

Élelmiszerbiztonság 2.

Kórokozó mikrobák az élelmiszerláncban

**Összeállította:
Dr. Simon László
Nyíregyházi Főiskola**

Az élelmiszerrel és ivóvízzel közvetített mikrobiológiai veszély

Az élelmiszer-fertőzést és az élelmiszer-mérgezést okozó mikrobák száma napjainkig több mint 40 fajra növekedett (*táblázat*).

Mikroba	Felismerés éve	Mikroba	Felismerés éve
<i>Vibrio cholerae</i>	1884	<i>Bacillus cereus</i>	1950
<i>Salmonella typhi</i>	1888	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1951
<i>Shigella dysenteriae</i>	1896	<i>Cryptosporidium parvum</i>	1976
<i>Clostridium botulinum</i>	1897	<i>Campylobacter jejuni</i>	1977
<i>Staphylococcus aureus</i>	1914	Hepatitis A vírus	1978
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1939	<i>Escherichia coli</i> VT	1982
<i>Clostridium perfringens</i>	1945	<i>Cyclospora</i>	1986
<i>Listeria monocytogenes</i>	1949	BSE	1997

Az élelmiszerrel és ivóvízzel közvetített mikrobiológiai veszély

Nagyon súlyos, gyakran halálos kimenetelű megbetegedést okoznak pl. a *Clostridium botulinum*, a *Shigella dysenteriae* vagy a *Vibrio cholerae*, közepesen súlyos, de olykor halálos betegséget okoz pl. a *Listeria monocytogenes*, az *Escherichia coli* verotoxinképző típusa, a **Hepatitis A vírus**, míg enyhe lefolyású, ritkán halálos kórt okoz a *Staphylococcus aureus*, a *Bacillus cereus* vagy a *Campylobacter jejuni*.



A mikrobiológiai veszély forrásai

Több kórokozó forrása maga az ember, mások közvetítője a szennyvíz, a széklet vagy közvetlenül az ember, ha elhanyagolja a személyi higiéniát, miközben az élelmiszerrel foglalatосkodik. Ilyen humán eredetű patogén a *Salmonella Enteritidis*, a *Staphylococcus aureus* és a Hepatitis A vírus.

Az állati eredetű kórokozók a háziállatok vagy vadon élők betegségeit okozzák, és azokról kerülnek az élelmiszerbe, gyakran a hússal és húsféle nyersanyaggal. Ilyen pl. a *Salmonella Enteritidis*, a *Campylobacter jejuni*, az *Escherichia coli* VT típus. Több kórokozó általánosan elterjedt a környezetben, talajban, növényeken, és a mezőgazdasági nyersanyagokkal kerül az élelmiszerbe, mint pl. a *Bacillus cereus*, a *Listeria monocytogenes*, a *Clostridium botulinum*.

A mikrobiológiai veszély forrásai

A legnagyobb veszélyforrást ma a ***gombák termelte mérgeanyagok (mikotoxinok)*** jelentik (fűszerpaprika-botrány). A penészgombák által termelt 15-20-féle jelentős mikotoxin közül a legsúlyosabb mérgezést a rákkeltő ***aflatoxinok, ochratoxinok és fuzáriumtoxinok (zearalenon, trichotecén)*** okozzák. Ezek általában nem közvetlenül (pl. liszttel, fűszerekkel, magvakkal), hanem az állati takarmánnyal közvetítve, a hússal, tejjel jutnak az emberi szervezetbe, míg a ***patulin*** fő forrása az alma és más természetes gyümölcslevek. A mikotoxinok nem közvetlen, akut megbetegedést okoznak, hanem a huzamosabb kitettség vezet, súlyos, krónikus egészségkárosodáshoz.

Mikrobiológiai veszélyek az élelmiszerláncban

Az élelmiszer-feldolgozás alapelve, hogy jó minőségű, teljes értékű, biztonságos és egészségügyi kockázattól mentes élelmiszert csak *kifogástalan nyersanyagból, jó gyártási gyakorlattal* lehet előállítani. Ebből következik, hogy az élelmiszer mikrobiológiai minőségét és biztonságát már a feldolgozás előtti tényezők meghatározzák és befolyásolják: a *mezőgazdasági termelés*, a *növénytermesztés* és az *állattenyésztés*. Az élelmiszer-feldolgozás csak köztes, bár lényeges része a teljes élelmiszerláncnak, ami folytatódik a feldolgozás utáni forgalmazással, kereskedelemmel egészen a fogyasztóig. Ezt fejezi ki az élelmiszer-biztonság korszerű szemlélete, ami az élelmiszerlánc egészére kiterjed, a „*földtől a villáig*” („from farm to fork”) vagy az „*istállótól az asztalig*” („from stable to table”).



Hústermékek élelmiszer-biztonsági láncolata az „istállótól az asztalig”(Forrás: Deák in Balla és Siró, 2007)

Mikrobiológiai veszélyek az élelmiszerláncban

Az élelmiszer megbetegedések *okai* közt vezető helyen a *háztartások szerepelnek* (80%!) és az élelmiszer elkészítése, kezelése során a nem megfelelő higiénia. A megbetegedések 36%-ka a *szennyezett vagy fertőzött nyersanyag* használatának tulajdonítható, 24%-ka az *elégtelen főzésre*, 8%-ka a *nem kellő hűtésre* vezethető vissza. A megbetegedést okozó élelmiszerfélések között vezető helyen a *gombamérgezések* szerepelnek (arányuk évente 10-30%), a két legnagyobb veszélyt jelentő élelmiszertípus a *húsételek* és a *tojást tartalmazó ételek* (a megbetegedések 20, illetve 28%-ka). A *tej* és a *tejtermékek*, a *hidegkonyhai*, illetve a *cukrászati készítmények* 2-3%-ban szerepelnek a megbetegedési statisztikákban.

Mikrobiológiai veszélyek az élelmiszerláncban

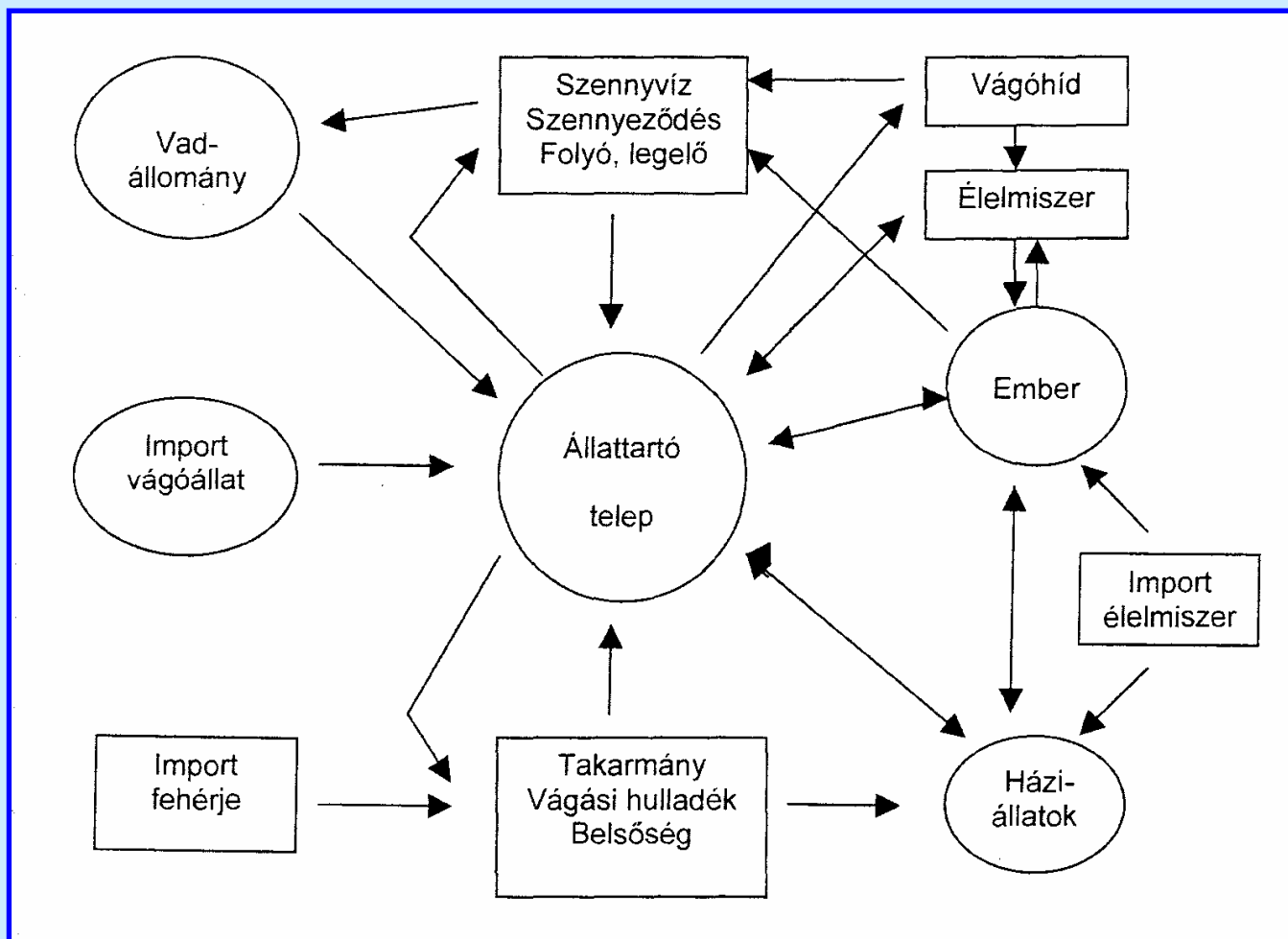
A megbetegedettek *számát* tekintve a tömeges megbetegedéseket kiváltó *közétkeztetés* áll vezető helyen (66%). Az *élelmiszeripar* és - *kereskedelem* sem az esetek számarányát (3%), sem a megbetegedések számarányát (5%) tekintve nem tekinthető jelentős veszélyeztető tényezőnek.

Az élelmiszerek minőségéért és biztonságáért a *gyártó*, az *előállító a felelős*, ami nem mentesíti a *forgalmazót* az alól a felelősség alól, hogy a minőség és a biztonság megőrzéséért kellő gondossággal járjon el. Ennek érdekében olyan *belső ellenőrzési és minőségbiztosítási rendszert* kell alkalmazni, ami az előállítás, illetve forgalmazás teljes folyamatát képes felügyelni.

Az élelmiszer-forgalmazásban fellépő veszélyforrások

A hús és hústermékek forgalmazása során a fő cél a **szalmonellaveszély** elhárítása. A vágóhídi technológia a nagytestű vágóállatok (sertés, szarvasmarha) esetében kielégítő biztonságú, a baromfifeldolgozásnál azonban a fertőző baktérium nagymértékű szétterjedésére (ún. **kenődéses szennyezésre**) kerülhet sor. A **nyers hús és a baromfi forgalmazása** elsősorban a keresztaszennyeződés veszélyével jár, a **szalmonellák** átjuthatnak a tiszta darabokra, a feldolgozóeszközökre, a tárolóedényekre, a kéz felületére is. A kórokozó szaporodásának megakadályozására a legbiztosabb mód a **hűtés**, a **legalább 5°C-os hőmérséklet** betartása, a hűtlánc azonban nem mindig folyamatos. A hústermékek elkészítésének többnyire részfolyamata a **főzés**, a **sütés**, a hozzáadott adalékanyagok (pl. **fűszerek**) viszont további szennyezés forrásai lehetnek.

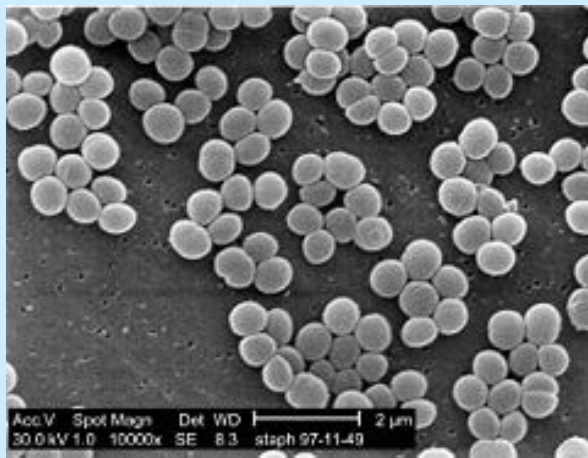
A szalmonellákra vonatkozó élelmiszerbiztonsági szempontok érvényesek a **Campylobacterre** is.



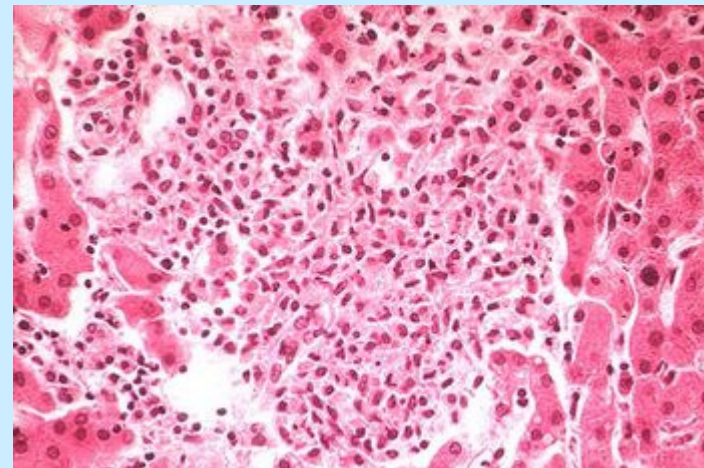
**A szalmonellák átviteli és közvetítési útjai
(Forrás: Deák in Balla és Siró, 2007)**

Az élelmiszer-forgalmazásban fellépő veszélyforrások

Tejtermékek esetében a tejből eredő **Staphylococcus-szennyezettség** átterjedése jelent veszélyt, azonban csak bizonyos határérték (grammonkénti sejtszám) felett. Ehhez a terméktípushoz számítanak a tojással készült élelmiszerek is, különösen a hőkezelés nélküliek (hidegkonyhai készítmények, vegyes saláták, öntetek). A **tojáshéj** közismert szalmonella-hordozó, olykor a tojás belseje is. Az előbbit a mosás és/vagy fertőtlenítés mérsékli, az utóbbit azonban nem.



Staphylococcus aureus



Salmonella enterica

Az élelmiszer-forgalmazásban fellépő veszélyforrások

A **növényi eredetű élelmiszerek** az élelmiszer eredetű megbetegedésekben kisebb veszélyforrást jelentenek, mint a hús- és tejtermékek. A **nyers zöldségfélék** mikrobás szennyezettsége azonban jelentős mértékű, és a talajból, az öntözéssel kórokozók is kerülnek rájuk, mint pl. a **Listeria monocytogenes**, a **Clostridium perfringens**, és a **Bacillus cereus**. Az újabban kedvelté vált, nyersen fogyasztott csírákra ez fokozottan vonatkozik. A tisztított, szeletelt, csomagolt, fagyasztott, előfeldolgozott zöldségféléknél a szennyezettséget csak a mosás mérsékli, a mikrobaszaporodást pedig a hűtés, illetve a fagyasztás tartja vissza.

A **gyümölcsök és készítményeik** pH-ja általában kisebb, mint 4,5, emiatt a kórokozó baktériumokat tekintve biztonságos élelmiszereknek tekinthetők, viszont nem mentesek a **vírusokkal** való szennyezettségtől.

Az élelmiszer-feldolgozás mikrobiológiája

Mikrobiológiai hatásukat tekintve a ***feldolgozási műveletek*** döntő jelentőségű beavatkozások. Bár az élelmiszeripari nyersanyagok mindig szennyezettek mikroorganizmusokkal és romlandók, a feldolgozás folyamán ezeket a mikroorganizmusokat igyekezünk eltávolítani, elpusztítani vagy legalábbis szaporodásukban, tevékenységükben gátolni, korlátozni. A feldolgozás célja tehát az élelmiszer érzékszervi tulajdonságainak kialakításán és tápértékének megőrzésén kívül a rövidebb-hosszabb ideig terjedő tartósítás, ***romlásmentesség*** biztosítása is. E tevékenység eredményességét elsősorban a következők határozzák meg: a nyersanyag mikrobiológiai minősége, a feldolgozás technológiai műveletei, a higiéniai körülmények, a tartósítási eljárás hatékonysága, a csomagolás és a tárolás módja. Ezért a technológia szerves részei a ***higiéniai műveletek is***: a rendszeres és hatékony takarítás, tisztítás, fertőtlenítés, valamint a feldolgozással foglalkozók ***személyi higiéniája***.

Az élelmiszer-feldolgozás mikrobiológiája

Az élelmiszer okozta fertőzések és mérgezések **első védelmi vonalát** az képezi, hogy megakadályozzuk a kórokozóknak a nyersanyagokra, terményekre való rákerülését. A **második védelmi vonalat** a további szennyeződéstől való védelem jelenti az aratás, begyűjtés, szedés, illetve az állatok vágása és elsődleges feldolgozása során. A feldolgozás, tartósítás műveletei, melyek a kórokozók szaporodásának gátlását, azok elpusztítását, valamint az újraszennyeződés megakadályozását célozzák, alkotják a **harmadik védelmi vonalat**. Az élelmiszer tárolása, raktározása, szállítása, forgalmazása újabb szennyeződési és veszélyforrásokat jelenthet, amelyek kivédésére szolgál a **negyedleges védekezés**. Végül az élelmiszer elkészítése során, a vendéglátásban, a közétkeztetésben, a háztartásban kell alkalmazni azokat az **alapvető higiéniai rendszabályokat**, amelyek a kórokozókkal szembeni védekezést szolgálják. Ez utóbbit, bármennyire nyilvánvaló is, nem lehet eléggé hangsúlyozni.

Az élelmiszer-feldolgozás mikrobiológiája

Az ételkészítés alapvető szabályait leggyakrabban a háztartásokban sértik meg, noha mindössze **öt aranyszabály** betartása nagymértékben fokozza az ételek biztonságát:

- a friss, romlásmentes nyersanyag gondos **tisztítása, mosása,**
- a húsok, zöldségek **elkülönített kezelése** más alapanyagoktól,
- az eszközök és a kéz **tisztántartása,**
- alapos **sütés, főzés,**
- a készétel **hűtőben tárolása.**

A háztartásokba kerülő élelmiszerek legveszélyesebb forrásai a **nyers húsok,** a **mosatlan zöldségek,** a **tojás,** az ételkészítésnél pedig a **keresztzennyeződés.** A sütés, főzés nagy biztonsággal elpusztítja a kórokozók többségét, ha a hőmérséklet az étel minden részletében **legalább 75°C-ot** ér el. A maradék étel tárolásához a háztartási hűtőszekrényben **legalább 5°C-ot** kell beállítani, és **legfeljebb két-három napig tárolni,** fogyasztás előtt pedig az ételt ismételten alaposan át kell forrosítani. A mosogathoz korszerű tisztító- és fertőtlenítőszeret kell használni.

Élelmiszerekkel terjedő kórokozó baktériumok

A mikroorganizmusok okozta étellel közvetített megbetegedéseknek két fő típusa a **fertőzés** és a **mérgezés**.

Élelmiszerfertőzésről (infekcióról) akkor beszélünk, mikor a kórokozó a szervezetbe jut, a bélcsatornában megtelepszik, azt kolonizálja, elszaporodva megtámadja a bélnyálkahártyát és néha más szöveteket is. Az ilyen megbetegedések példái a **szalmonellózis**, a **vírusos gasztroenteritisz**, a **toxoplazmózis**.

Élelmiszermérgezés (toxikózis vagy intoxikáció) esetén a kórokozó magában az ételben szaporodik el, **toxint** vagy más káros anyagcsereterméket képez, amely az étellel a szervezetbe jutva azt megbetegíti. Példái a **botulizmus**, a **sztafilo-enterotoxikózis**, a **mikotoxikózis**.

Átmeneti típust képvisel az ún. **toxikoinfekció**, ebben az esetben az étellel elfogyasztott kórokozó a bélcsatornában elszaporodva toxint termel, és ez váltja ki a megbetegedést. Ilyet okoz a **Clostridium perfringens** és sebfertőzés esetén a **Cl. botulinum** is.

Az alábbiakban röviden ismertetjük a legfontosabb, **étellel terjedő kórokozó baktériumok** tulajdonságait.⁷

Salmonella enterica

A szalmonellák az **Enterobacteriaceae** (bélbaktériumok) családjába tartozó, rövid pálcika alakú baktériumok. A szalmonellák az emberi és állati bélcsatornák lakói. A szalmonellák ürülékkel kerülnek a környezetbe (vízbe, talajba, növényzetre), ahol hosszú ideig túlélhetnek, bár nem szaporodnak.



Salmonella

A húsok szennyeződése közvetlenül az állatok szalmonellózisától származik, de többnyire a feldolgozás során kenődik a béltartalom a húsfelületre. ***Darált húspan, tojásos, majonézes*** termékekben a szalmonellák szaporodni tudnak, ha a hőmérséklet 4 °C-nál magasabb.

Emberben a szalmonellák kétféle megbetegedést okoznak: a ***hastífuszt*** (enterális lázat), valamint a tulajdonképpeni ***szalmonellózist*** (gastroenteritist); az előbbi emberről emberre, az utóbbi élelmiszerfertőzés útján terjed. A hastífusz kimenetele 10%-os halálozással, a szalmonellózisé csak kevesebb, mint 1%-kal jár, főleg legyengült szervezetek esetén. A betegség általában egy hét alatt gyógyul, de a tünetmentes ember vagy állat még hetekig ürít szalmonellabaktériumokat.

Salmonella

A **tífuszos megbetegedéshez** szájon át való fertőzéskor több mint 10^5 sejt szükséges. A járványveszély miatt fontos, hogy a bacillusgazdákat kizárják az egészségüggyel kapcsolatos tevékenységből.

A **szalmonellózis** kialakulásához, élelmiszert fogyasztva, szintén nagydózisú fertőzés (10^3 - 10^5 sejt) vezet. A **hasmenés** az étel elfogyasztása után 6-8 órával jelentkezik, de a betegség 5-7 nap alatt lezajlik. A baktériumürítés átmeneti, 1-2 hétig tart.

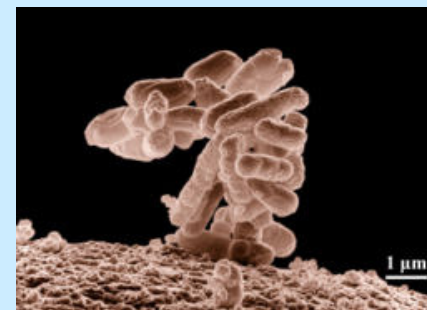
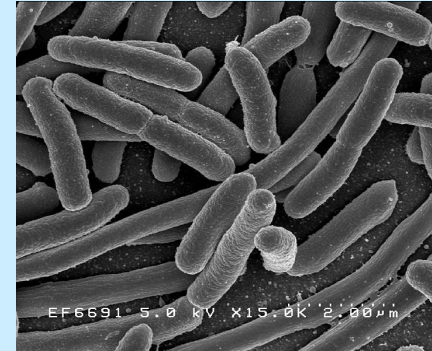
Többnyire **állati eredetű élelmiszer** lehet fertőzött, főleg a **töltelékes hústermékek**, továbbá a **tojással készült hidegkonyhai készítmények**. Az évenkénti esetszám 10-15 ezer körül mozog. A megelőző védekezés lehetőségei az állattartás körülményeiben, a tápok, takarmányok tisztaságában, továbbá az élelmiszer-feldolgozás higiéniájában rejlenek.

Salmonella enterica
serovar. typhimurium



Escherichia coli

Az *E. coli* törzsek nagy része ártalmatlan, de néhány törzs patogén, és hasmenéses megbetegedést okoz. Az enterohemorrágiás *E. coli* (EHEC) törzsek vérzéses bélgyulladást okoznak, amely gyakran vesegyulladással, vérzéses húgyúti fertőzéssel komplikálódik. Az *O157:H7 szerotípus* nem kellően hőkezelt hús- és tejtermékekkel, salátákkal világszerte terjed. Közvetítői a hamburger vagy más, nem kellően hőkezelt húсок, tejtermékek. Nyers zöldségféléken hűtött körülmények között is szaporodik. A betegség tünetei: csillapíthatatlan hasmenés, vérzéses bélgyulladás, veseelégtelenség, bevérzések.



Yersinia enterocolitica

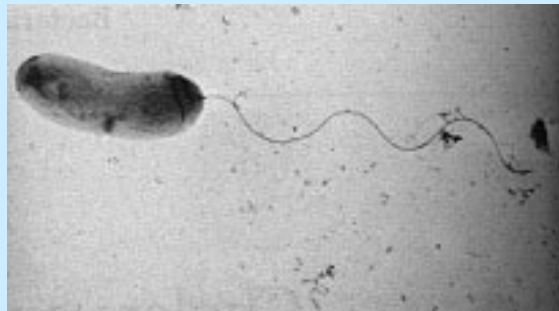
A bélbaktériumok közé tartozó *Y. enterocolitica* élelmiszer-fertőzést okoz. Ennek oka, hogy hidegkedvelő pszichrotrof, szaporodik még 4°C-on is, és túléli a fagyasztást.



Gyakori *tejtermékekben*, *fagylaltokban*, de közvetítői a *húsok*, *hústermékek* is. Számos vad- és háziállatban tünetmentesen él, vagy bennük *gasztroenteritist* okoz. Az emberi megbetegedést ezek közvetítik (*zoonózis*). Hasmenéses fertőzést leginkább gyermekekben okoz, idősebbekben gyakran vakbélgyulladászerű tünetekkel.

Vibrio cholerae

A *koleravibrió* a legrégebben ismert baktériumok közé tartozik. A kolera az egyik leggyorsabban kifejlődő betegség. A fertőzés forrása a fekáliával szennyezett ivóvíz, az ezzel öntözött, mosott élelmiszer. A baktérium *enterotoxint* termel, amely tönkreteszi az ion-transzportot a bélhámsejtekben. Az ezt követő víz- és elektrolitvesztés okozza a súlyos, dehidratáló *hasmenést*. A *V. parahaemolyticus* ételfertőzések okozója. Japánban az ilyen megbetegedések 50-70%-ka ennek a fajnak tulajdonítható, más országokban (pl. Hollandiában), ahol szintén sok tengeri halat, rákot, kagylót főleg osztrigát) fogyasztanak ritkább.



Campylobacter jejuni

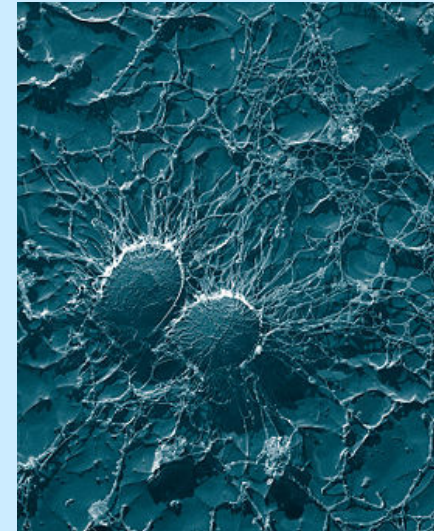
A *C. jejuni* jelen lehet az állati vagy emberi szervezetben anélkül, hogy megbetegedést váltana ki. A baktérium az **ürülékkel** kerül a környezetbe. Az állatról emberre való átvitelben legnagyobb szerepe az állatokat gondozó gazdáknak vagy állati eredetű termékkel foglalkozó dolgozóknak van.



A fertőzést számos esetben nem megfelelően hőkezelt **baromfi-** és egyéb **húsok**, valamint **nyers tej fogyasztása** okozza. Statisztikai adatok szerint a fertőzés legfőbb forrása a **nyers baromfi**; a csirkehús 20-100%-ka szennyezett *C. jejuni*-val. Már 10-100 sejt megbetegedést okozhat. A jellemző tünetek **hasmenés** (lehet véres is), láz, hasüregi görcsök. A fertőzés 5-8 nap alatt lezajlik, gyulladósos szövődmények előfordulnak.

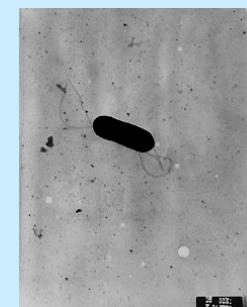
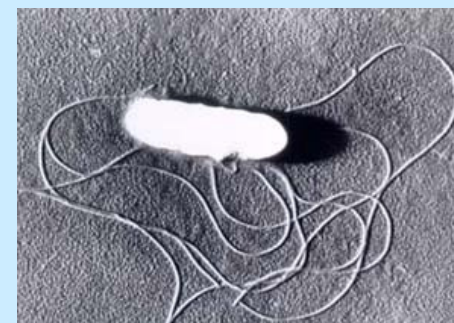
Staphylococcus aureus

Élelmiszer-biztonsági szempontból kiemelkedő fontosságú a *S. aureus* hőálló *enterotoxinja*, amelyet az élelmiszerben nagy számban ($>10^5/g$) elszaporodva termel. Az ilyen élelmiszer elfogyasztás néhány órán belül *heveny tüneteket, hányást, hasmenést* okoz. A baktérium sokféle élelmiszerben képes elszaporodni. Az enterotoxin hőtűrő is, csak hosszas főzés inaktiválja. Kimutatható számos élelmiszerből (pl. *tojás, szendvicsek, tej, sajt, jégkrém, krémek, habok, nyers hús, baromfi, főtt tésztafélék*), de előfordult megbetegedés *gombakonzerv* fogyasztásától is. Az élelmiszer szennyeződését főként az *emberi kéz* okozza, ezért a személyi higiénia különösen jelentős tényező a megakadályozásában. A fogyasztók védelme érdekében fontos továbbá, hogy a terméket **7°C alatt tárolják** a *sztafilokokkuszok* szaporodásának és enterotoxin-képzésének meggátlására.



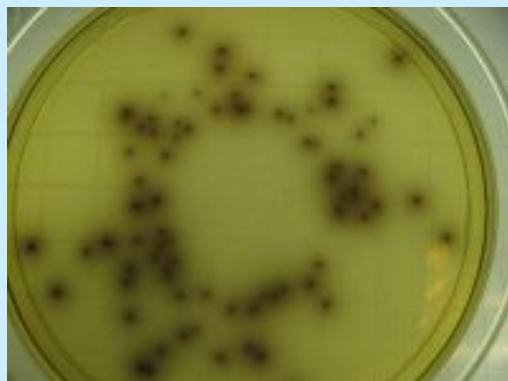
Listeria monocytogenes

A tejsavbaktériumokkal rokon, spórátlan, rövid pálcá alakú baktérium. A *Listeria monocytogenes* hűtési hőmérsékleten is szaporodik, valamint más spórátlan baktériumokhoz képest ellenálló a fagyasztással, szárítással és hőhatásokkal szemben. Sótűrése nagy. Fokozottabb ellenálló képességének köszönhetően élelmiszereinkben könnyen életben marad. Fertőzési forrása lehet *nyers* és *pasztörözött tej*, *sajtok*, *jégkrém*, *nyers zöldségek*, *fermentált nyerskolbászok*, *nyers* és *főtt baromfi*, mindenfajta *nyers hús* és *nyers, füstölt hal*.



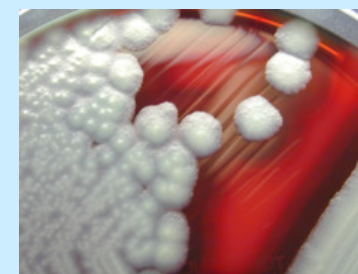
Listeria monocytogenes

Emberi megbetegedést csak megfelelő számban, arra érzékeny egyéneknél okoz. **Várandós anyáknál, újszülötteknél** és gyenge immunrendszerű egyéneknél súlyos megbetegedést okoz. **Terhes nőknél** influenza tünetek, vetélés, halva születés, vérmérgezés, **újszülöttkori** agyhártyagyulladás jelentkezik. Más felnőtteknél a **központi idegrendszert** támadja meg, agyhártyagyulladás, agyvelőgyulladás, fejfájás, láz mellett gyomor- és bélrendszeri panaszok is előfordulhatnak.



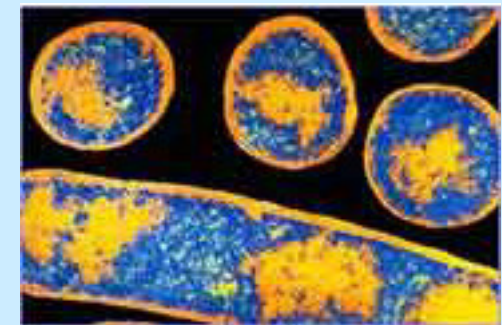
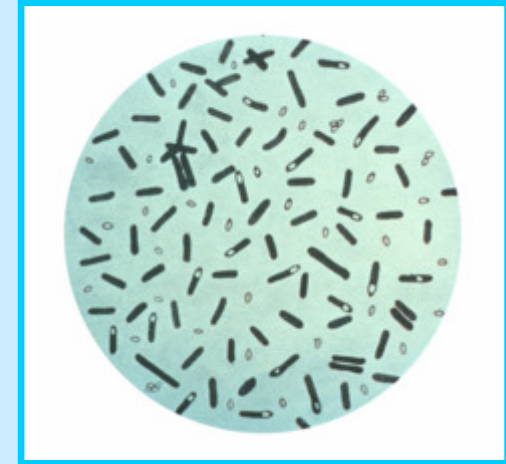
Bacillus cereus

A *B. cereus* közönséges talajlakó, spórás, pálcá alakú baktérium, spórái élelmiszerekben és adalékanyagokban kis számban gyakran megtalálhatók. Előfordul *cereáliákban, szárítmányokban, fűsze-rekben, tejtermékekben* (a pasztörözést túléli), *keményítőtartalmú termékekben* (pl. rizs). Kétféle megbetegedést okoz: *hányásos* vagy *hasmenéses* típusú tünetekkel. A hányásos típus esetén a megbetegedést a *B. cereus* által termelt, az élelmiszerben található hánytató hatású *toxin* váltja ki. Ez az ételmérgezés leggyakrabban *rizses ételek fogyasztását* követően jelentkezik. A hasmenéses megbetegedés tünetei: láz, hányás nélküli hasgörcs, híg széklet; legtöbbször húsételek, tésztafélék és mártások okozzák.



Clostridium botulinum

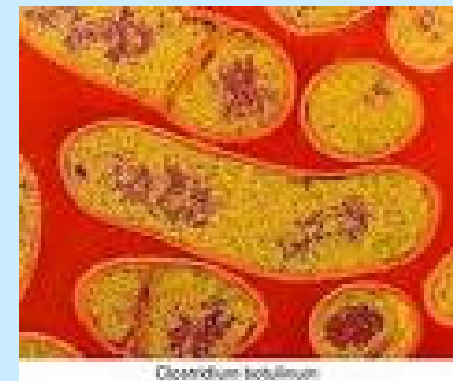
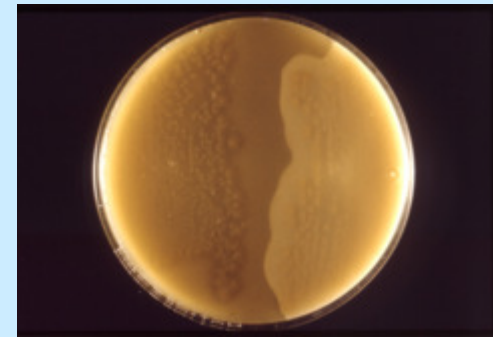
A *Clostridium* nemzetségbe általában spórát képző, pálcá alakú baktériumok tartoznak. A *C. botulinum* neve a *botulus* (latin) kolbász szóból ered, mivel a „*kolbászmérgezés*”, másképpen *botulizmus* kórokozója. Az 1920-as évek dereka óta a hőkezelés méretezése a *C. botulinum* elpusztításán alapszik. A konzervekben túlélő spórák okozta mérgezés gyakorlatilag megszűnt, és ma csak a házilag készített, nem kellően átfőtt élelmiszerekkel (*házi disznóvágás termékei, füstölt, pácolt sonka, zöldség- és gombakészítmények, stb.*) fordul elő.



Clostridium botulinum

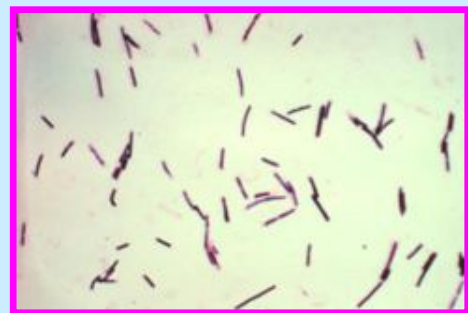
A baktérium által termelt toxin **80°C-on néhány perc alatt inaktiválódik**. A botulizmus **ételmérgezés**, a toxin azonban **idegméreg**, az idegvégződésekhez kötődik.

A megbetegedés tünetei **látási zavarokban, beszéd- és nyelési nehézségekben, koordinálatlan mozgásban** jelentkeznek, végső esetben a légzés teljes bénulása halált okoz.



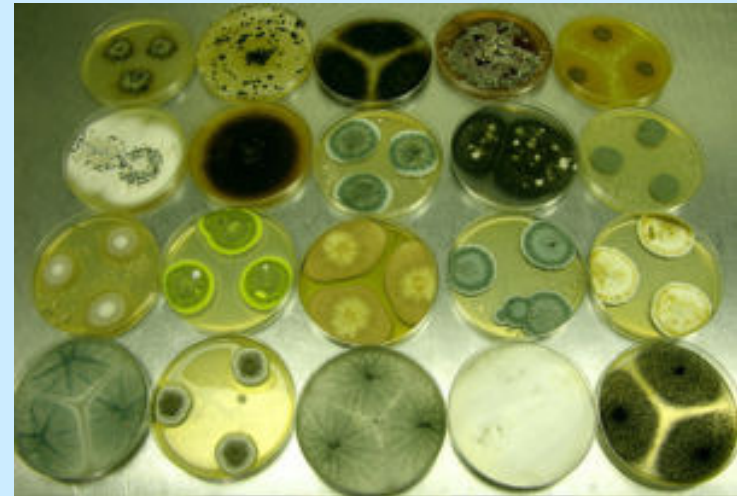
Clostridium perfringens

A természetben, a vad- és háziállatokban általánosan elterjedt **spóras baktérium** gyakran rákerül az élelmiszerekre, és általuk megbetegedést okoz. A betegség valójában **toxikoinfekció**, mivel a tüneteket egyrészt az élelmiszerben nagy számban elszaporodott baktériumok **exotoxinja** váltja ki, másrészt viszont a mikroba a vékonybélbe jutva **bespórasodik**, és eközben is toxint termel. A betegség **hasmenéssel**, olykor **hányással**, **láz** is jár, de egy-két nap alatt elmúlik. Bár többnyire **húsok, húsos ételek közvetítik**, nincs kitüntetett terméktípus; bármilyen élelmiszer, amelyben a spórák túlélhetnek és nem megfelelő tárolás alatt kifejlődhetnek, okozhat megbetegedést.



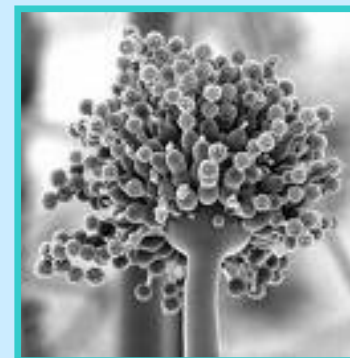
Mikotoxinogén penészgombák, mikotoxinok és mikotoxikózisok

A mikroszkopikus penészgombák a természetben nagy számban fordulnak elő. Közöttük egyre többről válik ismertté, hogy mérgező anyagokat, ún. *mikotoxinokat* termel. A mikotoxinok *fonalagombák másodlagos anyagcseretermékei*, amelyek az embert és/vagy az állatokat károsítják, megbetegítik. A *mikotoxin* szó a görög „*mycos*” – gomba és a latin „*toxicum*” – mérge szavakból származik. Az élelmiszertermeléssel összefüggő leggyakoribb mikotoxin-termelő nemzetségek az *Aspergillus*, *Penicillium* és *Fusarium* nemzetség.



Mikotoxin-termelő *Aspergillus*ok és az általuk termelt főbb mikotoxinok

A legtöbb *Aspergillus* élelmiszereinkben romlást okozóként van jelen. Általában tárolt árucikkekben fordulnak elő, pl. *gabonaféléken, diókon, fűszereken*. A legfontosabb, élelmiszerekben és takarmányokban megtalálható *Aspergillus* toxinok az *aflatoxinok* (termelői az *Aspergillus flavus*, az *A. parasiticus* és az *A. nomius*) az *ochratoxin A* (az *A. ochraceus* termeli), a *szterigmatocisztin* (elsősorban az *A. versicolor* termeli) és a *ciklopiazonsav* (az *A. flavus* termeli).



Mikotoxin-termelő *Aspergillus*ok és az általuk termelt főbb mikotoxinok



1960-ban vált ismertté, hogy az *Aspergillus flavus* toxikus anyagot, *aflatoxint* termel. Az *A. flavus* kedvelt élőhelyei az olajos magvak. Leggyakrabban a *mogyorót*, a *kukoricát* és a *gyapotmagot* támadja meg. Az aflatoxinok *májrákot*, *májcirrózist* Az *Aspergillus ochraceus* az okozhatnak, *daganatképző* és *teratogén*, *vesecirrózist* okozó hatásuk mellett erősen *immunszuppresszívek*.

ochratoxin fő termelője. Gyakran előfordul szárított élelmiszereken, különféle babokon (pl. kávébab, kakaóbab), *szárított gyümölcsökön*, *sózott halakon*. Az *ochratoxinok* hazánkban is gyakran előfordulnak. Forrásuk a szántóföldön vagy raktárban penésszel fertőződött *árpa* vagy *búza* és az ezekből készült *kenyér*, de jelentős forrásnak számít a *kávé* is.

Az *Aspergillus versicolor* nagyon gyakori élelmiszerekben, különösen tárolt gabonaféléken, gabonatermékeken, dióféléken, fűszerekben és szárított hústermékeken. Az *A. versicolor* a *szterigmatocisztin* fő termelője. A szterigmatocisztinek *rákkeltő vegyületek* és *májkárosító* hatásuk van.

Mikotoxin-termelő *Penicillium*ok és az általuk termelt főbb mikotoxinok

A *Penicillium*ok által termelt *mikotoxinok* a *máj-* és *veseműködést* befolyásolják. Tüneti vagy általános kimerültséget okoznak emberben vagy állatokban. A neurotoxinok gyakran hosszantartó remegést okoznak. A legfontosabb *Penicillium*-toxinok a *citrinin* (a *P. citrinum*, a *P. verrucosum* és *P. expansum* termeli), a *patulin* (a *P. expansum* termeli), a *citreoviridin* (a *P. citreonigrum* a fő forrása) és a *penitrem* a (a *P. crustosum* termeli).



Mikotoxin-termelő *Penicillium*ok és az általuk termelt főbb mikotoxinok

A *Penicillium verrucosum* szárazságtűrő penészgomba, a mérsékelt égövben termesztett gabonákban található. A skandináv államokban *árpából, búzából*, Németországban és más európai országokban *hústermékekből* izolálták. A *Penicillium verrucosum ochratoxint* termel.

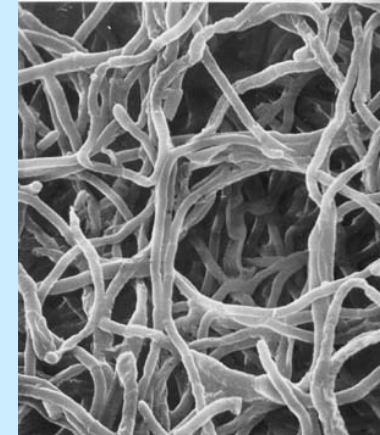
A *Penicillium citrinum* leggyakoribb forrása a gabonaféléken belül a *rizs*, a *búza*, a *kukorica* és a *lisztek*. A *citrinin* fő forrása. Elsősorban vesekárosító hatása jelentős. Májelváltozást, a szív és az érrendszer károsodását idézi elő.

A *Penicillium expansum* a *patulin* fő termelője. Fő forrása a rothadó *alma*, körte, ritkábban a gabonaféléken is előfordulhat. A *patulin* legnagyobb jelentősége, hogy a gyermekek által is fogyasztott *almalében is előfordul*. Számos országban határértékeket állítottak fel az almalé, illetve más almatermékek patulintartalmára. Elsősorban az emésztőszerveket károsítja, de károsan befolyásolja az immunrendszer működését is. Biológiai hatásai közé tartozik az erek permeabilitásának növelése, fekély, vérzés előidézése.

Mikotoxin-termelő *Fusarium*ok és az általuk termelt főbb mikotoxinok

A *Fusarium* fajok leggyakrabban **gabonaféléken**, **olajos magvakon** és különböző **babokon** található meg. A kukorica, búza és az ezekből készített termékek a leggyakrabban fertőzöttek.

A *Fusarium graminearum* növénypatogén penészgomba, a legelterjedtebb *Fusarium* faj. Az általa termelt fő toxinok **deoxynivalenol** és a **zearalenon**. A **deoxynivalenol** okozhat táplálék-visszautasítást, **hányást**, **hasmenést**, **súlyvesztést**, egyes szövetek **elhalását** a gyomorban és a bélrendszerben. Az ösztrogén hatású **zearalenon** vagy más néven F-2 toxin szaporodása biológiai problémákat, valamint az ivarzáshoz hasonló tüneteket okoz növények állatokban is.



XIV *Fusarium graminearum* - a freshly grown specimen of the microfungus that is now finding increasing favour as the main-most mycoprotein source (p. 165).
Magnification: $\times 210$



Mikotoxin-termelő *Fusariumok* és az általuk termelt főbb mikotoxinok

A *Fusarium sporotrichioides* megtalálható talajban és növényi anyagokon, különösen *árpán* és *zabon*. A *trichotecén vázas vegyületek* (pl. T-2 toxin, HT-2 toxin, deoxynivalenol) alkotják a *fuzariotoxinok* egyik nagy csoportját.

A *trichotecnek* főbb biológiai hatásai közé tartoznak a *hányás*, a *takarmány-visszautasítás*, a *csökkenő fehérjeszintézis*, a *sejtosztódás gátlása*, az *ideg- és immunrendszer* károsodása, valamint *szaporodásbiológiai* zavarok. Erős hatású sejtmérgek.

Mikotoxikózisok



Az ***ergotizmus*** vagy ***anyarozsmérgezés*** valószínűleg a legrégebben ismert ***mikotoxikózis***. Nagy kiterjedésű járványokat főként a középkorban okozott, de még a múlt században is leírtak enyhébb eseteket. A betegséget a rozson élősködő gomba, a ***Claviceps purpurea*** szkleróciumát (vagy más néven anyarozst, varjúkormöt) tartalmazó ***rozslisztből*** készült kenyér fogyasztása okozza.

A betegek égő érzésről számoltak be a kezekben, az ujjakban, a lábokban. A anyarozsmérgezés idült esetben a perifériás testrészekben vérkeringési zavarokat, ezt követően elhalásokat okoz.