



Márkus Gyuláné

Az erjedés irányítása és felügyelete

 **NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Fogyasztói tej, tejkészítmények és savanyított termékek

A követelménymodul száma: 0513-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-007-30

AZ ERJEDÉS IRÁNYÍTÁSA ÉS FELÜGYELETE

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Pasztörözött tejtermékeink közé tartoznak:

- tej- és tejszínkészítmények
- ízesített tej- és tejszínkészítmények
- savanyított tej- és tejszínkészítmények

A savanyított tej- és tejszínkészítmények gyártásának egyik talán legkritikusabb, legtöbb szakmai ismeretet és odafigyelést igénylő művelete a savanyítás, illetve érlelés.

Mit kell tudnunk ahhoz, hogy a termékgyártásnak ezt a műveletét képesek legyünk tudatosan irányítani és felügyelni?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Az erjesztésről általában

Az erjesztés (fermentáció) szerves vegyületek kémiai átalakítása enzimek¹ segítségével.

Az élelmiszer-ipari technológiákban gyakran találkozunk fermentációs műveletekkel. Vannak olyan iparok, amelyek **teljesen a fermentáción alapulnak** (pl. sör- és boripar, szesz- és ecetgyártás stb.), más élelmiszeripari ágazatokban pedig **csak kiegészítő művelet**. Ilyen a tejipar is.

Aki foglalkozott már a tejtermékek gyártásával, az találkozott a tejszín, a sajttej és az alvadék érlelésével. Az erjesztés nem hagyható ki a savanyú tej- és tejszínkészítmények gyártásának folyamatából sem, ugyanis az enzimes folyamatok segítségével az élelmiszer ízét, illatát kívánják megváltoztatni. Az erjesztéskor használt mikroorganizmusok életműködésük során különböző enzimjeikkel lebontják a tej alkotórészeinek egyes vegyületeit és újakat termelnek. Ezzel a tevékenységükkel nemcsak az alapanyag összetétele, hanem annak fizikai és kolloidkémiai tulajdonságai is megváltoznak.

¹ Az enzimek fehérje természetű biokatalizátorok.

A fermentációs folyamatokhoz különböző mikroorganizmusokat, "starter" kultúrákat, ún. szintenyészeteket használnak. Ezek a kultúrák állhatnak egyféle mikroorganizmusból, vagy vegyes tenyésztésűek.

A fermentáció eredménye lehet:

- az elszaporított mikroorganizmus (pl. élesztő vagy a baktérium szintenyészet gyártása)
- mikroorganizmusok által termelt anyag (pl. tejsav-, ecet- és szeszgyártás)
- mikroorganizmusok által átalakított táptalaj (pl. alvadék átalakítása sajttá, joghurt, kefir, tejföl étkezési túrógyártás stb.)

A fermentáció feltételei

1. **Fertőzés megakadályozása:** azzal a céllal, hogy a hasznos mikroorganizmusok szaporodjanak el, a kívánt változások következzenek be. Meg kell akadályozni a káros mikrobák termékbe jutását, amit az alapanyag hőkezelésével, a berendezések tisztításával és fertőtlenítésével, a helység és a levegő tisztán tartásával, valamint a személyi higiénia biztosításával érhető el.
2. A fermentáció idejét a **hőmérséklet** közvetlenül befolyásolja. Hatással van a mikrobák szaporodására, az enzimaktivásra és a reakciósebességre. Ez indokolja, hogy a fermentáció alatt folyamatosan biztosítani szükséges az optimális hőmérsékletet (esetenként melegíteni vagy hűteni szükséges az erjedő anyagot). Az erjedés befejezésekor gyors hűtéssel vetnek véget a további fermentációnak.
A hideget kedvelő (pszichrofil) mikroorganizmusok ugyan 20 °C vagy kissé magasabb hőmérsékletet kedvelnek legjobban, azonban még 5 °C alatt is, gyakorlatilag a termék szabadvíz-tartalmának megfagyásáig képesek szaporodni. Ez a mezofil (középhőmérsékletet kedvelő csírákra nem jellemző).
A mezofil csírák 25–40 °C között szaporodnak legjobban. A tejtermék gyártásban részt vevő csírák többsége ebbe a csoportba sorolható, jelentőségük igen nagy. Hőmérsékleti minimumuk: 8–25 °C, maximumuk 40–50 °C.
A termofil (meleget kedvelő) mikrobák 50–60 °C-on érzik legjobban magukat. Tejtermékeink gyártásánál kis jelentőségűek.
3. A **pH** meghatározó szerepet tölt be a erjedésnél, befolyásolja annak ütemét. A legtöbb baktérium pH-optimuma 6–8 pH. A friss tej pH-ja 6,6–6,7, tehát a legtöbb mikroba számára kedvező. Az erjesztés során keletkező anyagok (bomlástermékek felszaporodása) legtöbb helyen megváltoztatják a közeg pH-ját, amely fékezi a további folyamatokat. Ez a tejtermékek erjesztésénél csak lassan érvényesül, ugyanis a tejben lévő sók egy része puffer (kiegyensúlyozó) hatású, bizonyos határokon belül nem változtatják meg jelentősen a tej pH-értékét. Egyes anyagok fermentációja során folyamatos pH ellenőrzést és beállítást végeznek. A savanyított tejtermékek gyártásánál a pH-ellenőrzés fontos, de annak beállítására nincs szükség.

4. **Időtartam:** az erjedés idejét biztosítani szükséges ahhoz, hogy a változások, átalakulások végbemehessenek. Az erjedési idő hossza nagy mértékben függ az alkalmazott szintenyészet mikroba összetételétől, az alkalmazott hőmérséklettől. Sajtok érlelési ideje néhány naptól akár több hónapig (évig) tart. A savanyú tej- és tejszínekészítmények fermentációja 3–18 órára tehető, amit még legalább ennyi utóérlelés követ.
5. A **tápanyag-összetétel** biztosítása a tejtermékek gyártásánál adott, külső szabályozást nem igényel. A tej még a legigényesebb mikroorganizmusok többségének is megfelelő tápanyag. A tejcukrot nagyon sok mikroba energiaforrásként hasznosítja. A tej ásványi só és vitamintartalma kedvezően hat a mikrobák szaporodására. Rendellenes összetételű vagy gyógyszer, mosó- és fertőtlenítőszer (gátlóanyagot tartalmazó tej) tartalmazó alapanyagból nem lehet savanyú tej-, illetve tejszínekészítményeket gyártani. Emlékeztetőül: a tej minőségi átvételénél a savanyított tejtermékek alapanyagául felhasználható tej szelekciójánál elsődleges szempont a gátlóanyag-mentesség.
6. A **víztartalom**, illetve ozmózis nyomás: a mikrobák életműködéséhez, táplálkozásukhoz és szaporodásukhoz szabad vízre van szükség. Mikrobaszaporodás csak akkor várható, ha a tápközegben több a víz, mint ami az egyes alkotórészek hidrát burkában van jelen vagy a vízben oldható anyagok feloldásához szükséges. A mikrobák szaporodásához alacsony ozmotikus nyomásra van szükség, ellenkező esetben a szaporodás lassú vagy leáll. A savanyú tej- és tejszínekészítményekben elegendő mennyiségű víz áll minden mikroba rendelkezésére.
7. **Keverés** szerepe a savanyított tejtermékek gyártásánál a mikroba szintenyészzettel történő beoltásnál fontos, ugyanis az erjesztő mikrobákat egyenletesen szét kell oszlatni a termékben. A sajt- és túrótej elő- és utóérlelésénél alkalmaznak keverést, de az alvadás nyugalomban történik. A savanyú tej- és tejszínekészítmények alvadásakor sem mozgatják a tejet.
8. **Levegőztetésnek** nincs jelentősége a savanyú tej- és tejszínekészítmények gyártása során. Tejsavbaktériumok többsége anaerob vagy fakultatív anaerobok. Az anaerob mikrobák oxigén-szükségletüket a tápanyagokból nyerik, a levegő szabad oxigénjét nem tudják hasznosítani, a levegő jelenlétében szaporodásuk is leáll. (Márvány sajt érlelése kezdetén a pikírozás szolgálja a levegőztetést, ugyanis a nemes penészek kifejlődése csak levegő jelenlétekor következik be. Egyébként a tejtermékek gyártásánál levegőztetésre nincs szükség.)
9. **Habzással** a savanyított tejtermékek gyártásakor nem kell foglalkozni, ugyanis a felszabaduló szén-dioxid szénsavvá oldódik és kellemes, üdítő ízt biztosít.

A fermentációs eljárás lehet szakaszos és folytonos.

Tejtermékeink gyártásánál a folytonos erjesztéssel nem találkozunk, ugyanis savanyú tej- és tejszínekészítményeink gyártásánál az előkészített alapanyagot megfelelő mennyiségű mikroorganizmussal beoltják és megindul az erjedés. A kívánt savanyodás (íz és állomány) elérése után a savanyító mikrobák munkáját hűtéssel fékezik és aroma-, valamint állományjavító anyagok termelésére ösztönzik.

Erjedés alatt a beoltott tej összetétele és a mikroorganizmusok száma állandóan változik. Ezt a változást kell folyamatosan irányítani és ellenőrizni.

2. Tejcukor bontása

A tej legfontosabb szénhidrátja a tejcukor (laktóz). A tehéntejben 4,7 % mennyiségben fordul elő.

A tehéntej a laktózon kívül kis mennyiségben glükózt, galaktózt és nyomokban egyéb szénhidrátokat is tartalmaz.

A tejcukor két egyszerű cukorból, a glükózból (szőlőcukor) és galaktózból áll. Íze gyengén édeskés, édesítőképessége csak ötöde a répacukorénak. Vízben jól oldódik², enyhén hashajtó hatású. Hővel és savakkal szemben ellenálló. Vizes oldatban a hővel szembeni ellenállása csökken, 100 °C -hoz közeli hőmérsékleten a tejcukorból a fehérjékkel barna színű melanoidinek képződnek. Ezek a vegyületek okozzák a tejben a pasztőrözött, főtt, kozmás ízt és a barnulást.

A laktóz tejcukorbontó enzimek hatására könnyen bomlik, és változatos bomlástermékek keletkeznek.

A laktóznak baktériumok termelte enzimek hatására bekövetkező bomlását a gyakorlatban erjedésnek nevezik.

Tejipari termékgyártás szempontjából négy féle erjedésnek van jelentősége

- tejsavas erjedés
- alkoholos erjedés
- vajsavas erjedés
- propionsavas erjedés

² A laktóz a tejben kétféle módosulatban található és a módosulatok vízben való oldhatósága eltérő.

Savanyú tej- és tejszínekészítmények szempontjából elsősorban a tejsavas, kisebb mértékben az alkoholos erjedés a fontos, a továbbiakban ezekről lesz szó.

Az erjesztést mikrobák által termelt enzimek végzik. Enzimeket csak élő szervezetek képesek létrehozni, de katalizáló tevékenységüket az élő szervezeten kívül is képesek kifejteni. Magas hőfokon inaktiválódnak, ugyanis ezek katalizátor hatású **fehérjék**.

A fehérjék hő hatására kicsapódnak.

Azok a színtenyészetek, melyek mikrobái a savanyú tej- és tejtermékek erjesztésében részt vesznek, bonyolult enzimszisztémával rendelkeznek.

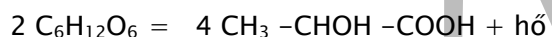
Az enzimek tevékenységét a fermentáció feltételei között felsorolt tényezők befolyásolják.

A tejcukrot **laktóznak**, a tejcukor bontó enzimét **laktáznak** hívják. A laktáz a laktóznak glükózból és galaktózból való szintézisét (építését), illetve bontását végzi.

A laktáz enzim megtalálható a tejsavbaktériumok enzimszisztémájában, amelyek képesek a tejcukrot közvetlenül lebontani.

A tejcukor bontása kétféle módon mehet végbe. Ha az erjedés során tisztán tejsav keletkezik, akkor homofermentatív, ha a tejsav mellett egyéb vegyületek is keletkeznek, akkor heterofermentatív az erjedés.

Tiszta tejsavas erjedés:



Ez az egyszerű egyenlettel leírt átalakulás a valóságban 12 lépésben játszódik le.

A heterofermentatív tejsavas erjedés során a tejsav mellett illósavak és egyéb vegyületek is képződnek: tejsav, szén-dioxid, diacetil stb. Ilyen mikrobák tevékenységének köszönhető a zamatos, szénsavas, üdítő ízű alvadék.

3. Savanyú tej- és tejszínekészítmények gyártásánál használt színtenyészetek

Színtenyészetek egy vagy több baktériumfélésekből álló kevert tenyészetek, melyek feladata a termékek állományának, ízének, szagának, a termék jellegének biztosítása, a káros baktériumok elszaporodásának megakadályozása.

Egyetlen mikroba tiszta kultúrája nagyon ritka. A mikrobák a természetben is keverten fordulnak elő, amely sok mikrobafaj szempontjából serkentő hatású. Pl. a joghurt mikrobái csak együtt képesek kifejteni azt a tevékenységet, ami miatt a termék gyártásánál őket felhasználják. A joghurt kokusz és pálcika mikrobái 1:1 arányú keveréke jól példázza a szimbiózist, együttélést. Ezek a mikrobák egymás életét, tevékenységét kölcsönösen segítik.

Hasonló segítő kapcsolat fedezhető fel a kefir kultúrában is, ahol a tejcukorbontó baktérium kedvező pH-ról gondoskodik az élesztő részére (Torula kefir), ugyanakkor a tejsavat elfogyasztó élesztők a tejsavtermelő mikrobákat "megszabadítják" a saját anyagcseretermékeiktől.

Ma már a termékbe kerülő kultúrákat nem a tejfeldolgozó üzemekben állítják elő, hanem készen vásárolják kultúragyártásra szakosodott laboratóriumoktól. Ezek a szintenyészetek fagyasztott vagy por alakú koncentrátumok, eleve több baktériumféleségből álló kevert tenyészet formájában érkeznek az üzemekbe.

A hagyományos összetételű szintenyészetek az alábbi mikrobákból állnak:

Vajkultúra:

- Streptococcus lactis
 - Streptococcus cremoris
 - Leuconostoc citrovorum
 - Leuconostoc paracitrovorum
- vagy
- Streptococcus lactis
 - Streptococcus cremoris
 - Streptococcus diacetilactis

Kefirkultúra

- Streptococcus lactis
- Streptococcus cremoris
- Lactobacillus casei (el is maradhat)
- Lactobacillus caucasicus
- Torula kefir

Joghurtkultúra

- Streptococcus thermophilus
- Lactobacillus bulgaricus és mellette még
- Streptococcus filant
-

A **Streptococcus filant** mikrobának két eltérő hőfokoptimumú variánsa is ismert. Az alacsonyabb hőfokigényűt a vajkultúrával készült termékeknel, a magasabb hőfokigényűt a joghurt (elsősorban a gyömolcsjoghurt) gyártásánál használják. Segíti a sűrűnfolyó állomány kialakítását.

A felsoroltaktól eltérő összetételű kultúrák használatával is lehet találkozni.

A koncentrált kultúrák 10^{11} – 10^{12} db élőcsírárt tartalmaznak cm^3 -enként.

A kultúra megnevezése	Tenyésztési hőmérséklet °C	Inokulum az anya- és a tömegvanyítóhoz %	Alvadási idő óra	A kultúra kívánatos savfoka SH°	Inokulum alapanyagra számítva %	Tárolhatóság + 4 °C-on óra
Vajkultúra	20–25	0,5–1,0	12–20	36–38	0,5–5,0	24–36
Str.thermophilus	40–45	0,5–1,0	12–16	30–32		
Lb.casei	30–37	1,0	20–24	35–45	0,1–0,2	24–36
Lb.helveticus	37–42	0,1	8–12	35–45		
MK	37	0,1–0,2	16–18	40–45	0,1–0,2	24–36
Joghurt	37–45	2,0–3,0	2–4	38–42	2,0–5,0	24–36
Sc.filant						
20 °C	20–22	5,0	24–30	15–18	2,0–5,0	24–36
Sc.filant						
42 °C	42	2,0–5,0	6	30–32	2,0–5,0	24–36
Joghurt-filant keverék						
kultúra	42–44	2,0–3,0	2–5	38–40	2,0–3,0	24–36
Kefir	18–22	2,0–5,0	14–25	38–40	2,0–5,0	24–36

1. ábra. Tejipari savanyítók legfontosabb jellemzői³

Az 1. ábra hozzájárul az erjesztési folyamat alaposabb megismeréséhez.

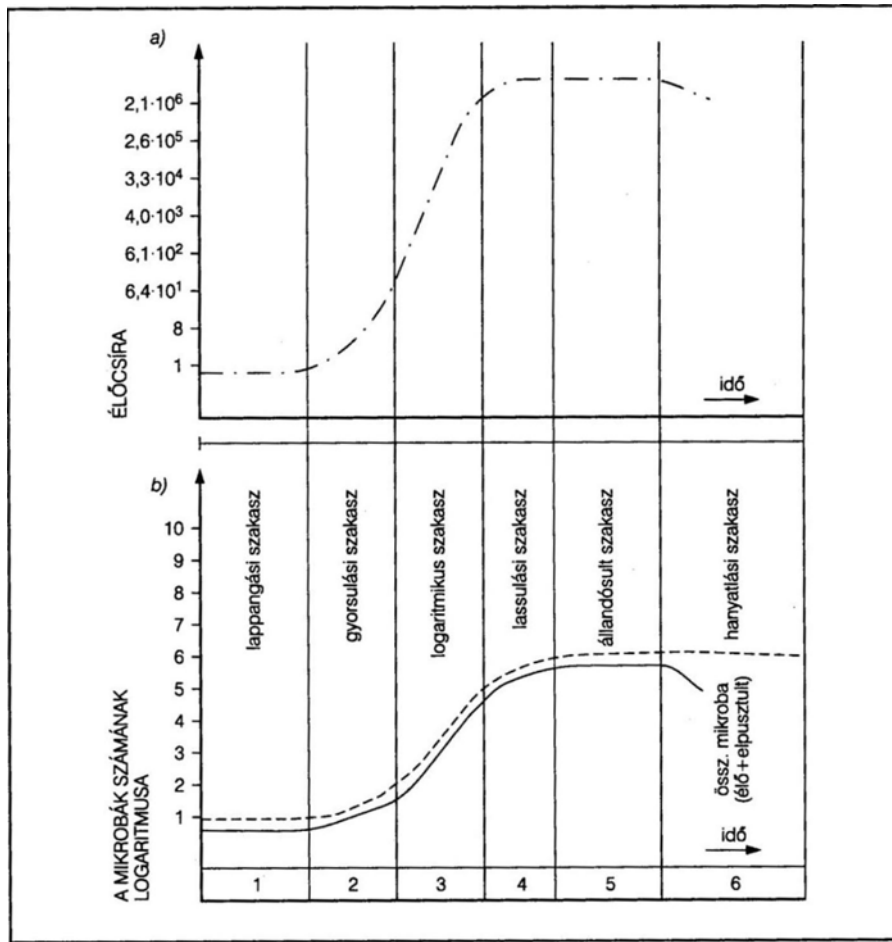
Az erjesztés első lépése a szintenyézzettel történő beoltás.

Mi történik a mikroorganizmusokkal beoltás után?

4. A mikroorganizmusok szaporodásának törvényszerűségei

A mikroorganizmusok a tápanyagok lebontásával nemcsak önfenntartásukról, hanem fajfenntartásukról (szaporodásukról) is gondoskodnak.

³ Forrás: Somogyi Imre Tejipari technológia I. (ASZI Budapest, 1998)



7. ábra. Mikroorganizmusok szaporodási görbéje⁴

A savanyú tej- és tejtermékek az erjesztés módja szerint két csoportra oszthatók:

- tankban alvasztott
- pohárban savanyított és alvasztott termékek

Tankban alvasztott termékcsoporthoz sorolhatók:

- habart natúr joghurt
- gyümölcsjoghurt
- ivójoghurt
- kaukázusi kefir
- habart tejföl

⁴ Forrás: Szladedcskó Györgyné Mikrobiológia és táplálkozásélettan /ASZL Budapest, 2001)

A tankban alvasztott termékek erjesztésekor bekövetkező változások könnyebb megértését szolgálja a 7. ábra.

A kultúrakészítő laboratóriumoktól vásárolt por vagy fagyasztott színtenyészetet a koncentrált kultúra mikroba számát figyelembe vevően be kell juttatni az előkészített, beoltási hőmérsékletre hűtött alapanyagba. (beoltási % számítása) A **beoltás** kezdetén savfok és/pH-mérést végzünk. A mért érték a kiindulási érték, amihez viszonyítjuk a későbbi változást.

A tejbe vitt baktériumok száma egy ideig nem változik. Ez az idő a körülményektől és a mikrobák fajtájától függően néhány perctől akár egy óra is lehet. A lappangási idő jelentősen lerövidül, ha nagy számú mikroba sejttel oltjuk be a tejet, és a mikrobák éppen szaporodásban vannak. Ebben a szakaszban a sejtek alkalmazkodnak a körülményekhez, a sejtek növekednek, de osztódás nincs. A mikroorganizmusok szaporodásának ezt az első szakaszát **lappangási szakasznak** nevezik. Savanyú tej- és tejszínkészítmények gyártásakor rövid lappangási szakaszra törekszünk. (Éppen ellentétesen, mint a tej üzembe szállításakor vagy a fogyasztói tej gyártásakor.)

A második, úgynevezett **gyorsulási szakaszban** kezdetben lassabban, majd gyorsabban megindul a színtenyészzettel bevitt mikrobák szaporodása. A szaporodás sebességét nagy mértékben meghatározza a **generációs idő**.

Generációs időnek nevezik a teljes osztódás idejét, amely a sejt két egymás után következő osztódása között eltelik. A baktériumfajoknak különböző generációs idejük van, de az azonos baktériumfajok generációs ideje is eltérhet az eltérő életfeltételeknek megfelelően. (Erről már volt szó a fermentáció feltételeinél.)

Ha fél órás generációs idővel számolunk, akkor az első fél óra elteltével 2, második fél óra (1 óra múlva) után 4, majd ismét fél óra elteltével 16, 2 óra múlva (4. fél óra) 256, újabb fél óra múlva 65 536 baktérium sejt képződhet.

Ebben –az ábrán 3. szakaszban– a mikrobák száma négyzetesen nő, a szaporodás szabályos időközönként megismétlődik, a szaporodási görbe meredeken emelkedik, ilyenkor legintenzívebb az anyagcsere, leggyorsabb a savfok emelkedés és pH-csökkenés. Ezt a szakaszt **logaritmosos** (logaritmikus) **szakasznak** nevezik. Ebben a szakaszban a technológiai hibák elkerülése végett savfok méréssel és/vagy pH-ellenőrzéssel meghatározott időközönként ellenőrizni kell a savanyodás ütemét és mértékét. A helytelen erjesztés renyhe alvadáshoz vagy éppen túlsavanyodáshoz vezet.

A mikrobák szaporodása kissé lassulni kezd, ami után a megállapodás szakasza következik. **Megállapodási szakaszban** a szaporodó és az elhaló sejtek száma közel azonos. Ebben a szakaszban az élő mikrobasejtek száma alig változik, de erre a szakaszra már elérte a lehetséges legnagyobb számot.

Az állandósult szakasz végén a sejtek pusztulása következik. Akkor tekintjük a sejteket holtaknak, ha elvesztette a szaporodóképességét. A hanyatlási szakaszig is voltak holt sejtek, de a szaporodás gyorsabb vagy az elhalással azonos ütemű volt, ugyanakkor a **hanyatlási szakaszban** a lassuló szaporodást egyre gyorsuló sejtelhalás kíséri.

Az elhalás okait pontosan nem ismerik, mindenesetre a fogyó tápanyag, a felhalmozódó anyagcseretermékek egyrészt a szaporodás elmaradásához, másrészt a sejtek pusztulásához vezetnek.

Az enzimek a sejt pusztulása után is tovább működnek, az élő sejt "irányítása" nélkül.

A mikroorganizmusok életfeltételeinek és élettevékenységeinek ismeretében életműködésüket tudatosan irányíthatjuk. A savanyú tej- és tejszínezítmények gyártásakor a hasznos csírák működését elősegítjük, amit legeredményesebben az életfeltételeik lehető legkedvezőbb értéken tartásával valósíthatjuk meg.

Tejfől esetében 2–3 % vajkultúrát használnak beoltásra, 20–25 °C-on 24–26 °SH-ig savanyítják, majd hűtik, habarják, adagolják, csomagolják és 24 órán keresztül 4–6 °C-on utóérlelik 32–34 °SH-ig.

Pohárban alvasztás esetén beoltás után adagolás és csomagolás, majd 20–25 °C-on történő pohárban érlelés következik 24–26 °SH-ig és 24 órán át 4–6 °C-on utóérlelik 32–34 °SH-ig.

Kefir gyártásnál a beoltási százalék 3–8 %. Kefir kultúrával történik a beoltás. A mikrobák alapos elosztatása, a keverők leállítása után az alvasztás következik. Az alvadási idő 14–16 óra, az erjesztési hőmérséklet 20–22 °C. Ezután hűtés és habarás, majd adagolás, csomagolás és 4–5 °C-on történő utóérleléssel fejeződik be a gyártás.

A kefirgyártás másik módja a pohárban alvasztás, amely az alapanyagtej 3–8 %-os beoltása (22–24 °C) utáni adagolás és csomagolásból, 20–22 °C-on történő érlelésből (14–16 óra) és 24 órás 4–5 °C-on történő utóérlelésből áll.

A májas alvadékú natúr joghurt gyártási műveletei megegyeznek a pohárban alvasztott kefirével, azonban a paraméterek eltérnek. A beoltási hőmérséklet 43–46 °C, savanyítási hőmérséklet 42–45 °C, beoltási százalék 2–3 %, alvadási idő 2,5–3 óra, amit 24 óra utóérlelés követ.

A habart állományú, gyümölcszel ízesített joghurt beoltási és inkubálási hőmérséklete a májas alvadékú joghurttal azonos. Az alvadási idő hosszabb, az alvadék savfoka magasabb. A hűtött alvadékot habarják, és az adalékanyagok bekeverése után adagolják, csomagolják, majd hűtve tárolják.

A felsorolt paraméterek tájékoztató jellegűek. A paraméterek kialakításához egy-egy gyártó vonalon szerzett tapasztalat nagy mértékben hozzájárult, melyeket a termék gyártmánylapján rögzítettek és az üzemi titkok részét képezi.

5. Tankban alvasztott, habart termékek gyártásánál alkalmazott gépek, berendezések

Érlelőtartályok: kettős falú fűthető és hűthető hengeres tartályok, melyekben a tárolt termék keverhető. Fedele nyitható, amely lehetőséget biztosít a bekultúrázáshoz. Állítható lábakon állnak. Anyaguk rozsdamentes acél. A hűtés és fűtés zárt csővezetéken keresztül történik, természetesen az elvezetés is zárt rendszerű. Kisebb tartályok fedele kézzel, nagyobb tartályoké pneumatikus berendezéssel nyitható.

A nagyobb űrtartalmú, teljesen zárt, búvónyílással ellátott berendezéseket az **érlelő tankok**.

A tankokban propeller- vagy kalodás keverő található. A propellerkeverő függőleges tengelyen több "emelet" magasságban tartja a keverőlapátokat, melyekkel a tank egész tartalma gyorsan és egyenletesen átkeverhető.

A tank mintavételre (steril mintavétel) alkalmas mintavevő csappal rendelkezik.

Steril levegővel biztosítják az ürítéskor keletkező vákuum és töltéskor fellépő túlnyomás elleni védelmet.

Ha a tank szigetelt falú, akkor az alvadékokat az alvás után külön hűtőn vezetik át, ha pedig dupla falú, akkor a tankban a termék fűthető és hűthető is.



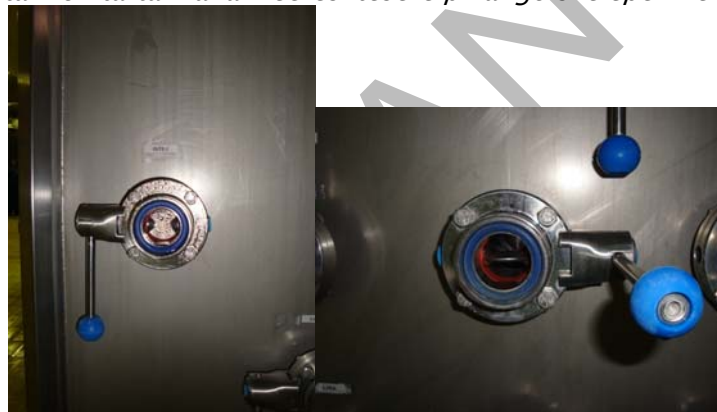
2. ábra. Gyümölcsjoghurt érlelő tankok

A gyümölcsjoghurt alapanyagául szolgáló tej be- és a késztermék elvezetését megkönnyíti az alábbi ábrán látható panel.



3. ábra. Tankok töltése és ürítése panel (kapcsolótábla) segítségével

A tartályok és tankok tartalmának leeresztésére pillangó szelepen keresztül történik.



4. 5. ábra. Pillangószelepek

A tejnél nagyobb viszkozitású anyagok, esetleg szemcséket is tartalmazó alvadék szállítására térfogatkiszorítás elvén működő szivattyúkat használnak.

Használhatnak **forgódugattyús szivattyút**, amelyek jó önfelszívóképességűek. Alacsony fordulatszámuk kíméletes szállítást biztosít. Szállítási teljesítményük egyenletes. Szállítóképessége üzemelés közben kézikerékkel változtatható. A kézikerék a hajtómű fordulatszámát változtatja.



6. ábra. Piskótaszivattyú

A szivattyúházban két egymással szembe forgó rotor, alakjáról elnevezve piskóta forog úgy, hogy a piskóták közé bezárt folyadékot a szivattyúház nyomócsoncján keresztül továbbítja.

A piskóták úgy vannak méretezve, hogy egymásba kapaszkodásukkor a szívóoldalon beömlő folyadékot elfordulásukkal a nyomóoldali csőcsonkhoz továbbítják, visszafolyással a szivattyúház falához történő illeszkedés miatt nem kell számolni. Közben a szívóoldalon beömlik a következő szállítandó folyadékadag.

Nagyobb sűrűségű anyagok kíméletes szállítására alkalmas.

A zárt, köráramoltatásos tisztítási rendszerre rákapcsolható.

Érlelő kamra vagy alagút

A poharas termékek alvasztására alkalmas berendezések, helységek. Hőfokszabályzó rendszerük fűtésre és hűtésre egyaránt alkalmas. A helység több pontján (ajtó közelében, közepén, alul és felül hőérzékelőket helyeznek el, amelyek által mért hőmérséklet külső helyen, az érlelőktől akár távolabb is olvashatók.

Fűtési rendszer szerint kétféle megoldás terjedt el:

- ventilátorokkal kívülről beállított hőfokú szűrt levegőt juttatnak a kamrákba
- a belső levegőt fűtik vagy hűtik és ventilátorral keringtetik.

Savanyítási szakasz után targoncákkal rázkódásmentesen hűtött helységbe viszik a terméket utóérlelési céllal.

6. Erjedés ellenőrzése és a helytelen erjedésvezetésből eredő hibák

Ellenőrzés:

Savanyodás ellenőrzése pH méréssel és érzékszervi vizsgálattal

- ◆ beoltás után, érlelés megkezdése előtt

- ◆ félidőben
- ◆ savanyodás végéhez közeledve (fél órán belül)

Hőfokellenőrzés és érzékszervi vizsgálat minden mintavétel alkalmával

Hibalehetőségek:

- Renyhe alvadás: gyenge alvadóképességű alapanyagtej, gyenge savanyítás, rövid utóérlelés okozhatja.
- Savókiválás: erőteljes savanyítás, hosszú savanyítási idő, magas savfokérték, hosszú és/vagy magas hőmérsékletű utóérlelési hőfok (túlsavanyodás). Érlelés és szállítás alatti rázkódás.
- Joghurt esetében jellegtelen erősen savanyú íz akkor alakul ki, ha a szintenyészet mikrobáinak aránya felborul a pálcikák javára. Oka a túl magas beoltási és savanyítási hőmérséklet.

Válasz az "ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET"-re

A fejezet tanulmányozását követően már tudjuk a választ a füzet elején felvetett kérdésekre. A tanulásirányító iránymutatásait követve gyakoroljuk a feladatok megoldását, tapasztalatokat gyűjtünk a termékgyártás gyakorlatáról és elvégezzük a szükséges ellenőrzéseket, méréseket.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Tanulmányozza Somogyi Imre Tejipari technológia I. (ASZI Budapest, 1998) 150–164. oldal

Készítsen jegyzetet!

- kefirgyár



- joghurtgyártás



3. Tegye alapos vizsgálat tárgyává a gyakorlati helyén használt erjesztő tankot!

- Figyelje meg a szintenyézzettel történő beoltás menetét! (Beoltási százalék kiszámítása, kultúra tejhez adásának előkészületei és a hozzáadás)



- Sorolja fel, milyen kialakítású. Részletesen térjen ki arra, hogyan oldható meg az alapanyagtej melegítése, az alvadék hűtése és habarása?

- Talált-e a tankon túlnyomás és vákuum elleni védelmet?

- Milyen típusú keverőt alkalmaznak az alvadék összetörésére?

4. pH vizsgálattal, érzékszervi ellenőrzéssel és hőmérséklet méréssel kísérvé végig a gyártást! Jegyezze fel a mért értékeket! (Érzékszervi vizsgálatnál kritikusán szemlélje a savóeresztést és az alvadék szilárdulását!)


- tankban alvasztásnál



- pohárban történő alvasztásnál



5. Ellenőrizze az érlelő kamra különböző pontjain a hőmérsékletet! Jegyezze fel, milyen pontokon történik a mérés!



6. Figyelje meg, hogyan történik az érlelő kamra fűtése és hűtése! Jegyezze fel a megfigyeléseit!

7. Milyen pH-értékeknél fejeződik be a gyakorlati helyén gyártott savanyú tej- és tejszínekészítmények savanyítási szakasza? (Végezze el a pH-méréseket és jegyezze fel a mért értékeket!)

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Mikor beszélhetünk erjedésről (fermentációról)?

2. feladat

Hogyan biztosítják a habart állományú gyümölcsjoghurt erjesztési feltételeit azon a munkahelyen, ahol Ön a gyakorlatát végzi?

3. feladat

Milyen feltételeket ismer, amelyekről külön nem gondoskodnak?

4. feladat

Milyen a hőigénye a tejtermékgyártásnál használt szintenyészetek mikrobáinak?

5. feladat

Miért nem emelkedik a tej savfoka beoltás után egy ideig?

6. feladat

Mikor legintenzívebb a mikrobák szaporodása?

7. feladat

Mit nevezünk generációs időnek?

8. feladat

Hányféle erjedésnek van jelentősége a tejtermékek gyártásánál?

9. feladat

Savanyú tej- és tejtermékek gyártását elsősorban a tejcukorbotás, tejsavas erjedés jellemzi. Melyek a tejcukor legjellemzőbb tulajdonságai?

10. feladat

Mik azok az enzimek?

11. feladat

Milyen a korszerű érlelőtank?

12. feladat

Ha Ön azt a feladatot kapná, hogy vásároljon érlelő tankokat a feldolgozó üzem részére, a képen látott tankokon mit kifogásolna?



8. ábra. Termékgyártó tank

13. feladat

Az erjedés vezetésénél mikor és mit szükséges ellenőrizni?

14. feladat

Milyen hibalehetőségeket idéz elő az erjesztés helytelen irányítása?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Fermentálás (erjesztés) szerves vegyületek kémiai átalakítása enzimek segítségével

2. feladat

Szermaradványtól mentes alapanyagtej és jó alvadóképesség szerinti szelekció. Tiszta, fertőtlenített gyátótank.

Beoltási hőmérséklet beállítása, beoltási százalék helyes meghatározásával biztosítható a kívánt kezdeti csíraszám, folyamatos hőmérsékletellenőrzés, minimum háromszori pH-mérés, savanyítási idő biztosítása.

3. feladat

A tejben bőségesen találnak szabad vizet a mikrobák, a levegőztetésről és habzásgátlásról sem kell gondoskodni.

4. feladat

A savanyú tej- és tejszínkészítmények gyártásánál használt mikroorganizmusok mezofil csírák. A mezofil csírák 25–40 °C között szaporodnak legjobban. A tejtermék gyártásban részt vevő csírák többsége ebbe a csoportba sorolható, jelentőségük igen nagy. Hőmérsékleti minimumuk: 8–25 °C, maximumuk 40–50 °C.

A *Str. thermophilus* is mezofil mikroba annak ellenére, hogy leginkább 40–45 °C-on szeret szaporodni. Mivel gyakran a pasztörözést is túléli, termotoleráns, hőtűrő baktérium.

5. feladat

A tej beoltása után egy ideig nem tapasztalható savfokemelkedés. Ennek két oka van:

- a mikrobák tejbe oltása után nem szaporodnak, táplálkoznak és alkalmazkodnak az új élettérhez. (Lappangási szakasz.)
- a tejben pufferek találhatók, amelyek a termelődött tejsavat lekötik, stabilizálva ezzel a pH-t. Amikor a sók elfogytak, a tejsav felszabadul és csökkenti a pH-értéket.

6. feladat

Amikor a mikrobák száma négyzetesen nő, a szaporodás szabályos időközönként megismétlődik, a szaporodási görbe meredeken emelkedik, ilyenkor legintenzívebb az anyagcsere, leggyorsabb a savfok emelkedés és pH-csökkenés. Ezt a szakaszt logaritmusos (logaritmikus) szakasznak nevezik.

7. feladat

Generációs időnek nevezik a teljes osztódás idejét, amely a sejt két egymás után következő osztódása között eltelik. A baktériumfajoknak különböző generációs idejük van, de az azonos baktériumfajok generációs ideje is eltérhet az eltérő életfeltételeknek megfelelően.

8. feladat

Tejipari termékgyártás szempontjából négy féle erjesztésnek van jelentősége:

- tejsavas erjedés
- alkoholos erjedés
- vajsavas erjedés
- propionsavas erjedés

9. feladat

A tejcukor két egyszerű cukorból, a glükózból (szőlőcukor) és galaktózból áll. Íze gyengén édeskés, édesítőképessége csak ötöde a répacukorénak. Vízben jól oldódik⁵, enyhén hashajtó hatású. Hővel és savakkal szemben ellenálló. Vizes oldatban a hővel szembeni ellenállása csökken, 100 °C -hoz közeli hőmérsékleten a tejcukorból a fehérjékkel barna színű melanoidinek képződnek. Ezek a vegyületek okozzák a tejben a pasztőrözött, főtt, kozmás ízt és a barnulást.

A tejcukor (laktóz) a tejcukorbontó enzim (laktáz) hatására tejsavra bomlik, közben hő szabadul fel.

⁵ A laktóz a tejben kétféle módosulatban található és a módosulatok vízben való oldhatósága eltérő.

10. feladat

Élő mikrobák által termelt fehérje természetű biokatalizátorok, melyek egyes anyagok bontását végzik. Élő szervezet termeli, de a szervezet elhalása után is ki tudják fejteni a hatásukat.

11. feladat

A nagyobb űrtartalmú, teljesen zárt, búvónyílással ellátott berendezéseket az érlelő tankok.

A tankokban propeller- vagy kalodás keverő található. A propellerkeverő függőleges tengelyen több "emelet" magasságban tartja a keverőlapátokat, melyekkel a tank egész tartalma gyorsan és egyenletesen átkeverhető.

A tank mintavételre (steril mintavétel) alkalmas mintavevő csappal rendelkezik.

Steril levegővel biztosítják az ürítéskor keletkező vákuum és töltéskor fellépő túlnyomás elleni védelmet.

Ha a tank szigetelt falú, akkor az alvadékat az alvás után külön hűtőn vezetik át, ha pedig dupla falú, akkor a tankban a termék fűthető és hűthető is.

12. feladat

A nivócsőre nincs szükség, ugyanis az állandó fertőzési forrás.

13. feladat

Savanyodás ellenőrzése pH méréssel és érzékszervi vizsgálattal

- beoltás után, érlelés megkezdése előtt
- félidőben
- savanyodás végéhez közeledve (fél órán belül)

Hőfokellenőrzés és érzékszervi vizsgálat minden mintavétel alkalmával

14. feladat

Hibalehetőségek:

- Renyhe alvadás: gyenge alvadóképességű alapanyagtej, gyenge savanyítás, rövid utóérlelés okozhatja.
- Savókiválás: erőteljes savanyítás, hosszú savanyítási idő, magas savfokérték, hosszú és/vagy magas hőmérsékletű utóérlelési hőfok (túlsavanyodás). Érlelés és szállítás alatti rázkódás.
- Joghurt esetében jellegtelen erősen savanyú íz akkor alakul ki, ha a szintenyészet mikrobáinak aránya felborul a pálcikák javára. Oka a túl magas beoltási és savanyítási hőmérséklet.

MUNKANYAG

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Somogyi Imre Tejipari technológia I. (ASZI Budapest, 1998)

Papp László Élelmiszer-ipari műveletek és folyamatok (FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet Budapest, 2008)

Dr. Pulay Gábor Tejgazdasági mikrobiológia (Kézirat Gödöllő, 1972)

AJÁNLOTT IRODALOM

Somogyi Imre Tejipari technológia I. (ASZI Budapest, 1998)

Papp László Élelmiszer-ipari műveletek és folyamatok (FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet Budapest, 2008)

Márkus Gyuláné Ismered a mikrobákat? (www.nsz.hu/TAMOP/) letölthető füzetek/élelmiszeripar/tejipar

Márkus Gyuláné Pasztőrözött (frissfogyasztású) savanyú tej- és tejszínek készítmények gyártása

A(z) 0513–06 modul 007–es szakmai tankönyvi tartalomelem
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 541 07 0100 31 01	Friss és tartós tejtermékek gyártója

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
18 óra

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.
Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató