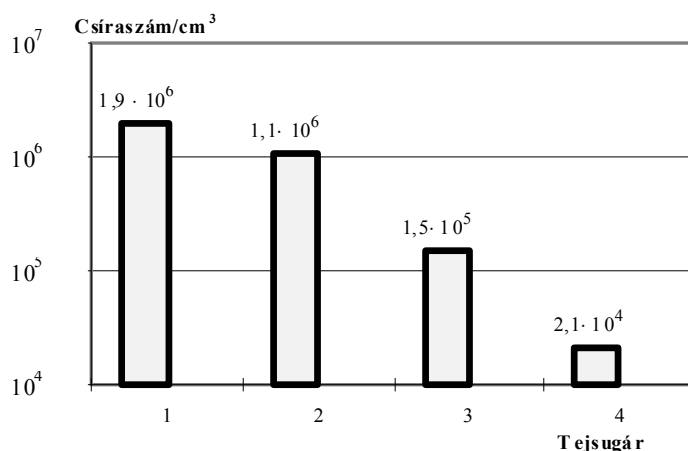


### 3. FEJEZET

#### A TEJ MIKROORGANIZMUSAI

A tej mikrobatartalma és a flóra összetétele igen fontos minőségi jellemző. A nyerstej esetében az összcsíraszámot vizsgálják, míg az egyes termékek esetében általában az összcsíraszámot, a koliformok, és a penész- és élesztőgombák számát is tartalmazzák a szabványok. A gyakorlatban a tőgyben keletkező nyerstej a leggondosabb tartás, kezelés, fejés esetében sem fejhető ki sterilén. A részletes ismertetésben a baktériumokra nem térünk ki önállóan, azokat más csoportokkal együtt tárgyaljuk.

A fejéskor a tej minden esetben szennyeződik azokkal a mikroorganizmusokkal, amelyek a bimbócsatorna és a tejmedence falán megtalálhatók. Ezek a mikroorganizmusok aszeptikus mintavételekor is a tejbe kerülnek. Az ilyen úton tejbe kerülő mikroszervezetek száma azonban igen alacsony, százas nagyságrendű, esetleg néhány ezer  $\text{cm}^3$ -enként (3.1. ábra).



3.1. ábra. Az első tejsugarak csíraszámja

Fejéskor az első tejsugarak szennyezettebbek, mert azok mintegy kimossák a bimbócsatornát, eltávolítva onnan a mikroorganizmusokat. Egészséges állat fejésekor az egyes tőgynegyedekből, valamint a laktáció különböző szakaszában vett tejminták csíraszámja között nincs lényeges különbség. A tej mikrobaszámára nincs befolyással sem a tehén kora, sem takarmányozása. Egészséges tőgyből leggyakrabban *Micrococcusokat* és *Streptococcusokat* lehet elkülöníteni. A fejés utáni műveletek jó esetben kb. egy-egy nagyságrenddel emelik meg a csíraszámot. Az így tejbe kerülő mikrobák igen sokfélék lehetnek, ezért a megfelelő személyi-, üzem-, berendezés- és gyártási higiéniaiban természetesen a tej eredeti mikroflórájától eltérő más mikrobafélék is fontosak.

Technológiai szempontból a szintenyészetek mikrobáin túl nagy jelentősége van a hő- és hidegtűrő mikrobáknak, a sótűrőknek, a *Coliformok*nak, a *Clostridiumok*nak és a fehérjebontóknak is. A hő- és hidegtűrők a hőkezelést, illetve hűtést jobban tűrik, így később romlást idézhetnek elő a hűtve tárolt tejtermékekben. A *Coliformok* a legáltalánosabb utófertőzők, szinte mindenütt megtalálhatók, ezért talán a legfontosabbak. A *Clostridiumok* igen veszélyesek – jelentős gáz és vajsavképzésük miatt – elsősorban a sajtoknál, a sótűrők képesek a tömény sólében is elszaporodni, ezért azt időnként hőkezelné kell, a fehérjebontók pedig nyúlósodást, keserű ízt okozhatnak.

Alapvető követelmény az is, hogy a tejtermékek mentesek legyenek a betegséget okozó (ún. patogén) mikrobáktól és az ételmérgezést okozóktól. Friss alapanyagok használatával, gyors feldolgozással és a technológia szigorú betartásával a kockázat minimálisra csökkenthető.

### 3.1. A tejben, tejtermékekben található mikrobák

A nyerstejben található mikroorganizmusok a következő nagy rendszertani csoportokba sorolhatók: élesztőgombák, penészgombák, baktériumok, bakteriofágok.

A rendszertani besorolás mellett célszerű a csoportosítás funkcióját, vagy hatását szerint megkülönböztetünk:

- betegséget okozó (patogén),
- romlást okozó, szennyező és
- hasznos mikroorganizmusokat, illetve mikrobacsoportokat.

A következő táblázatokban fenti csoportosítás szerint tekinthetjük át a tejben előforduló mikroorganizmusokat (3.1.; 3.2.; 3.3.; 3.4.; 3.5. táblázat).

#### 3.1.1. Élesztőgombák

**3.1. táblázat.** A tejben előforduló fontosabb élesztőgombák

Nemzetség	Faj	
	Perfekt alak (teleamorf)	Imperfekt alak (anamorf)
<i>Dipodascus</i>	<i>Dipodascus geotrichum</i>	<i>Geotrichum candidum</i>
<i>Saccharomycopsis</i>	<i>Saccharomycopsis lipolytica</i> ( <i>Yarrowia lipolytica</i> )	<i>Candida lipolytica</i>
<i>Kluyveromyces</i>	<i>Kluyveromyces lactis</i> ( <i>Saccharomyces lactis</i> ) <i>Kluyveromyces marxianus</i> ( <i>Saccharomyces fragilis</i> )	<i>Torulopsis sphaerica</i> ( <i>Candida sphaerica</i> ) <i>Candida pseudotropicalis</i> <i>Candida kefir</i>
<i>Issatchenkia</i>	<i>Issatchenkia orientalis</i>	<i>Candida crusei</i>
<i>Pichia</i>	<i>Pichia jadinii</i>	<i>Candida utilis</i>
( <i>Hansenula</i> )	( <i>Hansenula jadinii</i> )	( <i>Torula utilis</i> )
<i>Candida</i>		<i>Candida lactis-condensi</i>
( <i>Torulopsis</i> )		( <i>Torulopsis lactis-condensi</i> )

#### 3.1.2. Penészek

**3.2. táblázat.** A tejben előforduló fontosabb penészek

Nemzetség	Faj
<i>Penicillium</i>	<i>Penicillium camemberti</i> ( <i>Pen. album</i> ) <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Penicillium caseicolum</i> ( <i>Pen. candidum</i> ) <i>Penicillium glaucum</i>
<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus flavus</i> var. <i>colummaris</i> <i>Aspergillus paraditicus</i> <i>Aspergillus paraditicus</i> var. <i>globosus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus repens</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Mucor michei</i> <i>Mucor pusillus</i>

#### 3.1.3. Baktériumok

A baktériumok alkotják a tej és tejtermékek legnépesebb mikroorganizmus csoportját. Mivel a konkrét vonatkozásait más csoportosításban, illetve konkrét termékeknél ismertetjük, itt eltekintünk a részletes leírástól. Az alábbiakban a fontosabb baktériumok csoportosítását közöljük.

### 3.3. táblázat. Tej és tejtermékek fontosabb baktériumai

<i>Rész</i>	<i>Nemzetség</i>	<i>Faj</i>
Gram-negatív aerob pálcák és kokkusok	<i>Pseudomonas</i>	<i>Ps. fluorescens</i> <i>Ps. fragi</i> <i>Ps. nigrifaciens</i>
	<i>Alcanigenes</i>	<i>Alc. metalcaligenes</i> <i>Alc. viscolactis</i>
	<i>Brucella</i>	<i>Bruc. melitensis</i> <i>Bruc. abortus</i> <i>Bruc. suis</i>
Gram-negatív fakultatív anaerob pálcák	<i>Escherichia</i>	<i>E. coli</i>
	<i>Enterobacter</i>	<i>Ent. aerogenes</i>
	<i>Salmonella</i>	<i>S. enteritidis</i> <i>S. typhi</i>
	<i>Shigella</i>	<i>Sh. dysenteriae</i>
	<i>Serratia</i>	<i>Serratia marcescens</i>
	<i>Proteus</i>	<i>Proteus vulgaris</i>
Gram-pozitív kokkusok	<i>Flavobacterium</i>	<i>Flavobacterium lactis</i>
	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus luteus</i>
Gram-pozitív kokkusok	<i>Staphylococcus</i>	<i>Staph. aureus</i>
	<i>Streptococcus</i>	<i>Str. lactis</i>
		<i>Str. cremoris</i>
		<i>Str. thermophilus</i>
		<i>Str. agalactiae</i>
		<i>Str. pyogenes</i>
		<i>Str. bovis</i>
	<i>Str. faecalis</i>	
	<i>Leuconostoc</i>	<i>Leu. dextranicum</i>
		<i>Leu. citrovorum</i>
	Endospórás pálcák és kokkusok	<i>Bacillus</i>
<i>Bac. substilis</i>		
<i>Bac. coagulans</i>		
<i>Bac. polymyxa</i>		
<i>Bac. anthracis</i>		
<i>Clostridium</i>		<i>Clostridium butyricum</i>
		<i>Clostridium tyrobutyricum</i>
		<i>Clostridium perfringens</i>
		<i>Clostridium sporogenes</i>
Gram-pozitív asporogén pálca alakú baktériumok	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lact. casei</i>
		<i>Lact. plantarum</i>
		<i>Lact. acidophilus</i>
		<i>Lact. lactis</i>
		<i>Lact. helveticus</i>
		<i>Lact. bulgaricus</i>
Sugárgombák és rokon szervezetek	<i>Corynebacterium</i>	<i>Cor. diptheriae</i>
		<i>Cor. bovis</i>
	<i>Arthrobacter</i>	<i>Brevibacterium linens</i>
		<i>Brevibacterium erythrogenes</i>
		<i>Micobacterium lacticum</i>
	<i>Propionibacterium</i>	<i>Micobacterium flavum</i>
		<i>Prop. freudreichii</i>
	<i>Mycobacterium</i>	<i>Prop. shermanii</i>
		<i>Prop. thoneii</i>
		<i>Myc. tuberculosis</i>

## 3.1.4. A tej és tejtermékek fontosabb patogén mikroorganizmusai

## 3.4. táblázat. A tej és tejtermékek fontosabb patogén mikroorganizmusai

Mikroorganizmus	Pasztörözés hatása	Eredete	Kritikus termék
<i>Salmonella</i> fajok	elpusztul	bélsár	nyerstej, sajt, tejpör
<i>Campylobacter jejuni</i>	elpusztul	háziállatok, bélsár	elégtelesen hőkezelt tej
<i>Staphylococcus aureus</i>	elpusztul	tőgy, ember,	nyerstej, tejpör, sajt, fagylalt
<i>Listeria monocytogenes</i>	elpusztul	környezeti (szilázs)	nyerstej, sajt
<i>Yersinia enterocolitica</i>	elpusztul	környezeti	nyerstej, csokis tej
<i>Escherichia coli</i>	elpusztul	bélsár	elégtelesen hőkezelt tej, sajt
<i>Bacillus cereus</i>	spóra túléli	talaj, por	tej, fagylalt
<i>Clostridium perfringens</i>	spóra túléli	talaj, szennyvíz, bélsár	tejpör
<i>Clostridium botulinum</i>	spóra túléli	adalék és segédanyagok	ömlesztett sajt, joghurt
<i>Str. zooepidemicus</i>	elpusztul	beteg állatok	nyerstej

A táblázatokból kiderül milyen fontos a nyerstej pasztörözése. A higiénikus tejtermelés fontosságára irányítja ugyanakkor a figyelmet az a tény, hogy nem megfelelő körülmények mellett a tej olyan mikroorganizmusokkal szennyeződhet, amelyeket a technológia során pasztörözéssel nem lehet elpusztítani, így azok extrém esetben betegséget okozhatnak.

A tejelő állatok, rajtuk keresztül az ember egészségére veszélyes mikroszervezetek szinte valamennyi csiracsoportból kikerülnek, de ezek legáltalánosabban baktériumok és vírusok. Amíg századunk első felében a gümőkór és a fertőző elvetélés (brucellózis) volt a szarvasmarhák legáltalánosabb baktériumos betegsége, addig az utóbbi évtizedekben a tőgygyulladás (masztitisz) került az első helyre. Kezdetben a tehének masztitiszét dominánsan a sztreptokokkusz-féleségek (*Str. agalactiae*, *Str. dysgalactiae*, *Str. uberis*) okozták, majd az antibiotikum-terápia általánossá válásával párhuzamosan kialakultak az antibiotikum rezisztencia következményei is. Emellett kisebb arányban tőgygyulladást okoztak még a *Corynebacterium* (*C.*) *pyogenes*, egyes kóli-félék, gombák, sőt vírusok is. A felsorolt csírák szinte mindegyike humán-egészségügyi szempontból is veszélyes. A *Str. agalactiae* pl. csecsemőkorban szeptikémiát, meningitist stb. okozhat. Ismeretes, hogy a koaguláz-pozitív sztafilokokkuszok mintegy 10%-a termel a központi idegrendszert és bélrendszert megtámadó hőtűrő enterotoxinokat.

A korábban Magyarországon nagyon elterjedt szarvasmarha gümőkór okozója, a *Mycobacterium* (*M.*) *bovis* egyben az emberi gümőkór mintegy 10%-át idézte elő. A szarvasmarha TBC gyakorlati kiirtása így humán-egészségügyi előnyt is hozott. A tejjel még számos patogén, vagy feltételezetten patogén baktérium terjedhet, amelyek a másik állaton túl az emberre jelenthet veszélyt. Ma már ugyan tejjárványok nincsenek, szórványosan ma is bekövetkeznek ételfertőzések (szalmonellák, sigellák, kólifórmok) révén tífuszos, dizentériás, hasmenéses megbetegedések, ill. sztafilokokkuszok, szalmonellák és más baktériumok okozta ételmérgezések.

A patogének másik csoportját a vírusok alkotják. Közülük a ragadós száj- és körömfájás vírusa a legjelentősebb, amely szarvasmarha járvány esetén hatalmas gazdasági kárt okoz, és az embert is megbetegíti. Ugyancsak emberre is terjedhet a fertőző májgyulladás (hepatitisz), az agyhártyagyulladás (meningitisz) és a gyermekbénulás (paralízis, Heine-Medin kór) vírusa. A tejbe számos fertőző forrásból juthatnak csírák. Az eredendő forrás a tőgy. Régebben azt hitték, hogy a tőgyben lévő tej csíramentes. Ma már tudjuk, hogy az egészséges tőgyben lévő tejben általában 10–500/cm<sup>3</sup> baktérium van, amelyen belül számuk egyedenként igen változó. A fertőzés a bimbócsatornán keresztül történik: a fejés után a tőgybimbó végén maradt tejcseppben a csírák gyorsan képesek elszaporodni és benőni a bimbócsatornába (baktériumdugó). A beteg (sérült, gyulladós) tőgyben a csíraszám több millió is lehet.

A tej nagyobb mértékben a tőgyön kívül fertőződik. A főbb fertőzési források az istálló, ill. fejőház levegője, takarmány, alom, bélsár, a fejő, az állat kültakarója, legyek és a tejjel érintkező fejőgép, szűrő, kanna, szivattyú, tejvezeték, hűtőtároló-tartály (tank) felületek. A levegő csíratartalma egyenes arányban van annak portartalmával. A zártrendszerű fejésnél e veszély kisebb.

A takarmányok közül a poros, sáros, penészes takarmány és a rosszul erjedt szilázs (klosztrídiumok) potenciálisan nagy fertőzési forrás. Az alom, bélsár, vizelet és az állat kültakarója által létrejövő fertőzés nagysága talán megítélhető abból, hogy a bélsárban kimutattak 5 millió/g kóliform csírat, és mellette patogéneket is. A legyek okozta fertőzés ugyancsak igen figyelemre méltó, miután egy légyről lemostak már 1,7 millió csírat, köztük patogéneket. A felsoroltak ellenére a legtöbb mikroorganizmus a tejjel érintkező felületekről, tehát kontakt infekció útján kerül a tejbe. Ezért fűződik oly nagy érdek e felületek gondos tisztogatottságához.

### 3.1.5. A tej és tejtermékek romlását okozó fontosabb szennyező mikroorganizmusok

#### 3.5. táblázat. Fontosabb romlást okozó mikroorganizmusok a tejben és tejtermékekben

Mikroorganizmus	Romlást okozó faktor	Tejtermékben megjelenő hiba
<i>Pseudomonas</i> <i>Acetibacter</i> <i>Flavobacter</i> <i>Alcaligenes</i>	proteázok, lipázok	keserű, avas, tisztátalan, gyümölcs ízhiba, nyúlósodás, pigmentképzés
<i>Escherichia</i> <i>Enterobacter</i> <i>Citrobacter</i> <i>Klebsiella</i> <i>Serratia</i>	szaporodó baktériumok	laktóz-fermentálás, korai puffadás nyúlósodás, keserű, tisztátalan íz, pigmentképzés
<i>B. cereus</i> <i>B. subtilis</i> <i>B. coagulans</i> <i>B. stearothermophilus</i> <i>Cl. butyricum</i> <i>Cl. tyrobutyricum</i> <i>Cl. sporogenes</i>	hőrezisztens spórák	keserű íz, édes alvadás gázképződés, savtermelés, keserű íz, késői puffadás
<i>Streptococcus</i> <i>Laktobacillus</i> <i>Leuconostoc</i>	szaporodó baktériumok	savanyodás, késői puffadás
<i>Klyveromyces</i> <i>Geotrichum</i> <i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i> <i>Mucos</i> <i>Alternaria</i>	szaporodó sejtek	gáztermelés, élesztős, gyümölcs, avas íz, látható növekedés, pigmentképzés, ammónia, gyümölcs-szag és íz, toxin

#### **Baktériumok**

A számos faj közül a tejgazdaságban a következők a legfontosabbak.

A *tejsavbaktériumok* a tej legáltalánosabb csírái. Hasznosak, amikor szintenyészetek alkotóiként tejtermékeket állítanak velük elő, károsak, ha elszaporodva, megsavanyítják a nyers, vagy pasztörözött tejet. A tejcukorból főleg tejsavat, szén-dioxidot, egyesek acetoin és diacetil aromaanyagokat képeznek. Közülük három család törzsei érdemelnek figyelmet.

A *sztreptokokkuszok* (*Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. diacetylactis*, *Str. thermophilus*) gömb alakúak, a *laktobacillusok* (*Lb. casei*, *Lb. acidophilus*, *Lb. lactis*, *Lb. helveticus*, *Lb. bulgaricus*) viszont pálcika alakúak, és nagy mennyiségű (1,8–2,0%) tejsavat képeznek a tejcukorból. Emellett a fermentálás és a sajtok érése során bontják a fehérjéket, főleg a kazeint. A

*leukonosztok-féleségek* (*Leuc. citrovorum*, *Leuc. dextranicum*) gömb alakúak és igen gyenge sav-, de erős aromatermelők.

Az enterobaktériumok és ezen belül különösen az aerob gázképzők a tej egyik legáltalánosabb szennyező csirái. Legfontosabb képviselőik az *Escherichia* (*E. coli*) az *Aerobacter* (*Ae.*), vagy *Klebsiella* (*Kl.*) *aerogenes* és az *Ae. cloaceae*. Pálcika alakúak (az *E. coli* még csillós és mozgó) és a tejcukorból főleg a vízben nem oldódó hidrogéngázt, kisebb részben metánt, tejsavat, ecetsavat, stb. termelnek. Aerob voltak és hidrogéntermelésük révén a sajtok ún. korai puffadásának okozói. Béllakók (szaporodási optimumuk ezért 35–37 °C), létük a tejben bélsárszennyeződésre utal, ami – lévén a bélsárban gyakran patogének is – igen kritikus. Számuk a tejben a fejesi, tejkezelési és feldolgozási higiéniai színvonalat mutatja. Gramm-negatívok, pasztörözéskor elpusztulnak, a pasztörözött tejben való jelenlétük tehát a pasztörözés utáni reinfekcióra utal.

A *vajsavbaktériumok* a klosztrídium nemzetségből kerülnek ki, amelyek anaerobok, gázképzők. A *Clostridium* (*Cl.*) *butyricum* és a *Cl. tyrobutyricum* a tejcukorból főleg vajsavat és hidrogént képeznek. Anaerob voltak és hidrogéntermelésük révén a sajtok ún. késői puffadását okozzák. Fehérjebontó társaik, a *Cl. sporogenes*, a *Cl. putrefaciens* és a *Cl. lentoputrescens* pedig a sajtok ún. fehérrothadásáért felelősek. A tejbe a rosszul erjedt szilázból, oda pedig a földből kerülnek. Spórások, spóráik igen hőellenállóak, a szokásos pasztörözéskor (100 °C alatt) nem pusztulnak el.

A tej másik legáltalánosabb szennyezői a *zsír- és fehérjebontó baktériumok*. Erősen fehérjebontók (rothasztók) az aerob spóratermelő *Bacillus* (*B.*) nemzetségből a *B. cereus*, a *B. subtilis* (szénabacillus) és a *B. coagulans*, a *Proteus* (*Pr.*) nemzetségből a *Pr. vulgaris*, a *Pseudomonas* (*Ps.*) nemzetségből a *Ps. putrefaciens*, jellegzetes zsírbontók pedig a *Ps. fluorescens* és a *Ps. fragi*. A pszeudomonászok szaporodási optimuma 20 °C, a bacillusoké 30 °C, míg a proteuszoké 37 °C. E csirák a porral és takarmánnyal (bacillusok), ill. a rosszul tisztogatott felületekről, mosogatóvíz maradékból (pszeudomonászok és proteuszok) kerülnek a tejbe. A spórás bacillusok igen hőellenállóak, egyes változataik még az ultrapasztörözést (138–142 °C és 2–4 sec) is túlélnek, a pszeudomonászok és proteuszok a szokásos pasztörözésnél elpusztulnak.

### **Élesztő- (sarjadzó) gombák**

A baktériumoknál jóval nagyobb, döntően egysejtű és részben spóráképző szervezetek: Egy részük (pl. *Kluyveromyces* (*K.*) *marxianus* és *K. lactis*, *Candida* (*C.*) *pseudotropicalis* és *C. kefyr*) hasznos, mint a kefir- és kumizskultúra tagja. Ezek a tejcukorból főleg szén-dioxidot és etilalkoholt képeznek. Az élesztők másik része (pl. *Torula* (*T.*) *sphaerica*, *C. krusei*, *C. lipolytica*, *Geotrichum* (*G.*) *candidum*) szennyező, a nedves felületekről kerülnek a tejbe, jól tűrik a savanyú közeget (3,5–4,0 pH) és a savanyú tejtermékek (aludttej, tejföl, túró) megromlását, felületi hártásodását, szag- és ízhibáit, a friss sajtok puffadását okozzák. Közülük a *C. lipolytica* még erős zsírbontó is. Pasztörözéskor általában elpusztulnak, a tejtermékekben való jelenlétük tehát reinfekció következménye.

### **Penész-(fonal)gombák**

A mindenütt (talajban, porban, takarmányban, levegőben, stb.) előforduló, általában soksejtű penészek, melynek egy része hasznos, többségük azonban káros. A hasznosak közé tartozik a rokfort sajt kultúráját alkotó *Penicillium* (*P.*) *roqueforti*, a Camembert sajt kultúráját kitevő *P. camemberti* és a *P. caseicolum*, vagy a bakteriális oltó termelésére használt *Mucor* (*M.*) *michei* és a *M. pusillus*. Károsak az ún. vadpenészek, így többek között a közönséges zöld- vagy kenyérpenész, a *P. glaucum*, avagy az aflatoxinok termelése révén májrákot okozó *Aspergillus* (*Asp.*) *flavus* és az *Asp. parasiticus*, valamint a sajtok felületén fekete foltokat okozó *Asp. niger*. A penészek szaporodási optimuma 20 °C körül van és az élesztőkhöz hasonlóan kedvelik a nedves körülményeket. Pasztörözéskor elpusztulnak.

## **Vírusok**

Az egysejtűeknél egyszerűbb képződmények, egyesek a fénymikroszkóppal éppen láthatók, mások viszont csak elektronmikroszkóppal észlelhetők. Amíg a többi mikroszervezet élettelen anyagokon képes szaporodni, addig a vírusok csak élő anyagokon (paraziták). A gazdaszervezetek szerint így megkülönböztetünk baktérium-, növény- és állatvírusokat. Tejgazdasági szempontból az első és harmadik csoport érdemel figyelmet.

A *baktérium-vírusok*, vagy ismertebb nevükön a fágok amiatt károsak, hogy a kultúrák tejsavbaktérium törzseiben elszaporodva, feloldják a sejteket, megghiúsítják a savanyítást, ezen keresztül a gyártást. Már 50–60 °C-on elpusztulnak. Ennek ellenére képesek gyorsan elszaporodni a tejüzemekben. Még a legszigorúbb higiénia sem tud teljesen gátat vetni terjedésüknek. Az ellenük való védekezésre nagy specifikusságukat használjuk ki: a kultúrtörzsek 2–3 naponkénti változtatásával, az ún. kultúrarotációval lehetséges a termékek készítése fágveszélyeztetett üzemben is.

## **Probiotikumok, prebiotikumok, szinbiotikumok**

Természetesen a tejben nemcsak kórokozó, vagy romlást előidéző mikroorganizmusok találhatóak, sőt sok termék gyártásához speciális, külön erre a célra összeállított tejipari színtenyészeteket, ún. kultúrákat használunk. Ezek fontos tulajdonságai a tejcukorbontás, a gázképzés, a savképzés, a fehérje- és zsírbontás és a különböző aromaanyagok termelése. Ezen tulajdonságok a gyártás során a tejtermékek jellegét alakítják ki, és biztosítják élvezeti értéküket, sőt sokszor ezek biztosítják hosszú eltarthatóságukat is (pl. az alacsony pH miatt).

Kiemelkedően hasznos, jótékony hatásúak a „bélazonos”, az ember egészségéhez szükséges ún. probiotikumok. **Probiotikumoknak** nevezik mindazokat a humánbarát bélbaktériumokat, amelyek többféle jótékony hatással vannak a gazdaszervezet egészségi állapotára. **Prebiotikumoknak** hívják mindazokat a természetes tápanyagokat, amelyek jellemzően a probiotikumok kizárólagos tápanyagai, ennél fogva elősegítik azok elszaporodását, túlsúlyba kerülését. A **szinbiotikumok** a pro- és prebiotikumok együttesét jelentik, vagyis a két előnyös tényező hatása összegeződik, nem egyszer szinergistává válik. Ebből eredően szinbiotikusak pl. azok a tejtermékek, amelyek készítéséhez nemcsak probiotikumokat, hanem egy, vagy több prebiotikumot is felhasználtak.

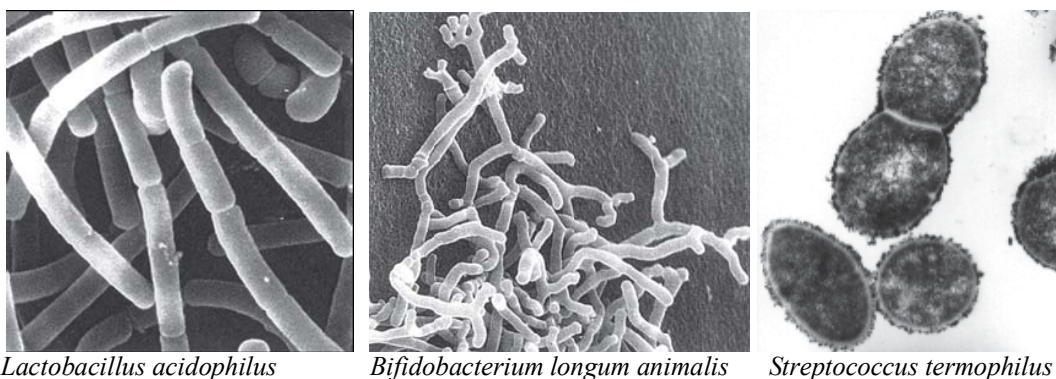
A probiotikumok szinte kivétel nélkül tejsavbaktériumok és bifidobaktériumok. A legismertebb probiotikus tejsavbaktérium-törzsek nagyrészt a *Lactobacillus (Lb.)*, kisebb részben a *Streptococcus (Sc.)* nemzetséghez tartoznak (3.2. ábra). Mai ismereteink szerint minden tejsavbaktérium olyan anyagcseretermékeket (metabolitokat) termel, amelyek előnyösek az ember egészségére, de nem minden tejsavbaktérium-törzs probiotikus. A probiotikus tejsavbaktériumok alapvetően abban különböznek a közönséges tejsavbaktériumoktól, hogy egy részük (a régebbiek 2–30%-a, a maiak akár 80–85%-a is) túléli a gyomorban lévő sav, a vékonybélben pedig az epesavak és az emésztőenzimek pusztító hatását, és így élve jutnak el a vastagbélbe, ahol képesek elszaporodni és megtapadni a bélfalon. Ilyen előnyös tulajdonságokkal, pl. a mezofil tejsavbaktériumok (*Lactococcus /Lc./ lactis*, *Lc. cremoris*) nem, míg a joghurt hagyományos törzsei (*Sc. thermophilus* és *Lb. bulgaricus*) csak részben rendelkeznek. A joghurttörzsek egy kis része képes ugyanis élve eljutni a vastagbélbe, de ott nem kolonizálódnak, nem képesek megtapadni a bélfalon, és néhány hét után elpusztulnak, vagy kiürülnek. A nomenklátúra szerint tehát igazi „tranzitutasok”, hasznosságuk mégsem kérdőjelezhető meg, mivel elősegítik a probiotikumok adhézióját a bélfalra, és hozzájárulnak a rothasztó (putrefactive) csírák visszaszorításához. Probiotikus törzsekkel való kiegészítéssel viszont minden közönséges starter kultúra, ill. savanyú tejtermék – így a joghurt is – probiotikussá tehető.

A prebiotikumok, korábbi nevükön a bifidus-, vagy bifidogén-faktorok, 2–9 egyszerű cukorból (monoszacharidokból) felépülő oligoszacharidok. A szervezetben nem

metabolizálódnak, emiatt érintetlenül (emésztetlenül) jutnak el a vastagbélbe. Valójában tehát diétás rostok, de vízben oldhatóságuk miatt közülük is a legkiválóbbak. A diétásrost-funkció mellett igazi hasznosságuk abban rejlik, hogy a probiotikumok kizárólagos táplálékai. Miután a vastagbélben már kevés az emészthető táplálékmaradvány, vagyis ott relatív táplálékhiány van, az elfogyasztott prebiotikum lehetőséget kínál a humánbarát probiotikumok elszaporodására.

A prebiotikumok természetes állapotban számos élelmiszerben előfordulnak: gazdag forrásai pl. a csicsóka- és a cikóriagyökér, de léteznek a vöröshagymában, a fokhagymában és a póréhagymában, az articsókában, zabpehelyben, búzában, banánban, tejben és az érett sajtokban. Az élelmezési gyakorlatban jellemzően az iparilag előállított tiszta készítményeket használják fel, amelyek lehetnek folyékony sűrítvények és porok, hatóanyag koncentrációjuk pedig 40–95% között van. A természetes ipari koncentrátumok (aszerint, hogy milyen monoszacharidokból épülnek fel) lehetnek, pl. galakto-, frukto-, malto-, vagy xylo-oligoszacharidok. A világon már 1995-ben több mint 80 ezer tonna prebiotikumot állított elő, de a termelés ma már 200 ezer tonna körül van, jelezve e különleges élelivelixír világsikerét. A termelt mennyiség mintegy 40%-a galakto-oligoszacharid (pl. laktulóz), amelynek alapanyaga a tejcukor.

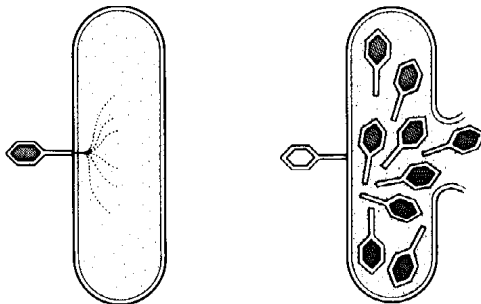
Orosz–ukrán származású tudósok már 19. század végén és a 20. század elején megállapították, hogy a joghurt tejsavbaktériumai gátolják a káros rothasztó, toxintermelő bélbaktériumok tevékenységét, és ezzel hozzájárulnak egy egészségesebb életvitelhez, az élettartam meghosszabbításához.



3.2. ábra. Probiotikumok mikroszkópi képe

A hasznos mikrobák legnagyobb ellenségei a **bakteriofágok**. A bakteriofágok a baktériumok vírusai. Sejtparaziták, szaporodásukhoz a gazdasejt riboszómáit, energiakészletét, vegyületeit használják fel. Sejten kívüli alakjuk korlátozott genetikai információtartalmú, önmagát megújítani képes, fehérje által burkolt nukleinsav, az élő anyag sajátos, a sejtnél egyszerűbb megjelenési formája. A tejiparban elsőként a Cheddar sajtok gyártásakor a tejsavbaktérium-szintenyészet gátlását figyelték meg, és a hatást egyértelműen a bakteriofágok jelenlétének tudták be.

Fágtámadás:  
A fág bejuttatja saját szaporítóanyagát a sejtbe



Végző stádium:  
A nagyszámú reprodukált fág kitor a gazdasejtből, az pedig elpusztul



A fágok jelenléte tulajdonképpen ott okozhatja a legnagyobb problémát, ahol tejipari szintenyészetekkel, alvasztással készítenek termékeket, mert a fágok a kultúra baktériumainak viselkedését megváltoztatják. Az ellenük való védekezés a higiéniai követelmények maximális betartásán túl a kultúratörzsek rotációjával, vagy ún. direkt kultúrák használatával lehet hatékonyabb.

A nyerstej a tőgyön kívül igen könnyen fertőződik. Elszállításáig olyan hatások érik a tejet, amelyek emelik csíraszámát. A csíraszám növekedéséhez, illetve eleve magasabb értékéhez ezen felül gyakran az állat egészségi állapota (betegsége) is hozzájárul, amely sokszor nehezen észlelhető, sőt az észlelt megbetegedést sem kezelik mindig megfelelően. Tehát az állat tartása, fejése és a tej további kezelése minden esetben növeli a csíraszámot, illetve a tejbe kerülő idegen anyagok mennyiségét. A tőgyből kikerülő tej csíraszámának, kívülről bekerülő baktériumokra visszavezethető növekedését **utófertőződésnek** nevezzük. Hogy ne csak a negatív hatásokról essen szó, a következőkben áttekintjük a tejiparban alkalmazott fontosabb mikroorganizmusok csoportjait, és felhasználási területeit.

### 3.1.6. Tejipari szintenyészetek

Számos tejtermék előállításához, a megfelelő állomány- és érzékszervi tulajdonságok biztosításához szintenyészeteket, kultúrákat használnak. Ezek általában több mikrobafajt tartalmazó keverékek, amelyeket leggyakrabban liofilezéssel szárított formában forgalmaznak. A technológiai paraméterekkel a kultúrákban lévő mikrobák működését szabályozni lehet, így végezhetik el optimálisan, a különböző céllal bejutatott mikrobák a saját feladatukat (3.6. táblázat).

**3.6. táblázat. Tejipari szintenyészetek és felhasználási területük**

Megnevezés	Alkotók	Felhasználás
O-kultúrák	<i>Str. lactis</i> <i>Str. cremoris</i>	Cseddár, Feta, stb. zárt tésztájú sajtok, savanyított tejtermékek
L-kultúrák	<i>Leuc. cremoris</i> <i>Str. cremoris</i> <i>Str. lactis</i>	Savanyított tejtermékek, túró, lyuk nélküli vagy gyengén lyukazott sajtok
D-kultúrák	<i>Str. diacetilactis</i> <i>Str. cremoris</i> <i>Str. lactis</i>	Savanyított tejtermékek, savanyú tejszínvaj, sajtok
LD-kultúrák	<i>Leuc. cremoris</i> <i>Str. cremoris</i> <i>Str. lactis</i> <i>Str. diacetilactis</i>	Savanyított tejtermékek, savanyú tejszínvaj, kemény és félkemény sajtok
Kefir	<i>Streptococcusok</i> <i>Lactobacillusok</i>	Savanyított tejtermékek
	Élesztők	
	<i>Str. thermophilus</i> <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. acidophilus</i> <i>Lb. casei</i> <i>Lb. helveticus</i> <i>Lb. lactis</i>	Joghurt, sajtfeleségek Joghurt, sajtfeleségek Savanyított tejtermékek Savanyított tejtermékek, sajt Ementáli és olasz sajt típusok Ementáli és olasz sajt típusok
Joghurt kultúrák	<i>Str. thermophilus</i> <i>Lb. bulgaricus</i>	Joghurt, savanyított tejtermékek
Sajtkultúrák	<i>Str. thermophilus</i> <i>Lb. bulgaricus</i> , stb.	Mozzarella, Grana, Provelone stb. sajtok
Bifidobaktérium	<i>B. bifidum</i> <i>B. longum</i>	Savanyított tejtermékek
ABT kultúra	<i>Lb. acidophilus</i> Bifidobaktériumok	Savanyított tejtermékek

	<i>Str. termophilus</i>	
Propionsavbakt. kultúra	<i>Propioni</i> baktériumok	Ementáli típusú sajtok
Rokfort kultúra	<i>Pen. roqueforti</i> törzsek	Rokfort, Danablue, stb. penésszel érő sajtok
<i>Pen. candidum</i> kultúra	<i>Pen. candidum</i> törzsek	Brie, Camembert, stb. penésszel érő sajtok
<i>Geotrichum candidum</i>	<i>G. candidum</i> törzsek	Camembert, stb. fehérpenésszel érő sajtok
<i>Brevibacterium</i> kultúra	<i>Br. linens</i> törzsek	Sajtok felületi kezeléséhez (Pálpusztai)

### 3.2. Tejtermékek és élelmiszerbiztonság

A háziállatokban, így a tehenekben is különböző mikrobák okozta betegségek fordulnak elő. Gyakran probléma ezen betegségek pontos megállapítása (diagnózis), különösen akkor, ha az állatok csak hordozói a kórokozónak anélkül, hogy ők maguk megbetegednének. Európában számos ilyen betegség fordul elő a következő fontosságú sorrendben: salmonellosis, toxoplasmosis, cysticercosis, trichinellosis, Q-láz, leptospirosis, listeriosis, sarcosporidiosis, tuberculosis, brucellosis, valamint bizonyos vírusos fertőzések. Ezek közül potenciálisan a tej és tejtermékek útján kerülhet sor a fogyasztók fertőződésére salmonellosis, Q-láz, leptospirosis, listeriosis, tuberculosis és egyes vírusok jelenlétében. A fertőzések eredménye lehet megbetegedés (pl. TBC), vagy mérgezés (élelmiszermérgezés).

Magyarországon a tej és tejtermékek élelmezésügyi megítélését alapvetően meghatározza, hogy a ritkán előforduló néhány esettől eltekintve, szarvasmarha-állományunk 1980-tól gümőkór-, 1985 óta pedig brucella-mentes. A korábbi évek helyzetét is nagymértékben befolyásolta, hogy fogyasztásra szinte kizárólag pasztörözött tej és tejtermék került. A gümőkór- és brucella-mentesség mellett előforduló néhány pozitív eset a tej- és tejtermékfogyasztás szempontjából aggálytalan, különösen ha arra gondolunk, hogy a nyerstejet minősítő központi laboratóriumok napjainkban havonta háromszor minden, iparilag feldolgozásra kerülő nyerstej tételt ellenőriznek.

#### *Magyarországi tejtermék-biztonsági vizsgálatok*

Tőgygyulladásos beteg állatok, illetve ilyen irányú szűrővizsgálatok azt mutatják, hogy a kórokozók közül a *Staphylococcus aureus* viszonylag magas arányban, 15–30%-ban szerepel a tejben. Az ételmérgezések szempontjából számba jöhető egyéb fakultatív patogén baktériumok, mint a *S. aeruginosa*, *E. coli*, *Str. faecalis*, *Klebsiella* előfordulási aránya 1%, vagy ez alatti értékű. A készítmények esetében fogyasztói tej és tejtermékek vizsgálatánál a *Staph. aureus* és az említett patogén baktériumok előfordulási aránya egyaránt 1–2%, vagy ez alatti. A *Staph. aureus* arány csökkenésében a nyerstej hűtése, a pasztörözés és a tej- és a tejtermék mikroflóra antagonisztikus hatása szerepelhet. A tej és tejtermékek, tehát a mai tejnyerési és feldolgozási technológiát figyelembe véve, nem közvetítik a nyerstej esetleges *Staph. aureus* fertőzöttségét a fogyasztó felé.

Más a helyzet a tej és tejtermékekből kimutatott *Coliform* baktériumok tekintetében. Ezek előfordulási aránya erősen változó, néha viszonylag magas, 10–20% közötti. A *Coliformokkal* kapcsolatos tej és tejtermékek kifogásolási aránya az egészségügy és állategészségügy terén éppen ezért szintén változó, többször 15–20% közötti érték is előfordul. Ezzel kapcsolatban figyelembe kell vennünk, hogy a *Coliformokkal* kapcsolatos probléma igen összetett. Kis mértékben a termelői nyerstej szennyezettsége, nagyobb mértékben a pasztörözés utáni utófertőződés miatt alakulhat ki a kifogásolt *Coliform*-szám. Az utófertőződés problémáját támasztják alá a hatóságok tisztasági, tehát felületek, eszközök, berendezések vizsgálatáról közölt eredményei, amelyeknél a tejiparban a kifogásolás néha a 20–25%-os mértéket is eléri. Ez a magas érték felhívja a figyelmet a korszerű és alapos tisztítási, fertőtlenítési technológiák alkalmazásának fontosságára, hiszen a *Coliformok* a pasztörözés hatására elpusztulnak, a termékekbe kizárólag utófertőződés útján kerülhetnek.