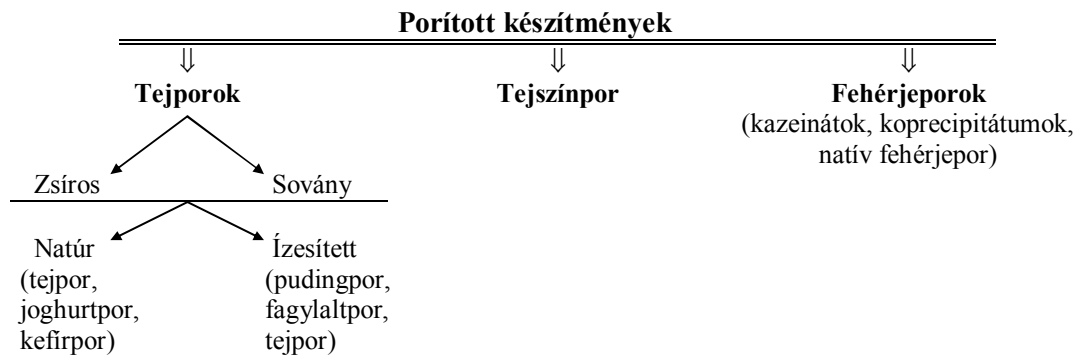


TEJPORGYÁRTÁS

A szárított tejtermékeket a közvetlen fogyasztáson kívül az édesiparban, a sütőiparban és más iparágakban használják fel. A fontosabb termékek: a teljes (zsíros) és a sovány tejpör, a tejszínpor, a savópor, az írópor és a termékek ízesített és kombinált változatai, pl. a fagyaltpor. Ezek a termékek folyékony alapanyagból, általában henger- vagy porlasztva szárítással, illetőleg inert testeken történő szárítással készülnek.



14.1. Az alapanyaggal szemben támasztott követelmények

A tejporgyártásra felhasznált tejjel szemben szigorú követelményeket kell támasztani. A tej hamisítatlan legyen. A kitermelés a szárazanyag-tartalom függvénye, ezért a mennyiségi átvétel alkalmával a tej összetételének – zsír- és zsírmentes szárazanyag-tartalmának – meghatározása feltétlen szükséges.

A tej savfoka legfeljebb 7,4 SH° lehet. A látszólag megfelelő savfokú tej ne tartalmazzon túlsavanyodott tételeket. A denaturált fehérje a gyártás folyamán technológiai problémákat okoz és ilyen körülmények között egyértelműen romlik a tejpör minősége. Ezért a tejtételeket alkoholpróbával minősíteni és válogatni kell. A 70%-os alkohollal pelyhes kicsapódást adó tejet a tejporgyártáshoz nem szabad felhasználni.

A tej egészséges állatoktól származzon. A beteg tőgygyulladásos állatok teje tejporgyártásra nem használható fel. A nagy szomatikus sejt számú, a rendellenes összetételű tejből készült tejpör oldhatósága nem lesz megfelelő.

A tej összcsíraszama – ezen belül a termotoleráns, termorezisztens, aerob és anaerob spórás baktériumok aránya – kicsi legyen. A speciális célokra gyártott, kíméletesen hőkezelt sovány tejpör gyártásához kiemelten fontos a tej megfelelő mikrobiológiai tisztasága.

A tej legyen tiszta, ne tartalmazzon idegen anyagokat. A teljes tejpör minősége, tárolhatósága szempontjából fontos, hogy a tejben a zsíroxidációt katalizáló réz- és vasionok mennyisége minimális legyen.

14.1.1. A tej tisztítása, a zsírtartalom beállítása, a tej előtárolása

A tisztítás célja a szennyeződések eltávolításával a berendezések mechanikai védelme, a hőátadó felületek szennyeződésének elkerülése és a hőkezelés csíraölő hatásának fokozása. A tej tisztítása tisztítócentrifugával hatékony. A tej zsírtartalmát olyan értékre kell beállítani, hogy a tejpör szabványban előírt zsírtartalom biztosítva legyen. A teljes tejpör gyártásához felhasznált tej zsírtartalmát a zsírmentes szárazanyag-tartalom figyelembevételével kell beállítani. A

zsírbeállítás teljes vagy részleges kifölözéssel, vagy a teljes tej és a fölözött tej megfelelő arányú keverésével történhet.

A tejszínnel való zsírbeállítás a tejpor szabadzsír-tartalmának a növekedését és ezáltal a minőség romlását okozhatja. A minőség megőrzése végett a tejet 5 °C-ra kell hűteni és a feldolgozásig ezen a hőmérsékleten tárolni.

14.1.2. A tej hőkezelése

Az alapanyag hőkezelésének kettős célja van:

- a tej pasztörözése, a pasztörözés általános követelményeinek maradéktalan kielégítése,
- felhasználási céloknak megfelelő tejportulajdonságoknak, a „funkcionális tulajdonságoknak” a kialakítása.

14.2. Bepárlás (sűrítés)

A bepárlás – eljárás-technikailag – három szakaszban folyik le:

- a víz elvonása hőkezeléssel,
- sűrítmény (koncentrátum) elválasztása a páráktól,
- a párák kondenzálása.

A bepárlás folyamata háromfokozatú, egyenes áramlású, erősáramú vákuum filmbepárló berendezés alapul vételével a következő:

A tej az első előmelegítőben az utolsó fokozatból a kondenzátorba vezetett párák hatására felmelegszik, a hideg tej ugyanakkor részt vesz a párák kondenzálásában. Az első előmelegítőből a tej a harmadik fokozat fűtőtestének fűtőköpenyében lévő második előmelegítőbe jut, majd a második fokozat fűtőtestének fűtőköpenyében lévő harmadik előmelegítőbe kerül. Itt a hőmérséklete tovább emelkedik és a tej az első fokozat fűtőtestének fűtőköpenyében lévő negyedik előmelegítőbe jut.

A tej hőmérséklete a gőzsugár-pára kompresszorral az első test fűtőköpenyébe vezetett gőz-pára keverék hatására eléri a végső előmelegítési hőmérsékletet, általában a 68–72 °C-t. A tej előmelegítése kíméletesen, kis hőfoklépcsőkkel történik, kedvező hatásfokkal, a tejből, illetve a sűrítmenyből felszabaduló párákkal. A tej az előmelegítőből a hőkezelő berendezésbe kerül, 95 °C hőmérsékletig gőzsugár-pára kompresszorral, előlött általában közvetlen gőzbevezetéssel fűtik. A hőkezelés hőmérsékletét és idejét a tejpor felhasználási céljától függően választják meg.

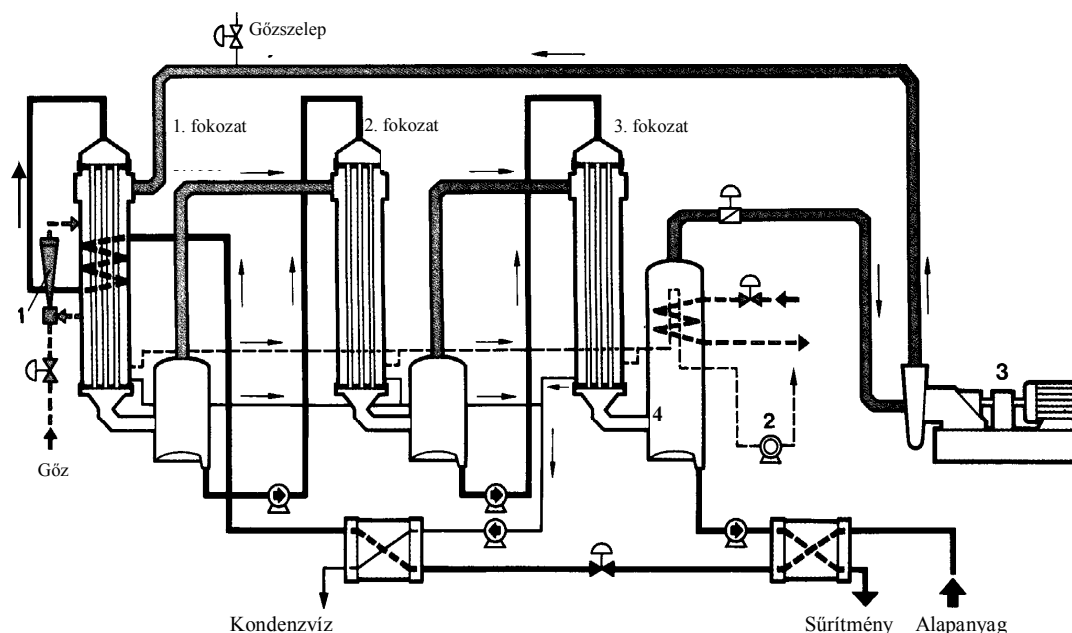
A hőkezelő berendezésből a tej a vákuumbepárló első fokozatának fűtőtestébe, annak fűtőcsöveire kerül. A fűtőtest nyalábcsőves hőcserélő. A tej fűtőcsövekre való egyenletes elosztását és a tejfilm kialakítását a felső tejelosztó biztosítja. A tejet, illetve a tejsűrítményt a fűtőtestekre nagyobb hőmérsékleten vezetik, mint a forrási hőmérséklete (páratéri hőmérséklet). Így ugyanis a kisebb nyomású, illetve hőmérsékletű térben a belépés pillanatában expandál, és ez elősegíti a csöveken a tejfilm kialakítását és áramlásának megindítását. A fokozatok számának növekvő sorrendjében az egy-egy fűtőtestbe beépített csőszám csökken. A koncentráció növekedésének hatására ugyanis az anyag mennyisége csökken, viszkozitása pedig növekszik, és ezek ellenére így egyenletes filmet kell kialakítania. A fűtőfelület méretét úgy választják meg, hogy a fűtőtér és a páratér hőmérséklet-különbsége 8–12 °C között legyen.

A forrási (bepárlási) hőmérsékletet a hőntartási idő figyelembevételével úgy kell megválasztani, hogy az a bepárlandó anyagnak a minőséget nem károsító hőmérsékleti értéke alatt maradjon. A tej eredeti tulajdonságainak megtartása szempontjából a bepárláskor a legfontosabb tényező az alkalmazott hőmérséklet.

Az eredeti tulajdonságok megtartása végett szükséges, hogy a bepárlás alacsony hőmérsékleten menjen végbe. A forráspont alacsonyabb környezeti nyomással csökkenthető, ezért a bepárló berendezés, illetve annak fűtőtestei vákuum alatt vannak. Az első testet gőzsugár-pára kompresszorral fűtik. A gőzsugár-pára kompresszor hatására általában 1 kg gőzhöz 1 kg pára keverhető.

A tejből a hőközlés hatására párák szabadulnak fel, a tej koncentráódik, miközben a tejfilm a fűtőcsöveken a gravitáció és a felszabaduló párák hatására nagy sebességre felgyorsulva áramlik.

A tejből felszabaduló párákat a folyadéktól – a sűrítménytől – centrifugális elven működő páraleválasztóval (páraseparátorral) választják el. A párák leválasztása után a sűrítményt a második, majd a harmadik fokozat fűtőtestére vezetik. A harmadik testet a második testben felszabaduló párák fűtik. A tej itt éri el a végső koncentrációt. A sűrítményt a párák leválasztása után a berendezésből szivattyúval vezetik el. A párákat kondenzálni kell, ezt a célt szolgálják a kondenzátorok. (Egy háromfokozatú esőáramú vákuum filmbepárló sematikus rajza látható a 14.1. ábrán.)

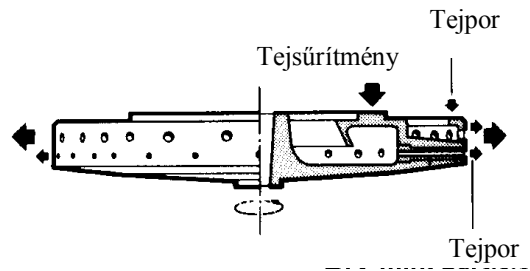


14.1. ábra. Háromfokozatú esőáramú vákuum filmbepárló

1. Gőzsugárkompresszor, 2. Vákuumszivattyú, 3. Párákompresszor, 4. Kondenzátor

14.3. A porlasztva szárítás technológiai irányelvei

A porlasztva szárítás (14.2. ábra) jellemzőit úgy kell megválasztani, hogy megfelelő minőségű tejport kapjunk. Ez a szárítólevegő hőmérsékletének és a porlasztótárcsa kerületi sebességének, illetve a cseppméretnek a helyes megválasztásával érhető el. A szárítókamrába belépő levegő optimális hőmérséklete teljes tejpör gyártáskor 180–200 °C, sovány tejpör gyártáskor 190–210 °C. A szárítókamrából kilépő levegő hőmérséklete 95 °C-nál nagyobb ne legyen. A tejsűrítményt lehetőleg homogén méretmegoszlású, 30–100 µm átmérőjű cseppekre kell porlasztani. Ezt a porlasztótárcsa 115–150 m/s kerületi sebessége mellett érjük el.



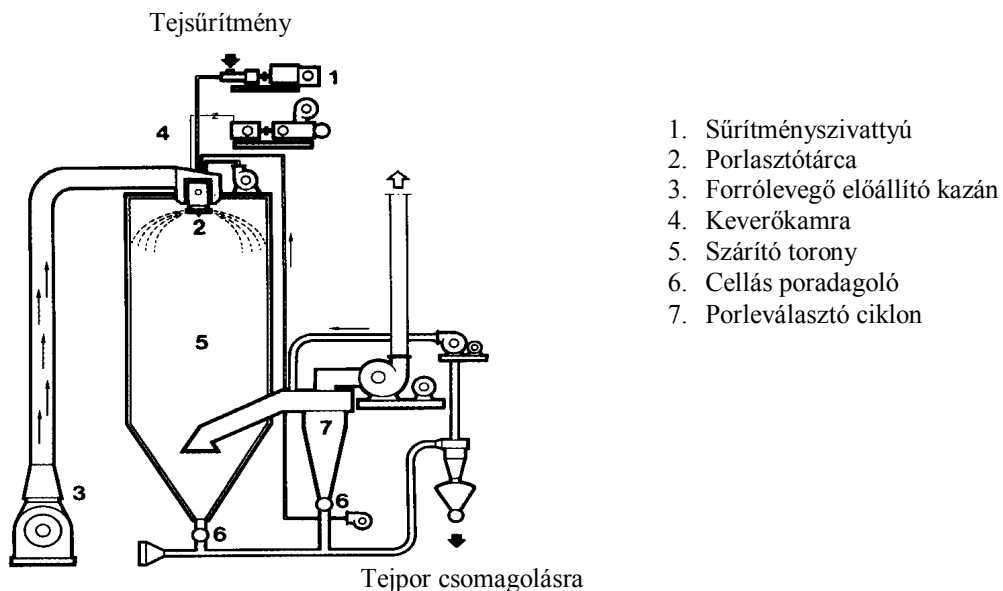
14.2. ábra. Porlasztó tárcsa instant termékhez

Az optimálisnál nagyobb hőmérsékletű szárítólevegő alkalmazása a szárítás gazdaságossága szempontjából kívánatos lenne, de ez a hagyományos porlasztva szárítás körülményei között minőségromlást okoz (romlik az oldhatóság, csökken a térfogatsúly, égett szemcsék, karamelles-kozmás ízhiba). A kilépő levegő hőmérsékletének az optimális érték fölé növelése csökkenti a nedvességtartalmat, túlszáradáshoz, az oldhatóság romlásához, a szabad zsírtartalom növekedéséhez, a térfogatsúly csökkenéséhez vezethet és energiaveszteséget okoz.

A kilépő levegő hőmérsékletének csökkentése a víztartalom növekedését idézi elő.

Az átlagos cseppméretet – a tejsűrítmény adott szárazanyag-tartalma és viszkozitása mellett – döntően a porlasztótárcsa (14.2. ábra) kerületi sebessége határozza meg.

Az optimálisnál kisebb cseppméret, illetve szemcseméret következtében – a szemcse méretéből eredően – romlik a tejpor nedvesedő-, diszpergáló- és szabadonfolyó-képessége. Romlik a porleválasztás hatásfoka, nőnek a porveszteségek. A cseppek túlszáradása az oldhatóság romlásához vezet.



1. Sűrítményszivattyú
2. Porlasztótárcsa
3. Forrólevegő előállító kazán
4. Keverőkamra
5. Szárító torony
6. Cellás poradagoló
7. Porleválasztó ciklon

14.3. ábra. Porlasztva szárító

Az optimálisnál nagyobb cseppméret következtében a száradás diffúziós szakasza meghosszabbodik, a tejpor víztartalma nem éri el a kívánatos értéket. A nagyobb tömegű csepp a kamra falára lerakódhat, túlszárad, megég, rontja a minőséget.

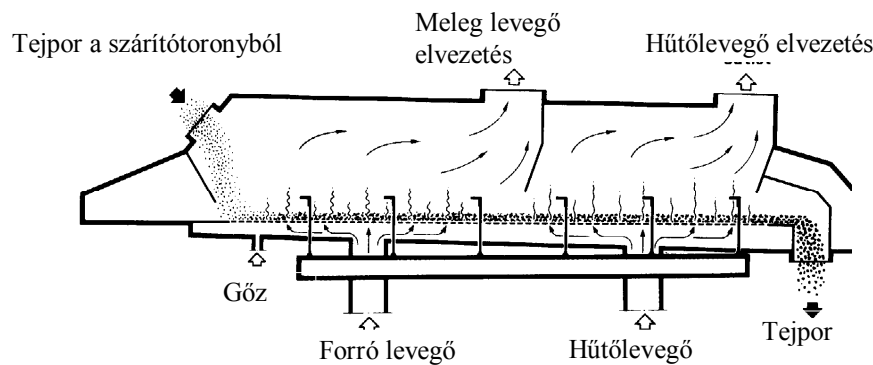
A szárítólevegő hőmérsékletének és a porlasztótárcsa kerületi sebességének megválasztásával bizonyos határig ellensúlyozható az optimálistól eltérő tejsűrítmény

minőségromló hatása. A nagyobb szárazanyag-tartalmú, illetve viszkozitású sűrítmény szárításához a porlasztótárcsa kerületi sebességét növelni, a szárítólevegő hőmérsékletét csökkenteni kell.

14.4. A tejpör hűtése

A szárítókamrából távozó levegőből leválasztott tejpör hőmérséklete 60–80 °C. A tejporszemcsék felületén abszorbeálódott nagy páratartalmú szárítólevegőből a tejpört le kell választani. A szárítólevegőből való leválasztás után a sovány tejpört 25–30 °C-ra, a teljes tejpört 20–25 °C-ra kell azonnal lehűteni. A lehűtéshez a tárolási hőmérsékleten nem kondenzálódó 60–65% relatív páratartalmú, hideg (15 °C hőmérsékletű) levegőt használnak.

A tejpört vagy pneumatikus porszállító rendszerben, vagy porhűtőben vibrációs lebegtető-száritóban (vibrofluidizerben) lehet lehűteni. Ez utóbbira általában akkor van szükség, ha zsírtartalma meghaladja a 35%-ot. A kamrából kilépő hőmérsékleten az ilyen zsírtartalmú tejpör betapadna a pneumatikus szállítórendszerbe.



14.4. ábra. Vibrációs lebegtető-száritó (vibrofluid ágy)

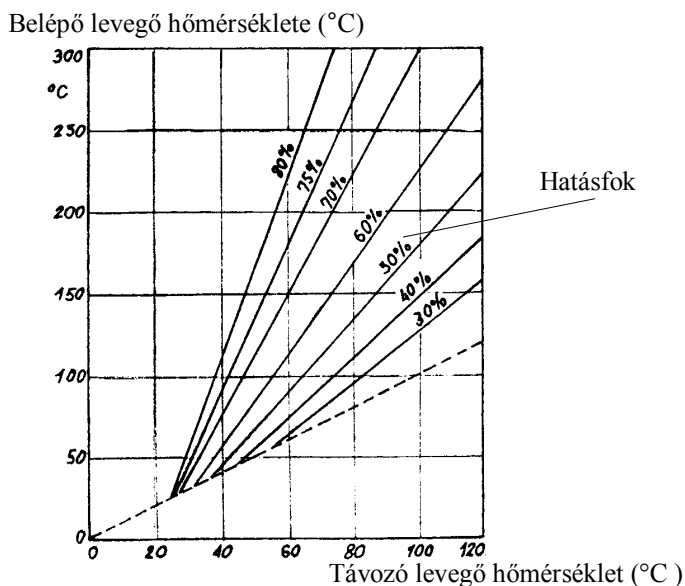
A vibrációs lebegtetőszáritó a kúpos fenekű szárítókamrához csatlakozik. A szárítókamrában elkülönült porból a lebegtető-száritóban annak perforált fenéklapján átbocsátott hűtőlevegő, valamint a berendezés alternáló (vibráló) mozgásainak együttes hatására lebegő porréteg (fluidréteg) alakul ki. Eközben a por előremozogva lehül, és az ürítőnyílást elérve az osztályozósítára kerül. A fluidrétegből elragadott kis térfogatsúlyú finom porrészecskéket ciklonnal választják le a hűtőlevegőből.

A folyamatosan üzemelő tejporgyárakban a tejpör csomagolás előtt rendszerint szükség van a tejporsilóban való eltárolásra. Silóban csak megfelelő víztartalmú (maximum 4,5%) és hőmérsékletű (sovány tejpör 25–30 °C, teljes tejpör 20–25 °C) tejpör tárolható, különben csomósodás, beboltozódás és öngyulladás léphet fel. A silót rendszerint pneumatikus úton töltik, a szállítólevegő relatív páratartalma legfeljebb 50–60%, hőmérséklete 20–22 °C legyen. A tárolt port mechanikus vagy pneumatikus módszerrel folyamatosan lassú mozgásban kell tartani.

14.5. Energiatakarékos módszerek a porlasztva szárításban

A porlasztásos szárításnál a hőkihasználásnak a következő korlátjai ismeretesek. Mint ahogy a 14.5. ábra mutatja, a lehetőségek a levegő belépési hőmérsékletének növelésében, vagy a felhasznált levegő hőmérsékletének csökkentésében rejlenek. Mindkét megoldás problémákat vet fel. A belépő levegő nagyobb hőmérséklete termikusan árthat a terméknek akkor, ha a

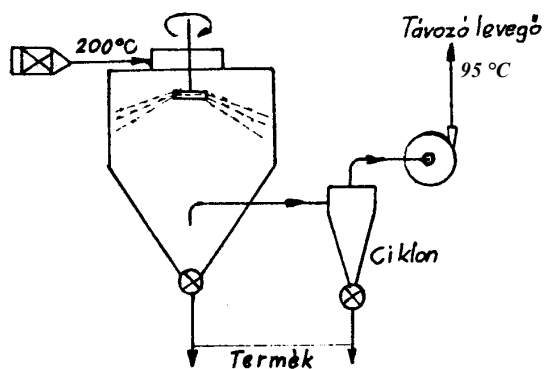
levegő és a termék keveredése a toronyban nem kifogástalan. Ha a levegő belépési hőmérsékletét csökkentjük, a végtermék nedvesebb lesz, úgyhogy itt is határok vannak, ha el akarunk tekinteni egy másik fokozatban történő utószárítástól.



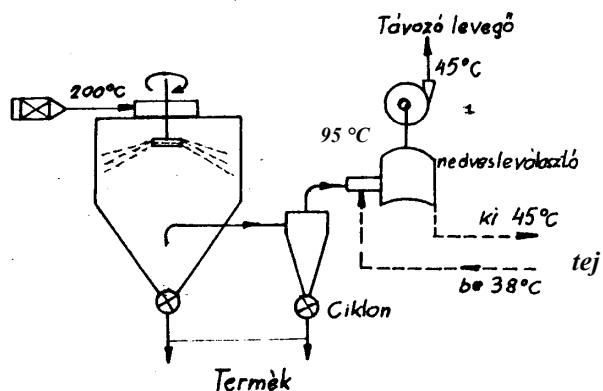
14.5. ábra. A hőkihasználás hatásfoka a levegő be- és kilépési hőmérsékletétől függően 20 °C-os környezeti hőmérsékletnél

Jelenleg is vannak lehetőségek a felhasznált levegő hőjének hasznosítására. Ezek a lehetőségek a 14.6., 14.7. ábrán láthatók. A 14.6. ábra először egy hagyományos porlasztásos szárítást mutat be léghevítővel, szárítótoronyval, ciklonleválasztóval és ventilátorral. A levegő belépési és kilépési hőmérsékletére vonatkozó adatok olyan értékeket reprezentálnak, amelyeket manapság sok tejporgyárban alkalmaznak. Könnyen belátható, hogy a 95 °C-os elhasznált levegővel hatalmas hőmennyiség kerül a szabadba. Ezen kívül figyelembe kell venni a termékvesztéseket, amelyek egyrészt vállalati jövedelemcsökkenéshez, másrészt pedig környezetvédelmi problémákhoz vezetnek.

A 14.7. ábra egy már több helyen alkalmazott lehetőséget mutat, az elhasznált levegő hőmérsékletének csökkentését egy nedvesleválasztó segítségével. A hőkihasználás azonban csak akkor jó, ha ezt a berendezést termék-előmelegítésnél alkalmazzák. Ehhez olyan tejet használnak, amelynek még nem történt meg a sűrítése.



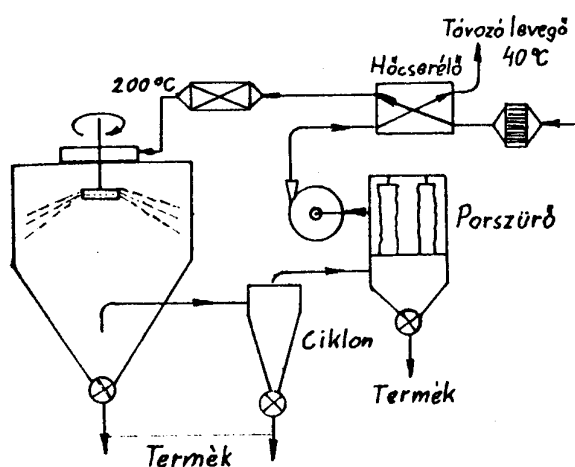
14.6. ábra. Hagyományos porlasztásos szárítás



14.7. ábra. Porlasztásos szárítóberendezés ciklonnal és nedvesleválasztóval

Mind a tej, mind a felhasznált levegő 45 °C határhőmérséklettel hagyja el a nedvességleválasztót. Semmi esetre sem szabad annyira lehűteni az elhasznált levegőt, hogy a víz kicsapódjék belőle és a termékbe kerüljön.

A leválasztás további előnye, hogy az elhasznált levegőben levő porrészecskéket a kimosás visszatartja. Hátrányt jelentenek a bakteriológiai problémák, mivel a 45 °C-os hőmérséklet ideális feltételeket biztosít a mikroorganizmusok szaporodásához. Ezért a nedvességleválasztókat az üzemi gyakorlatban rendszeresen, azaz minden 20. üzemelési óra után ki kell kapcsolni a folyamatból és ki kell tisztítani. Ha a nedvességleválasztót az elősűrítésnél alkalmazzuk, nem érünk el nagyobb energia-megtakarítást, mivel a nedvesmosóban történő elősűrítésnél 100%-os az energiafelhasználás. A sűrítőben csak egy tört részre lenne szüksége, úgyhogy az elhasznált levegő energiájának szintén csak egy tört része hasznosul.



14.8. ábra. Porlasztásos szárítóberendezés ciklonnal, szűrővel és levegő előmelegítővel

Az energia szempontjából itt tehát ajánlatos a 14.8. ábra sémája szerinti eljárást alkalmazni. A ciklonból jövő 95 °C-os elhasznált levegőt bevezetik egy porszűrő berendezésbe, amellyel értékes termék visszanyerés is elérhető. Innen a megtisztított, használt levegő egy hőcserélőbe jut, ami a szűrt friss levegőt ellenáramban 75 °C-ra képes előmelegíteni. A használt levegő kb. 40 °C-kal hagyja el a hőcserélőt. Bakteriológiai okokból ajánlatos a szűrő állandó szárazon tartása.

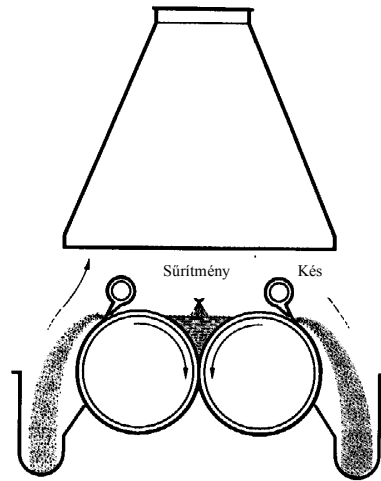
14.6. Tejpor gyártása hengerszáritással

A tejpor hengerszáritása általánosan elterjedt. Napjainkban a hengerszáritást részben kiegyenlítésre, részben a kevésbé igényes vagy a speciális céloknak megfelelő (pl. édesipari és sütőipari készítményekhez) tejporok gyártásához veszik igénybe. A tejsűrítményt vagy a tejet fűtött hengerek külső felületén – kontakt hőközléssel – szárítják.

Hengerszáritáskor a száradó anyag hőmérséklete 100 °C feletti (110–130 °C). A szárazanyag-tartalom emelkedése – a kritikus pontig – a fehérjék hőérzékenységének fokozódását és az anyag hőmérsékletének emelkedését idézi elő. Ezek együttes hatása nagymértékű fehérjedenaturálódáshoz vezet, ami a biológiai érték csökkenésében és a tejpor oldhatóságának romlásában nyilvánul meg. A lizin hasznosíthatósága (felvehetősége) – mint a biológiai érték egyik jellemzője – csökken, és a tejpor oldhatósági indexe a porlasztva szárítással gyártott sovány tejporéhoz viszonyítva lényegesen rosszabb.

A gyártás folyamata

A hengeres szárítók (14.9.) többféle típusa ismert a hengerek számától, az üzemi nyomástól és az anyagfelhordás módjától függően. A tejiparban általában a kéthengeres, légköri nyomáson üzemelő hengeres szárítókat alkalmazzák.



14.9. ábra. Hengeres szárító

A tejsűrítményt a folyadékelosztón keresztül az egymással szembe forgó fűtött hengerek közé vezetik. A hengerek felületén 50–150 μm vastag tejfilm alakul ki, ami a hengerek kb. 3/4 fordulata alatt megszárad. A szárításkor keletkező vízpárát légárammal távolítják el. Az összefüggő száraz tejfilmet a hengerek felületéről kaparókéscel választják le, levegővel hűtik, porrá őrlik és szitálással osztályozzák, majd csomagolják.

A gyártás irányelvei

A tejet általában 85–90 °C hőmérsékleten 3–5 perc hőntartással kell hőkezelní, hogy kialakuljon a hengerszárítás alatt a tej megfelelő hőstabilitása. A tejet a hengerszárításhoz 40–45% szárazanyag-tartalomra sűrítik. A hengeres szárításból eredően a szárítás hőmérséklete 100 °C fölötti, általában 110–130 °C. Ennek folytán a tejpör minőségét a szárítás sebessége határozza meg. Ez érdemben a henger felületén kialakított filmréteg vastagságától függ. A filmréteg vastagsága a hengerek közötti távolságtól (hézagtól), a hengerek kerületi sebességétől, a henger felületének hőmérsékletétől és a sűrítmény szárazanyag-tartalmától függ.

A hengerek közötti távolságot és a hengerek fordulatszámát a tejsűrítmény szárazanyag-tartalmának (viszkozitásának) és a szárítás hőmérsékletének figyelembevételével úgy határozzák meg, hogy biztosítsa a tejpör kívánt víztartalmát a legrövidebb száradási sebesség mellett.

A 40–45% szárazanyag-tartalmú tejsűrítmény szárításakor a hengerek közötti hézag 0,5–0,3 cm, a kerületi sebesség 75–80 m/perc, a szárítás ideje 1,6–1,4 s, ezzel biztosítható a por kívánatos 4,0–4,5% közötti víztartalma.

Anyagok	Műveletek	Paraméterek
	Nyerstej előtárolása	
	↓	
	Előmelegítés	45 °C
	↓	
	Tisztítás	
	↓	
	Fölözés	
	↓	
	Tej hőkezelése	85–90 °C, 3–5 perc
	↓	
	Vákuumbepárlás	40–45% sza.
	↓	
	Hengeres szárítás	
	↓	
	Porhűtés	
	↓	
	Aprítás, őrlés	
	↓	
	Szitálás, osztályozás	
	↓	
	Csomagolás	

14.10. ábra. *A hengerszáritásos tejporgyártás folyamata*

A száraz tejfilm hőmérséklete a leválasztás pillanatában 100 °C fölött van és felületén a nagy nedvességtartalmú levegő adszorbeálódott. A por minőségének kialakítása végett gyors hűtésre és a nagy páratartalmú levegő eltávolítására van szükség. Ez általában a levegőaláfúvással való porhűtéssel érhető el. A megfelelő szemcseméretet, a porszerű állományt a száraz tejfilm őrlésével és szitálással alakítják ki, majd a port csomagolják. A hengerszáritásos tejporgyártás folyamata a 14.10. ábrán látható.

14.7. Az instant tejpör gyártása

A tejpör újraoldási tulajdonságainak javítását célzó eljárást instantizálásnak, a mechanikai beavatkozás nélkül gyorsan és tökéletesen oldódó tejpört instant tejpörnek nevezünk. A sovány és a teljes tejpör akkor tekinthető instantnak, ha az újraoldás 15 s alatt végbemegy. Az újraoldás négy folyamatra osztható fel:

- a tejpör nedvesedése,
- a tejpör süllyedése a vízben,
- a tejpör egyedi részecskék alakjában való eloszlása, diszpergálódása a vízben,
- a tejpör részecskék újraoldódása.

Ezeknek megfelelően a tejpör újraoldhatóságát nedvesedőképessége, süllyedőképessége diszpergálódó-képessége és oldhatósága határozza meg. Az instantizálás célja az, hogy ezeknek a portulajdonságoknak a javításával növelje a tejpör rekonstitúciós képességét.

Az instant sovány tejpör gyártása visszanedvesítéses instantizálással

Az instantizálás folyamata

A porlasztva szárítással előállított, az instantizálás szempontjából is megfelelő minőségű tejpört az agglomeráló csőbe vezetik, egyidejűleg nedves levegőt (vagy gőzt) vezetnek be tangenciálisan. Ennek hatására a tejporszemcsék felülete megnedvesedik, tapadóssá válik és a szemcsék az agglomeráló csőben ütköznek egymással, összetapadnak, agglomerálódnak. Ekkor szekunder részecskék, agglomerátumok jönnek létre. A nedves agglomerátumokat a szárítókamrában, majd a lebegtető-szárítóban a kívánt nedvességtartalomra szárítják, hűtik, majd ezt követően szitálással osztályozzák, csomagolják (14.11. ábra).

A gyártás irányelvei

Általános kívánalom, hogy az instantizálásra kerülő sovány tejpör minősége feleljen meg a kéméletes hőosztályozású tejpörének, különös figyelmet kell fordítani kiváló oldhatóságára (oldhatósági index $0,1/\text{cm}^3$), illetve vakuóla-térfogatára.

Az instant sovány tejpör minősége szempontjából a tejpör agglomerálási nedvességtartalmának (a visszanedvesítés fokának), az agglomerálási időnek és a hőmérsékletnek van döntő jelentősége. A tejpör agglomerálási víztartalma 8–10%, hőmérséklete 30–50 °C, ideje 20–40 s legyen.

Az agglomerált szekunder részecskéket a szárítókamrában, illetve a lebegtetőszárítóban 3,5–4,5% nedvességtartalomra szárítják, általában 80–100 °C alatti szárítólevegő hőmérséklet mellett. A tejpört 20–25 °C-ra hűtik, majd a részecskék méret homogenitását szitálással teremtik meg.

Anyagok	Műveletek	Paraméterek
Tejpör	Porlasztva szárított sovány tejpör	
	↓	
Víz	Visszanedvesítés	
	↓	
	Agglomerálás	30-50 °C, víztartalom 8-10%
	↓	
	Agglomerátumok szárítása	80-100 °C, víztartalom 3,5-4,5%
	↓	
	Hűtés	20-25 °C
	↓	
	Osztályozás	
	↓	
Csomagolóanyag	Csomagolás	

14.11. ábra. A visszanedvesítéses instant tejpörgyártás folyamata

14.8. A tejpör minőségét befolyásoló környezeti hatások

Nedvességfelvétel

A tejpör higroszkópos tulajdonságú, az egyensúlyi relatív páratartalmánál nagyobb páratartalmú levegőből vizet adszorbeál. Ezt a tulajdonságát elsősorban az amorf tejcukor okozza. A tejpör víztartalmának növekedése fizikai és kémiai változásokat idéz elő, illetve gyorsít fel és a mikrobatevékenység feltételeit teremti meg, tehát minőségromláshoz vezet.

A fény hatása

A természetes fény a tejsír romlását katalizálja, gyorsítja a tejpör minőségromlását.

Mechanikai hatások

Az agglomerátumok széttöredezésével az instant tulajdonságok megszűnnek, ezért instant tejpört csak az agglomerátumok szerkezetét nem károsító, a mechanikai hatásokkal szemben is védelmet nyújtó, alaktartó módon szabad csomagolni.

Idegen íz- és szaganyagok

A tejpör összetétele és nagy fajlagos felülete folytán hajlamos a különféle illóanyagok adszorbeálására, könnyen vesz fel idegen íz- és szaganyagokat.

A csomagolóanyagok megválasztása

A csomagolóanyagokat úgy kell megválasztani, hogy a tárolás várható időtartama és körülményei között maximális védelmet nyújtsanak. A csomagoláshoz különböző anyagú (papír, műanyag, fém) fóliából célszerűen kialakított csomagolóeszközöket (tasakokat, dobozokat, zsákokat) használnak.

A csomagolóanyagok védőhatása döntően a fajlagos vízgőz- és gázáteresztő-képességtől függ. A csomagolóanyagokat úgy kell megválasztani, hogy a tárolás alatt a tejpör vízfelvétele legfeljebb 1% legyen, az oxigénkoncentráció a védőgáz csomagolásban ne változzék, és a fényt ne engedje át.

Csomagolási módok

Rendeltetését tekintve megkülönböztetünk nagyfogyasztói és kisfogyasztói csomagolást. A nagyfogyasztók részére a tejpört 25–50 kg-os egységű, 1–1,4 g/m²/nap/133,3 Pa vízpáraparameabilitású, 60–80 µm vastag polietilénnel bélelt, négyrétegű papírzsákba csomagolják, amit hajtogatás után zsákvarró géppel zárnak le.

A tejpör tárolása

A megfelelően csomagolt tejpör tárolhatósága függ a tárolótér hőmérsékletétől és páratartalmától.

A tejpör átlagos minőségmegőrzési idejét figyelembe véve a tárolási hőmérséklet ne haladja meg a 25 °C-t. Hosszabb – 6–24 hónapos – tároláshoz 10–15 °C hőmérsékletet kell kialakítani. A páratartalom hatása megfelelő csomagolóanyaggal ellensúlyozható, de a túlzott páravédelmet nyújtó csomagolás gazdaságtalan, ezért a tárolótér relatív páratartalma legfeljebb 75% legyen.

14.9. A tejpör gyakoribb hibái

A nem megfelelő oldhatóság: Elsősorban a kazein denaturálódásának a következménye. Fő oka az emelkedett savfokú tej, a szomatikus sejtek nagy száma, a hőmérséklet és a hőtartási idők helytelen megválasztása a tej hőkezelése, vákuumbepárlás és a szárítás során a tejsűrítmény optimálisnál nagyobb szárazanyag-tartalma és viszkozitása, a homogénezés paramétereinek helytelen megválasztása, a rendkívül inhomogén cseppméretet okozó porlasztás, a tejpor melegen való csomagolása, az optimálistól eltérő víztartalom, a nagy tárolási hőmérséklet.

A barnulás a tejcukor karamellizálódásának és a Maillard-reakciónak a következménye. Barnulást idéz elő az optimálisnál nagyobb szárítási hőmérséklet, a tejpor túlszárítása, a tejpor melegen való csomagolása, az előírtnál nagyobb nedvességtartalom és a tárolási hőmérséklet.

Égett szemcsék akkor keletkeznek, ha a tejpor egy része túlszárad, vagy a nagy szárítási hőmérséklet hatására megpörkölődik. Porlasztva szárításkor az égett szemcsék keletkezésének fő oka a szárítókamra falára kirakódó por túlszáradása, megbarnulása. Hengeres szárításkor égett szemcsék a nagy szárítási hőmérséklet, a henger felületének egyenetlensége, a kés hibás beállítása miatt keletkeznek.

Csomósodás. Oka a nagy víztartalom vagy a tárolás alatti vízfelvétel. A csomósodást elősegíti a tejpor melegen való csomagolása és a tárolási hőmérséklet ingadozása.

Főtt íz a túlzott hőkezelés következménye.

Állott íz a hosszú ideig tárolt sovány tejpornál lép fel, kialakulását gyorsítja a víztartalom és a tárolási hőmérséklet emelkedése.

Faggyús íz a teljes tejporoknál lép fel a tejsír oxidációs romlásának következményeképpen. Kialakulását elősegíti a nehézfémek katalizáló hatása, az oxigén jelenléte, a magas tárolási hőmérséklet.

Avas íz a teljes tejpornál fordul elő, oka a hőkezeléssel hatástalanított baktérium lipáz tevékenysége.

15. FEJEZET

FAGYLALTGYÁRTÁS

A fagyalt pasztörözött alapanyag-keverékből fagyasztással-habosítással készített szilárd, vagy krémszerű állományú termék, amely ebben az állapotban fogyasztható. Állományuk alapján két fő csoportra oszthatjuk a fagyaltokat:

- kemény fagyalt (jégkrém) a fagyasztás után kiadagolt, csomagolt, majd keményített (utófagyasztott) szilárd állományú termék,
- lágy fagyalt (fagyalt) a fagyasztás után közvetlenül fogyasztásra kiadagolt krémszerű termék.

A kemény- és lágyfagyaltok az állományukon kívül főleg a fagyasztás, illetve a fogyasztás hőmérsékletén a jéggé fagyott víz mennyiségében és a habosítás mértékében különböznek egymástól.

Összetételük szerint, illetve a felhasznált alapanyagok alapján megkülönböztetünk tejszínfagyaltot, tejesfagyaltot, sörbetet és gyümölcsfagyaltot. A gyümölcsfagyaltokat gyakran vizes fagyaltoknak is nevezik.

15.1. táblázat. A tejszínfagyaltok szokásos összetétele

<i>Összetevő, jellemző</i>	<i>Mennyiség %</i>
Tejsír-tartalom, (min.)	8
Zsírtmentes tej szárazanyag-tartalom, (kb.)	10
Cukortartalom, (kb.)	14
Emulgeáló- és stabilizálószer-tartalom	0,4
Összes szárazanyag-tartalom, (min.)	32
A habosítás mértéke	100

A fagyalt igen értékes táplálék. Tápanyagokban dús, nagy élvezeti értékű élelmiszer. Viszonylag sok zsírt és szénhidrátot, ugyanakkor valamivel kevesebb fehérjét, ásványi sót és vitamint tartalmaz, ezért elsősorban kiváló energiaforrásnak tekinthető. A fagyalt táplálkozási jelentőségét növeli, hogy kedvező hatással van az emésztésre. Igen sok változatban készíthető, így ismert kalóriaszegény, diétás és diabetikus változata is ezért gyakran, mint diétás élelmiszert alkalmazzák.

15.1. A gyártáshoz használt alap- és adalékanyagok

A fagyaltkeverék alapja a víz, amelyben az egyes anyagok valódi oldat, kolloidoldat vagy emulziós állapotban vannak. Az oldható tejfehérjék, a cukor, a vízoldható vitaminok, a tejcukor és az ásványi sók alkotják a valódi oldatot, míg a kazein és az adagolt stabilizálószer a kolloidoldatot. A zsír az emulgeáló szerek használatára révén kis golyócskákat alkotva, emulzió formájában található a vízben.

A fagyaltgyártásban a tejszírt elsősorban természetes formájában, mint tejszín, sűrített tej vagy tej használják fel. A nagy fagyaltgyárak ezen kívül vaját, vagy a jól tárolható vízmentes tejszírt is használják zsírforrásként. A tejszíron kívül növényi zsíradékkal is készítenek fagyaltokat. A fagyalt zsírtmentes tej szárazanyag-tartalmát tej, sűrített tej, tejpör, esetleg író- vagy savópor hozzáadásával állítják be a kívánt értékre. A folyékony alapanyagok felhasználása egyszerűsíti a gyártást.

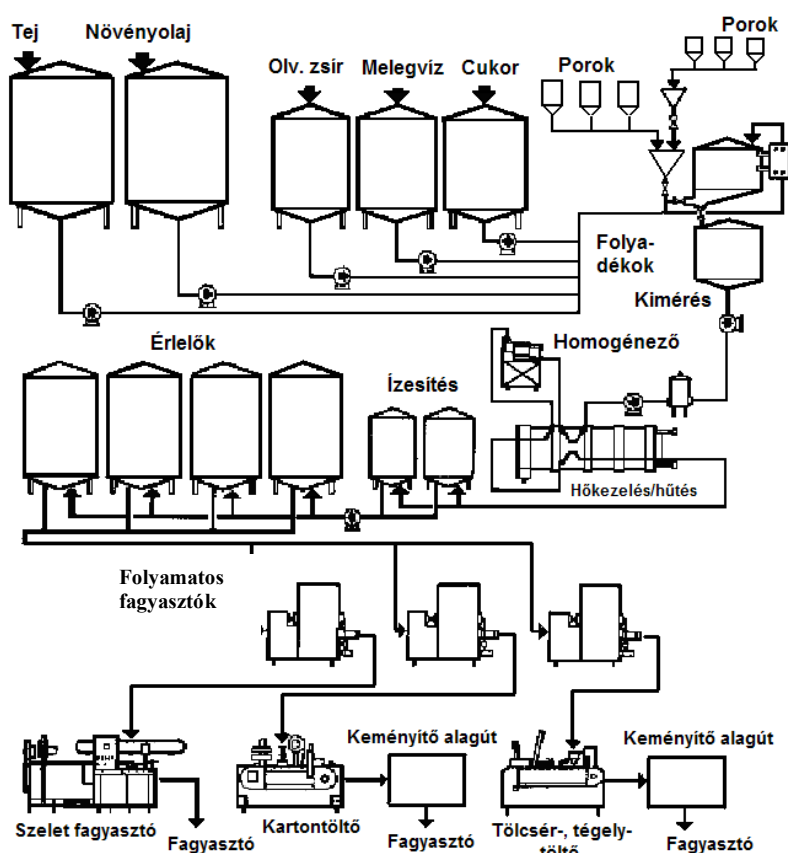
A cukor egyrészt kiegyensúlyozza a zsírtartalmat, másrészt növeli a szárazanyag-tartalmat és vizet köt meg, ami a sima állomány feltétele. Természetesen ízalkakító hatása sem elhanyagolható. Édesítésre répa- vagy nádcukrot, ritkábban dextrózt, néhány terméknel újabban cukor szörpöket használnak.

A megfelelő szerkezet kialakításához kis mennyiségben emulgeáló- és stabilizálószereket is kell alkalmazni a keverék összeállításakor. Az emulgeálószerek a zsírgolyócskákat tartják stabil állapotban az emulzióban és hozzájárulnak a fagyalt sima állományának kialakításához. A stabilizálószerek fő feladata a víz megkötése, ezen keresztül a nagy jégkristályok kialakulásának megakadályozása a fagyaltban. A gyakrabban alkalmazott stabilizálószerek a zselatin, nátrium-alginát, karragén, guarliszt, szentjánoskenyér-mag liszt.

Az ízesítőanyagok közül talán a csokoládé a legfontosabb, de elterjedten használják a legkülönbözőbb gyümölcsöket, karamellt, vaníliát, stb., valamint természetes eredetű aromákat. Ugyancsak szükség lehet, elsősorban a gyümölcsfagyaltoknál, az engedélyezéshez kötött színezőanyagok alkalmazására is.

15.2. A fagyaltok gyártásának technológiája

A keverék készítésénél, a keverékkészítő tankban, intenzív keveréssel és hűtéssel, kombinálható köráramoltatással egynemű keveréket készítenek, amelyet a megfelelő kezelés után keveréktároló, -érelő tartályokba juttatnak. A keverék kezelése szűrésből, homogénezésből (70 °C, 180–200 bar), pasztörözésből (80 °C, 40 s hőntartással), hűtésből (4–5 °C-ra) és az érlelésből (3–8 óra) áll. A fagyasztáskor cél a kisméretű jégkristályok kialakítása (10–50 μm), és a megfelelő térfogatnövekedés elérése. A fagyaltok készítésének folyamata jól nyomon követhető a 15.1. ábrán.



15.1. ábra. A fagyaltgyártás folyamata

15.2.1. A keverék készítése

A fagylaltkeverék összeállításakor a következő főbb alapelveket kell figyelembe venni:

- A fagylalt minimális zsír- és szárazanyag-tartalmát általában szabványok írják elő. A gyártók az előírtnál rendszerint több zsírt, szárazanyagot és ezen belül is főleg cukrot adagolnak, hogy a termék a fogyasztói igényeknek jobban megfeleljenek.
- A keverék összetételét és szárazanyag-tartalmát elsősorban a habosítás mértéke szabja meg. Ha ugyanis a nagy szárazanyag-tartalmú keverék térfogatát csak az optimálisnál kisebb mértékben növeljük meg, a termék túl „nehéz” és nem ízletes. Fordított esetben – a kis szárazanyag-tartalmú keverék túlzott habosításakor – a fagylalt túl „könnyű”, élvezeti értéke alatta marad az optimálisnak.

A fagylaltkeverék összeállításakor igen lényeges a kétirányú „kiegyensúlyozás”. Ez egyrészt a keverékben a zsír–cukor egyensúlyát, másrészt pedig az összes szárazanyag- és víztartalom megfelelő arányát jelenti. Az előbbi gyakorlatilag arra utal, hogy adott zsírtartalomhoz bizonyos cukormennyiség szükséges, hogy a terméket fogyasztáskor ne érezzük túlzottan zsírosnak. A termék sima állománya, megfelelő szerkezete csak úgy érhető el, ha kialakítjuk a szárazanyag- és víztartalom megkívánt arányát. Ha túl nagy a keverék víztartalma, fagyasztás közben a viszonylag nagyobb jégkristályok képződésének a veszélye áll fenn. Az ilyen termék jeges ízű, fogyasztáskor túl hidegnek tűnik. Ha a szárazanyag-tartalom nagyobb az optimálisnál, könnyen előfordulhat, hogy a termék „homokos” lesz, amit a tejcukor lassú kikristályosodása okoz a tárolás folyamán.

A kisebb fagylaltüzemekben az alapanyag-keveréket fűthető és hűthető, megfelelő keverőszerkezettel ellátott tartályban állítják össze, amelyben egyúttal a hőkezelés is elvégezhető. A folyékony anyagokat közvetlenül, a szilárdakat vízben vagy soványtejben való előzetes oldás után adják a keverékhez.

A korszerű nagyüzemekben az alapanyag-keverék összeállítása automatikus. A keverék készítéséhez szükséges valamennyi alkotórészt külön tartályokban, silókban tárolják, amelyekből a szilárd állományúakat adagolócsiga, a folyékonyakat mérőóra segítségével juttatják a por-, illetve folyadékmérő tartályba. Az automatikus bemérés után a keverékkészítő tankban intenzív keveréssel és hűtéssel kombinálható köráramoltatással egynemű keveréket készítenek, amelyet a felváltva üzemelő nyerskeverék-tároló tankokba ürítenek. A keverőrendszerek fontos tartozéka a CIP tisztítórendszer.

A keverék készítésének általános elve, hogy csak azokat az adalékokat adják később a keverékhez, amelyek nem homogénezhethők, vagy a hőkezeléstől károsodnak. Ezeknek azonban csíramentesnek kell lenniük, nehogy a fagylaltot fertőzzék.

15.2.2. A keverék kezelése

A keverék kezelési művelete: a tisztítás, a homogénezés, a pasztőrözés és az érlelés.

A *tisztítás célja*, hogy az alap- és segédanyagokból esetleg a keverékbe került idegen anyagokat (szilárd szennyeződéseket, csomagolószerszám-maradványokat stb.) eltávolítsák. Fontos, hogy a feloldatlan anyagok eltávolítása a homogénezés előtt történjen meg, mert a szilárd részek károsíthatják a homogénezőgépet. A tisztítást rendszerint a nyerskeverék-tároló tankok után a csővezetékbe épített kettős szűrővel végzik. Ezek felváltva történő használata, illetve tisztítása folyamatos üzemelést tesz lehetővé.

A *homogénezés célja* az alapanyag-keverék stabil zsír a vízben emulziójának kialakítás és annak megakadályozása, hogy a zsír a fagyasztás közben túlzott mértékben demulgeálódjon

(kiköpülődjön). E célból a zsírgolyócskákat 2 μm -nél kisebb átlagos átmérőjűre aprítják. A homogénezési nyomás és hőmérséklet jelentősen befolyásolja a fagylalt tulajdonságait, különösen a fagyasztás alatti viselkedését. Ha tejsírt használnak, általában 70 °C hőmérsékleten és 180–200 bar nyomáson, ha növényi zsiradékot, 65 °C körüli hőmérsékleten és 120–140 bar nyomáson homogéneznek. A homogénezést többnyire két fokozatban végzik, a második lépcsőben kb. 35 bar a nyomás.

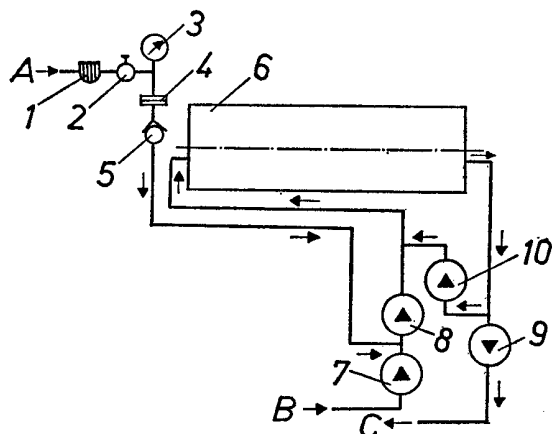
Általános elv, hogy a keverék zsírtartalmának módosításával a homogénezési nyomást is változtatni kell. Alapszabály, hogy 1% zsírtartalom-növelés 7–8 bar nyomáscsökkenést igényel és fordítva. A homogénezési hőmérséklet emelése kisebb keverékviszkózitást hoz létre, és általában csökkenti a zsírgolyók összetapadási hajlamát. Az előzőeket figyelembe véve az említett hőmérsékleteket és nyomásokat csak tájékoztató értékeknek tekinthetjük. A mindenkori paramétereket a helyszínen kell meghatározni úgy, hogy a keverék helyes homogénezésével az említett kettős feladatot teljesítsük.

A *hőkezelés* célja a fagylalt megfelelő higiéniai állapotának kialakítása. Kisüzemekben gyakran magában a keverékkészítő tankban végzik a hőkezelést, 65 °C hőmérsékleten, 30 perces hőntartással. A keverék pasztörözését általában lemezes hőcserélőben végzik 75–80 °C hőmérsékleten, 15–40 másodperces hőntartással. Újabb az ultrapasztörözést is alkalmazzák. Ezzel – a tejfehérjék vízkötő-képességének javulása folytán – csökkenthető a stabilizálószer mennyisége. További előny, hogy a végtermék általában tisztább ízű lesz, bár a túl magas hevítés főtt ízt is okozhat. A steril alapanyag-keveréket a továbbiakban aseptikus körülmények között kezelik. A keveréket gyakran konzerv formájában hosszabb ideig tárolják, és a kisebb fagylaltgyártó egységeket (cukrászdákat, vendéglőket) látják el vele.

Érlelés. A keveréket a hőkezelés és hűtés után, a fagyasztás megkezdése előtt 4–5 °C hőmérsékleten, állandó keverés mellett 3–8 óráig hidegen érlelik. A művelet célja a fehérjék duzzasztása és a zsír megdermesztése. A keverék érlelésére zselatin használatakor feltétlenül szükség van. Az újabb kombinált stabilizáló–emulgeáló szerkeverékeket használva az érlelés nem követelmény, de általában kedvező hatású. Rendszerint hűthető, megfelelő keverővel és beépített szórófejjel rendelkező zárt tankokban érlelnek.

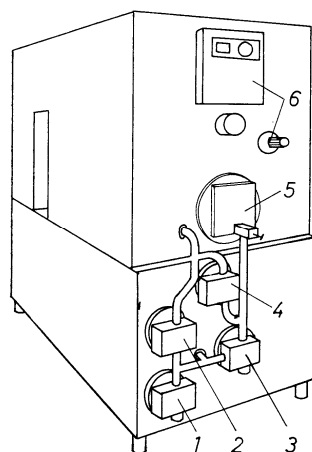
15.2.3. Fagyasztás és habosítás

A fagyasztás a fagylaltgyártás legfontosabb technológiai művelete. Célja a víztartalom egy részének jéggé fagyasztásával s a keverék egyidejű habosításával a sűrű, krémszerű állomány és a laza, levegős szerkezet kialakítása. Fagyasztásra folytonos működésű fagyasztógépeket (freezereket) használnak (15.2. ábra).



1. Levegőszűrő
2. Szelep
3. Nyomásmérő
4. Levegőszűrő
5. Ellenőrző szelep
6. Fagyasztóhenger
7. Keverékszivattyú
8. Keverék-levegő szivattyú
9. Kihordószivattyú
10. Visszakeringető szivattyú

- A. Levegő betáplálás
- B. Fagylaltkeverék bejuttatása
- C. Fagylalt kitáplálás



1. Keverékszivattyú
2. Keverék-levegő szivattyú
3. Kihordószivattyú
4. Visszakeringető szivattyú
5. Fagyasztóhenger
6. Kezelőszervek, automatika

15.2. ábra. *A freezer részei, működése*

A fagyasztáskor a gyors lehűtés és az erőteljes keverés következtében nagyszámú mikroszkopikus méretű (10–50 μm -es) jégkristály keletkezik, ezek fagyasztáskor a szájban nem érezhetők. A kisebb jégkristályok kihatnak az íz jobb érzékelésére is. Ilyenkor rendszerint kevesebb ízesítőanyag szükséges ugyanolyan ízhatáshoz, mint amikor nagyobb jégkristályok vannak a fagyaltban. A mindenkori fagyási hőmérséklet a keverék összetételétől, pontosabban az oldott anyagok töménységétől függ.

A fagyasztás alatti levegőbekeverés jelentős térfogat-növekedéssel (overrun) jár, amit százalékban szoktak kifejezni. A leggyakrabban gyártott keményfagyaltok térfogat-növekedése 90–100%. A kis szárazanyag-tartalmú keverék kisebb, a nagyobb pedig nagyobb térfogat-növekedést tesz lehetővé. A mindenkori térfogat-növekedést – az egyéb befolyásoló tényezők figyelembevételével – általában a fogyasztói igényekhez igazítják.

Külföldön újabban a százalékban kifejezett térfogat-növekedés helyett egyre inkább a fajtérfogat fogalmát használják. A 100%-os térfogat-növekedésnek a kb. 2 liter/kg fajtérfogat felel meg. A fagyasztás és az erőteljes keverés hatására a keverékben a zsíremulzió részleges felbomlása, demulgeálódása következik be. Ez a részleges „kiköpülődés” fontos szerepet játszik a fagyalt laza szerkezetének rögzítésében. Optimális mértékű demulgeálással jól formázható fagyalt készíthető, és a végtermék a felolvadáskor is jól megtartja alakját. A zsíremulzió túlzott mértékű felbomlása természetesen súlyos gyártási hiba.

15.2.4. Adagolás és csomagolás

A fagyasztás során a keverék víztartalmának csak egy része fagy meg. Ennek hatására a fagyasztógépből kikerült anyag krémszerűen sűrűn folyó állományú. Ilyenkor a fagyalt könnyen alakítható, formázható, ezért ebben az állapotában végzik a külső forma kialakítását és a csomagolást.

Csomagolóanyagok. A fagyalt csomagolásakor fontos követelmény, hogy egyes adagok lezárása kellően tömör legyen, ugyanakkor jelezni kell a felnyitás helyét, illetve lehetőségét is. A csomagolóanyagoknak védelmet kell nyújtania a kiszáradás ellen, amely a hűtve tároláskor veszélyezteti a terméket. További követelmény, hogy a termékkel érintkező felület ne legyen nedvesedő. Természetesen a csomagolásnak meg kell felelnie a higiéniai követelményeknek is.

A fagyaltokat rendszerint egyutas csomagolásban hozzák forgalomba. A nagy egységű (2–10 literes) csomagolások anyaga fémdoboz vagy műanyaggal (ritkábban viasszal) bevont kartondoboz, újabban félig merev műanyag tartály. Ez utóbbihoz nem törekeny, ütésálló, az alacsony hőmérsékletet jól tűrő műanyagokat kell felhasználni. A kis egységű fogyasztói

csomagolás anyaga általában viasszal vagy műanyaggal bevont papír, esetleg kartondoboz. A kis csomagolású fagyaltok gyűjtőcsomagolására rendszerint kartondobozokat használnak.

Csomagolási változatok. A nagyfogyasztók részére a fagyaltot közvetlenül a fagyasztóról 2–10 literes űrtartalmú dobozokba vagy tartályokba töltik adagológéppel. Ezekből – a fagyalt megfelelő felengedése után – közvetlenül történik a fogyasztói kiadagolás, rendszerint ostyatölcéserekbe vagy üvegpoharakba.

Közvetlenül fogyasztói csomagolásnak tekinthető az 1–2 literes „családi”, az 50–200 grammos tégelyes, a 20–50 grammos ostyatölcéses vagy szeletelt rúd alakú csomagolás, de legelterjedtebb a fa- vagy műanyag pálcikán levő nyelv alakú forma. Ezeken az alaptípusokon belül a fagyaltgyárak igen sok változatban hozzák forgalomba termékeiket. Gyakran egy csomagolásban többféle ízesítésű fagyalt van, amelybe esetenként gyümölcsöntetet vagy darabos gyümölcsöt, újabban csokoládéval bevont karamelltörmelékét is kevernek. A fagyaltadagot gyakran ostyalapok közé helyezik vagy csokoládémázzal vonják be, amelyre újabban pörkölt mogyorót, mandulát szórnak. A nagy fagyaltgyárak speciális készítményei az említettek együttes alkalmazásával gyártott kemény fagyalttorták.

15.2.5. Keményítés

A fagyasztógépből távozó, sűrűn folyó, krémszerű fagyalt víztartalmának még mintegy 30–70%-a folyadék állapotban van, amelyet a keményítés (hardening) során az összes víztartalom kb. 90%-áig jéggé fagyasztanak.

A megfelelően sima állomány, azaz a mikrokristályos szerkezet kialakítása céljából a fagyaltot egész tömegében egy órán belül -18 °C hőmérsékletre kell lehűteni. Ennél lassabb hűtéskor számolni lehet a nagyobb jégkristályok okozta durva vagy jeges szerkezet kialakulásával. Az egyes adagok egyenletes hűthetősége főleg a fagyalt összetételétől, a hűtés intenzitásától és nem utolsósorban az adagok geometriai méreteitől, tömegétől függ. A fagyaltot csomagolás előtt (pl. szeletelt rúd), vagy a már csomagolt (pl. tégelyes, ostyatölcéses vagy pálcikás) állapotban keményítik az e célra szolgáló, intenzív mélyhűtést nyújtó berendezésben (keményítő alagútban).

15.2.6. Tárolás, szállítás

A kész fagyaltot a gyártóüzemben vagy az elosztóraktárakban olyan körülmények között kell tárolni az elszállításig, illetve az értékesítésig, hogy a termék minősége ezalatt ne változzon. Ebből a szempontból a legfontosabb a -30 °C hőmérsékletű tárolás. A fagyalt értékesítésének nélkülözhetetlen feltétele a megszakítás nélküli és hatásos hűtlánc. A termék szempontjából igen lényeges, hogy a hőmérséklet a raktározás, az áruelosztás és terítés során csak lassan és kismértékben emelkedhet fokozatosan. Az optimális fogyasztási hőmérsékletre ($-8\text{ }(-)12\text{ °C}$ -ra) a fagyaltnak az utcai, a vendéglői vagy a házi fogyasztáskor szabad csak felmelegednie. A hőmérséklet ingadozása – átmeneti nagyobb hőmérsékletű tárolást követő újbóli lehűtés – rendkívül káros a termékre, mert szerkezetét a jégkristályok növekedése tönkreteszi.

A keményítés után a csomagolt fagyaltot kartondobozos gyűjtőcsomagolásban általában kis szállítókonténerekben szállítják ki az árusítóhelyre. Nagyobb tömegű árut hosszabb távolságra közvetlenül a jármű rakterében szállítanak, amelyet ilyenkor gépi úton vagy szárzajéggel, esetleg folyékony nitrogénnel hűtenek. A hőveszteségek csökkentése végett újabban a mélyhűtő raktártér árukiadó nyílásszerkezetét úgy alakítják ki, hogy hézag nélkül illeszkedjék a szállítójármű rakteréhez. Így a rakodás idején a mélyhűtő és a szállítójármű egy légteret alkot.

15.3. A fagylaltok fontosabb hibái

Szerkezet és állományhibák

Durva vagy jeges szerkezet. Oka, hogy a jégkristályok nagyméretűek. A hiba a helytelen összetételből származhat, de lehet technológiai eredetű is (lassú, elégtelen fagyasztás, tárolási hőmérséklet-ingadozás).

Havas vagy pehelyszerű szerkezet. A szárazanyaghoz képest túlzott habosításnak a következménye.

Homokos szerkezet. Oka a tejcukor kikristályosodása.

Vajszerű szerkezet. A hibát a nem megfelelő homogénezés, a kevés emulgeálószer vagy a lassú hűtés idézheti elő.

Nehéz és vizenyős állomány. A kis szárazanyag-tartalom, a kevés stabilizálószer vagy a nem megfelelő fagyasztás okozza.

Gumiszerű, nyúlós állomány. A stabilizálószer túladagolásának következménye.

Morzsálódó állomány. A kis cukor- és szárazanyag-tartalom, a túl kevés stabilizálószer, továbbá a túlzott mértékű térfogat-növekedés következménye.

Száraz állomány. A túlzott mennyiségű emulgeálószer vagy a nagy homogénezési nyomás következménye.

Ízhibák

A fagylalt leggyakoribb hibája, ha a fogyasztók igényétől eltérően *nem elég édes vagy túl édes*. Előfordul, hogy egyes alkotórészek okozzák az ízhibát. A leggyakoribb tejtermék okozta ízhibák, a *főtt íz, savanyú íz, takarmányíz, esetleg lipázos vagy avas íz*. Ízhibának tekinthető ezenkívül a különböző ízesítőanyagok alul- vagy túladagolása is.

Küllemi hibák

A leggyakoribb küllemi hiba a *termék zsugorodása* a tárolás során. A hibát az okozza, hogy levegő vagy víz távozik el a fagylaltból. Rendszerint a túlméretezett levegőtartalom, valamint a hűtőtárolás közbeni hőmérséklet-ingadozás következménye.

16. FEJEZET

A TEJIPARI MELLÉKTERMÉKEK HASZNOSÍTÁSA

A különböző tejtermékek gyártásakor melléktermékek is keletkeznek. Ezek feldolgozása és hasznosítása nemcsak azért jelentős, mert mind az emberi táplálkozás, mind az állati takarmányozás szempontjából fontos és értékes táplálóanyagokat tartalmaznak, hanem azért is, mert a felhasználatlan melléktermékek veszteséget jelentenek, és emellett növelik a szennyvíz mennyiségét, továbbá számottevően rontják annak tisztíthatóságát. A tejiparban keletkező legfontosabb melléktermékek a következők:

- soványtej,
- író,
- savó.

16.1. A soványtej feldolgozása és hasznosítása

A soványtej (fözlött tej) három fő területen hasznosítható: az emberi táplálkozásban, az állati takarmányozásban és az iparban kazeingyártásra.

Soványtejet használnak fel az ízesített tejtermékek (kakaós tej, tejeskávé), savanyú tejtermékek, továbbá étkezési túró gyártására, de egyes sajtféleségek is készíthetők soványtejből (pogácsasajt), a soványtej feldolgozásának és hasznosításának azonban legfontosabb módja a tejporgyártás. Ugyanakkor a világ élelmiszeripara mind nagyobb mértékben használja fel a különböző *tejfehérje-koncentrátumokat*, amelyek az élelmiszerekben adalékként alkalmazva a termékek bizonyos minőségi tulajdonságait javítják, befolyásolják, illetve megakadályozzák bizonyos minőségi tényezők romlását.

A tejfehérje-koncentrátumok az előállítás módszere, a bennük lévő fehérjék állapota alapján három csoportba sorolhatók:

- kazeinátok,
- koprecipitátumok,
- natív tejfehérje-koncentrátumok.

A *nátrium-kazeinát* felhasználása az élelmiszer- és tápszeriparban az utóbbi években jelentős mértékben megnőtt. Értékes fehérjetartalma mellett igen jó zsíremulzió-stabilizáló és vízmegkötő anyag. Mind nagyobb mennyiségben használja fel a húsipar adalékanyagként a kolbász- és egyéb töltelékárukhoz, fehérjedúsító anyagként alkalmazzák különböző diétás élelmiszerekben.

A tejfehérje-koprecipitátumok a különböző kazeinátoktól eltérően a savófehérjék nagy részét is tartalmazzák. A kazeinátokkal szemben több előnyük is van, mert a tejfehérjék hasznosítása teljes mértékű, funkcionális tulajdonságaik jobbak, mint a kazeinátoké.

A natív tejfehérje-koncentrátumok gyártása az ultraszűrés tejipari alkalmazásával vált lehetővé. Az ultraszűréssel ugyanis kémiai és érdemi hőbehatás nélkül lehet a tejfehérjéket eredeti állapotukban koncentrálni. Legnagyobb mennyiségben a hús-, a tészta- és konzerviparban, a diétás termékek és tápszerek gyártásában használják fel őket.

A soványtej hasznosításának egyik régóta alkalmazott módja a *kazeingyártás*. Az ipari kazeint széles körben alkalmazzák a vegyiparban ragasztók, kiték, hidegenyv, csávázó-pácoló szerek gyártására, a szappan- és papíriparban pedig töltőanyagként.

Az *ipari kazeinek* két fő csoportját különböztetjük meg a fehérjekicsapás módjától függően: a *savas* és az *oltós* kazeint. A kazein gyártása a nyers kazein (ipari túró, kazeintúró) készítéséből, a kazein szárításából és őrléséből áll.

16.2. Az író feldolgozása és hasznosítása

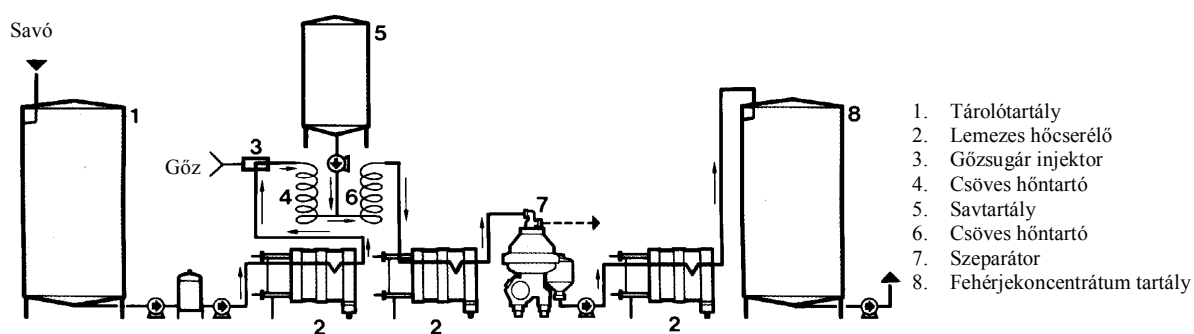
Az író, ami a vajgyártás mellékterméke, élelmiszerként és takarmányozási célra hasznosítható. Eredeti formájában pasztörözve, hűtve különböző csomagolásokban értékesítik. Felhasználható továbbá a sajt- és túrókészítéshez, de külföldön a különböző íróalapú üdítőitalok gyártásánál is komoly szerepe van. Takarmányként elsősorban a sertések számára hasznosítható. Porított alakban a takarmánytápokban 20–30%-ban helyettesíti a sovány tejpport. Az íróporgyártás elvében megegyezik a tejpportal.

16.3. A savó feldolgozása és hasznosítása

A túró- és sajtgyártás melléktermékeként jelentős, a feldolgozott tej 70–90%-nak megfelelő mennyiségű savó keletkezik. A savó feldolgozására – különösen az utóbbi évtizedekben – számos módszert dolgoztak ki. Ezek közül a legfontosabbak: savósajtok (orda, ricotta), savóitalok és savókészítmények gyártása, savóporfélék valamint, savófehérjekoncentrátumok gyártása.

A *savópor* különféle takarmányok, élelmiszerek, tápszerek és gyógyszerek ma már nélkülözhetetlen alap- és segédanyaga. Kiterjedten alkalmazza az élelmiszeripar több ága (a tej-, a sütő- és édesipar) termékeinek gyártásához a minőség és a funkcionális tulajdonságok javítására. A gyógyszeripar a savóport a penicillin gyártásához, mint segédanyagot (táptalajt) használja fel nagy mennyiségben. A savóféleségtől függően *édes* és *savanyú savóport* különböztetünk meg.

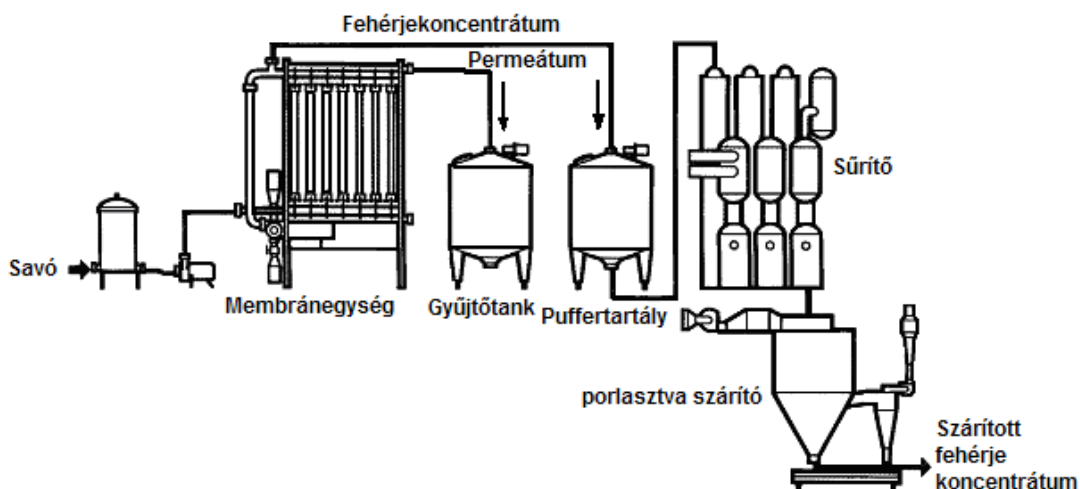
A *savófehérje-koncentrátumok* nagy fehérjetartalmú és meghatározott funkcionális tulajdonságokkal rendelkező, általában tartósított termékek, amelyek a savóból a fehérjék teljes vagy részleges elkülönítésével és vízelvonással készülnek. Nagy biológiai értékű savófehérjetartalmuk révén felhasználhatók az élelmiszerek fehérje-komplettálására.



16.1. ábra. Denaturált savófehérje gyártóvonal

Felhasználják ezenkívül tápszerek és dietetikus termékek gyártásánál is. A savó hasznosításának más módszerei is ismertek. Felhasználható a savó savóélesztő gyártására is takarmányozási célra, továbbá – mivel szárazanyag-tartalmának túlnyomó részét (64–74%-át) a tejcukor alkotja – tejcukorgyártásra. A tejcukor speciális tulajdonságai folytán mind a gyógyszeriparnak, mind a tápszerezésnek értékes alapanyagául szolgál. (A 16.1. ábra a denaturált savófehérje

gyártásvonalat, a 16.2. ábra pedig a szárított savófehérje-koncentrátum előállításának menetét mutatja be.)



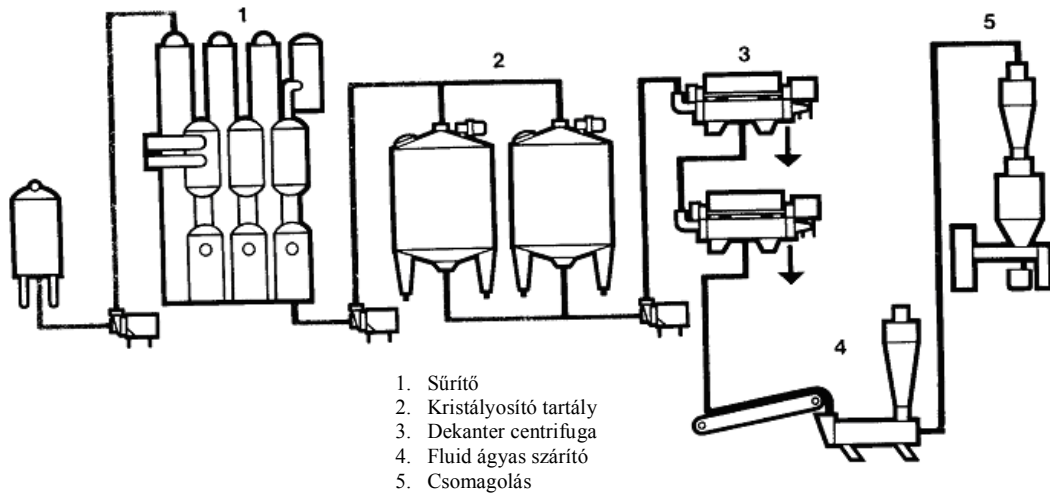
16.2. ábra. Szárított savófehérje koncentrátum előállítása

16.4. Kazeingyártás ipari célra

A kazein gyártása a kazeintúró készítéséből, a kazein szárításából és őrléséből áll. Az ipari túró gyártásának alapanyaga az élesen főlözött, legfeljebb 8–9 savfokú nyers soványtej. A savas kazeintúró kicsapása elvégezhető tejsavval vagy egyéb ásványi savval, pl. kénsavval. A 38–40 °C sovány tejhez állandó keverés mellett addig adagolnak kénsavat, amíg keverés közben a savó tiszta, áttetsző nem lesz. A kazein kicsapása után a savót le kell szívatni az alvadékról, majd a kazeintúrot a sav, a tejcukor és a sók eltávolítása céljából háromszor egymás után vízzel kell mosni. A mosóvíz eltávolítása után a túrot préselik. Az oltós kazeintúró gyártásakor a kazeint a tejből az oltó hatására csapjuk ki. A tej beoltási hőmérséklete 32–35 °C, alvadási ideje 25–40 perc. Az alvadékokat gyorsan 2–5 mm-es rögökre kell aprítani, majd két ütemben először 50 °C-os hőmérsékletig lassabban, majd 65 °C-ig gyorsan fel kell melegíteni állandó keverés mellett. Amikor a megfelelő alvadékszilárdság bekövetkezett, a savót le kell szívatni, és a túrot háromszor mosni kell. A túró préselése a savas kazeintúróéval azonos módon történik. A kazeintúróból a préselés után szárítással és őrléssel állítják elő az ipari kazeint.

16.5. Tejcukorgyártás

A nyers tejcukor gyártásának alapanyaga a friss, oltós savó. A tejcukorgyártás első művelete a savóból a fehérjék kicsapása. A savót először sósavval 4,7 pH-értékre savanyítják, majd közvetlen gőzbevezetéssel 95 °C hőmérsékletre melegítik, és kb. 30 percig állni hagyják. Ezután a forró savót mésztejjel 6,5 pH-értékig visszatompítják, és további 30 percig állni hagyják. Az így fehérjementesített savót vákuumbepárlóban 55–65% szárazanyag-tartalomig besűrítik. A sűrítmenyből a tejcukrot ki kell kristályosítani. A kristályosítás 24 óráig tart, és eközben 2–3 óránként az anyagot lassú fordulatszámú keverővel megkeverik. A kristályképződés elősegítésére a 30 °C-ra lehűlt sűrítmenyhez kristályos tejcukrot adnak. A kristályosítás végén a tejcukor a hűthető kristályosító tank alján kásaszerű tömeget alkot, amelyet hideg vízzel felhígítva cukorcentrifugában kicentrifugálnak.



16.3. ábra. *A tejcukor gyártásának folyamata*

A szárítást 70–80 °C-os hőmérsékleten végzik, majd a nyers tejcukrot lisztfinomságúra őrlik. A tejcukor finomításakor a nyers tejcukrot fűthető oldótartályban desztillált vízben 25–30% szárazanyag-tartalomra feloldják, majd az oldathoz csontszén vagy aktív szén és kovaföldet adnak. A keveréket 96–98 °C hőmérsékletre felfőzik, és szűrőprésbe nyomják. A tiszta szűrletet besűrítik, majd kristályosítják, centrifugálják és vákuumos szárítószekrényben 55–60 °C-os hőmérsékleten szárítják és őrlik (16.3. ábra).