

Public health significance of  
milk-borne pathogens

Laczaý Péter\*

Lehel József

Lányi Katalin

László Noémi

P. Laczaý\*

J. Lehel

K. Lányi

N. László

SZIE ÁOTK Élelmiszer-higiéniái Tanszék

H-1078 Budapest, István u. 2.

\* e-mail: Laczaý.Peter@aotk.szie.hu

A nyers tejben potenciálisan jelen  
levő kórokozók közegészségügyi  
jelentősége

## ÖSSZEFOGLALÁS

Irodalmi összefoglalójukban a szerzők áttekintést nyújtanak a nyers tej elsődleges, intravitális fertőződését előidéző kórokozók, ill. annak másodlagos szennyeződését okozó patogének közegészségügyi jelentőségéről. Az elsődleges fertőződés következtében a tejbe jutó ágensek közül a tőgygyulladások, ill. a vérfertőzést okozó mikrobák zoonotikus jelentőségét tárgyalják. A mastitis-kórokozók közül a szerzők a *Staphylococcus aureus*, a *Streptococcus agalactiae*, az egyéb strepto- és staphylococcusok, a coliform csírák, a heterotróf algák és a tőgypatogén gombák, valamint a baktériumszaporodással járó állapotokhoz kapcsolódóan ritkán tőgygyulladást okozó *Listeria monocytogenes* jellemzőit foglalják össze. A továbbiakban a szisztémás fertőzéshez kapcsolódóan a tejbe jutó mikrobák, így a mycobacteriumok, a brucellák, a *Coxiella burnetii* és a kullancsencephalitis vírusának közegészségügyi jelentőségét ismertetik, majd a másodlagosan, elsősorban bélsárszennyeződés következtében a tejbe kerülő *Salmonella*-szerotípusok, *Campylobacter*-fajok, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, továbbá a *Yersinia enterocolitica* és a *Bacillus cereus* élelmiszer-biztonsági jelentőségét tárgyalják.

## SUMMARY

In this review article the authors highlight the public health significance of the pathogens causing either primary, intravital infection of the raw milk or secondary, mainly faecal contamination of it. Of the pathogens causing intravital infection, first the zoonotic importance of the mastitis pathogens, such as *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, other staphylococci and streptococci, coliforms, heterotrophic algae, udder-pathogenic fungi and *Listeria monocytogenes*, that mainly gets into the milk as a secondary contaminant, but rarely can also cause mastitis, is discussed. Then, the food safety significance of pathogens causing systemic diseases accompanied by the dissemination of the agents, such as *Mycobacterium* spp., *Brucella* spp., *Coxiella burnetii* and the Tick-borne encephalitis virus is outlined. Of the secondary, mainly faecal contaminants, the public health significance of *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*, *Yersinia enterocolitica* and *Bacillus cereus* is discussed.

A tej ideális tápközeget jelent a mikroorganizmusok szaporodásához. A tejbe kerülő mikrobák többsége ártalmatlan szaprofita, amelyek sem emberi megbetegedést, sem minőségromlást nem okoznak, sőt esetenként a patogének szaporodását gátolják. Egy másik részük megbetegedést ugyan nem idéz elő, de anyagcsere-aktivitásuk (szénhidrát-, zsír- és fehérjebontás) révén érzékszervi hibákat, esetenként a táplálkozásbiológiai érték csökkenését, azaz minőségromlást okozhatnak. A tejbe jutó mikrobák kis hányada pedig kórokozó, azaz a tejjel, ill. tejtermékekkel a fogyasztó szervezetébe jutva annak megbetegedését válthatja ki, élelmiszer-fertőzés vagy -mérgezés előidézése révén (15).

*A tejbe jutó mikrobák egy része ártalmatlan, mások minőségromlást okoznak, de kis hányaduk a fogyasztó megbetegedését okozhatja*

## A NYERS TEJ KÓROKOZÓKKAL VALÓ KONTAMINÁCIÓJÁNAK LEHETŐSÉGEI

A nyers tej kórokozókkal történő kontaminációja elsődleges, intravitális fertőző- és vagy másodlagos szennyeződés révén következhet be.

*Szisztémás fertőzések esetében a kórokozók kiválasztódhatnak a tejjel is*

### ELSŐDLEGES (INTRAVITÁLIS) FERTŐZŐDÉS

Az állatok szisztémás, a kórokozók szóródásával járó megbetegedései esetén azok kiválasztódhatnak a tejjel, annak elsődleges fertőződését okozva. Hasonlóképpen nagy számban jelenhetnek meg a tejben a tőgygyulladások kórokozói (szubklinikai esetekben többnyire néhány tízezer sejt/ml, klinikai mastitisekben viszont akár  $10^8$ /ml számban) is, ugyancsak a tej intravitális fertőződését előidézve.

*A nyers tej leggyakrabban a fejési higiénia hiányossága miatt bélsárral szennyeződik*

### MÁSODLAGOS SZENNYEZŐDÉS

A nyers tej kórokozókkal való kontaminációjának leggyakoribb forrása a fejés során, alapvetően a fejési higiénia hiányosságai miatt bekövetkező bélsárszennyeződés. További idetartozó szennyezési források lehetnek a levegő, a por, az istálló berendezési tárgyai, a fejőberendezések és tejtároló eszközök, valamint a fejést végző személy keze, ill. ruházata. A másodlagos szennyeződés egy speciális formája az utószennyeződés vagy rekontamináció amikor a kórokozók a hőkezelést követően kerülnek a tejbe. Ennek forrása lehet az ember, a környezet (víz, levegő, por) és a különböző eszközök, berendezések. Különösen veszélyes, mivel az így bekerülő patogének elpusztítására további hőkezelés már nem áll rendelkezésre.

Az intravitális fertőződést, ill. másodlagos szennyeződést előidéző kórokozók közül közegészségügyi szempontból azok jelentősek, amelyek az embert is képesek megbetegíteni (zoonotikus ágensek). Az állatpatogén mikrobák mellett humán eredetű kórokozók is bekerülhetnek a tejbe másodlagosan a fejés, tejkezelés során, ill. utófertőzésként.

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 28 tejjel átvihető, potenciálisan emberi megbetegedést okozó baktériumot, vírust, ill. egysejtűt tart nyilván, amelyek közül a továbbiakban a gyakorlati szempontból lényeges, állati eredetű kórokozók (1. táblázat) közegészségügyi jelentőségét tekintjük át (13).

## A NYERS TEJ ELSŐDLEGES, INTRAVITÁLIS FERTŐZŐDÉSÉT OKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK

A nyers tej kórokozókkal történő elsődleges fertőződése tőgygyulladások vagy a tejelő állat általános megbetegedése következtében jöhet létre.

*A tőgygyulladást okozó mikrobák nagy mennyiségben jelenhetnek meg a tejben*

### TŐGYGYULLADÁST OKOZÓ MIKROBÁK KÖZEGÉSZSÉGÜGYI JELENTŐSÉGE

A tejmirigy gyulladással elváltozásait főként baktériumok, ritkán vírusok, mikrosporikus gombák és heterotróf algák okozhatják (2. táblázat).

**1. TÁBLÁZAT.** A nyers tej kontaminációját előidéző fontosabb kórokozók

**TABLE 1.** Main pathogens contaminating the raw milk

Kórokozó	Humán megbetegedés	Állati (Á) / humán (H) eredetű	Gyakoriság / jelentőség*
<i>Brucella abortus</i> <i>Brucella melitensis</i>	brucellosis	Á Á	-/+ -
<i>Campylobacter jejuni</i> <i>Campylobacter coli</i>	campylobacteriosis (Guillain-Barré szindróma)	Á Á	+ +
<i>Coxiella burnetii</i>	Q-láz	Á	++
<i>Escherichia coli</i> , verotoxikus	colitis, HUS**	Á	+
<i>Listeria monocytogenes</i>	listeriosis	Á	++
<i>Mycobacterium bovis</i>	gümőkór	Á	-/+
<i>Salmonella</i> spp.	Salmonellosis	Á	+
S. Typhi, Paratyphi A, B	tífusz	H	+
<i>Shigella</i> spp.	shigellosis	H	+
<i>Staphylococcus aureus</i> enterotoxin	Staphylococcus ételmérgezés	H/Á	++
<i>Staphylococcus aureus</i>	vérfertőzés, helyi gyulladások	H	+
<i>Streptococcus agalactiae</i>	helyi gyulladásos elváltozások	Á	+
<i>Streptococcus dysgalactiae</i> <i>Streptococcus uberis</i>	helyi gyulladásos elváltozások	Á Á	+ ++
<i>Streptococcus pyogenes</i>	vérfertőzés, helyi gyulladások	H	+
<i>Yersinia enterocolitica</i>	yersiniosis	Á	+

\* – csak a mediterrán országokban fordul elő, +/- történeti jelentőségű, ill. a fertőzéstől nem mentes országokban lehet, + ritka, ++ gyakori/jelentős lehet

\*\* hemolitikus urémiás szindróma

**2. TÁBLÁZAT.** Tőgygyulladást okozó fontosabb mikroorganizmusok

**TABLE 2.** Important mastitis pathogens

Kórokozó	Fertőzés forrása	Gyakoriság
<b>Állatról állatra terjedő patogének</b>		
<i>Staphylococcus aureus</i>	fejőkehely, fejőgumi	+++
<i>Streptococcus agalactiae</i>	fejőkehely, fejőgumi, fejő keze, anyatej	+
<b>Környezeti patogének</b>		
<i>Streptococcus uberis</i>	felhajtóutak, pihenőtér, karám	+++
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	felhajtóutak, pihenőtér, karám	+++
<i>Enterococcus</i> spp.	tőgybimbó bőre	++
Egyéb <i>Staphylococcus</i> fajok	tőgybimbó bőre	++
<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp.	felhajtóutak, pihenőtér, karám	++
<i>Prototheca zopfii</i>	pihenőtér, karám, takarmány	++
Tőgypatogén gombák	tőgykezelés eszközei	+
<b>Szisztémás fertőzést okozó ágensek</b>		
<i>Leptospira</i> -szerotípusok	takarmány, ivóvíz	+
<i>Listeria monocytogenes</i>	takarmány, ivóvíz	+
<i>Mycobacterium bovis</i>	hörgőváladék, takarmány	-/+
<i>Salmonella</i> spp.	takarmány, ivóvíz	+

+++ gyakori, ++ szórványos, + ritka, +/- történeti jelentőségű, ill. a fertőzéstől nem mentes országokban fordulhat elő

### Staphylococcus aureus

A tőgy bőrén és az állat környezetében, mindenekelőtt a fejkelyhek és a fejgumi felületén előforduló Gram-pozitív kórokozó. A korábban már fertőzött tőgynegyedekből a legnagyobb mennyiségben a fejés végén ürül, és rendszerint a fejőberendezés, ritkábban a fejést végző személy kezének vagy a tőgy előkészítésére használt törleeszköz közvetítésével jut át az addig nem fertőzött tőgyre, ill. tőgynegyedre. A kórokozó a tejutakon keresztül a mirigyvégkamrákba jutva toxikus anyagcseretermékei révén az alveolaris epithelsejtek károsodását, pusztulását okozza.

A fertőzés jelentkezhet szubklinikai (gyakori), ill. klinikai formában. A heveny-félheveny klinikai tünetek, amelyek általában nem súlyosak, visszatérő jelleggel, néhány napos vagy hetes időközökkel megjelenhetnek.

A tőgy fertőződését követően a kórokozó a tejjel igen változó számban ( $0-10^8$  sejt/ml) választódhat ki. A tejben megjelenő csírák száma rendszerint  $10^4$  sejt/ml érték körül szóródik (26). Az állatokat megbetegítő törzsek emberben jellemzően nem okoznak megbetegedést (jóllehet alkalmanként megtelepedhetnek), élelmiszer-biztonsági jelentőségüket a törzsek egy részére jellemző enterotoxin-termelés adja (22). Az enterotoxinokat termelő törzsek aránya a mastitist okozó *S. aureus* baktériumokon belül ugyanakkor lényegesen kisebb (mintegy 10–30%), mint a humán izolátumok esetében (40–60%). Ezzel együtt az állati eredetű élelmiszerek közül a nyers tej és az abból előállított tejtermékek, főként sajtok tekinthetők a *S. aureus* okozta emberi ételmérgezés egyik fő forrásának. A toxintermeléshez a baktériumoknak megfelelő számban ( $> 10^6$ /ml, ill. g) el kell szaporodni az élelmiszerben. A baktérium általában 7 és 48 °C ( $T_{opt}$ : 37 °C) között képes szaporodni, toxint azonban 10 °C alatt nem termel (3. táblázat). Ezért a nyers tej mielőbbi 8 °C hőmérsékletre való lehűtése a toxintermelést bizonyosan gátolja. Hasonlóképpen gátolja a toxintermelést a 4,5-nél alacsonyabb pH. A nyers tejből történő sajtgyártás során az első 24 órában a *S. aureus* csírák száma általában 2–3 kitevővel nőhet. Amennyiben ezalatt a pH-csökkenés, azaz a savanyodás sebessége nem megfelelő, akár 4–5 kitevővel is emelkedhet, aminek következtében a sajt *S. aureus* csíraszámja 24–30 óra múlva  $10^2$ /ml kiindulási érték esetén is elérheti a  $10^6$ /g értéket, ami már elegendő az enterotoxin-termeléshez. A pasztörözés során a *S. aureus* elpusztul, így a pasztörözött tej, ill. az abból gyártott tejtermékek nem jelentenek közegészségügyi veszélyt, feltéve, hogy a nyers tejben előzőleg nem képződött már enterotoxin, mivel a hőkezelés nem inaktiválja a toxint (10).

A fogyasztóra nézve mérgező mennyiségű toxint tartalmazó élelmiszer felvétele után a tünetek rövid idő, 2–4 óra alatt kialakulnak, hányinger, hányás, hasi fájdalmak, ritkábban hasmenés formájában. A betegség lezajlása gyors, a tünetek 1–2 nap alatt általában megszűnnek. Súlyos esetekben a jelentős folyadékvesztés miatt kórházi kezelésre lehet szükség.

### Streptococcus agalactiae

Tipikus állatról állatra terjedő, járványos jellegű mastitist okozó baktérium. A tova hurcolás legfontosabb módját a fejés jelenti, de emellett jelentős lehet a generációról generációra terjedés is (anyai szülőút, fertőzött anyatej). A gyulladás kezdetben jórészt a tejmedencében és a tejutakban alakul ki. A klinikai tünetek többnyire nem súlyosak, de az elváltozás másodlagosan ráterjedhet a kisebb tejutakra is és idültté válhat.

A *S. agalactiae* emberben különböző parenchymás szervek gyulladását és húgyúti fertőzéseket, újszülöttekben vérfertőzést, valamint agyhártya- és agyvelőgyulladást okozhat (23). Ezért időről időre felmerült a nyers tej fogyasztása és az emberi *S. agalactiae* megbetegedések közötti kapcsolat, ezt azonban nem sikerült egyértelműen igazolni. Egyidejűleg megállapították, hogy az emberi és a tehénből származó törzsek virulenciafaktorai jelentősen különböznek.

**A nyers tej és az abból előállított tejtermékek a *S. aureus* okozta emberi ételmérgezés egyik forrása lehet**

**A *S. agalactiae* emberben különböző parenchymás szervek gyulladását és húgyúti fertőzéseket, újszülöttekben vérfertőzést, valamint agyhártya- és agyvelőgyulladást okozhat**

**3. TÁBLÁZAT.** A *S. aureus* szaporodásának és toxintermelésének ökológiai mutatói**TABLE 3.** Ecological characteristics for growth and toxin production of *S. aureus*

Paraméter	Szaporodás		Toxintermelés	
	Tartomány	Optimum	Tartomány	Optimum
Hőmérséklet (°C)	6–48	35–37	10–45	35–40
pH	4,0–9,8	6,0–7,0	4,5–9,0	6,0–7,0
NaCl (%)	0–20	0,5–4,0	0–20	0,5
Vízaktivitás	0,83 $\geq$ 0,99	0,98 $\geq$ 0,99	0,86 $\geq$ 0,99	> 0,99
Redoxpotenciál	-200 mV $\geq$ +200 mV	>+200 mV	NA*	> +200 mV

\* Nincs adat

A *S. agalactiae* okozhat emberi megbetegedéseket, ezeket azonban ritka kivételtől eltekintve nem bovin eredetű törzsek idézik elő (19).

A tőgygyulladások kóroktanában az elmúlt időszakban számottevően megnőtt a bélsárszennyezett környezetből a fejest követő percekben, a bimbócsatorna záródását megelőzően a tejutakba jutó mikroorganizmusok jelentősége. Állatról állatra jellemzően nem terjednek. A gyakoribb környezeti eredetű mastitis-kórokozók közé tartoznak egyes streptococcusok, mint a *S. uberis*, a *S. dysgalactiae* és az *Enterococcus* spp., egyes, főként koaguláz-negatív staphylococcusok (egyéb staphylococcusok), valamint a coliform csírák mint pl. az *E. coli* és a *Klebsiella*-fajok.

**Egyéb streptococcusok**

A környezeti patogén streptococcusok alapvetően a *S. agalactiae* által kiváltott mastitishez hasonló megbetegedést okoznak. A *S. uberis* és az egyéb (fekális) streptococcusok a környezeti patogének tipikus képviselői (17). A bélcatornában és az állatok környezetében, főként a bélsárral szennyezett helyeken nagy számban fordulnak elő, gyorsan szaporodnak. Alig vagy nem rendelkeznek a tejutak hámsajtjeinek felszínén való megtapadás képességével, ezért a tejmedencébe való bejutásukat követően viszonylag könnyen kimosódhatnak a kifejt tejjel. A *S. dysgalactiae* átmeneti helyet foglal el az előbbieken tárgyalt, jellemzően állatról állatra terjedő *S. agalactiae* és a környezeti patogének közé tartozó *S. uberis*, valamint egyéb streptococcusok között. Ez utóbbiakhoz hasonlóan mindenütt fellelhető a bélsárszennyezett környezetben, de a tőgybe jutva képes a tejutak hámsajján megtapadni és állatról állatra terjedni. Főként szubklinikai formában, a *S. agalactiae* által okozotthoz hasonló klinikai mastitist idéz elő. A korábban tárgyalt fekális streptococcusok az embert nem betegítik meg (3).

**Egyéb staphylococcusok**

A környezetben, valamint a tőgy bőrén is számos, a *S. aureus* baktériummal közeli rokonságban álló *Staphylococcus*-faj élhet, amelyek többnyire koaguláz-negatívak (pl. *S. epidermidis*, *S. simulans*, *S. xylosus*, *S. chromogenes*), míg egyesek koaguláz-pozitívak (pl. *S. hyicus*, *S. intermedius*). A tőgybe bejutva ezek a baktériumok is annak gyulladását idézhetik elő. Ez többnyire csak a bimbócsatornára, ill. a tejmedence bimbói részére, a bimbómedencére korlátozódik, és többnyire szubklinikai vagy enyhe helyi tünetekben megnyilvánuló klinikai formában jelentkezik.

A tőgygyulladást okozó egyéb staphylococcusok nem zoonotikus baktériumok. Enterotoxint ugyan termelhetnek (25), de ezek gyakorlati körülmények között ételmérgezést nem okoznak (11).

**A környezeti patogén streptococcusok alapvetően a *S. agalactiae* által kiváltott mastitishez hasonló megbetegedést okoznak**

**Coliform csírák**

Az *E. coli* és a *Klebsiella*-fajok a többi kórokozótól eltérő kórfejlődésű, ún. endotoxin-mastitist okoznak. A bántalom túlheveny vagy heveny formában jelentkezhet, mindkét esetben kifejezett általános tünetekkel. A túlheveny lezajlású esetek többnyire rövid időn belül az állat elhullásához vezetnek. A heveny folyamat viszont a kezdeti aggasztó általános és helyi tünetek ellenére rendszerint gyorsan és maradéktalanul gyógyul. A kialakuló heveny parenchymás (alveolaris) mastitis rendszerint nem vezet a mirigyszövet elhalásához.

Az endotoxin-mastitist okozó *E. coli* és *Klebsiella*-fajok az embert jellemzően nem betegítik meg. A zoonotikus, verotoxinokat termelő, enterohaemorrhagiás *E. coli* (EHEC) baktériumok mint a tejelő tehének bélcsatornájában esetenként tünetmentes hordozás formájában jelen levő kórokozók (többnyire az O157:H7 szerotípus) elsősorban másodlagos, bélsár eredetű szennyeződés révén kerülhetnek a nyers tejbe. Igen ritka esetben tőgygyulladás is okozhatnak, és ekkor a nyers tej intravitális, elsődleges fertőződését idézhetik elő. Felmérések szerint azonban a mastitist okozó *E. coli* törzsek között az EHEC részaránya < 1%, ami egyértelműen arra utal, hogy a tőgygyulladások előidézésében a verotoxinok helyett más virulencia faktorok játszanak szerepet (4, 21).

Az EHEC-törzsek fertőző dózisa nagyon kicsi, már kisszámú baktérium (10–100 sejt) képes az embert megbetegíteni. A lappangási idő általában 1–2 nap (ritkábban 3–8 nap), amelyet követően hasi fájdalom és kezdetben vízszerű, majd véres hasmenés jelentkezik, miközben a hasi fájdalom egyre kifejezettebbé válik. Láz nem jellemzi a kórképet, ami alapján elkülöníthető egyéb, gyulladással colitisektől. Az enterocolitis felnőttekben gyakoribb, idősekben életveszélyes lehet. A hemolitikus urémiás szindróma (HUS) főként gyerekekben alakulhat ki. A kórképet hemolitikus anémia, trombocytopenia és heveny veseelégtelenség jellemzi, esetenként előzetesen kialakuló véres hasmenéssel.

**Heterotróf algák és tőgypatogén gombák**

A *Prototheca*-nemzetségbe tartozó algák a természetben széles körben elterjedtek, a bélsárral való ürítésük nagyban növeli a környezet algaterhelését. A *P. zopfii* többnyire idült, gyakran szubklinikai mastitist okoz, főként a tejmirigy parenchymájában kialakuló elváltozások révén (12). A *P. zopfii* elsősorban környezeti patogén, de nem zárható ki a fejés során az állatról állatra való átvitel lehetősége sem.

A mastitist okozó *P. zopfii* törzsek zoonotikusnak tekinthetők: a tejjel felvéve emberben bélgyulladást okozhatnak, a pasztörözést túlélhetik (20).

Esetenként különböző mikroszkopikus méretű penész- és élesztőgombák (pl. *Cryptococcus*-, *Candida*-, *Trichosporon*-fajok) is izolálhatók a mastitises tejmintákból. Valószínűleg önállóan is okozhatnak tőgyelváltozásokat, de inkább másodlagosan, baktériumos folyamatokhoz csatlakozva, felülfertőződés következtében jelenhetnek meg. Tőgybe való bejutásukhoz elsősorban antibiotikum-tartalmú tőgyinfúziók nem kellően higiénikus intraciszternális befecskendezése teremthet lehetőséget (iatrogén ártalom).

**Listeria monocytogenes**

A baktériumszóródással járó általános fertőzésekhez kapcsolódóan ritkán előforduló tőgygyulladások kórokozói közül a *Listeria monocytogenes* kell kiemelnünk.

A baktérium természetes előfordulási helye a talaj, de megtalálható a tejelő állatok bélcsatornájában is. A nyers tejbe főként mint másodlagos szennyező juthat, elsősorban bélsárszennyeződés révén. A tejbe kerülő csírák száma ebben az esetben többnyire kicsi (1–100 sejt/ml). Ennek megítélése során ugyanakkor számba kell venni, hogy a baktérium hidegtűrő, azaz a jogszabályi előírásoknak megfelelően < 8 °C hőmérsékletre lehűtött tejben is képes lehet szaporodni.

**Az endotoxin-mastitist okozó *E. coli* és *Klebsiella*-fajok az embert jellemzően nem betegítik meg**

**A mastitist okozó *P. zopfii* törzsek zoonotikusnak tekinthetők: a tejjel felvéve emberben bélgyulladást okozhatnak, a pasztörözést túlélhetik**

**A *L. monocytogenes* a nyers tejbe főként mint másodlagos szennyező juthat, elsősorban bélsárszennyeződés révén, és a megfelelően lehűtött tejben is képes lehet szaporodni**

Ritkán kiskérődzőkben, kivételesen teheneekben tőgygyulladást okozhat (7, 18), ekkor viszont nagyobb számban ( $10^4$  csíra/ml) választódhat ki a tejjel, ami már veszélyt jelenthet a tejet nyers állapotban fogyasztóra. Az első élelmiszer eredetű listeriosist 1953-ban *L. monocytogenes* okozta tőgygyulladásos tehén tejének hőkezelés nélküli fogyasztása okozta (26).

A kontaminált nyers tejből készített lágy sajtok, túrók is potenciális veszélyforrást jelenthetnek. A penésszel érlelt lágy sajtokban (pl. camembert, ill. roafort típusú) az érlelés alatti pH-növekedés (a gomba a szaporodáshoz a tejsavat használja fel) elősegítheti az elszaporodásukat. Ez azonban többnyire felületi, és a sajtgyártás során a környezetből (eszközök, személyzet) történő kontamináció következménye, de a roafort típusú sajtokban a sajt belsejében is túlélhetnek és esetleg elszaporodhatnak.

A baktérium a környezetben való széles körű előfordulása ellenére viszonylag ritkán okoz emberi megbetegedést. A kialakuló kórformák azonban súlyos lefolyásúak lehetnek, jelentős, akár 20–40%-os letalitással. Klinikai megbetegedés főként gyerekekben, idősekben, csökkent ellenálló képességű személyekben és mindenekelőtt terhes nőkben alakulhat ki. Ez utóbbiakban 10–12-szer nagyobb a fertőzés kockázata az átlagosnál.

A tünetek a fertőzött élelmiszer elfogyasztása után későn, átlagosan 10–18 nap (3–70 nap) múlva jelentkeznek, ezért a betegséget okozó élelmiszer gyakran már nem is lelhető fel a tünetek megjelenésekor. A bélbaktériumok által okozott ételfertőzésektől eltérően, a *L. monocytogenes* által előidézett megbetegedést extraintestinalis tünetek, enyhébb esetben influenzaszerű állapot, súlyosabb kórformákban meningitis, meningoencephalitis, esetleg endocarditis jellemzik. Terhes nőkben leggyakrabban influenzaszerű tünetek jelentkeznek lázzal, fejfájással, esetenként hasi fájdalommal, amihez viszont a magzat transzplacentáris fertőződése társulhat vetélést, koraszülést vagy halvaszülést okozva. A fertőzött csecsemőkben a születést követő napokban vagy néhány héttel azt követően is kialakulhat a megbetegedés vérfertőzés, granulomatosis infantiseptica, tüdőgyulladás, ill. agyhártyagyulladás formájában.

## SZISZTÉMÁS FERTŐZÉSHEZ KAPCSOLÓDÓAN A TEJBE JUTÓ MIKROBÁK KÖZEGÉSZSÉGÜGYI JELENTŐSÉGE

### *Mycobacterium spp.*

Egészen a múlt század közepéig az ember gümőkórja a legsúlyosabb megbetegedések közé tartozott, amelyben a kórokozóknak (*M. bovis*, *M. tuberculosis*) a tejjel és tejtermékekkel való átvitele és felvétele fontos fertőzési forrásként szerepelt. Ennek egyik oka, hogy a *M. bovis* a fertőzött állat véréből is kiválasztódhat a különben egészséges tőgyön keresztül a tejbe, ill. a tőgy gümőkórja esetén a tej már akkor is tartalmazhat gümőbaktériumokat, amikor a tőgy klinikailag még nem mutat elváltozásokat. Másrészt a gümőbaktériumok ellenálló képessége a tejben és a tejtermékekben viszonylag nagy; mint saválló mikroorganizmusok a nyers tejből készült savanyú tejtermékekben is hosszú időn keresztül, akár 1–2 hónapig is megőrzik életképességüket (15).

A tej eredetű emberi gümőkóros megbetegedések számának jelentős csökkenését a pasztörözés bevezetése és a szarvasmarha-gümőkór elleni szisztematikus védekezés hozta meg. Történeti jelentőségű, hogy a tej pasztörözési eljárásait a *M. bovis*, ill. a *M. tuberculosis* hőellenállási értékei alapján határozták meg (10). Általánosan elfogadott tény, hogy amennyiben a tej hőkezelését követően az alkalikus foszfatáz enzim inaktiválódik, akkor az egyúttal a gümőbaktériumok pusztulását is jelenti.

Magyarország szarvasmarha-állománya 1981 óta gümőkórmentes. Így hosszabb ideje nem a fertőzött szarvasmarha jelenti a veszélyt az emberre nézve,

**Klinikai megbetegedés főként gyerekekben, idősekben, csökkent ellenálló képességű személyekben és mindenekelőtt terhes nőkben alakulhat ki**

**Korábban az ember gümőkórjának terjedésében fontos fertőzési forrásként szerepelt a tej és a tejtermék**

**A pasztörözés bevezetése a tej eredetű emberi gümőkóros megbetegedések számának jelentős csökkenését eredményezte**

hanem éppen az állatokat kell védeni az ember okozta esetleges fertőzéstől. A *M. bovis* ugyanis hosszú időn keresztül túlélhet az emberben, különböző, főként extrapulmonalis kórfarmákat képes előidézni, és a vesegümőkóros ember vizeletével megfertőzheti a szarvasmarhát.

A 853/2004/EK rendelet előírásai szerint a nyers tej termelésének alapvető állat-egészségügyi követelménye a tejelő állat vagy állatállomány gümőkórtól (és brucellózistól) való hivatalosan elismert mentessége.

### Brucella spp.

A *Brucella*-nemzetségbe tartozó zoonotikus fajok közül tejhigiéniai szempontból ma elsősorban a *B. melitensis* jelentős. Jóllehet a kórokozót Magyarországon mind ez ideig nem mutatták ki, de az embert is megbetegítő fajok közül a legvirulensebb, és több dél-európai országban (Görögország, Ciprus, Olaszország, Spanyolország, Portugália) is előfordul mint a juhok és a kecskék brucellózisának fő okozója. Az Európai Unió országaiban évente mintegy 1000 emberi megbetegedést regisztráltak az elmúlt években, amelyek túlnyomó többségét a *B. melitensis* okozta. A szarvasmarha brucellózisának fő okozója a *B. abortus* (*B. melitensis* biovar. Abortus) az elmúlt évtizedekben a hatékony járványvédelmi intézkedések eredményeként gyakorlatilag egész Európában visszaszorult, az országok többsége, így Magyarország is mentes a kórokozótól.

A *B. melitensis* okozta emberi megbetegedést a fertőzött állatokkal, főként juhokkal való közvetlen érintkezés, ill. a fertőzött nyers tej és az abból készített tejtermékek (elsősorban juhsajt és -túró) fogyasztása okozza.

A brucellák az állati szervezetbe jutva először a nyirokcsomókba, majd a véráram útján különböző szervekbe, így mindenekelőtt a méhbe és a tőgybe kerülnek, ahol gyulladással elváltozásokat idézhetnek elő. A fertőzött állatok tejjével hosszú időn keresztül kiválasztódhatnak. A tejszínbe kerülő brucellák mennyisége igen változó lehet ( $10^2$ – $10^5$ /ml).

A brucellák, így a *B. melitensis* ellenálló képessége a hővel és a savi vegyhatással szemben csekély; 60 °C fölött és pH = 4,0 alatt, azaz a pasztörözött és a savanyított tejben, ill. tejtermékekben rövid időn belül elpusztulnak. A tejszínben a természetes felfőlződés során feldúsulnak. A tejszín üzemi körülmények között alkalmazott erőteljes pasztörözésekor elpusztulnak, azonban a fertőzött nyers tejszínből készített vajban, túróban akár 30 napig is fertőzőképesek maradhatnak. Hasonlóképpen, fertőzőképes brucellákat tartalmazhatnak a nyers tejből készített lágy és félkemény sajtok is (15).

Az ember megbetegedését jellegzetes, napszakonként hullámzó (unduláló) láz és erős izzadás, majd később izom- és ízületi fájdalmak, nagyfokú fáradékonyság jellemzi, amelyekhez szervi lokalizációk következtében heregyulladás, meningitis, encephalitis és osteomyelitis is társulhat. A betegség hetekre, hónapokra elhúzódhat, de a fertőzés ritkán akár tünetmentes is maradhat.

### Coxiella burnetii

A világszerte elterjedt, a környezeti feltételekkel szemben meglehetősen ellenálló intracellulárisan szaporodó baktérium elsősorban az emberben okoz klinikai megbetegedést, amit magas lázzal, erős fejfájással és végtagfájdalmakkal járó influenzaszerű tünetek jellemeznek (Q-láz). Állatokban a fertőzés rendszerint tünetmentes marad, kérődzőkben azonban esetenként vetéléssel jár.

Az ember a baktériummal általában kérődző állatoktól fertőződik, rendszerint közvetlenül, az ellések, vetélések során. A nyers tej és az abból készült tejtermékek jelentősége az emberi megbetegedések kialakulásában nem tisztázott egyértelműen, de valószínűsíthető azok fertőző szerepe (24, 26). A kórokozó az általában tünetmentesen lezajló fertőződés során és azt követően hónapokig is ürülhet a tejjel anélkül, hogy a tőgy vagy a tej jellemző elváltozásokat mutatna.

**A *B. melitensis* okozta emberi megbetegedést a fertőzött állatokkal, főként juhokkal való közvetlen érintkezés, ill. a fertőzött nyers tej és az abból készített tejtermékek fogyasztása okozza**

**Az emberben a Q-lázat okozó *Coxiella burnetii* esetében is felmerült a nyers tej és tejtermékek fertőzés-közvetítő szerepe**



A nyers tejben a baktérium hosszú időn keresztül életképes maradhat (4 °C hőmérsékletű tejben pl. akár több hónapig), a savanyodás hatására azonban rövid időn belül elpusztul. Hővel szemben viszonylag ellenálló, a 72 °C-on 15 másodperces hőkezelést (a gyors pasztörözés minimális hőmérséklet-idő kombinációja) túlélheti, csakúgy, mint a ma már kevésbé használt tartós pasztörözést jellemző minimálisan 62 °C-on, 30 perces kezelést is. A hőmérséklet átlagosan 3 °C-kal, 65 °C-ra való emelése, ill. gyors pasztörözésnél az időtartam kismértékű növelése (40 másodpercre) viszont mindkét pasztörözési eljárásnál a kórokozó pusztulását eredményezi (10).

#### **Kullancs-encephalitis vírusa**

Az ember fertőződése a vírussal elsősorban a kullancsok mint biológiai vektorok csípése útján történik, de előfordulhat a nyers tej (pl. kecsketej) fogyasztásával is (2). A kullancscsípést követően az állatokban néhány napig tartó viraemia alakul ki, amelynek időtartama alatt a vírus a tejjel ürülhet. A fertőzött nyers tej vagy az abból készült lágy sajtok (főleg kecske- és juhsajt) fogyasztása ritkán az embert is megbetegítheti. Pasztörözéssel a vírus inaktiválható.

**A kullancs-encephalitis vírusa viraemiás állatok tejjével ürülhet, annak nyersen történő fogyasztása az embert is megbetegíti**

## A NYERS TEJ MÁSODLAGOS SZENNYEZŐDÉSÉT OKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK

A nyers tej másodlagos szennyeződését előidéző állati eredetű kórokozók elsősorban bélsárszennyeződés következtében, továbbá a fejőberendezések, tejtároló eszközök felületéről, valamint a levegőből juthatnak a tejbe.

#### **Campylobacter spp.**

A *Campylobacter*-fajok közül a *C. jejuni* és a *C. coli* igen ritkán tőgygyulladást okozhatnak tejelő tehenekben, és ily módon a nyers tej intravitális fertőződését idézhetik elő (9). A tej kontaminációjának fő forrása azonban annak bélsárral való szennyeződése. Tejelő tehenek bélcsatornájában ugyanis tünetmentesen jelen lehetnek a *Campylobacter* baktériumok, átlagosan  $10^3$ – $10^4$ /g számban.

A tej szennyeződése a fejés és a tejkezelés során következhet be az állat környezetéből, a fejőkészülékekről, ill. a fejőszemélyzet kezéről, ruházatáról. Amennyiben a tejet hosszabb ideig állni hagyják, különösen nyári melegben, a termofil campylobacterek jelentősebb számban elszaporodhatnak, és a nyers tej fogyasztásakor jellemzően hasmenéses tünetekben megnyilvánuló élelmiszer-fertőzést okozhatnak (5, 14). A tej hűtésével a kórokozók elszaporodása megakadályozható, pasztörözésével pedig bizonyosan elpusztíthatók. Fontos megjegyezni, hogy a hűtés nem pusztítja el a campylobactereket, a hűtött, 4 °C hőmérsékletű tejben akár két hétig is életképesek maradhatnak. Savérzékenyek, ezért az erjesztett tejtermékek gyártásakor, a tejsavas erjedés során elpusztulnak.

A kórokozó fertőző dózisa alacsony, már 100–500 (egyenes adatok szerint 10–100) sejt megbetegedést okozhat. A tünetek általában 3–5 napos (1–11 napos) inkubációs időt követően jelentkeznek, jellemzően kifejezett hasi fájdalom, láz és hasmenés formájában. Hányás ritkán fordul elő. A széklet  $10^6$ – $10^9$ /g kórokozót tartalmaz, gyakran bűzös, jellegét tekintve pedig lehet vízszerű vagy véres, dizentériszerű. A gastrointestinalis tüneteket esetenként megelőzik az általános rosszullét jelei (fejfájás, émelygés, láz), amelyek rendszerint 1 napig tartanak. A betegség általában 5–8 nap alatt lezajlik, de a beteg a kórokozót 2–3 héten keresztül ürítheti. A szövődmények ritkák, de a salmonellosishoz hasonlóan reaktív arthritis jöhet létre, és a lezajlott *Campylobacter*-fertőzésnek szerepe lehet a súlyos idegrendszeri tünetekben, esetenként légzésbénulásban megnyilvánuló polyneuropathia és polyradiculoneuritis, a Guillain-Barré-szindróma (GBS) kialakulásában.

**A *C. jejuni* és a *C. coli* fő forrása a tejben annak bélsárral való szennyeződése**

**Salmonella spp.**

A *S. enterica* fajba több mint 2500 zoonotikus *Salmonella*-szerotípus tartozik. Ezek emberi megbetegedést azonban többnyire a héjas tojás, ill. a hús másodlagosan létrejövő, bélsár eredetű szennyeződését követően okoznak. A kontaminált nyers tej és az abból készített tejtermékek oktani szerepe kisebb, de koránt sem zárható ki. Tejelő állatokban a zoonotikus *Salmonella*-szerovariánsok esetenként a bélcsatornában, tünetmentes hordozás formájában fordulnak elő.

Ritkán, hajlamosító, ellenállóképesség-csökkentő tényezők hatására a baktériumok a vérpályába törnek, és vérfertőzős, lázas, általános tünetekkel járó megbetegedést és ehhez kapcsolódóan mastitist okozhatnak. Ezek az esetek azonban többnyire csak egy vagy néhány egyedre korlátozódnak. A salmonellák okozta tőgygyulladások a tej szürkésbarna színűvé, bűzösé válik, és a tejelvasztás meg is szűnik.

A bélcsatornára korlátozó hordozás vagy az általános tünetek nélküli hasmenéses forma esetében a kórokozók a tejjel nem választódnak ki, de a fertőzött állat a bélsárral üríti azokat, és ily módon szennyezheti a tejet.

Az előbbieknél megfelelően a tej *Salmonella*-baktériumokkal való kontaminációja bekövetkezhet ritkán intravitálisan (szepitkémia, mastitis), gyakrabban másodlagosan a fejés, ill. tejkezelés során, bélsár eredetű szennyeződés következtében. A nyers tejet szennyezheti a fejőszemélyzet is; ennek során a zoonotikus szerotípusok mellett humán patogén szerovariánsok (pl. *S. Typhi*, *Paratyphi A*, *B*, *C*) is a tejszövetbe kerülhetnek (15).

A tejszövetbe jutott salmonellák hosszú időn keresztül megőrizhetik az életképességüket, sőt szaporodni is képesek. A tej savanyodásakor, ill. a savanyított tejtermékekben viszont rövid időn belül elpusztulnak. Pasztörözéssel ugyancsak elpusztíthatók. A nyers vagy nem kellően hőkezelt tejből készített lágy sajtokban, tehéntúróban és vajban (főként az édes tejszínből készítettben) akár egy hónapig is életképesek maradnak.

Emberi megbetegedést általában  $10^3$ – $10^5$  baktérium élelmiszerrel történő felvétele okoz, de gyerekekben, idősekben a fertőző dózis alacsonyabb lehet (26). A tünetek általában a kontaminált élelmiszer elfogyasztása után 6–24 órával jelentkeznek, fejfájás, általános rosszullét, átmeneti hőemelkedés vagy láz és jellemzően nem véres hasmenés formájában. Ez utóbbi következtében, ha az hosszabb időn keresztül fennáll, a jelentős folyadékvesztés életveszélyes állapotot idézhet elő, aminek megelőzése kórházi kezelést igényel.

**Yersinia enterocolitica**

Az *Enterobacteriaceae* családba tartozó baktériumnak az embert is megbetegítő szerotípusai gazdasági haszonállatok közül főként sertésben, ritkábban kérődzőkben fordulnak elő. Állatokban megbetegedést ritkán okoznak (kérődzőkben esetenként vetélést), gyakori azonban a tünetmentes baktériumhordozás. A nyers tej ebben az esetben is másodlagosan, a fejés, tejkezelés során a bélsárral szennyeződhet.

Az emberi megbetegedések többségét a kontaminált nyers vagy nem kellően hőkezelt húskészítmények okozzák, de ritkán a szennyezett nyers tej, sőt pasztörözött tej fogyasztása is fertőzési forrásként szerepelt. Mivel a kórokozó hővel, a pasztörözés során bizonyosan elpusztítható, az utóbbi esetek nyilván a hőkezelt tej utószennyezése miatt alakulhattak ki (1).

A *Y. enterocolitica* által okozott megbetegedések főként 5–7 évnél fiatalabb gyerekekben alakulnak ki, 1–10 napos inkubációt követően, általában 1–2 hétig tartó hasi fájdalom és enyhe hőemelkedéssel kísért hasmenés formájában. A hányás ritka. Esetenként a heveny bélgyulladás (ileitis) és a mesenterialis nyirokcsomók gyulladása vakbélgyulladásra emlékeztető tüneteket vált ki. Ez utóbbi tünetek jellemzik a felnőttekben kialakuló kórformát. A fertőzéshez ritkán extraintesztinális szövődmények (pl. arthritis, erythema nodosum) csatlakozhatnak.

**A tej Salmonella-baktériumokkal való kontaminációja bekövetkezhet ritkán intravitálisan, gyakrabban másodlagosan a fejés, ill. tejkezelés során, bélsár eredetű szennyeződés következtében**

**A tejszövetbe jutott salmonellák hosszú időn keresztül megőrizhetik az életképességüket, sőt szaporodni is képesek**

***Y. enterocolitica*val a nyers tej másodlagosan, a fejés, tejkezelés során a bélsárral szennyeződhet**

**4. TÁBLÁZAT.** A *B. cereus* által okozott ételmérgezősok jellemzői

**TABLE 4.** Food poisonings caused by *B. cereus*

Paraméter	Hasmenéses típus	Hányásos típus
Fertőző dózis	$10^5$ – $10^7$ (összes baktériumsejt)	$10^5$ – $10^8$ /g
Toxintermelés	vékonybélben	élelmiszerben
Toxin jellege	fehérje	peptid
Inaktiválás	56 °C, 5 min	> 120 °C, 90 min
Inkubációs idő	8–16 h	0,5–5 h
Betegség tartama	12–24 h (néhány nap)	6–24 h
Tünetek	láz, vízszerű hasmenés, hasi fájdalom	hányás, ritkán hasmenés
Közvetítő élelmiszerek	húskételek, levesek, mártások, tejtermékek	rizses ételek, tészták

**MAP kis számban a tejjel is kiválasztódhat, de nagy számban ürül a bélsárral, és okozhatja fejes során a tej másodlagos szennyeződését**

#### *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* (MAP)

A baktérium szarvasmarhában és kiskérődzőkben a paratuberkulózis (Johne-betegség) okozója. A kórokozó kis számban a tejjel is kiválasztódhat (< 10 csíra/50 ml), de nagy számban ürül a bélsárral ( $10^7$ – $10^8$  csíra/g), és okozhatja fejes során a tej másodlagos szennyeződését. Emberben a Crohn-betegség a paratuberkulózishoz nagyon hasonló, idült lefolyású megbetegedés, amelynek oktatában időről időre felmerül a MAP szerepe. Egyértelműen igazolni ezt mind a mai napig nem sikerült, de többször is kimutatták a MAP jelenlétét a Crohn-betegségben szenvedő betegek vérében (6). A MAP hővel szemben meglehetősen ellenálló, a gyors pasztörözést (72 °C, 15 sec) túlélheti, kereskedelmi forgalomba került pasztörözött tejmintákból is többször izolálták (8). A tejelő tehénállományok fertőzöttségének mértéke világszerte növekvő tendenciát mutat.

#### *Bacillus cereus*

A baktérium enterotoxinjai emberben kétféle megbetegedést okozhatnak hányásos, ill. hasmenéses tünetekkel (4. táblázat). Ez utóbbi kórforma kiváltásában ritkán a szennyezett nyers tejnek, esetleg a pasztörözött tejnek is szerepe lehet.

A *B. cereus* közönséges talajlakó baktérium, amelynek hidegtűrő, 7 °C-on még szaporodni képes törzseit önálló fajként – *B. weihenstephanensis* – írták le (16). Mindkét faj gyakran, esetenként nagyobb számban ( $10^3$ – $10^4$ /ml) megtalálható a nyers tejben (az utóbbi jellemzően a hűtött tejben is), emberi megbetegedést azonban a tej fogyasztásával ritkán okoznak. Ennek okai között szerepel, hogy az hányásos forma kiváltásához szükséges toxinmennyiség termeléséhez a baktériumnak  $10^5$ – $10^8$ /g számban kell elszaporodnia az élelmiszerben, ami a tejben egyúttal jelentős minőségromlást is okoz, valamint a toxintermelés feltételei a tej tápanyag-összetétele (kevés szabad aminosav, glükóz hiánya) és az alacsony redoxpotenciál miatt általában kevésbé kedvezőek.

A hasmenéses típus előidézéséhez a baktériumnak a vékonybélben kell elszaporodnia és toxint termelnie. A tejben megtalálható vegetatív formák viszont a spórákkal ellentétben savérzékenyek, pH 4 alatt, így a gyomorban gyakran elpusztulnak. A tejben domináló pszichotróf törzsek csak nehezen tudnak az ileumban, 37 °C-on elszaporodni.

A különböző törzsek patogenitása jelentősen eltérő lehet, a tejből izoláltaké általában kisebb, mint más élelmiszerek esetében. Amennyiben viszont a tej hűtése nem megfelelő, hosszabb időn keresztül tárolás (5–7 nap) során abban >  $10^5$ /ml számban már kifejezettebb kórokozó képességű törzsek is elszaporodhatnak. Megfelelő hűtőtárolással mindez megelőzhető.

***B. cereus* okozta megbetegedés nem megfelelően hűtött, hosszú időn keresztül tárolt tej fogyasztása esetén léphet fel**

Összességében a nyers tejbe elsődleges fertőződés vagy másodlagos szennyeződés következtében számos zoonotikus kórokozó kerülhet. Közülük közegészségügyi szempontból, gyakorlati körülmények között, főként a *Staphylococcus aureus*, a *Listeria monocytogenes* és növekvő jelentőséggel a *Mycobacterium paratuberculosis*, valamint a *Prototheca zopfii* érdemelnek figyelmet. A nyers tej kontaminációjának megelőzése érdekében alapvető fontosságú a tőgyegészségügyi, valamint a fejes és a nyers tej teleti kezelésére vonatkozó higiéniai szabályok betartása.

## IRODALOM

1. ACKERS, M. – SCHOENFELD, S. et al.: An outbreak of *Yersinia enterocolitica* O:8 infections associated with pasteurised milk. *J. Infect. Dis.*, 2000. 181. 1834–1837.
2. BALOGH, Zs. – FERENCZI, E. et al.: Tick-borne encephalitis outbreak in Hungary due to consumption of raw goat milk. *J. Virol. Met.*, 2010. 163. 481–485.
3. BLACKMORE, D. K. – FENWICK, S. G.: Streptococcal infections. In: BERAN, G. W. (ed.): *Handbook of zoonoses*. CRC Press. Boca Raton, 1994. 167–180.
4. CULLOR, J. S.: Risks and prevention of contamination of dairy products. *Rev. Sci. Tech. Off Int. Epiz.*, 1997. 16. 472–481.
5. EVANS, M. R. – ROBERTS, R. J.: A milkborne campylobacter outbreak following an educational farm visit. *Epidemol. Infect.*, 1996. 117. 457–462.
6. FELLER, M. – HUWILER, K. et al.: *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* and Crohn's disease: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect. Dis.*, 2007. 7. 607–613.
7. GITTER, M. – BRADELY, R. – BLAMPIED, P. H.: *Listeria monocytogenes* infection in bovine mastitis. *Vet. Rec.*, 1980. 107. 390–393.
8. GRANT, J. R. – HUTCHINGS, E. I. – MOCARTINEY, A.: Effect of commercial-scale high-temperature, short-time pasteurization on the viability of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in naturally infected cow's milk. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2002. 68. 602–607.
9. GUDMUNDSON, J. – CHIRINO-TREJO, J. M.: A case of bovine mastitis caused by *Campylobacter jejuni*. *Zentralbl. Veterinaermed. B*, 1993. 40. 326–328.
10. HOLSTINGER, V. H. – RAJKONSKI, K. T. – STABEL, J. R.: Milk pasteurisation and safety: a brief history and update. *Rev. Sci. Tech. Off Int. Epiz.*, 1997. 16. 441–451.
11. IRLINGER, F.: Safety assessment of dairy microorganisms: Coagulase-negative staphylococci. *Int. J. Food Microbiol.*, 2008. 126. 302–310.
12. JÁNOSI, Sz. – RÁTZ, F. et al.: Review of the microbiological, pathological and clinical aspects of bovine mastitis caused by the alga *Prototheca zopfii*. *Vet. Quart.*, 2001. 23. 58–61.
13. KAPLAN, M. M. – ABDUSSALAM, M. – BIJLENGA, G.: Diseases transmitted through milk. In: ABDUSSALAM, M. – ANQUEZ, M. et al.: *Milk hygiene*. WHO Monograph Series, No. 48, 1962. 11–74.
14. KÁLMÁN, M. – SZŐLLŐSI, E. et al.: Milkborne campylobacter infection in Hungary. *J. Food. Prot.*, 2000. 63. 1426–1429.
15. LACZAY P.: Tejttermelési higiénia. In: LACZAY P.: *Élelmiszer-higiénia, élelmiszerlánc-biztonság*. Második, átdolgozott kiadás. Mezőgazda Kiadó. Budapest, 2015. 245–312.
16. LECHNER, S. – MAYR, R. et al.: *Bacillus weihenstephanensis* sp. nov. is a new psychrotolerant species of *Bacillus cereus* group. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 1998. 48. 1373–1382.
17. LEIGH, J. A.: *Streptococcus uberis*: a permanent barrier to the control of bovine mastitis? *Vet. J.*, 1999. 157. 225–238.
18. LOW, J. C. – DONACHIE, W.: A review of *Listeria monocytogenes* and listeriosis. *Vet. J.*, 1997. 153. 9–29.
19. MARTINEZ, G. – HAREL, J. et al.: Characterization of *Streptococcus agalactiae* isolates of bovine and human origin by randomly amplified polymorphic DNA analysis. *J. Clin. Microbiol.*, 2000. 38. 71–78.
20. MELVILLE, P. – WATANABE, E. et al.: Evaluation of the susceptibility of *Prototheca zopfii* to milk pasteurization. *Mycopathologia*, 1999. 146. 79–82.
21. MURINDA, S. E. – NGUYEN, L. T. et al.: Comparison of *Escherichia coli* isolates from humans, food, farm and companion animals for presence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* virulence markers. *Foodborne Path. Dis.*, 2004. 1. 178–184.
22. OLIVER, S. P. – JAYARAO, B. M. – ALMEIDA, R. A.: Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: Food safety and public health implicants. *Foodborne Path. Dis.*, 2005. 2. 115–129.
23. SCHUCHAT, A.: Group B streptococcal disease: from trials and tribulations to triumph and trepidation. *Clin. Infect. Dis.*, 2001. 33. 751–756.
24. SIGNS, K. A. – STOBIERSKI, M. G. – GANDHI, T. N.: Q fever cluster among raw milk drinkers in Michigan, 2011. *Clin. Infect. Dis.*, 2012. 55. 286–297.
25. VERAS, J. F. – DO CARMO, L. S. et al.: A study of the enterogenicity of coagulase-negative and coagulase-positive staphylococcal isolates from food poisoning outbreaks in Minas Gerais, Brazil. *Int. J. Inf. Dis.*, 2008. 12. 410–415.
26. ZONGERL, P.: Gesundheitsgefaerdungen durch Mikroorganismen. In: KRÖMKER, V.: *Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene*. Parrey Verlag. Stuttgart, 2007.

Közlésre érk.: 2015. júl. 22.