

10. FEJEZET

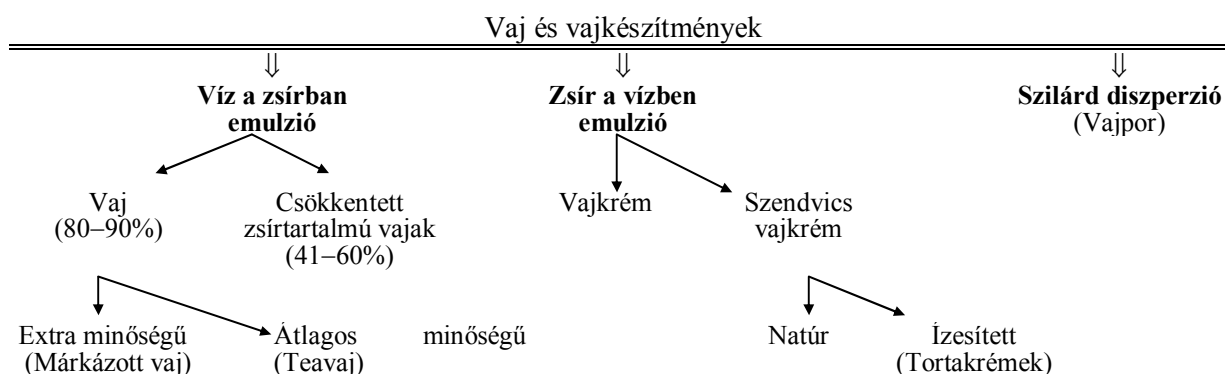
VAJ ÉS VAJKÉSZÍTMÉNYEK GYÁRTÁSA

10.1. A termékcsoporthatározása

Az idetartozó termékek kizárólag tejből és/vagy a gyártásukra alkalmas tejtermékből (tejszín, tejszír, vagy tejszírfrakció stb.) készülnek, 20 °C-on szilárd halmazállapotúak és kenhető állományúak, legalább 10% (m/m) és legfeljebb 90% (m/m) tejszírt tartalmaznak, és az étkezési sómentes szárazanyag-tartalmuknak legalább kétharmada tejszír. A termékeket négy csoportba soroljuk és beszélünk vajról, csökkentett és kis zsírtartalmú vajokról, vajkészítményekről mint egyszerű termékekről, továbbá ízesítőanyagok hozzáadásával előállított összetett termékekről, más néven ízesített vajkészítményekről. A pH-érték alapján megkülönböztethetünk három terméktípust: édestejszín-vajat (pH 6,2–6,8), félsavanyú-tejszín-vajat (pH 5,1–5,6) és savanyútejszín-vajat (pH 4,6–5,0), ill. -vajkészítményt. A termékek gyárthatók étkezési só hozzáadásával vagy anélkül. Az első esetben a terméket sózott vajnak, ill. vajkészítménynek nevezzük.

A vaj tejszírből fizikai úton nyert, idegen zsírt nem tartalmazó termék. A vaj 20 °C-on szilárd halmazállapotú és kenhető állományú „víz a zsírban” típusú emulzió, amely a vízén kívül más hozzáadott anyagot nem vagy legfeljebb tejszírt, tejszírfrakciót, tejeredetű tejsavkoncentrátumot, étkezési sót, színezéket és tejsavbaktérium-szintenyészetet tartalmaz. A vaj zsírtartalma legalább 80% (m/m) és legfeljebb 90% (m/m) lehet.

A vaj- és vajkészítmény 20 °C-on szilárd halmazállapotú és kenhető állományú „víz a zsírban” vagy „zsír a vízben”, esetleg „vegyes” emulzió típusú termék, amelynek sómentes szárazanyag-tartalmában legalább kétharmad rész a tejszír, és amely az emulzió stabilitásának biztosítása érdekében szükség szerint engedélyezett állományjavító adalékanyagokat, étkezési sót, színezéket, esetenként tejeredetű tejsavkoncentrátumot és tejsavbaktérium-szintenyészetet is tartalmaz. Zsírtartalmuk 10–80% (m/m). A vaj és vajkészítmények felbontását a 10.1. ábra mutatja.

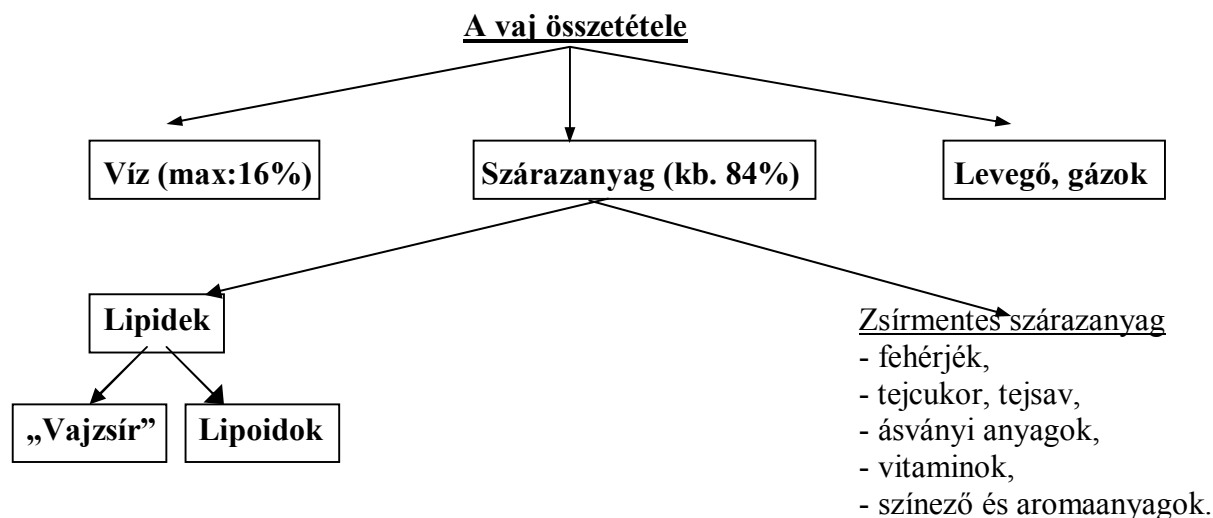


10.1. ábra. A vaj és vajkészítmények csoportosítása

A vaj fő alkotórésze a *zsír*. A vajban lévő *víz* (15–20%) az aromaanyagok hordozója. A *lipidek* többségét a *tejszír* (trigliceridek) alkotja. Nyári időszakban a vajzsírban több a telítetlen zsírsav (főleg az olajsav), télen viszont a telített zsírsavak mennyisége megnő (sztearinsav, mirisztinsav, palmitinsav).

A *lipoidok* a tej lipidjeinek kisebb részét, a *fehérjék* a zsírtmentes szárazanyag-tartalomnak közel a felét teszik ki. A *tejcukor*- és a *tejsavtartalom* 0,4–0,7% között mozog. Az ásványi

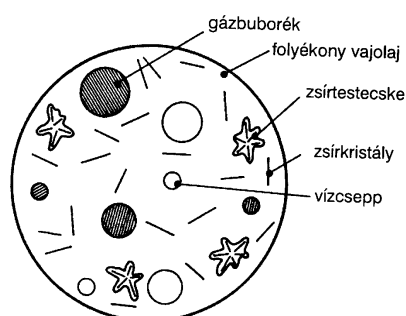
anyagok többségét a kalcium-foszfátok adják. A zsírban oldódó *vitaminoknak* értékes forrása a vaj (10.2. ábra).



10.2. ábra. A vaj összetétele

A vaj „víz a zsírban” emulzió. Az összefüggő fázist a zsír, illetve a vajolaj alkotja. A tejszín zsírgolyócskáiból kiperéselődő vajolajban foglalnak helyet a zsírkristályok és a zsírrészecskék. Szintén itt található meg finom eloszlásban a lipoid (burok) fehérjék. A víz, illetve író 4–30 µm-es cseppecskék formájában oszlik el a vajolajban, tartalmazva a vaj zsírmentes száranyagának egy részét. A vajban található levegő buborékok alakjában szintén a vajolaj fázisban található meg (10.3. ábra).

A vaj állománya és kenhetősége igen fontos minőségi jellemző. A jó állományú vaj még 7–8 °C-on is kenhető és szobahőmérsékleten sem lágylul el túlságosan. A vaj állományát a zsírsav-összetétel és a kidolgozott szerkezet határozza meg. A zsírsav-összetétel évszaktól és takarmányozástól való függőségét nehéz megváltoztatni. A gyakorlatban a kívánt szerkezet kialakítását elsősorban a tejszín érlelési módjával, és a köpülési, mosási, gyúrási hőmérséklet helyes megválasztásával tudjuk befolyásolni.



10.3. ábra. A vaj szerkezete

A vaj az emberi szervezet számára értékes energiaforrás. A vajzsír olvadáspontja közel áll az emberi test hőmérsékletéhez, ezért felszívódása gyors és csaknem teljes (95–98%-os). A vajzsír tartalmaz ún. nélkülözhetetlen (esszenciális) zsírsavakat és fontos forrása a zsírban oldódó vitaminoknak, különösen az A-vitaminnak.

A vajgyártásra alkalmazott leggyakoribb eljárás legfontosabb művelete a köpülés, melynek során a tejszín „zsír a vízben” emulziójából fázismegfordulással „víz a zsírban” emulzió jön létre. A tejszín érlelése hatására megszűnik a zsírgolyócskák adszorpciós burkának összefüggő

jellege. A köpüléskor a zsírgolyócskákból a vajolaj kilép és összefüggő fázissá egyesül, miközben az előző összefüggő plazmából apró cseppeket zár magába. A köpülés végére tehát vajrögök és jelentős mennyiségű folyadék fázis, úgynevezett író keletkezik.

10.2. A vajgyártás alap- és adalékanyagai

Ha a főzés a gyártó üzemben történik, akkor a tejet tekintjük alapanyagként, ha vásároljuk a tejszint, akkor az üzembe érkező tejszint kezeljük alapanyagként. A vaj szempontjából az üzemi főzés a megbízható alapanyag, mert az üzemi átvételtől kezdve figyelemmel tudjuk a minőség alakulását kísérni. Az alapanyaggal szemben – legyen az tej vagy tejszín – a fogyasztói tejjel szemben támasztott követelményeket vesszük alapul, és mivel zsírdús termékéről van szó, egyéb tényezőkre is oda kell figyelni.

A tejszínnel szemben támasztott követelmények:

Íz és szag: legyen hibátlan, tiszta, mert az íz- és szaghibák a vajban felerősödve jelennek meg. A legtöbb ízhibát a takarmányok okozhatják. A tejszír kolloid állapota fontos, mert a zsír megfelelő (töretlen) kolloid állapota a főzés élességét erősen befolyásolja.

Nehézfém-szennyeződés: jelenlétük már igen kis mennyiségben is fémes, olajos ízhibát okozhat, mert elősegítik a vajzsír oxidációs bomlását.

Lipázos tejet, vagy tejszint nem használhatunk fel vajgyártásra.

Aciditás: a titrált savfok az alapanyag (tejszín) zsírszázalékától függően változik. A plazma savfok a zsírtartalomtól független, ezért plazmasavfokot veszünk figyelembe.

$$P_{sf} = \frac{SH^{\circ} \cdot 100}{100 - zs}$$

ahol:

P_{sf} = a plazmasavfok (SH°),
 zs = a tejszín zsírtartalma (%).

A P_{sf} maximum $7,5 SH^{\circ}$ lehet. A gyártáshoz használt tejszín zsírtartalma eljárástól függően 28–50% között megfelelő.

Egyéb felhasznált anyagok követelményei

Vajkultúra: törzsei a *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. diacetylactis*, *Leuc. citrovorum* és *Leuc. dextranicum*. Elvárás a kellő biológiai aktivitás, az intenzív tejsav- és aromatermelés.

Citromsav: pH-beállításhoz használhatják, megfelelő tisztaságú legyen.

Vajmosóvíz: alapkövetelmény az ivóvíz minőség.

Csomagoló eszköz: zsírtaszító és lehetőleg fényvédő legyen.

Színező anyagok, aromaanyagok, ízesítők: felhasználásukkal cél a színállandóság és a megfelelő aroma kialakítása, csak a hatóságok által engedélyezett anyagokat lehet felhasználni.

10.3. Vajgyártási eljárások

Agglomerizálásos (köpüléses) eljárások: Az eljárás lényege, hogy a köpülésre a tejszint fizikai vagy biológiai érleléssel előkészítik, majd köpülőkben habképzéses eljárással a zsírgolyócskákat halmazokba tömörítik, vajrögökké egyesítik, ezzel a plazmától elkülönítik.

Fölözéssel eljárások: A zsírgolyócskák koncentrációját kétszeres fölözéssel érik el. A fázismegfordulás eléréséhez hűtést és mechanikai hatást alkalmaznak. Ismertebb eljárások pl. az Alfa-Laval és a Meljusin módszer.

Ugyancsak kétszeres fölözéssel érik el a zsírgolyócskák koncentrációját a vajzsír-emulgeáló eljárások alkalmazásánál. Ennél az eljárásnál a vajzsírból a szérumot melegen elválasztják, és később a vajzsírba plazmát emulgeálnak. Európában ipari méretekben a vajkészítés úgynevezett folytonos vajgyártó gépekkel történik az agglomerizációs módszerrel (10.4. ábra).

10.4. A tejszín kezelése, előkészítése

Az agglomerizációs vajkészítési eljárások a gyártás menetét tekintve lehetnek szakaszos és folytonos üzeműek. Bármelyik eljárást választjuk is, a vajgyártáshoz megfelelően elő kell készíteni a tejszínt.

A tejszín átvétele

A mennyiségi átvétel tömeg vagy térfogat szerint történik. A minőségi átvételkor meghatározzák a tejszín zsírtartalmát, plazmasavfokát, érzékszervi tulajdonságait.

A tejszín zsírtartalmának beállítása

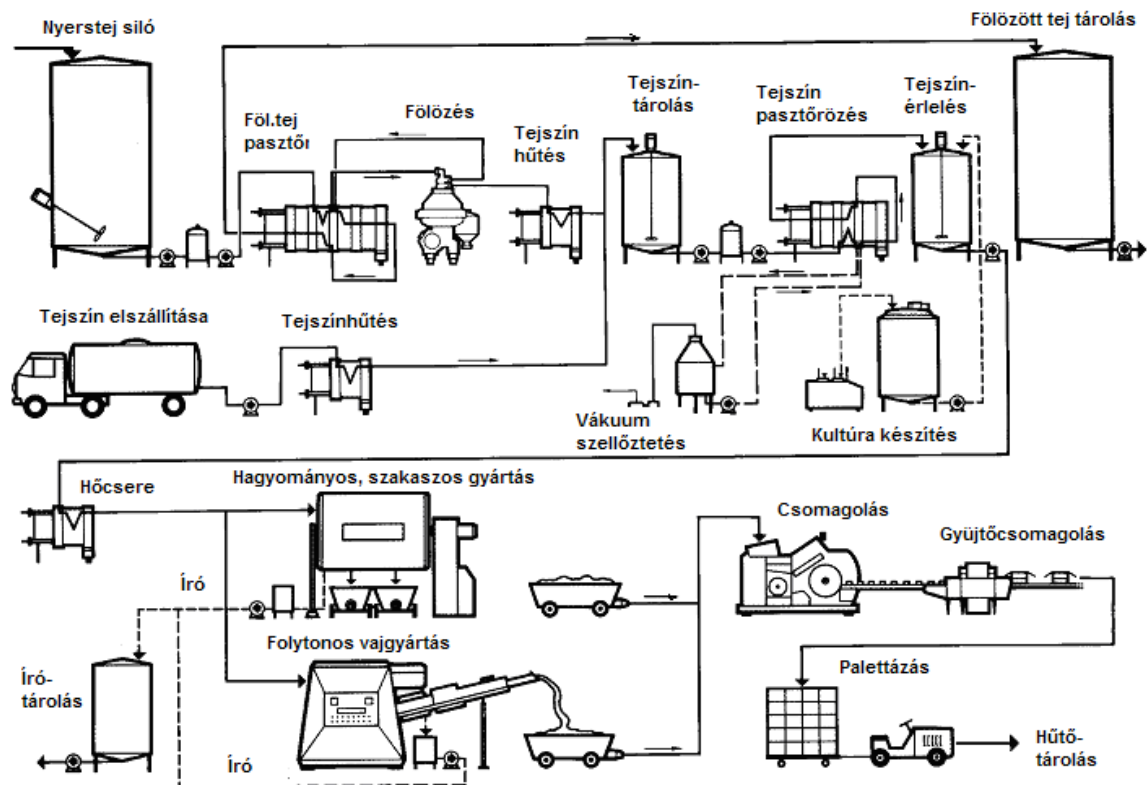
A tejszín zsírtartalmát a vajkészítési módnak leginkább megfelelő értékre kell beállítani.

Folytonos vajgyártás biológiai érleléssel:	38–42% zsírtartalom.
Folytonos vajgyártás fizikai érleléssel:	45–50% zsírtartalom.
Szakaszos vajgyártás biológiai érleléssel:	28–30% zsírtartalom.
Szakaszos vajgyártás fizikai érleléssel:	34–36% zsírtartalom.

A tejszín pasztörözése, szellőztetése és hűtése

A pasztörözés általános célján kívül a tejszín pasztörözésekor célunk a káros hatást kifejtő enzimek inaktiválása, antioxidáns hatású anyagok kialakítása és a „pasztörözött” íz elérése, mert a fizikai érleléssel gyártott vajak íze nélkül jellegtelen, üres lenne. Mivel a nagyobb zsírtartalom a mikroorganizmusok számára nagyobb védeltséget biztosít, ezért magasabb pasztörözési hőmérsékletre, 90–110 °C-ra hevítjük a tejszínt. A pasztörözés mérsékli a tejszín oxidációs hajlamát is. A tejszín pasztörözésénél vákuumos szellőztetést alkalmazunk. Hatására az illó szag- és ízanyagok, valamint az oldott gázok eltávoznak. Pasztörözés után a tejszínt azonnal le kell hűteni. Minél gyorsabban és minél alacsonyabb hőmérsékletre hűtjük le a tejszínt, annál kisebb zsírkristályok keletkeznek és fordítva. Nyáron a gyors, alacsony hőmérsékletre való hűtéssel keményítjük a vajzsírt. A hűtés hatására végbemenő változások:

- a zsírgolyócskák burkában a foszfatidok kristályos állapotba kerülnek, ezzel megszűnik felületi aktivitásuk és emulgeáló hatásuk,
- a trigliceridek egy része is kristályosodik (kb. 50%),
- a kristályosodás a zsírgolyócskákban kívülről befelé halad, így a belül lévő vajolaj nyomása nő, és a folyékony trigliceridek egy része a zsírgolyócskák felületére préselődik, ahol félhold alakú képződményeket hoz létre,
- az egymással érintkező zsírgolyócskák a vajolajréteg révén halmazokká tapadnak össze.



10.4. ábra. A vajgyártás folyamatábrája

10.5. A tejszín érlelése

Az érlelés célja az, hogy a tejszint vajkészítésre alkalmassá tegyék. A kívánt készterméktől függően a tejszint különböző érlelési eljárásokkal tesszük köpülésre alkalmassá. Érlelhetjük a tejszint fizikai, biológiai és a hőfoklépcsős eljárások valamelyikével. (Egy tejszínérlelő tankot mutat be a 10.11. ábra.)

10.5.1. Fizikai érlelés

A fizikai érlelés lényege, hogy a tejszint $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűtjük és hidegen tartjuk. Általában $2\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on $2\text{--}6$ órán át érleljük. Télen magasabb, nyáron alacsonyabb érlelési hőmérsékletet választunk. Alacsonyabb hőmérsékleten az érlelési idő rövidebb. Érleléskor a zsírgolyócskák megdermednek.

10.5.2. Biológiai érlelés

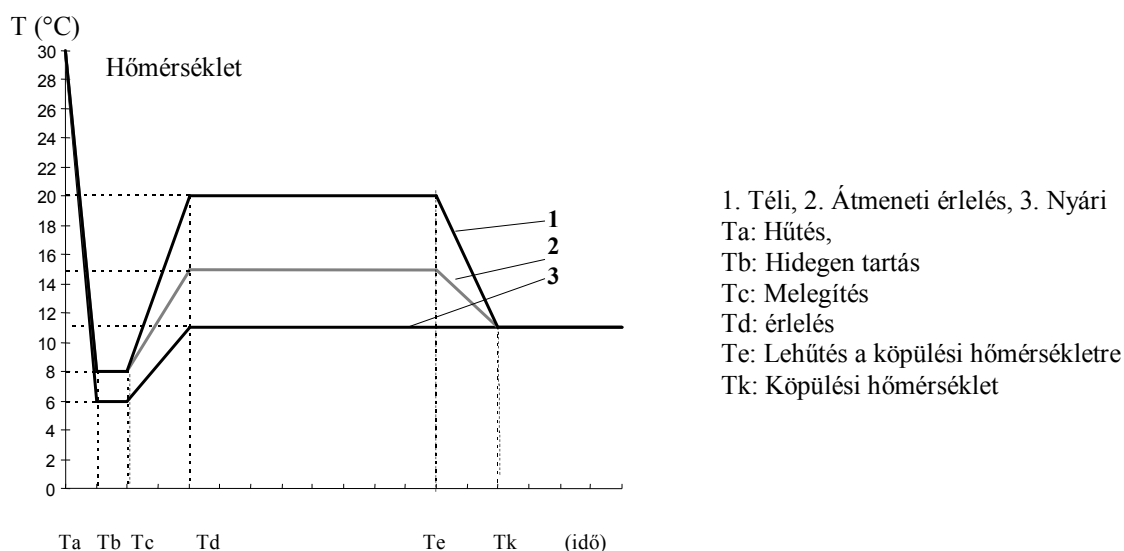
Az érlelés ideje alatt két szakaszt különböztetünk meg, elsőként a savanyítási szakaszt, majd az aromatermelési szakaszt. A savanyítás $3\text{--}5\%$ vajkultúrával történik.

Savanyítási szakasz: az érlelésre váró tejszint bekultúrázzuk, majd $16\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on $8\text{--}10$ órán keresztül savanyítjuk. Ebben a szakaszban 25 plazmasavfokig érleljük a tejszint. A savanyítási szakaszban tejsav termelődik, csökken a pH, ezért a burokfehérjék dehidratálódnak, csökken a burok elektromos töltése és a felsoroltak miatt csökken a „zsír a vízben” emulzió stabilitása.

Aromatermelési szakasz: a már 25 plazmasavfokig érlelt tejszín 9–13 °C-ra lehütjük, és ezen a hőmérsékleten még 6–10 órán át érleljük. Közben lassan leáll a savanyodás és fizikai változások következnek be. Az érlelés végére a tejszín plazmasavfoka eléri a 35 pSH-t. A hidegérlelés alatt aromaanyagok – aldehidek, ketonok, észterek képződnek, amelyek közül legfontosabb a diacetil – termelődnek és közben a lehűtött tejszínben megindul a zsírgolyócskák kristályosodása.

10.5.3. Hőfoklépcsős érlelés

A kedvező vajállomány kialakítása a cél. Figyelembe kell venni a tejszír átlagos kristályosodási hőmérsékletét. Ez a hazai tejszíroknál télen 20 °C, nyáron 11 °C és az átmeneti időben 15 °C (10.5. ábra).



10.5. ábra. A tejszínérlelés hőfoklépcsői az évszaktól függően

10.6. A vajgyártás műveletei

10.6.1. Köpülés

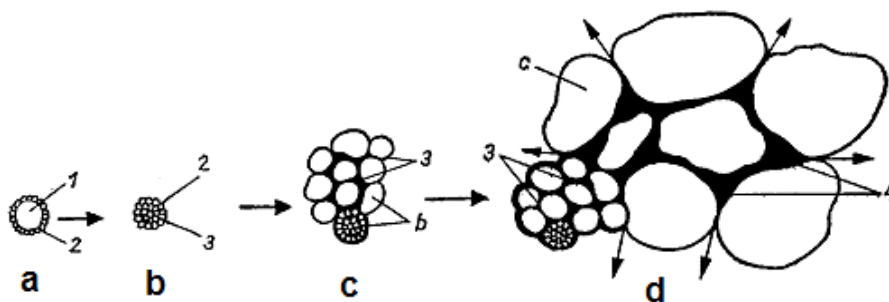
A tejszín érlelését a köpülés követi. A köpülés olyan folyamat, ahol a tejszínből fázismegfordulás után vajrögök és író képződnek. A köpülés fontos feltétele a köpülési hőmérséklet helyes megválasztása. A köpülési hőmérséklet 8–12 °C, nyáron alacsonyabb, télen magasabb. A téli vajzsír olvadáspontja magasabb mint a nyárié, ezért kell télen magasabb, nyáron alacsonyabb köpülési hőmérsékletet választani. A köpülési hőmérséklet megválasztásakor a tejszín zsírtartalmát is figyelembe kell venni. Ha a tejszín zsírtartalma magas, akkor a vajolaj mennyisége több a plazma mennyiségéhez viszonyítva. A zsírgolyócskák túl gyorsan egyesülnek rögökké, ezért a kisebb zsírgolyócskák száma megnő a plazmában, vagyis nő az író zsírtartalma. Megállapítható, hogy a nagyobb zsírtartalmú tejszín alacsonyabb, míg a kisebb zsírtartalmú magasabb hőmérsékleten kell köpülnünk. A *köpülés* folyamatában több szakaszt figyelhetünk meg.

Habképződési szakasz: köpülés közben a tejszín örvénylik, rázkódik és levegővel keveredve részben habbá verődik. Az érlelés során már részben emulgeált zsírgolyócskák egymásnak ütköznek, és a felületükön levő vajolaj segítségével halmazokba tapadnak össze. A

halmazok a habképződés következtében a hab felületen koncentrálnak. A koncentráció során a hab zsírtartalma a 70%-ot is eléri.

Habösszeesési szakasz: a további mechanikai munka hatására az összes vajolaj kifolyik a zsírgolyócskákból és magába zárja a maradék szilárd zsírfázist és a folyadékfázis egy részét, azaz megtörténik a fázismegfordulás, mikroszkopikus vajszemcsék képződnek, és a hab összeesik.

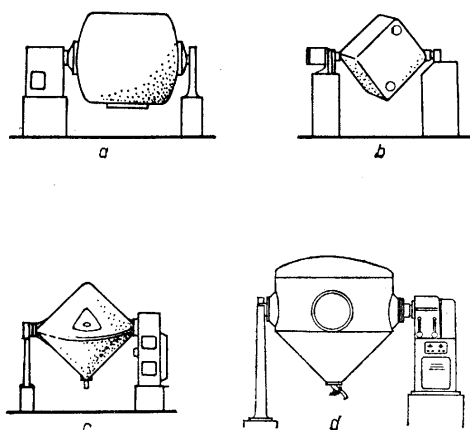
Vajrögeképződési szakasz: a mikroszkopikus vajszemcsék makroszkopikus vajrögökké egyesülnek. A vajrögök közé bezáródik a plazma kisebbik része, nagyobb része a plazmának, mint író elkülönül (10.6. ábra).



10.6. ábra. *A vajrögök képződése*

- a. Zsírrészecske halmazok a légbuborék felületén, b. Mikroszkopikus vajszemcsék, c. Mikroszkopikus vajrögök, d. Makroszkopikus vajrögök
1. Légbuborékok, 2. Zsírrészecske halmazok, 3. Finom eloszlású kötött víz, 4. Durva eloszlású szabad víz

A vajszemcsék, vajrögök képződése, növekedése folytonos. A mikroszkópos tartományban a vajrögök közé bezáródott víz kötött víz, gyúrással nem távolítható el. A makroszkópos tartományban bezárt vizet gyúrással eltávolíthatjuk. A köpülést általában 2–3 mm átmérőjű vajrögök eléréséig folytatjuk. Köpülés után az írotól elválasztjuk a vajrögöket. Az író zsírtartalma függ az érlelés és a köpülés módjától, 0,3–1,2% között mozog. A hagyományos köpülőtípusokat a 10.7. ábra mutatja.



- a. Hengeres vajkészítő
b. Kubus
c. Ikerkúp
d. Palack (pörgettyű)

10.7. ábra. *Hagyományos köpülőtípusok*

10.6.2. A vaj mosása

A vaj mosásának célja a vajrögök között visszamaradt író, és az utófertőzéssel bekerült baktériumok eltávolítása. A vaj mosása előnyös, mert csökkenthető a baktériumok számára tápanyagul szolgáló tejcukor és fehérjék mennyisége, és eltávolíthatók a hibát okozó vízben oldódó íz- és szaganyagok. Hátránya, hogy az íz- és aromaanyagok nagy részét is kimossuk. A mosott vaj üresebb ízű. A zsírintes szárazanyag-tartalom 1,5–3%-ról akár 0,5–1,5%-ra csökken. A vaj mosásához ivóvíz minőségű víz szükséges. A víz vas- és mangántartalma legyen kicsi, keménységi foka ne haladja meg a 12 német keménységi fokot, pH-értéke legfeljebb 7 lehet. A mosóvíz hőmérséklete befolyásolja a vaj állományát és alapvíztartalmát. Kis rögméretre köpüléssel és hidegebb mosóvízzel kisebb alapvíztartalmat érhetünk el. A köpülési hőmérsékletnél hidegebb mosóvizet alkalmazva a vaj utószilárdulása csökken, ezért a vaj állománya kenhetőbb lesz.

10.6.3. A vaj gyúrása

A gyúrás a vaj készítésének igen fontos művelete. A gyúrás célja:

- a vajrögök, vajszemcsék közé bezáródott felesleges víz eltávolítása,
- az egységes vajszerkezet kialakítása,
- a visszamaradó vízcseppek elaprózása és egyenletes eloszlata.

Az elsődleges vajszemcsékbe bezáródott finom eloszlású plazma az ún. *kötött víz*. Gyúrással nem távolítható el. Eltávolítható viszont a gyúrással a *szabad víz*, ami jelen esetben a nagyobb üregekbe bezáródott plazma. Technológiai szempontból a gyúrásnak két szakasza, így két célja van. Így beszélünk előgyúrásról és utógyúrásról.

Az *előgyúrás* célja a felesleges víz eltávolítása a vajból. Gyúrás közben a vaj víztartalma fokozatosan az *alapvíztartalomra* csökken. A vaj alapvíztartalma (legkisebb víztartalom) függ az alkalmazott technológiától, a vajzsír összetételétől, a köpülési, mosási és a gyúrási hőmérséklettől.

Az *utógyúrás* során a vajrögök egységes vajjá tömörödnek, a visszamaradó víz egyenletesen elaprózódik és eloszlik. A vízcseppek elaprózódása közben a vízcseppekre nyomó- és nyíróerő hat, a cseppek folyadékhártyává deformálódnak, apró részecskékre szakadnak, majd ismét gömb alakot vesznek fel. Ez a gyúrás alatt többször megismétlődik. A folyamat közben a fehérjék és a baktériumok a zsírfázisban rögzítődnek. Itt a baktériumok víz hiányában csökkentik tevékenységüket, ezért a vaj sokáig eláll. A vaj állományát nagymértékben befolyásolhatjuk a gyúrással. Ha kisebb hőmérsékleten gyúrunk, lágyul a vaj állománya, mert csökken az utószilárdulás. Ha keményebb állományú vaját akarunk készíteni, akkor magasabb hőmérsékleten gyúrunk, így elősegítjük az utószilárdulást.

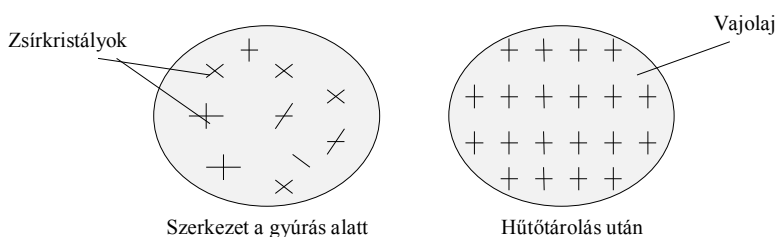
10.6.4. Víztartalom és pH-beállítás

Szakaszos vajgyártásnál a gyúrás befejezése után, folytonos vajkészítéskor az utógyúráskor állítjuk be a vaj víztartalmát és pH-ját. Szakaszos vajgyártásnál az utógyúrt vaj víztartalmát vizsgáljuk meg, és ennek ismeretében adjuk a köpülőben lévő vajhoz a vizet, majd szárazra gyúrjuk. Folytonos vajkészítő berendezésekben vízbeállító szivattyúval az utógyúráskor adagoljuk a szükséges vizet a vajhoz. A vaj pH-ját általában a vaj víztartalmának beállításával együtt végezzük el. A pH-t vajkultúra és citromsavoldat keverékével állítjuk be. A vaj tárolása alatt 1–2 napig még 0,1–0,2 pH-érték csökkenésre számíthatunk a tejsavbaktériumok tevékenysége miatt. A víztartalom beállításánál figyelembe kell venni, hogy adagoláskor 0,1–0,3% víz kigyúródik a vajból.

10.6.5. A vaj állományának szilárdulása (utószilárdulás)

Gyúrás után a tárolás alatt a vaj állománya szilárdul, mert a vaj szerkezetében további változások mennek végbe. Ha a frissen gyúrt vaját állni hagyjuk, akkor a trigliceridek azon része, amelyek az adott hőfokon túlhűtött állapotban vannak, *utókristályosodnak*. Ez a jelenség növeli a vaj szilárdságát, a folyamat *nem megfordítható*.

A *tixotrópia* a gyúrás alatt a vajolajban rendezetlenül elhelyezkedő zsírkristályok a közöttük lévő vonzóerő hatására rendeződnek, és létrejön a vaj szerkezeti váza. A tixotrópia megfordítható folyamat. A vaj utószilárdulása kisebb hőmérsékleten lassabban megy végbe, ezért a vaj szilárdságát legkorábban három nap múlva értékelhetjük (10.8. ábra).



10.8. ábra. A vaj tixotrópiás utószilárdulása

10.6.6. A vaj csomagolása és tárolása

Csomagolni a vaját az utószilárdulás előtt kell, mert a már utószilárdult vaj szerkezetében megtörik, víz szabadul fel, ami a mikroorganizmusoknak kedvez, a vaj hamarabb megromlik. A csomagolást a gyúrás után télen 1–2, nyáron 3 órán belül ezért el kell végezni. A vaj csomagolásának célja a termék védelme és esztétikai hatás elérése. A vaj csomagolóanyagával szemben a következő követelményeket támasztjuk:

- fényvédő legyen,
- a zsírt nem eresztheti át,
- vízgőzáteresztése minimális legyen,
- jól izolálja az íz- és szaganyagokat,
- védjen a külső hatásokkal szemben.

A vaját csomagolás után azonnal hűtőbe kell szállítani. Jelentős szerepe van a hőmérsékletnek a vaj tárolásában (10.1. táblázat). Az eltarthatósági időt még a következők befolyásolják:

- a tejszín pasztörözési hőmérséklete,
- a vajplazma elaprózása és eloszlata,
- a vaj pH-ja,
- a vaj zsírintes szárazanyag-tartalma, fehérjetartalma,
- a nehézfémso mennyisége,
- a vaj antioxidáns-tartalma.

10.1. táblázat. A vaj tárolási előírásai

Időtartam	Hőmérséklet (°C)	Relatív légnedvesség (%)
7 nap	+2 ...+4	75–80
1 hónap	–6 ...–8	80–85
9 hónap	–15 ... –20	85–90

10.7. Vajkészítési eljárások

10.7.1. Vajkészítés szakaszos eljárással

A gyártáshoz savanyú tejszínvaj esetében 28–30%-os zsírtartalmú tejszint, míg édes tejszínvaj gyártásához 33–36%-os zsírtartalmú tejszint használunk fel. A tejszint 95–110 °C-on hőkezeljük. A köpülőbe tölthető tejszín mennyiségét a tejszín zsírtartalma határozza meg. Általában 25–40%-os a töltési arány, amit a 10.2 táblázat szemléltet.

10.2. táblázat. *A köpülő töltési aránya a tejszín zsírtartalmának függvényében*

Zsír %	Köpülő töltési %
25	40
30	33
35	29
40	25

A köpülés megkezdése előtt lezárjuk a köpülőt, majd lassú fordulaton pár fordulatot teszünk, utána gáztalanítunk. A tejszínből felszabaduló gázok – főleg szén-dioxid – okozzák a köpülőben a túlnyomást. Ezt követően megkezdjük a köpülést míg össze nem esik a hab, és látható vajszemcsék meg nem jelennek. Ezt a kémlelőablak megtisztulása is jelzi. Amikor a kívánt rögnagyságot elértük, a vaj tömörítése céljából lassan teszünk néhány fordulatot, majd pár perces pihentetés után az író leeresztjük. Következő lépés a gyártás során a vaj mosása. A mosóvíz és vaj mennyisége a köpülő térfogatának 40%-a lehet. Zárt ajtó és nyílások mellett pár fordulattal mosunk, majd a mosóvizet leeresztjük. Az előgyúrás nyitott íróleeresztővel és lazán zárt köpülőajtóval történik, hogy a felesleges víz eltávozzon. Az előgyúrás 15–20 percig tart, az ajánlott fordulatszám 4–6 fordulat/perc.

Utógyúrásakor szintén 4–6 fordulat/percen dolgozunk szárazra gyúrásig (köpülő belseje száraz). Utógyúrás után beállítjuk a vaj víztartalmát és pH-ját, majd ismét szárazra gyúrunk. Ezt követően ellenőrizzük a beállítás helyességét, majd kiadagoljuk a vaját.

Szakaszos működésű vajgyártó berendezések

A szakaszos működésű köpülők a legrégebben alkalmazott vajgyártó berendezések (10.12. ábra). Szerkezeti kialakításuk szerint két nagy csoportba sorolhatók: gyúróhengeres köpülők, verőléces vajkészítők.

A *gyúróhengeres* köpülőkben a vaj kidolgozása jó hatásfokkal végezhető el, de ma már nem használatosak a gyúróhengerek csapágyazási és tömítési problémái miatt.

A *verőléces* köpülők működésének lényege, hogy a köpülést, gyúrást a köpülőben lévő egymáshoz különböző szögben elhelyezett lemezek (verőléc) való ütköztetésekkel biztosítjuk. A verőléces köpülő fő részei:

- hajtómű a motorral,
- támasztóbak,
- köpülődob,
- védőberendezés és szerelvények.

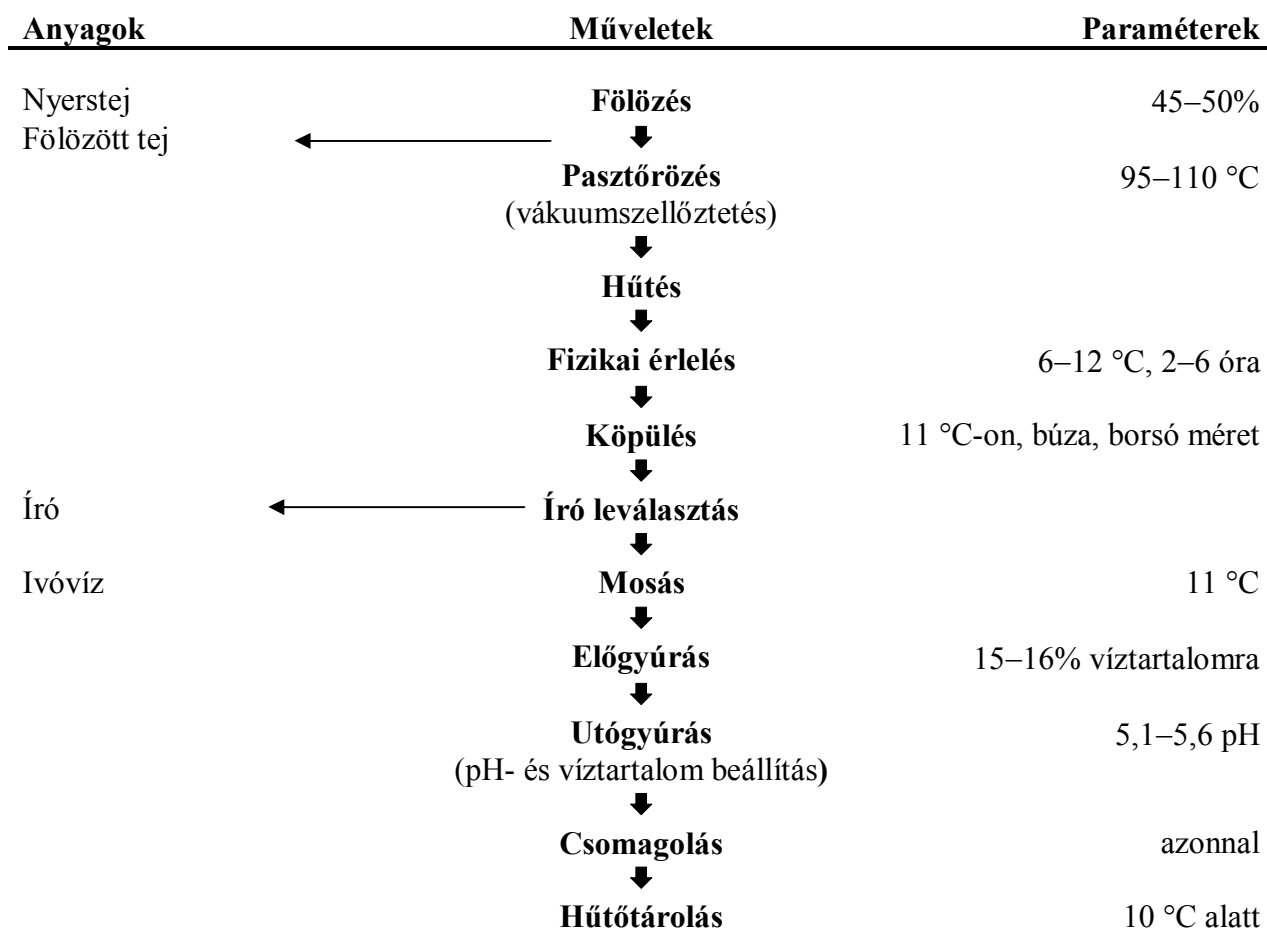
A hajtóműházban elhelyezett villanymotor ékszíjáttétellel hajtja a fokozat nélküli hajtóművet. A köpülődob rozsdamentes acélból készül, három verőléccel. A dob palástján van az ajtó, amely a tejszín, a vajmosóvíz bevezetésére szolgál, és azon keresztül borítjuk ki a vaját

is. A köpülődob homloklapjain egy-egy nézőüveg található, melyeken keresztül a gyártást kísérjük figyelemmel.

10.7.2. A folytonos vajkészítés

A 8–13 °C-ra hűtött tejszint állandó keverés mellett csavarszivattyúval a vajgyártógép hűthető *köpülőhengerébe* továbbítjuk. Itt egy fokozatmentesen szabályozható, nagy fordulatszámmal működő (1250–2500 fordulat/perc) verőléc pár másodperc alatt kiköpüli a tejszint. A vajszemcse és írókeverék innen a szintén hűthető utóköpülőhengerbe jut. Itt a vajszemcsék tömörülnek, melyeket az íróval együtt egy csiga a terelőlécekkal ellátott, perforált falú *elválasztó hengerbe* továbbít. Az író ezután egy gyűjtőedénybe kerül, majd lehűtjük, tároljuk. A vajrögök az úgynevezett *mosóaknába* hullanak, ahol hűtött vízzel permetező mosást alkalmazunk. A mosóvíz hőfoka nyáron 4–5 °C, télen 8–10 °C.

A mosást követően a vajrögök a hűtököpennyel ellátott *gyúróhengerbe* jutnak. Itt az egymással szembeforgó csigapár szabályozható fordulatszámmal (40–60 fordulat/perc) a vajat alapvíztartalomra gyúrja, és a *gyúrófejbe* továbbítja. Az utógyúrás, a víz- és pH-beállítás itt történik. A kész vaj a továbbítócsőbe, majd az adagológépbe kerül. A víz és pH-érték beállítása az utógyúró részben egy változtatható teljesítményű adagolószivattyúval történik.



10.11. ábra. Édes tejszínvaj folytonos gyártásának folyamatábrája

Folytonos vajkészítő berendezések

Az első folytonos vajkészítő berendezést Fritz készítette el 1939-ben. Magyarországon a Fritz-elven működő továbbfejlesztett változat az *FBFB-12* típusú berendezések terjedtek el. Fő részei: a köpülő, a leválasztó rész, a gyúró rész (10.13. ábra).

A gép felső részén helyezkedik el a köpülőhenger, amely hűthető. A köpülőben négy verőléc helyezkedik el. A köpülőhengerben jelentős mechanikai hatásra megy végbe a fázismegfordulás, és kialakulnak a vajrögök. A vajrögök és az író a köpülőhenger elején lévő ejtőaknán át a leválasztó hengerbe jutnak. A leválasztó részben találunk egy hűthető hengert, amelyben egy szállítócsiga van, és egy perforált hengert, amely együtt forog a szállítócsigával, és a vajrögöket terelőlemezekkel a mosóakna felé továbbítja. A perforált részben történik az író és a vajrögök elkülönítése. A leválasztott írot szűrőn keresztül elvezetjük, a vajrögök pedig a mosóaknába hullanak, ahol tetszőleges mennyiségű és hőmérsékletű vízzel mosunk.

A mosóaknából a még vizet is tartalmazó vaj a gyúróhengerbe jut. A gyúróhenger első részén perforált lemez, majd további két perforált lemez között egy-egy háromágú keverőlapát található, amelyek felelősek a megfelelő vízelosztásért. A keverőlapátoknál becsatlakozó vezetéken át a vaj végleges víztartalma és pH-értéke állítható be. A köpültengely fordulatszáma 1250–2500 fordulat/perc értékek között fokozatmentesen szabályozható. A hajtóművek általában ékszíj meghajtásúak. A leválasztóhengert forgató motor fordulatszáma állandó, 16 fordulat/perc. A gyúrócsigák 4 fordulat/perc fordulatszámon működnek. A köpülő, a leválasztócsiga és a gyúrócsigapár köpenyét hűteni lehet. A vaj mosásához külön vezetéket építettek ki. A folyamatábrát a 10.9. ábra mutatja.

10.8. A vajkrém készítése

A vajkrém pasztörözött tejszínből soványtej, vaj, tejpör hozzáadásával, esetleg adalékanyagokkal kiegészítve, tejsavbaktérium szintenyézzel alvasztva, homogénezéssel és hőkezeléssel készült, melegen kiszerezelt vajkészítmény.

A zsír a vízben emulziószerkezetű vajkészítmények jellemzői

Zsír tartalmuk az összes vajkészítmény közül a legkisebb, általában 36–40%, szárazanyag-tartalmuk 46–49%. Zsír emulgeált állapotban van bennük jelen, így az emésztés során könnyen szívódik fel. Igen jól kenhető hidegen is. Táplálkozási értéküket jelentősen megnöveli viszonylag magas fehérjetartalmuk. Könnyen és jól ízesíthetők.

A vajkrémgyártás rövid leírása

Fölözéssel 38–40%-os zsír tartalmú tejszint 10 °C alá hűtjük és ezen a hőmérsékleten tároljuk a felhasználásig (10.10. ábra).

Az előkészített tejszín zsír tartalmának és szárazanyag-tartalmának ismeretében hozzáadjuk a beállításhoz szükséges fölözött tej és tejpör mennyiséget a kívánt zsír és zsírmentes szárazanyag-tartalom elérése céljából. A beállított alapanyagot homogénezzük, majd hőkezeljük. A kis nyomáson való homogénezéssel célunk a tejpör tökéletes diszpergálása és a zsírgolyócskák átlagos átmérőjének csökkentése. Az előmelegített tejszint 50–70 bar nyomáson homogénezzük, majd a pasztörbe vezetve 98–102 °C-on 20 s hőntartással hőkezeljük. Pasztörözés után 22–24 °C-ra hűtjük le a tejszint. Ezen a hőmérsékleten 2% vajkultúrával beoltjuk. A beoltást követően újra homogénezzük, de most már 250–300 bar nyomáson, miközben az alapanyag hőmérséklete 30–32 °C-ra felmelegszik. A kétszer homogénezett, hőkezelt alapanyagot ezután megalvasztjuk. Az alvadékat az érlelőtank keverőjével simára törjük, majd szivattyúval a kutterbe továbbítjuk. Itt hozzáadjuk az állományjavító anyagot, az ízesítő anyagokat, vajat stb.

Ha a tejszín pH-értéke magasabb 4,5-nél, akkor azt citromsavoldattal állítjuk be az elvárt értékre. A kutterben állandó keverés mellett a terméket közvetlen gőzbevezetéssel 75–78 °C-ra hevítjük. A kutterezést követően a terméket szivattyú segítségével egy fűthető tartályba, majd az adagológép tölcserébe továbbítjuk. Az adagolás a végtermék állománya és bakteriológiai minősége miatt 65–72 °C-on folyamatosan történik. A termék 4,5 pH-n 70 °C feletti hőkezelés hatására gyakorlatilag steril lesz. A melegen való letöltés a reinfekciót minimálisra csökkenti. A vajkrém végső állománya a fogyasztói csomagolásban hűtés közben alakul ki.

Anyagok	Műveletek	Paraméterek
Tejszín, tejpör,	Bekeverés, Zsírbeállítás	32–35%
	↓	
	Előmelegítés	50–55 °C
	↓	
	Homogénezés	50–70 bar
	↓	
Vajkultúra	Hőkezelés	98–100 °C, 15–40 sec
	↓	
	Hűtés	22–24 °C
	↓	
	Beoltás	2%
	↓	
Adalékanyagok, stabilizálószer	Homogénezés	280–300 bar
	↓	
	Savanyítás – érlelés	30–32 °C-on, 4,2–4,5 pH-ig
	↓	
	Alvadék feltörés	
	↓	
Adalékanyagok, stabilizálószer	Kutterezés – hőkezelés	72–78 °C
	↓	
	Adagolás – csomagolás	65–72 °C
	↓	
	Hűtés, érlelés	5 °C alá 24 órán át

10.10. ábra. A vajkrémkészítés folyamatábrája

10.9. A vaj és vajkészítmények gyakoribb hibái

10.9.1. Állományhibák

Túl *kemény*, vagy túl *lág*y állomány: a nyári vaj igen lág, a téli vaj pedig túl morzsálódó 15 °C-on. A hiba eredete a vajzsír összetételében van. Megfelelő technológia alkalmazásával a hiba csökkenthető vagy megszüntethető.

Kenőcsös állomány: a vaj túlgűrása okozza.

Vízereztes: a rosszul elvégzett gyúrás okozza. Gyors mikrobiológiai romláshoz vezethet. Védekezés az előírás szerinti gyúrás.

10.9.2. Íz és szaghibák

Tisztátalan íz és szag: a tejszín befülledése, kezeléskor nem megfelelő tisztaság az oka. Védekezés a technológiai utasítások betartásával.

Takarmány eredetű íz és szaghibák: nagy mennyiségű, átható ízű vagy szagú takarmány etetése idézi elő. Megszüntethető a tejszín kezelésekor vákuumos szellőztetéssel, és megelőzhető az egyoldalú takarmányozás megszüntetésével.

Öreges íz és szag: oka a meginduló zsírbomlás.

Savanyú íz és szag: oka a tejszín túlsavanyodása.

Lipázos íz és szag: vagy az eredeti, vagy a baktériumok által termelt lipáz enzim okozza. Védekezhetünk a tejszín válogatásával, illetve a fertőzés elkerülésével.

Olajos-faggyús íz és szag: a hibáért a vajzsír oxidációs zsírbomlása a felelős, amit előidézhetnek fémsók, levegő oxigénje vagy akár fény is. Védekezés az oxidációt előidéző okok megszüntetésével.

Élesztős íz és szag: a hibát a tejszín vagy vaj fertőződése idézi elő. Védekezés: a gyártás során a tisztaság, higiénia betartásával lehetséges.

Főtt, kozmás íz és szag: kultúra eredetű hiba. A kultúratej túlhevítése okozza. El kell kerülni a kultúratej túlhevítését, a kultúrát le kell cserélni.

10.9.3. Szín és küllemi hibák

Foltos, egyenetlen színű vaj: a vaj felületén eltérő színű foltok, csíkok, pettyek láthatók. A hibát okozhatják szintermelő mikrobák, penészek megjelenése, különböző színárnyalatú vajak tökéletlen összegyúrása, rosszul elkevert vajszínezék.

Tompa-fényű vaj: rendszerint a kenőcsös állományú vaj hibája és általában a vaj túlgyúrása okozza.

10.10. A vajgyártás gépei

A vajgyártó berendezések az anyagok szétválasztására szolgáló gépek közé tartoznak. A tejszínre gyakorolt különböző hatások alapján megkülönböztetünk:

- a zsírgolyócskák agglomerálásán alapuló eljárást (köpülés),
- fölözéses eljárást és
- vajzsír emulgeáló eljárást.

A hazai alkalmazás szempontjából csak a köpüléses eljárásnak van jelentősége.

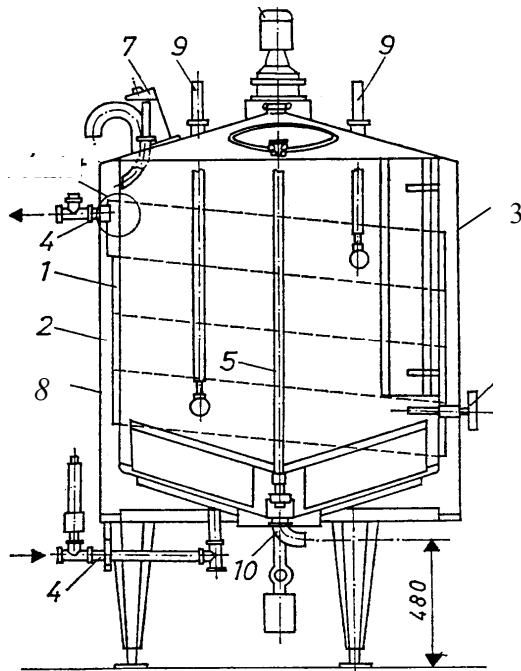
Tejszínérlelő tank

A tankban lévő tejszín hűtése a kettős fal közé vezetett hűtőközeggel történik. A hűtés kialakítása szempontjából lehet:

- vegyes rendszerű a berendezés, itt a fűtés és a hűtés azonos folyadéktérben történik,
- a belső tartály falára hegesztett csőkígyóval végezzük a hűtést, a víztéren át a fűtést,
- a tartályfalra hegesztett teljesen zárt rendszerű csőkígyós hűtés, fűtés.

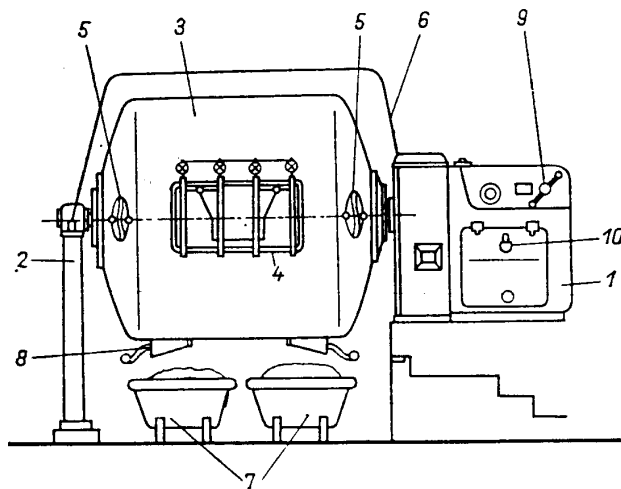
A tejszínérlelők keverőszerkezete kettős mozgást végző – bolygórendszerű – keverő. A hajtómotor tengelyéről kétszeres áttétellel külön hajtják a tartály geometriai tengelyében csapágyazott központi forgótengelyt, valamint az ehhez kapcsolt keverőkar végében csapágyazott és külön forgatott keretes keverőt. A keretes keverő így forog a saját tengelye és a

központi tengely körül is. A bolygó-keverős megoldáson kívül ismerünk lapátos-keverős megoldásokat is. A tejszínérlelő tankok tartozéka a tankmosó szórófej.



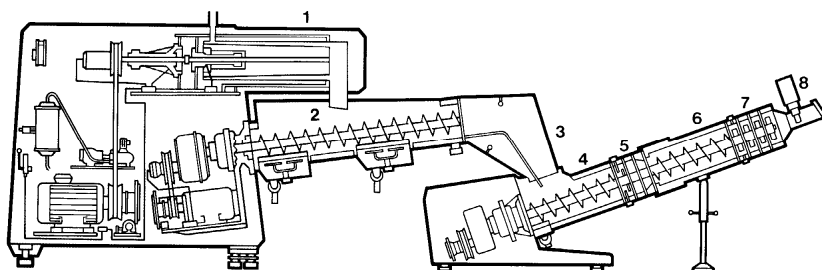
1. Belső tartály
2. Szigetelés
3. Külső burkolat
4. Hűtő-fűtő vezeték csatlakozás
5. Kétszárnyú keverő
6. Keverőmeghajtó szerkezet
7. Tejszínbevezetés
8. Hőmérő
9. Tisztító szórófej
10. Tejszínkivezetés

10.11. ábra. Tejszínérlelő tank



1. Hajtóműház
2. Hátsó tartóbak
3. Fémhordó (köpülőhenger)
4. Ajtó
5. Nézőablak
6. Védőkorlát
7. Vajkocsi
8. Íróleeresztő csap
9. Fordulatszám szabályozó
10. Főkapcsoló

10.12. ábra. A BFA-6 típusú vajkészítő



1. Köpülő henger
2. Íróleválasztó
3. Mosóakna
4. Előgyűrő
5. Injektáló szakasz
6. Vákuumgyűrő
7. Homogénező betét
8. Víztartalom ellenőrző műszer

10.13. ábra. Folytonos vajgyártógép