzavanjem se podstiču uglavnom dve stvari: 1. delimično smrzavanje slobodne vode u smeši i 2. zasiti se sladoled vazduhom, da bi se poboljšala struktura i konzistencija. S obzirom da smeša ima u sebi šećera i veliku količinu suvih materija tačka smrzavanja joj je dosta niska (—2) do (—8°C).

U frizeru zamrzavanje smeše počinje na stenama cilindra gde se obrazuju prvi kristali leda. Kristali brzo povećaju svoje razmere te je zbog toga mešalica frizera snabdevena noževima koji neprestano skidaju stvorene kristale. Ukoliko bi u unutrašnjosti smeše došlo do brzog stvaranja kristala veličine preko 10 mik. dobili bi sladoled s nedostatkom poznatim kao »peskovitost«. Ograničavanje porasta kristala zavisi od sastava smeše i brzine smrzavanja.

Ukoliko je bogatija u suvim materijama (naročito u mastima i suve plazme) smeša, utoliko se manji kristali obrazuju. Pri visokom % suve materije slobodne vode ima manje u smeši i tačka smrzavanja je niža, pa se prema tome obrazuju i manji kristali. Kuglice mlečne masti narušavaju neprekidnost u vodenoj fazi smeše. Vodeni kristali mogu da se stvore i rastu samo između njih, radi toga je veličina kristala ograničena prostorno među masnim kuglicama. Ovo je razlog da homogenizirana i bogatija u mastima smeša daje uslove za obrazovanje malih kristala. Stabilizatori nalazeći se u željenoj količini i sastavu, fiksiraju masne kapljice i ne daju mogućnost kristalima leda da se

šire. Belančevine vezuju znatnu količinu slobodne vode i time doprinose da se obrazuju sitniji kristali.

Veličina kristala zavisi i od brzine smrzavanja. Ukoliko brže teče proces smrzavanja utoliko veći broj kristala počne da se stvara i sitniji su. Na brzinu smrzavanja utiče tačka smrzavanja smeše, viskozitet i temperatura.

Kod smeše s velikim viskozitetom i suvom materijom (šećer i soli) smrzavanje je sporije. Ukoliko je niža temperatura ohlađenoj tečnosti i veća brzina cirkulacije, utoliko će biti intenzivnije smrzavanje. U vezi sa smrzavanjem smeše je i obrada vazduha i izdašnost. Vazduh je neophodni sastavni deo sladoleda i od njega zavisi njegov kvalitet. Bez vazduha sladoled bi predstavljao leđenu masu s kristalima čija bi se velika hladnoća osećala u ustima i stomaku. Vazdušni mehurići u sladoledu pojavljuju se kao izolatori i sprečavaju da se brzo topi pri upotrebi, a isto tako ne dozvoljava da dođe do topljenja pri čuvanju na spoljnoj temperaturi.

Obrada vazduha u smeši zavisi od sastava smeše i načina smrzavanja. Može se reći da obradu vazduha uslovljava postojanost pregrade, koja se obrazuje među vazdušnim mehurićima. Materije, koje čine unutrašnje delove tečnosti, utiču na trajnost i stabilnost vazdušnih pregrada. Takve materije su belančevine, žumance od jajeta, želatin i sl. Mast smanjuje izdašnost smeši, jer masne kapljice uništavaju vazdušne mehuriće. Velike masne kapljice više smanjuju izdašnost nego manje. Radi toga homogenizacija povećava izdašnost smeše. Najveću izdašnost ima smeša koja sadrži 12—13% šećera. Pri većem ili manjem % izdašnost se smanjuje.

Zahvatanje vazduha zavisi od konstrukcije i brzine mešalice koja se nalazi u cilindru frizera. Pri slabom okretanju smeša ne može da primi vazduh, a pri velikoj brzini vazdušni mehurići se jako udaraju jedan od drugog i uništavaju. Zahvaćen vazduh treba da bude dispergiran na male ujednačene mehuriće, koji treba da budu ravnomerno raspoređeni po celoj masi sladoleda. Ovi vazdušni mehurići sprečavaju stvaranje ledenih kristala.

Izdašnost smeše treba da odgovara za svaku vrstu sladoleda. Tako izdašnost pavlačnog sladoleda je 80—100%, mlečnog 40—60%, a voćnog 30—40%. Pri velikoj izdašnosti sladoled dobija snežnu konzistenciju. Opšte je pravilo da je izdašnost tri puta veća od sadržaja suvih materija u smeši.

Stepen izdašnosti sladoleda metodom vaganja određuje se tako da se izmeri određena zapremina pre obrade u frizeru, a zatim se izmeri tačno određena zapremina po izlasku iz frizera. Da bi dobili stepen izdašnosti korišćićemo se sledećom formulom:

$$I = \frac{(T - T_c) \times 100}{T_c}$$

Gde je I = stepen izdašnosti u %

T = težina određene zapremine smeše

T_c = težina određene zapremine sladoleda.

Najprostiju spravu za smrzavanje predstavlja metalni kalaisani cilindar (zapremine 10 do 15 litara) s poklopcem, koji se nalazi u drugom sudu s izolacijom. U cilindru je montirana mešalica. Pokretanje mešalice je ručno ili mehaničkim putem. Cilindar se puni 50% od zapremine smešom. Zaleđena smeša na zidovima cilindra povremeno se skiđa drvenim nožem i pomeša se s ostalom masom. U zavisnosti od sadržaja ledeno-slane smeše i sprovođenja hladnoće

kroz zidove cilindra smrzavanje jedne porcije traje od 15 do 30 minuta. Proizvedena smrznuta smeša stavlja se u drugi cilindar za duboko smrzavanje, dok se konačno ne smrzne.

Sladoled dobijen na ovaj način ima dosta nedostataka od kojih su najvažniji: mala izdašnost (10—25%), gruba struktura i konzistencija, sadržaj velikih kristala leda i dr. Ovaj način smrzavanja odgovara kod male proizvodnje.

Najbolji rezultati se postižu pri smrzavanju smeša u frizeru, gde se postiže dobra izdašnost i konzistencija sladoleda. Frizeri mogu raditi neprekidno i s prekidom.

Zamrzavanje u frizeru s prekidnim dejstvom — Frizeri s prekidnim dejstvom predstavljaju cilindar montiran na postolju. U cilindru su montirane dve mešalice. Cilindar je obavijen plaštom u kojem se nalazi spiralna cev u kojoj cirkuliše slana hladna voda. Za vreme rada cilindar frizera puni se smešom 50% od zapremine. Kada se puste u pokret mešalice otvara se ventil za cirkulaciju hladne slane vode. Onaj deo smeše, koji dodiruje zidove cilindra, zamrzava. Noževi skidaju smrznutu masu, a mešalica koja se pokreće u suprotnom pravcu od pravca noževa, sitni i meša skinutu masu s opštom masom smeše, koja se istovremeno tuče.

U frizeru se smeša obrađuje 7—12 minuta. Posle tog vremena smeša treba da postigne željeni stepen izdašnosti i da se ohladi na $-3,5^{\circ}\text{C}$ do -5°C .

Kada se iz frizera izvadi smeša nedovoljno smrznuta, proizveden sladoled je sa slabom izdašnošću, sadrži malu količinu vazduha, i takav sladoled prate nedostaci »težak sladoled« i nema nežnu strukturu.

Brzina smrzavanja zavisi od temperature slane vode i od brzine cirkulacije iste. Za regulaciju pridolaženja slane vode, u praksi je utvrđeno da za 1 minut kroz frizer treba da prođe slana hladna voda u količini koja odgovara dva puta većoj zapremini frizera. Temperatura izlaza slane vode treba da bude za $2,8^{\circ}\text{C}$ niža od temperature ulaza u frizer. Najpogodnija temperatura slane vode je -25°C do -29°C .

Zamrzavanje u frizeru s neprekidnim dejstvom — Frizeri s neprekidnim radom izrađuju se s jednim cilindrom (kapacitet do 250 kg na sat) i s dva cilindra (kapacitet preko 500 kg na sat). Zamrzavanje smeše u cilindru vrši se amonijakom. Kod frizera s jednim cilindrom s neprekidnim dejstvom proces zamrzavanja odvija se ovim načinom: gotova i ohlađena smeša na -2°C do -4°C dolazi u rezervoar, odakle se prebaci jednom, zatim drugom pumpom. Druga pumpa se 3,3 puta brže okreće od prve usled čega se stvara vakuum. Kroz vazdušne ventile ubacuje se željena količina vazduha, koja se zajedno sa smešom prebacuje drugom pumpom, u cilindar frizera. Mešalica koja se brzo okreće (oko 700 obrtaja u minuti) baca smešu na zidove cilindra gde dolazi do smrzavanja, a oštri noževi skidaju zamrznutu smešu, ponovo je mešaju, a gotov sladoled pod pritiskom novostvorene smeše izbacuje se na drugi kraj cilindra. Smeša zamrzne za 5 do 10 sekundi. Brzo smrzavanje smeše vrši se zbog niske temperature, koja je -29°C do -33°C i zbog tankog sloja smeše koji se obrazuje u cilindru.

Gotov sladoled treba da ima temperaturu -6 do $-6,5^{\circ}\text{C}$ tj. za $1-2^{\circ}\text{C}$ nižu nego kod frizera s prekidnim radom. Smrzavanje se vrši pod pritiskom (1,5 do 2,5 atmosfere) koji se reguliše brojem obrtaja pumpe i temperaturom isparenog amonijaka. Ukoliko je brže zamrzavanje smeše, utoliko je veći pritisak. Izdašnost se povećava s povećanjem zahvaćenog vazduha i smanjenjem brzine prolaza sladoleda kroz frizer.

Frizeri s neprekidnim dejstvom daju visokokvalitetan proizvod. Sladoled se odlikuje nežnom strukturom i konzistencijom i ravnomerno raspoređenim vazduhom, u obliku sitnih mehurića. Frizeri se odlikuju velikom proizvodnošću. Kristali leda stvaraju se momentanim smrzavanjem i toliko su sitni da se ne osećaju pri trošenju sladoleda. Zahvaljujući prinudnom ubacivanju vazduha u smešu u momentu smrzavanja izdašnost sladoleda može da se reguliše brzo i uspešno. To je razlog da je sladoled izrađen u frizerima s neprekidnim dejstvom kvalitetniji u odnosu na sladoled dobijen u frizerima s prekidnim dejstvom.

Sladoled se oblikuje u kalupima. U zavisnosti od kalupa dobijaju se specijalne forme sladoleda. Iz frizera gotova zamrznuta smeša stavlja se u udubljene kalupe. Posle punjenja u svaki kalup stavlja se vertikalno drveni štapić. Napunjen kalup se stavlja u bazen za duboko smrzavanje gde cirkuliše slana hladna voda. Postoje i specijalne mašine za doziranje. Sladoled se formira u težini od 25, 50 i 75 g kod pakovanja u kesice i od 50, 100 ili 250 grama kada imamo specijalnu ambalažu.

Duboko smrzavanje i lagerovanje sladoleda — Pri zamrzavanju smeše zamrzne jedan deo vode (35 do 55%). Proizvedeni sladoled ima meku konzistenciju i brzo se topi. Zato posle zamrzavanja i formiranja sladoled ima dopunsko smrzavanje (duboko smrzavanje). Posle dubokog smrzavanja sladoled ima tvrdu konzistenciju i sporo se topi. U njemu je 80—90% vode zamrznuto.

Kod male proizvodnje sladoled se zamrzava u cilindre, koji se potope u rezervoar sa smešom leda i soli. Na 5—6 delova leda, dodaje se jedan deo soli. Duboko smrzavanje traje 10—16 sati.

Kod proizvodnje na veliko sladoled zamrzava u bazenima u kojima cirkuliše hladna slana voda (-28°C). Kalupi sa sladoledom stoje u bazenu 12—15 minuta. Posle toga se stavlja u vodu temperature 15— 20°C gde stoje nekoliko minuta, za koje vreme se sladoled odlepi od kalupa i vadi iz ležaja. Tako izvađeni sladoled pakuje se u staniol ili pergament papir.

U proizvodnji na veliko široku primenu ima tunelski metod zamrzavanja. Komore se hlade baterijama u kojima isparava amonijak. Temperatura vazduha u komorama je od -18 do -29°C . Komore ne treba napuniti odjednom velikom količinom sladoleda.

Najzad postoje tuneli za smrzavanje sa sporo pokretnim transporterom. Sladoled se stavlja na transporter, koji se sporo kreće i dok prođe kroz tunel (12—15 ili 30—40 minuta) ohladi se do -18 ili -20°C . U tunelu cirkuliše hladan vazduh temperature -37 do -48°C .

Gotovi proizvodi do prodaje treba da se čuvaju na -18°C i relativnoj vlažnosti vazduha 85—90%. Kolebanje temperature za vreme lagerovanja ne sme se dozvoliti.

Transport sladoleda — Sladoled treba da se transportuje pri uslovima koji ne dozvoljavaju da dođe do topljenja. Da bi se to postiglo potrebno je imati auto-frižidere. Pri nedostatku ovakvih kola sladoled se prevozi u rezervoarima s hladnom slanom smešom. Bilo na koji način da se prevozi sladoled treba imati temperaturu ispod -10 , -12°C .

Proizvodnja različitih vrsta sladoleda

a) **Mlečno-vanilni i pavlačno vanilni sladoled** — Kao aromatsko sredstvo kod ovih vrsti sladoleda upotrebljava se vanila. Ona se dodaje u zrelu smešu

