

AZ ÁLLATI EREDETŰ ÉLELMISZEREK BIZTONSÁGA

SZABÓ JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a cikkben a szerző összefoglalja a BSE, a gombás szennyeződés, a mikotoxinok, a növényi toxinok, az állatgyógyászati szerek, a mezőgazdasági és más eredetű kémiai szennyezők, a nehézfémek, a takarmányadalékok, az ivóvizet szennyező anyagok, a mikrobiális szennyeződés és a GMO-k takarmány- és élelmiszer-biztonsági jelentőségét. A közlemény ismerteti a HACCP rendszer alapvető lépéseit és felhívja a figyelmet az élelmiszerterrorizmus kockázatára.

SUMMARY

Szabó, J.: SAFETY OF ANIMAL ORIGIN FOODS

The present review article describes the feed and food safety significance of BSE, fungal contaminants, mycotoxins, plant toxins, veterinary drugs, agricultural and other chemicals, heavy metals, feed additives, drinking water contaminants, microbial contaminants and GMOs. The article also gives a short review of the basic steps of HACCP feed safety system. At the end of this paper the author calls the reader's attention to the risk of food terrorism

Az utóbbi időben a BSE (Bovine spongiform encephalopathy, magyarul a szarvasmarhák szivacsos agyvelősrösvadása) és az élelmiszer dioxin-szennyezettségéről napvilágot látott sajtóközlemények ráirányították a közérdeklődést az élelmiszerbiztonságra, különös tekintettel az állati eredetű élelmiszerek biztonságára.

Az *élelmiszer-biztonság* (a „food safety” angol kifejezés szó szerinti fordítása) a fogyasztó biztonságát jelenti, a táplálékkal közvetíthető ártalmakkal szemben. Nem azonos fogalom az élelmiszer-higiéniával.

Magyarországon, a 2003. évi LXXXII. törvény 2.§ (18.) pontjában, az alábbiak szerint határozzák meg a jogi fogalmat: az élelmiszer-biztonság „annak biztosítása a termelés, az élelmiszer-előállítás, a tárolás és a forgalomba hozatal teljes folyamatában, hogy az élelmiszer nem veszélyezteti a végső fogyasztó egészségét, ha azt az élelmiszert a rendeltetési célnak megfelelően készíti el és fogyasztja”. Az élelmiszer-biztonság jogi fogalma az elsődleges élelmiszer-termelő, az előállító, a forgalmazó és a fogyasztó együttes és különálló felelősségét rögzíti, megvalósítása vállalkozói feladat (Kovács és Szieberth, 2005).

Az *élelmiszer-higiénia* jogi fogalmát az 1995. évi törvény 2. § 19. cikkelye a következők szerint fogalmazza meg. „Az élelmiszer-higiénia az élelmiszer előállításának, forgalomba hozatalának a fogyaszthatóságra való alkalmassággal összefüggő követelményrendszere, az élelmiszer útján terjedő fertőzés és egyéb ártalom megelőzése és elhárítása”. Jogi értelemben az élelmiszer-higiénia feltétel- és követelményrendszer, érvényesítése igazgatási feladat (Kovács és Szieberth, 2005).

A fentiekből kiderül, hogy az élelmiszer-biztonság magába foglalja az állati eredetű élelmiszerek előállításának teljes folyamatát, az istállótól a fogyasztó asztaláig. Ebben a folyamatban az állatok tartási és takarmányozási körülményeiből adódó kockázati tényezők felismerése, és a termelés folyamatából való kiküszöbölése, az egyik fontos feladat. Ebből következik, hogy az élelmiszer-biztonság megvalósítása nem lehet egyetlen szakma (pl. élelmiszer-higiénikus), illetve termelői szektor (pl. vágóhíd) feladata. Jó eredményt elérni csak az élelmiszer-előállítás teljes folyamatában dolgozó valamennyi szakember összehangolt erőfeszítésével lehet.

Két további fogalom bevezetése és értelmezése is célszerűnek látszik. Az első a *takarmány-biztonság*, ami a háziállatok védelmét szolgálja a takarmánnyal közvetíthető ártalmakkal szemben. A takarmány-biztonságnak magába kell foglalnia a vetéstől a vályúig terjedő valamennyi takarmány-előállító folyamatot.

A második fogalom a *takarmány-higiénia*, ami a takarmány előállításának, forgalomba hozatalának a fogyaszthatóságra való alkalmassággal összefüggő követelményrendszere, a takarmány útján terjedő fertőzés és egyéb ártalom megelőzése és elhárítása érdekében.

Természetesen a takarmány-biztonság és a takarmány-higiénia az élelmiszer-biztonságnak és az élelmiszer-higiénának szerves része, hiszen az előbbieken kívül nem lehet garantálni az élelmiszer-biztonságot sem.

Mivel az élő állat, a takarmány és az élelmiszerek kereskedelme globális méreteket ölt, az élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos kockázatok felismerését, felmérését és a védekezés rendszerét is nemzetközi szinten kell szabályozni. Ezt a szükségszerűséget az Európai Unió is felismerte és a Maastrichti szerző-

désben (1993. november 1.) a magas szintű egészségvédelemhez szükséges intézkedések meghozatalát írja elő. Az európai élelmiszerbiztonság szabályozására létrehozták a Fogyasztóvédelmi és Élelmiszer-biztonsági Főigazgatóságot (1997. április 1. DG XXIV). 1997. április 30-án kiadták a „Zöld könyv”-et, majd 2000. január 12-én a „Fehér könyv”-et. 2003-ban létrehozták az Élelmiszer-biztonsági Hivatalt (European Food Safety Authority, EFSA).

A felsorolt lépések egy egységes és az Unió országait átfogó élelmiszer-biztonsági politika kialakításának részei. A „Fehér könyv”-ben (CEC, 2000) rögzített alapelvek előírják az élelmiszerlánc résztvevőinek feladatait és felelősségét, a szabályozás és az ellenőrzés szempontjait, a fogyasztók tájékoztatásának módját, a nemzetközi vonatkozásokat és a következtetéseiket. Kimondják, hogy biztosítani kell a takarmányok és élelmiszerek, valamint összetevőik teljes követhetőségét.

Az állatok takarmányával és takarmányozásával kapcsolatos potenciális élelmiszer-biztonsági kockázatokat a FAO huszonketedik regionális konferenciáján (FAO, 2000) vitatták meg és elkészítették az ajánlásaikat az Európai Unió számára. A takarmánnyal kapcsolatos potenciális élelmiszer-biztonsági kockázatok a következők szerint csoportosíthatók.

A takarmány gombás szennyezettsége

A takarmányok gombás fertőzöttsége az egész világon probléma. Takarmánybiztonsági szempontból a gabonának, az *Aspergillus*, a *Penicillium*, a *Fusarium* és az *Alternaria* fajokkal (D'Mello és mtsai, 1993) való fertőzöttsége jelenti a legnagyobb kockázatot, elsősorban a toxintermelésük miatt. E mellett a penészes szilázs, széna, cukorrépaszelet, vagy sörgyári melléktermék etetésekor a spórák emésztőcsatornába jutása vagy belégzése mikózisokat okozhat. Különösen, ha valamilyen parazita (pl. orsóféreg) okozta nyálkahártya-sérülés utat nyit a gombák számára.

A takarmány toxinokkal való szennyezettsége

Mikotoxinok

A mikotoxinok és az élelmiszerbiztonság témakörét Kovács (1998), Rafai (1998), Zomborszky-Kovács és mtsai (2000), Mesterházy (2002), és mások közleményei alapján az alábbiakban foglalhatjuk össze.

A mikotoxinok takarmánynövényeinken elősködő különböző fajú gombák másodlagos anyagcseretermékei, amelyek képesek az állatok egészségét és termelését károsítani (D'Mello and Macdonald, 1998). Korábban a gabonaszemekből izolálható gombákat — attól függően, hogy hol történik a fertőződés és a toxintermelés — szántóföldi és raktári penész elnevezéssel két csoportba sorolták be. A legfontosabb toxintermelők a *Fusarium*, az *Aspergillus*, a *Penicillium* és az *Alternaria* nemzetségek fajai. A gabonaféléken az első három okoz toxikológiai problémákat.

A gombák növekedését és toxintermelését, külső és belső tényezők befolyásolják. Külső tényező a relatív páratartalom, a hőmérséklet és az oxigén, belső tényező a vízaktivitás, a pH és a redox potenciál. Az ismert gombaanyagcsere-termékek száma ma több ezerre becsülhető és ezeknek mintegy 10%-a

lehet toxikus. Ma 6-800 féle toxikus gombaanyagcsere-termékkel kell számolni (Mesterházy, 2002)

A mikotoxinok lehetnek rákkeltők (pl. aflatoxin B₁, ochratoxin A, fumonisin B₁), ösztrogén hatásúak (zearalenon), neurotoxikusak (fumonisin B₁), nefrotoxikusak (ochratoxinok, citrinin, oosporein), bőrelhalást okozók (trichotecének) és/vagy immungátlók (aflatoxin B₁, ochratoxin A, T-2 toxin).

A gombatoxinok klinikai hatását főként állatokon tanulmányozták, ezért a leírt tünetek és a toxicitás mértéke nem feltétlenül érvényes az emberre. A különböző toxinok kombinált hatását még állatmodelleken sem tanulmányozták kielégítően. A gombákkal fertőződött gabonaféléknél azonban még más káros hatással is számolnunk kell. A gombák az anyagcseréjükhez felhasználják a gabonában lévő esszenciális anyagokat (pl. E-vitamin). Emiatt már sem az állatok, sem az ember számára nem tekinthető teljes értékűnek a gombával erősen fertőzött, de esetleg toxint nem tartalmazó gabona sem (Szigeti, 1997).

A mikotoxinok általában rendkívül stabil vegyületek, a takarmányok ipari kezelése (pl. extrudálás, granulálás) nem ártalmatlanítja azokat sőt, esetenként még fel is dúsulhatnak a termékben (pl. korpa). A mikotoxinok és anyagcsere-termékeik felszívódhatnak az emésztőcsatornából és bekerülhetnek az állati eredetű termékekbe (hús, zsigerek, tej, tejtermékek, tojás). Az állati eredetű termékekben rendszerint alacsonyabb a mikotoxinok koncentrációja, mint a gabonában, ezért akut toxikus tünetek előidézésében valószínűleg nagyon kicsi a jelentőségük. Vannak olyan toxinok, amelyek lassan ürülnek ki a szervezetből, és tartós fogyasztásuk esetén felhalmozódhatnak a szervezetben. A rákkeltő mikotoxinok, mint pl. az aflatoxin B₁, és a tejben kimutatható metabolitja az M₁- és az ochratoxin A, veszélyt jelenthetnek az ember egészségére, jelenlétüket és koncentrációjukat rendszeresen kellene vizsgálni az élelmiszerekben. Sajnos Magyarországon sem a gabonafélék, sem az állati eredetű élelmiszerek toxintartalmát nem vizsgálják rendszeresen, csak szűrőpróbaszerűen. Ezáltal a lakosság ki van téve a gombatoxinok káros hatásának, különösen azokban az években, amikor jelentős a gabonafélék gombás fertőzöttsége. A takarmányokban leggyakrabban előforduló elsődleges mikotoxinokat az 1. táblázat foglalja össze.

Az aflatoxinokat (B₁, B₂ és a G₁, G₂) a raktári penészként számon tartott *Aspergillus*-gombák termelik. A gomba szaporodásához és a toxintermeléshez magas hőmérsékletre, páratartalomra és nedvességre van szükség. Ezért hazánkban elsősorban a trópusi országokból importált takarmányok (pl. földdidióda, gyapotmagdara, esetleg kukorica), illetve élelmiszer (amerikai mogyoró, pisztácia, stb.) esetében kell a jelenlétükre gondolni.

Az ochratoxinokat (ochratoxin A és B) az *Aspergillus ochraceus* és legalább két *Penicillium* faj képes termelni. A gabonafélékben, és az ilyen gabonával etetett állatokból előállított termékekben, elsősorban az OA-t találjuk. Gyakran az ochratoxinnal együtt fordul elő egy másik mikotoxin, a citrinin. Mindkettő vesekárosító (nephrotoxikus).

Magyarországon, a gabonafélékben és a keveréktakarmányokban, leggyakrabban a fuzárium toxinok fordulnak elő (2. táblázat). Bizonyos fuzáriumfajok a trichotecének mellett még ZEN-t (zearalenon) is képesek szintetizálni. A takarmányban gyakran többféle mikotoxin is van, amelyeknek még nem ismerjük

kielégítően az állat-egészségügyi és élelmiszer-biztonsági jelentőségét, ezeket intenzíven kellene vizsgálni.

1. táblázat

A takarmányban előforduló mikotoxinok

Mikotoxin(1)	Gomba(2)
Aflatoxinok (B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂ , M ₁)	<i>Aspergillus flavus</i> ; <i>A. parasiticus</i>
Ciklopiazonsav	<i>A. flavus</i>
Ochratoxin A	<i>A. ochraceus</i> ; <i>Penicillium viridicatum</i> ; <i>P. cyclopium</i>
Citrinin	<i>P. citrinum</i> ; <i>P. expansum</i>
Patulin	<i>P. expansum</i>
Citreoviridin	<i>P. citreo-viride</i>
Deoxynivalenol	<i>Fusarium culmorum</i> ; <i>F. graminearum</i>
T-2 toxin	<i>F. sporotrichoides</i> ; <i>F. poae</i>
Zearalenon	<i>F. culmorum</i> ; <i>F. graminearum</i> ; <i>F. sporotrichoides</i>
Fumonizinek; moniliformin; fuzárium-sav	<i>F. moniliforme</i>
Tenuazonsav; alternariol; alternariol- metiléter; altenuen	<i>Alternaria alternata</i>
Ergopeptin alkaloidok	<i>Neotyphodium coenophialum</i>
Lolitre alkaloidok	<i>N. lolii</i>
Ergot alkaloidok	<i>Claviceps purpurea</i>
Phomopsinek	<i>Phomopsis leptostromiformis</i>

Table 1.: Mycotoxins found in feeds
mycotoxins(1), fungus(2)

2. táblázat

A gabonafélékben leggyakrabban előforduló fuzárium toxinok

Trichotecének (A típusúak)(1)	T-2 HT-2 Neosolaniol Diacetoxyscirpenol (DAS)
Trichotecének (B típusúak)(2)	Deoxynivalenol (DON, más néven vomitoxin)(4) Nivalenol Fusarenon-X
Zearalenon (ZEN)	
Fumonizinek(3)	Fumonizin B ₁ Fumonizin B ₂ Fumonizin B ₃

Table 2.: Most frequently occurring fusarium toxins in grains
trichothecenes (Typ A)(1), trichothecenes (Typ B)(2), fumonisins(3), Deoxynivalenol (DON, also know as vomitoxin)(4)

Az ochratoxinnak és a fumonisin B₁-nek, az emberi vérben és kolosztrum-ban való előfordulását és koncentrációját hazánkban Zomborszky-Kovács és mtsai (2000) vizsgálták. Megállapították, hogy az OA a vizsgált emberi vérmin-ták 52%-ában, a kolosztrumminták 41%-ában van jelen. Mivel az ochratoxin A teratogén, mutagén és rákkeltő hatású, jelentős kockázati tényezőnek kell tekin-teni mind a felnőtt lakosság, mind a csecsemők számára. A fumonizin B₁ toxin jól felszívódik az emésztőcsatornából, kimutatható volt a kísérleti állatok húsá-ban és a tejében is. A szerzők elsősorban a toxin magzatkárosító hatását tartják kiemelendőnek. A 3. táblázat az állati eredetű élelmiszerek mikotoxin-tartalmára vonatkozóan ismertet néhány példát.

**Természetes úton mikotoxinokkal szennyeződött állati eredetű élelmiszerek toxintartalma
(FAO, 1997)**

Mikotoxin(1)	Lehetséges hatás (emberre)(2)	Előfordulás(3)	Az eddig ismert maximális kon- centráció(4)	Referencia(5)
Aflatoxin B ₁	májrák(6)	tojás(8) sertésmáj(9) sertéshús(10) sertésvese(11)	0,4 ppb 0,5 ppb 1,04 ppb 1,02 ppb	<i>Fukal and Sova</i> (1988) <i>Honstead és mtsai</i> (1992) <i>Sova és mtsai</i> (1990) <i>Sova és mtsai</i> (1990)
Aflatoxin M ₁		tehéntej(12)	0,33 ppb	<i>Patterson és mtsai</i> (1980)
Ochratoxin A	vesekárosodás(7)	sertésmáj(9) sertésvese(11) kolbászfélék(13)	98 ppb 89 ppb 3,4 ppb	<i>Sheuer</i> (1989)
Zeraleonon	oestrogén	sertésmáj(9) sertéshús(10)	10 ppb 10 ppb	<i>Sawinsky és mtsai</i> (1989)

Table 3.: Food of animal origin which may be naturally contaminated with mycotoxins mycotoxins(1), potential effects on men(2), incidences(3), till now known max. conc.(4), refer-
ences(5), cancer of liver(6), lesion of kidneys(7), egg(8), swine-liver(9), pork(10), swine-kidney(11),
cow milk(12), sausages(13)

Élelmiszer-biztonsági szempontból fontos, hogy a kísérleti körülmények között adagolt toxin csak lényegesen nagyobb koncentrációban idéz elő klinikai tüneteket, mint természetes körülmények között. Ezért nehéz megállapítani az élelmiszerre vonatkozó határértéket.

Határértéknek általában a klinikai tüneteket még elő nem idéző legnagyobb koncentrációt szokták választani. Ez a szint azonban nem veszi figyelembe a klinikai tünetekkel még nem járó, de a szervezet számára már nem közömbös hatásokat, mint pl. az immunrendszer gátlását. Az emberi immunrendszert már 80%-ban gátolja, ha 50 ppb DON, T-2 toxin, fusarenon-X, vagy nivalenol (Berek és mtsai, 2001) van a táplálékban. Ez a koncentráció lényegesen alacsonyabb, mint a búza szemtermésére vonatkozóan a magyar egészségügyi normában megadott toxinszint (1,2 ppm).

Élelmiszer-biztonsági szempontból sürgető feladat annak felderítése, hogy két vagy több mikotoxin együttes előfordulása hogyan befolyásolja a toxinhatást. Meg kell említeni, hogy biotermékekben — a gombafertőzések elleni védekezés hiánya miatt — a gombatoxin koncentrációja esetenként nagyobb lehet, mint a nem biotermékekben.

Az élelmiszer- és takarmánybiztonság alapja az állatfajonként és az emberre megállapított toxin-határértékek előírása, ellenőrzése és betartatása lehet. Magyarországon az élelmiszeripari termékekben megengedhető határértékeket a 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet 4. sz. melléklete, a takarmányokra vonatkozó kötelező előírásokat pedig az FVM 47/2001. (VI. 25.) rendelete tartalmazza.

Endofita alkaloidák

A *Neotyphodium coenophialum* gomba az élő csenkeszfélékkel szoros kapcsolatban fordul elő, míg a *N. lolii* az élő fűféléken él. Az *N. coenophialum*-mal fertőzött csenkeszeken az ergopeptin alkaloidák, főként az ergovalin mutatható ki, míg az isoprenoid lolitrem alkaloidák, főként a lolitrem B,

az *N. lolii*-vel fertőzött fűben található. Az ergopeptin alkaloidok csökkentik a borjak növekedését, valamint a tehenek szaporodásbiológiai teljesítményét és a tejtermelését. A lolitrem toxinok idegrendszeri tüneteket okoznak kérődzőkben (D'Mello, 2002).

Növényi toxinok

A takarmánybiztonsági szempontból jelentős növényi toxinoknak, antinutritív anyagoknak az állati eredetű élelmiszerekbe való átjutásáról kevés ismerettel rendelkezünk, az élelmiszer-biztonsági kockázat becsléséhez nincs elegendő adat. Különösen nagy jelentőségű lenne a genetikailag módosított takarmánynövények toxinjainak vizsgálata.

Állatgyógyászati szerek a takarmányban

Az élelmiszer-biztonság egyik fontos feladata az állati eredetű élelmiszerekben esetleg előforduló, az ember egészsége szempontjából kockázati tényezőnek számító, gyógyszer-maradékanyagok előfordulásának ellenőrzése, illetve az élelmiszerekbe jutásának megelőzése. E gyógyszerek élelmiszer-toxikológiai vonatkozásait részletesen Laczay (2004) foglalta össze a Magyar Állatorvosok Lapjában. Az állatgyógyászati készítmények hatóanyagainak határértékét az Európai Unióban, az Állatgyógyászati Készítmények Bizottsága (Committee of Veterinary Medicinal Products – CVMP) határozta meg [2377/90EEC rendelet, amelynek hazai megfelelője a 2/1999. (II. 5.) EüM rendelet]. Hat csoportba sorolták a hatóanyagokat (1. Fertőzés elleni szerek; 2. Parazitaellenes szerek; 3. Idegrendszerre ható anyagok; 4. Gyulladáscsökkentő anyagok; 5. Kortikoidok; 6. Antimikotikumok).

Az állatgyógyászati szereket gyakran takarmányhoz keverve adagolják. Nagy gondot kell fordítani arra, hogy a piacra kerülő termékekben ne legyen az engedélyezett maradékanyag-szintet (MRL – Maximum Residue Limits) meghaladó mennyiségben állatgyógyszer, vagy annak toxikus anyagcsere-terméke.

Az organikus élelmiszerek megjelenése óta a fogyasztók előnyben részesítik azokat a készítményeket, amelyekben nincs, vagy csak nagyon kevés kémiai maradékanyag van.

Az antibiotikum-rezisztencia elkerülése érdekében, 2006. január 1. óta, hozamnövelésre nem szabad antibiotikumot használni az Európai Unióban. A terápiás célból engedélyezett antibiotikumok esetében csak megfelelő várakozási idő után lehet az állatokat vágóhídra szállítani, illetve az állati eredetű termékeket (tej, tejtermékek, tojás stb.) fogyasztásra bocsátani.

A takarmány, valamint az ivóvíz szennyezettsége mezőgazdasági vagy más eredetű kémiai anyagokkal

Takarmány

A takarmányok potenciális szennyezői lehetnek a peszticidek, a fungicid anyagok, ipari eredetű, vagy más környezeti szennyezők, mint a poliklórozott bifenilek (PCB), a dioxin és a nehézfémek (pl. kadmium, ólom, higany, réz, cink stb.). Különleges figyelmet érdemelnek a környezetbe baleset (pl. Csernobil), vagy kísérleti robbantás útján kijutó sugárzó anyagok (cézium, stroncium).

A dioxin és a PCB mindenütt előfordulhat a környezetünkben. Mindkét anyagnak nagy az affinitása a zsírokhoz, ezért leginkább a növényi és állati zsírokban található. Mindkét anyag stabil és zsírban oldódó, ezért felhalmozódik az élelmiszerláncban. Az ember leggyakrabban az állati eredetű élelmiszerekkel veszi fel. Az állatok viszont a takarmánnyal jutnak hozzá, főként a takarmányhoz adagolt dioxin és/vagy PCB tartalmú zsírokkal vagy olajokkal. Ipari környezetben, a levegőbe jutott dioxin vagy PCB, a legelő füre leülepedve, vagy a talajból a fűbe, és azzal a legelő állat szervezetébe juthat. Az ilyen környezetben előállított tej, hús, tojás is tartalmazhatja ezeket az anyagokat. Gyenge összefüggést mutattak ki a dioxin felvétel és a tüdőrák között. Mivel a dioxin a környezetünkben mindenütt jelen van, nem lehet az élelmiszerláncból teljesen kiküszöbölni. Az anyatejjel is kiválasztódik. Élelmiszer-biztonsági szempontból a dioxin (kivéve a véletlen, vagy szándékos szennyezést) általában nem okoz problémát, mert az élelmiszerbe jutó mennyiség lényegesen kevesebb a megengedett szintnél. Gondos takarmány- és élelmiszer-előállítás esetén gyakorlatilag elhanyagolható kockázat.

Napjainkra, az 1970-es szinthez képest, jelentősen (mintegy 90%-kal) csökkent a dioxin felvétel (CFSAN, 2006). A takarmányiparnak figyelmet kell fordítani arra, hogy a felhasznált zsírok és olajok dioxintartalma a megengedett szint alatt maradjon (az Európai Közösség által a WHO-PCDD/F-TEQ-ban előírt határérték 0,4–4 pg).

A poliklórozott bifenilek, poliklórozott dibenzofuránok, és poliklórozott quaterfenilek (PCB-k) — hasonlóan a dioxinhoz — mindenütt jelen vannak a környezetben. Ezek a táplálékláncban feldúsuló anyagok, az állati zsírokban 20–240 µg/kg, halakban 10–500 µg/kg, halmájban mg/kg-os koncentrációban is előfordulhatnak (ANTSZ, 2004). Néhány országban maximális megengedhető szintet állapítottak meg az állati eredetű élelmiszerek számára.

A poliklórozott vegyületek (pl. DDT, HCH, stb.) még ma is kimutathatók a talajban és az azon termelt takarmányban. Feldúsulnak a táplálékláncban. Az állati eredetű élelmiszerekben koncentrációjuk, zsírba számítva, 10 µg/kg körül van. Az emberi tej DDT-tartalma még mindig 25 µg/kg (ANTSZ, 2004).

Az ólom elsősorban az állati eredetű élelmiszerekkel (rákok, halak, belsőségek) jut az emberbe. Növények esetében a gyümölcs, a zöldség- és a gabonafélék sorrendjében nő az ólomtartalom. A hatóságok rendszeresen vizsgálják, a kifogásolt minták aránya 1–2% (ANTSZ, 2004). Számítások alapján a heti átlagos ólombevitel, a tolerálható szint kb. 70%-a.

A kadmium a gabonafélékkel jut az állatok takarmányába. Az állati eredetű élelmiszerek közül a tej és a tojás 5 µg/kg-ot tartalmaz. A halakban 10, a hússokban 15 µg/kg az átlagos kadmiumkoncentráció. A legtöbb a vesében van (500 µg/kg). Hazánkban a számított kadmium-felvétel kb. a fele a megengedett értéknek (ANTSZ, 2004).

Amióta a vetőmagok csávázására nem használnak higanytartalmú anyagokat, még balesetszerűen sem fordul elő higanymérgezés. A takarmány higany-

tartalma nagyon alacsony, következésképpen a hazánkban előállított állati eredetű élelmiszerekben nem található meg. A takarmány higanyszennyezettsége nem jelent jelentős élelmiszer-biztonsági kockázatot (ANTSZ, 2004).

A rézsulfátot (Cu 250 ppm) és a cinkoxidot (Zn 2-3000 ppm) hozamnövelőként használja/ta a takarmányipar a legutóbbi időig. Ez a magas koncentráció azonban nem okoz lényeges élelmiszer-biztonsági kockázatot (takarmány-biztonsági kockázatuk jelentős lehet), mert az állati eredetű élelmiszerekben a réz, és a cink gyakorlatilag nem éri el az emberi egészségre nézve veszélyt jelentő mennyiséget. Az Európai Unió, környezetvédelmi okokból, betiltotta e két anyag hozamnövelőként való felhasználását. A réz esetében indokolt ez az óvatosság, hiszen a magas réztartalmú trágyával kezelt legelő fűvét fogyasztó juhok rézmérgezése ismert probléma. A cink esetében azonban sokkal árnyaltabb a kép.

Magyarországon a kukoricatermő talajok rendszerint cinkhiányosak. Hektáronként évente 30 kg Zn (műtrágya) felhasználása engedélyezett. Ugyanezt a mennyiséget hígtrágyával is ki lehet juttatni. Óvatos számítások szerint még a malacnevelőben képződött hígtrágya esetében sem a Zn-tartalom a felhasználást limitáló tényező, hanem a trágya N-tartalma.

Rádióaktív szennyezés az atomerőművek környezetében fordulhat leginkább elő. Baleset, vagy katasztrófa esetén (Csernobil) nagy mennyiségű sugárzó anyag juthat a környezetbe, amit felvesznek a növények, és az állatok takarmányán át, az állati eredetű élelmiszerekbe kerülhet. Magyarországon a paksi atomerőmű előírt védőközvetlen kívül még soha nem emelkedett a sugárzó anyag szintje aggályos mértékben (ANTSZ, 2004). A környezet sugárzó anyagokkal való szennyezettségének jó indikátorai a bogyós gyümölcsök és a nagylevelű zöldségek. A vadonélő állatokban a radioaktív szennyezettség nagyobb és hosszabb ideig mutatható ki, mint a háziállatokban.

Az Európai Unió szabályozza a *takarmányadalékok* felhasználását is (EPCR, 2004) az alábbi kategóriákban.

— Technológiai adalékok:

- tartósítószeresek, antioxidánsok, emulzifikáló anyagok,
- stabilizáló anyagok, aciditás szabályzók, szilázsadalékok.

— Íz- és aromaanyagok;

— Vitaminok, makro és mikroelemek, aminosavak;

— Emésztésjavítók, bélflóra-stabilizálók;

— Kokcidium- és hisztomónaszgátlók.

Ezek az anyagok a takarmánnyal juthatnak az állati szervezetbe. Azok jelentik a legnagyobb élelmiszer-biztonsági kockázatot, amelyek felhalmozódhatnak az állati termékekben.

Ivóvíz

Ha élelmiszer-biztonságról beszélünk, akkor a jó minőségű, fertőtlenítő és szennyező anyagoktól mentes, makro- és mikroelemeket optimális mennyiségben tartalmazó ivóvízről sem szabad elfelejtkeznünk. Az ivóvíz az élőlények, így a háziállatok és az emberi szervezet legfontosabb vegyülete. Ezen túlmenően a

főzés, és az ipari élelmiszer-előállítás nélkülözhetetlen alapanyaga. A víz jelen van a termelés minden pontján. Élelmiszer-biztonsági szempontból meghatározó jelentőségű. Humán- és állat-egészségügyi szempontból a vízminőséget rontó tényezők sorrendje a következő: arzén, bakteriális szennyezés, nitrát, nitrít, nátrium- (kalcium) hiány, klórozási melléktermékek, bór, ólom, peszticidek. Az ivóvíz élelmiszer- és takarmánybiztonsági jelentősége nagyon nagy, elegendő utalni a miskolci (2006. tavasz) vízszennyezés következményeire. A 4. táblázat az országos ivóvíz-minőségi helyzetképet foglalja össze.

4. táblázat

Országos ivóvíz-minőségi helyzetkép az ÁNTSZ 1998-2000. évi mérési adatai alapján, az ivóvízminőség-javító program prioritási listája szerint

Vízszennyezők előfordulása(1)	Érintett települések száma(2)	Érintett lakosság száma(3)
Arzén (>50 µg/liter)	7	10012
Arzén (30–50 µg/liter)	65	145972
Arzén (10–30 µg/liter)	379	1252618
Bór (B)	48	85819
Nitrít (NO ₂ ⁻)	50	43086
Nitrát (NO ₃ ⁻)	7	5965
Fluorid (F ⁻)	11	25397
Jodid (I ⁻)	30	142172
Vas (Fe)	551	1168996
Szerves anyag(4)	8	28294
Mangán (Mn)	326	719335
Ammónium (NH ₄)	217	673507
Kémiai szennyezők összesen(5)	1699	4301173
Bakteriológiai szennyeződés(6)	237	254088

Table 4.: National water quality situation on the basis of survey data of ANTSZ between 1998–2000, according to the priority of drinking water improving program

potential water contaminants(1), amount of concerned settlements(2), amount of concerned population(3), organic matter(4), chemical contamination, all(5), bacteriological contamination, all(6)

A takarmány szennyezettsége fertőzőágenssekkel (vírusok, prionok, baktériumok, paraziták)

A takarmány és az állati eredetű élelmiszerek, emberre és állatra egyaránt fertőzettek lehetnek kórokozó képességű mikroorganizmusokkal is. Az állatok esetében, ennek egyik forrása a takarmány lehet. Az élelmiszertermelő állatokban és az emberben egyaránt előforduló kórokozó baktériumokat Novick (1981) összefoglalása alapján az 5. táblázat, a takarmánnyal átvihető, élelmiszerbiztonsági szempontból fontos kórokozókat pedig a 6. táblázat ismerteti.

A fertőző agyvelősravadásokat [BSE – Bovine Spongiform Encephalopathy, TSE Transmissible Spongiform Encephalopathy, CJD – Creutzfeldt Jakob Disease (átlagos halálozási életkor 68 év), vCJD – Variant Creutzfeldt Jakob Disease (az átlagos halálozási életkor 28 év)] valószínűleg a cellularis prion prekursor protein (PrPc) kóros módosulása okozza.

5. táblázat

Az élelmiszertermelő állatokra és emberre vonatkozóan egyaránt kórokozó baktériumok

Fajta(1)	Kórokozó-képesség(2)		Átvihetőség állat-ról emberre(5)
	ember(3)	állat(4)	
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+
Bélfertőzést okozó <i>E. coli</i> (6)	+	+	+
<i>Shigella</i> sp.	+	+	+
<i>Pseudomonas</i> sp.	+	+	+
<i>Klebsiella-Aerogenes</i> csoport	+	+	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	+	+	
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	+	+	+
<i>Brucella</i> sp.	+	+	+
<i>Pasteurella multocida</i>	+	+	+
<i>Listeria</i>	+	+	+
<i>Erysipelotrix</i>	+	+	+
<i>Bacillus anthracis</i>	+	+	+
Mycobacteriumok	+	+	+
<i>Leptospira</i> sp.	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	+
<i>Staphylococcus agalactiae</i>	+	+	
<i>Bacillus anthracis</i>	+	+	+
<i>Clostridium perfringens</i>	+	+	+
<i>Chlamydia</i> ósittacii	+	+	+
<i>Mycoplasma</i> sp.	+	+	

Table 5.: Germs pathogen for human and livestock animals
species(1), virulence(2), human(3), animal(4), possible transmission from animal to human(5), *E. coli* caused intestine infection(6)

A fertőzés az állatok esetében állati eredetű fehérjét tartalmazó takarmánnyal (hullalisz – elsősorban marhából és juhból), emberbe pedig, feltételezhetően, a fertőzött állatokból készült élelmiszerekkel (a legtöbb kórokozót az idegrendszer, a nyirokcsomók és az emésztőcsatorna tartalmazza), gyógyszerekkel (hormonkészítmények) és kozmetikumokkal juthat.

A betegség lappangási ideje hosszú (30 hónaptól 8 évig), lassan kifejlődő, degeneratív, halálos betegség, amely a központi idegrendszert károsítja. A kórokozó/k ellenáll/nak a hőnek. A takarmány hőkezelése (pl. extrudálása, granulálása), illetve az élelmiszer főzése, sütése nem pusztítja el. Magyarországon, szarvasmarhák között még sohasem fordult elő a BSE. Emberben évente 10–15 esetben diagnosztizálják a Creutzfeldt Jakob betegséget.

A Magyarországon nevelt és levágott szarvasmarha hújának fogyasztásaakor gyakorlatilag nincs élelmiszer-biztonsági kockázat, mert a hazai szarvasmarha-állomány mentes ettől a betegségtől. Külföldön eddig nem sikerült kórokozót kimutatni a beteg állatok tejéből, így valószínűleg tejjel nem terjed a betegség.

Salmonella

A *Salmonella* baktérium emberi és állati megbetegedéseket egyaránt okozhat. Nagyon elterjedt kórokozó mind a házi, mind a vadon élő állatok között. Több mint 2400 *Salmonella* törzset vagy szerotípust izoláltak. Nedves és hűvös környezetben több héten át is életben maradhatnak. A takarmány is gyakran fertőzött lehet velük.

**A takarmánnyal átvihető, élelmiszer-biztonsági szempontból fontos kórokozók
és a fertőzést leggyakrabban közvetítő élelmiszerek**

Ok(1)	Élelmiszerek, melyekhez leggyakrabban köthetők(5)
Prion (TSE)	Kérődzők idegrendszere (agy), nyirokcsomói, bélcsatornája, esetleg húsa(6)
Baktériumok(2)	
Salmonella enteritidis	Nem átsült húсок, kagylók, saláták, tojás és tejtermékek(7)
Escherichia coli (E. coli)	Saláták nyers zöldségek, nem elegendően megsült húсок, pasztörizálatlan tej, sajt(8)
Listeria monocytogenes	Forralatlan tej és tejtermék, lágy sajtok, nyers hús, baromfihús, tengeri halak, zöldségek, pástétomok, füstölt halak, nyers káposztasaláta(9)
Yersinia	Fertőzött hús, tojás(10)
Staphylococcus aureus	Baromfihús, -tojás, sonka, fagylalt, sajtok, saláták, krémek, krémmel töltött pékárúk, mártások(11)
Clostridium perfringens	Ételmaradékok, úramelegített ételek, húсок, hüvelyesek, mártások, raguk és levesek(12)
Clostridium botulinum	Konzervek (húсок, kolbászfélék, hal, és zöldség)(13)
Bacillus anthracis	Fertőzött állati termékek(14)
Bacillus cereus	Főtt hús, halak, felmelegített főtt rizs, pudingok, zöldségek(15)
Campylobacter jejuni	Nyers tej, szárnyasok(16)
Paraziták(3)	
Trichinella spiralis	Nem megfelelően megsütött sertéshús(17)
Toxoplasma gondii	Nem megfelelően megsütött húсок, baromfi, nyers tej(18)
Taenia solium és saginata (galandféreg)(4)	Nyers sertés-, juh- és marhahús (sertés- és marhaborsóka)(19)
Echinococcus	Kutya bélsarával fertőzött élelmiszer(20)

Table 6.: Pathogen germs transmissible by feedstuffs with food safety significance and the foods which may transmit the infection

cause(1), germs(2), parasites(3), tapeworm(4), foods, to which mostly can bound(5), nervous system (brain), lymphatic gland, intestinal canal, possibly meat of ruminants(6), not underdone meats, shell-fishes, salads, egg and milk products(7), salads, raw vegetables, not underdone meats, not pasteurized milk or cheese(8), not pasteurized milk and milk products, row meat, poultry meat, salt water fish, vegetables, pastes, smoked-fish, row cabbage-salad(9), contaminated meat or egg(10), poultry meat, egg, ham, ice-cream, cheeses, salads, creams, with cream stuffed baker's ware, sauces(11), scrapings, reheated meals, meats, legumes, sauces, stews, soups(12), tinned foods (such as meats, sausages, fishes, vegetables)(13), contaminated products of animals(14), cooked meat, fish, reheated and cooked rice, puddings, vegetables(15), row milk, poultries(16), not underdone meats(17), not underdone meats, poultries, row milk(18), row meats of swine, sheep, and cattle (measles)(19), food contaminated by dog faces(20)

A *Salmonella* törzseket három csoportba oszthatjuk. Az elsőbe a fajspecifikus szerotípusok tartoznak (pl. *S. dublin* – borjú, *S. gallinarum* és *pullorum* – baromfi), a második csoportba azokat soroljuk, amelyek szeptikémiát okozhatnak (pl. *S. enteritidis*, *S. typhimurium*). A harmadik csoportba azok a szerotípusok tartoznak amelyek nem okoznak szeptikémiát. Az első csoportnak nincs jelentősége az élelmiszer által közvetített betegségek szempontjából. A harmadik csoport a legnagyobb és ennek tagjai okoznak leggyakrabban szubklinikai fertőzést a háziállatainkban. Ezek esetenként emberi megbetegedést okozhatnak és az élelmiszermérgezőések okozói. A szalmonellózis elsősorban bélgyulladás formájában jelentkezik, de a betegek egy részében szeptikémia is kialakulhat.

Az emberi megbetegedések döntő többségét a *S. enteridis* és a *S. typhimurium* okozza. Ezek a törzsek a tömegesen tartott sertés- és baromfi-állományokban gyakran megtalálhatók. Az utóbbi években a figyelem a *S. virchow*, a *S. infantis* és a *S. hadar* szerotípus jelentőségére is ráirányult. Az EU ezekre is kiterjesztette a Salmonellamentesítési programot.

Élelmiszer-biztonsági szempontból a *S. enteritidis* és a *S. typhimurium* mellett ezek jelentik a legnagyobb kockázatot. Hazánkban, 2001-ben, a brojlerállományok 18,3%-a volt Salmonellákkal fertőzött, és ez 2005-re már 31,5%-ra emelkedett (Szigeti és mtsai, 2006).

Escherichia coli

Az *E. coli* az ember és az állatok bélflórájának normális tagja. Van azonban néhány kórokozó törzs, amelyik betegséget okozhat a háziállatokban és az emberben. Ételmérgezést leggyakrabban az *E. coli* O157:H7-es törzs okoz. A fertőzés forrása állatokban a takarmány, az ivóvíz és a beteg állatok bélsara, emberben az ivóvíz és az *E. coli*-val fertőzött állati eredetű élelmiszer lehet. A takarmány, illetve az étel hőkezelése elpusztítja a kórokozót.

Lisztéria

Mindenütt, így a talajban és a takarmányban is előfordulhat. Elsősorban juhokban okoz megbetegedést. A betegség lappangási ideje néhány naptól két hónapig tarthat. Terhes anyákban a méhlepényen keresztül, megbetegedhet a magzat is, vetélést okozhat. A fertőzött gyermekek leggyakrabban idegrendszeri tüneteket mutatnak. Az újszülöttek a legérzékenyebbek, náluk a lisztéria-fertőzés gyakran halálos kimenetelű (~5%). Fő forrása állatok esetében a fertőzött takarmány, emberben pedig az élelmiszer (tej, tejtermékek, sonka, nyers zöldségfélék, stb.).

Yersinia

Az állati eredetű élelmiszerekben gyakran kimutatható kórokozó. Mivel az ember, a sertés és a madarak emésztőcsatornájában élhet, bekerülhet az élelmiszerláncba. A vékony- és a vastagbélre is kiterjedő bélgyulladást, esetleg izületi bántalmakat okozhat.

Staphylococcus

A *Staphylococcus aureus* által termelt toxin gyakran okozhat ételmérgezést. A fertőzött étel elfogyasztása után 1–3 órán belül hányás, hasmenés, esetleg idegrendszeri tünetek jelentkezhetnek. A gyógyulás gyorsan, kezelés nélkül is bekövetkezhet. A toxint a hőkezelés nem pusztítja el az ételben.

Clostridium

A *Clostridium perfringens* a háziállatok és az ember emésztőcsatornájában megtalálható baktérium, gyakran okozhat enyhe lefolyású ételmérgezést. A legsúlyosabb ételmérgezést a *Clostridium botulinum* (nevét a kolbászról kapta; botulus = kolbász) baktérium toxinja okozza. Ez az embereket és az állatokat is megbetegíti. A legmérgezőbb toxinok közé tartozik, ember esetében már 1 µg halálos. Az első emberi esetet *Justinius Kerner* publikálta 1822-ben. A vízimadarak botulizmusáról már az 1910-es évektől kezdődően jelentek meg publiká-

ciók. Régebben „nyugati kacsabetegség” néven volt ismert. Húsz év kellett ahhoz, hogy a felismerjék a valódi kórokat. Ember esetében idegrendszeri tüneteket okoz. Megfelelő kezelés hiányában halálos kimenetelű is lehet.

Bacillus anthracis

Az anthrax, vagy lépfene a *Bacillus anthracis* által okozott fertőző betegség. Természetes körülmények között elsősorban a kérődzőket, de minden melegvérű állatot veszélyeztet. A betegség zoonózis, ami beteg állatokkal, vagy fertőzött állati termékekkel való közvetlen érintkezés révén betegítheti meg az embert. A fertőzés a bőrön (bőranthrax), a légutakon (tüdőanthrax), vagy a gyomor-bélrendszeren (bélanthrax) keresztül történhet. Emberről emberre nem terjed. Hazánkban az állategészségügy immunizálja a veszélyeztetett állatokat. Ha felmerül annak gyanúja, hogy valamely élelmiszer anthraxspórával szennyeződött, a spóra hőkezeléssel ártalmatlanítható. A *Bacillus anthracis* spórája 80 °C-on 180 perc alatt, 85 °C-on 31 perc alatt, 90 °C-on 8–9 perc alatt pusztul el. Élelmiszer-biztonsági kockázata a fejlett országokban nagyon kicsi.

Bacillus cereus

Ez a baktérium többnyire enyhébb lefolyású ételmérgezést okozhat. Az étel elfogyasztását követő 2–8 órán belül jelentkeznek a klinikai tünetek (heveny, súlyos hányinger, hányás, hasi görcsök, hasmenés, esetenként fejfájás, láz, súlyos esetben, csecsemők és idősek megbetegedésekor kiszáradás, elesettség). A betegség rövid ideig, leggyakrabban csak 3–6 óráig tart. A legfontosabb hordozók a tej, a fűszerek és a húsok.

Campylobacter

A *Campylobacter jejuni* a kérődzők, a szárnyasok és a húsevők emésztőcsatornájában előforduló baktérium. Az USA-ban évente 1–6 millió ételmérgezést okoz. Leginkább az egyévesnél fiatalabb gyermekek betegednek meg. A lappangási idő 2–5 nap az étel elfogyasztása után. Hasmenést (néha véreset), hasi fájdalmakat, lázat, izomfájdalmat, fejfájást és hányást okoz. A fertőző anyagot a nyers tej, a tisztítatlan víz, a nyers hús (baromfi, sertés) hordozza. A betegség 7–10 napig tart. A sertések emésztőcsatornájában stressz hatására (pl. koplattatás és szállítás) jelentősen megemelkedik a *Campylobacter* csírák száma (Harvey és mtsai, 2001).

Toxoplasma gondii

Apró egysejtű parazita, amelynek végleges gazdája a macska. A háziállatok és az ember macskaürülékkel, esetleg rágcsálók ürülékével fertőzött takarmány, illetve élelmiszer (sertés, juh, kecske és ló húsa nyersen, vagy félig nyersen) fogyasztásával fertőződhet (a bárányhús 10%-a, a serteshús 25%-a tartalmazhat cisztákat). A betegség ép immunrendszerű emberben enyhe lefolyású. Gyakran csak a nyirokcsomók duzzanata az egyetlen tünet, de okozhat lázat, éjszakai izzadást, torokfájást, izomfájást vagy bőrkiütést. Ha terhes anya fertőződik, a toxoplazma átjut a placentán, és a magzat központi idegrendszere, illetve a látása károsodhat. Elvetélést, vagy koraszülést is okozhat. Különösen veszélyes lehet, ha gyenge immunitású ember fertőződik. A fertőzésen átesett ember már védett az újabb fertőzéssel szemben, de a gyenge immunitású

egyének fehérvérsejtjében még évek múlva is kimutatható. Az emberi fertőzöttség aránya igen nagy. Felmérések szerint Hollandiában a népesség 75%-a találkozott a kórokozóval, anélkül, hogy tudna róla. A hazai lakosság 52,9%-a esett át 60 éves koráig a toxoplazmás fertőzésen. A fertőzések zöme a 15 és 25 év közötti szülőképes nőkre (reprodukciós időszak) esik. Spontán vetélést, halvaszületést vagy veleszületett toxoplasmosist okoz. A kórokozó hatása a terhesség első harmadának végén és a második harmadában a legsúlyosabb. Ebben az időszakban 50% az esélye annak, hogy az anyát érő fertőzés megtámadja a magzatot is. Ezeknek az eseteknek 2–10%-ában alakul ki veleszületett toxoplasmosis.

Trichinella spiralis

Az emlőszállatok, elsősorban a sertés emésztőcsatornájában élősködő parazita. A lárvája betokozódik az izomzatban. Az ilyen állatból származó hús nem megfelelő sütés, vagy főzés esetén okozhat emberi megbetegedést. A klinikai tünetek: láz, izomfájás, agyvelőgyulladás, agyhártyagyulladás, szívizomgyulladás. A betegség ritkán, de halálos is lehet. Fagyasztás (–18 °C) és hőkezelés (sütés, főzés) elpusztítja a lárvát.

Horgasfejű (Taenia solium) és simafejű (Taenia saginata) galandféreg

Köztigazdája a sertés, a juh, illetve a szarvasmarha, az ember által ürített, és a takarmánnyal felvett petékből ezen állatok izomzatában úgynevezett borsóka fejlődik, ami az emberbe az állatok húásával jut vissza.

Echinococcus

Az *Echinococcus* lárvá veszélyes az emberre, csak a kutyák bélsarával terjed. A róka bélsarával az *Echinococcus multilocularis*, népies nevén a róka galandféreg májban pseudo-rákos tüneteket okozhat. Szennyezett erdei növényekkel juthat az emberbe, vagy más állatba. A kutyákban található *Echinococcus* lárvá nem jelent súlyos ételbiztonsági problémát. A kutyákat és a macskákat rendszeresen féregteleníteni kell.

Genetikailag módosított szervezetek (GMO)

Bár az Európai Unióban a genetikailag módosított takarmány-alapanyagok felhasználása jelenleg nem engedélyezett, nyilvánvalónak tűnik, hogy a teljes elzárkózás nem ésszerű megközelítése az úgynevezett „GMO problémának”.

Genetikailag módosítottak tekintjük azokat a szervezeteket, amelyekben a DNS mesterséges, a természetben elő nem forduló beavatkozás következtében módosult. Ezt az eljárást géntechnológiának, vagy biotechnológiának szokták nevezni. Az ételbiztonsági vizsgálatok tanulmányozzák a

- GM-ételbiztonsági közvetlen egészségre gyakorolt hatását (toxicitás),
- van-e allergizáló hatása,
- van-e benne olyan speciális alkotórész, ami táplálkozási, vagy toxicitási szempontból nem kívánatos,
- stabil-e a bevitt gén,
- van-e a genetikai módosításnak valamilyen táplálkozási hatása,

— van-e bármilyen nem szándékosan létrehozott változás, ami káros lehet a fogyasztóra.

Az emberi egészség szempontjából az alábbiak a legfontosabb tényezők.

— Allergizálóképesség: elméletileg az allergizálóképességű növények génkészletéből történő génátvitel tovább viheti az allergizáló tulajdonságot is. Ezért a FAO és a WHO minősítette a GM-élelmiszerek allergizáló hatásának vizsgálatára használt tesztek. A jelenleg forgalomban lévő GM-élelmiszerek az eddigi vizsgálatok és tapasztalatok szerint nem allergének.

— Génátvitel: elméletileg a GM-élelmiszer génei átjuthatnak a fogyasztó szervezetének sejtjeibe (ennek az esélye azonban elhanyagolhatóan kicsi), vagy az emésztőcsatornában élő baktériumokba és ezzel nem kívánt, az emberi egészségre esetleg ártalmas tulajdonságot juttathatnak be egy másik szervezetbe. Ennek a kérdésnek a felvetése azért is ésszerű, mert a GMO-k előállításakor jelző génként, antibiotikum-rezisztenciát hordozó géneket is használnak. A FAO arra ösztönzi a kutatókat, hogy az antibiotikum-rezisztenciát közvetítő géneket ne használják a GMO-szervezetek előállításakor.

— Átkeresztezés: az átkeresztezés reális veszélynek tekinthető. Előfordulhat, hogy a GM növény génei átjuthatnak a hagyományos növényekbe vagy a vadon élő fajtatársaikba. Éppen ezért a GM-növények termelését engedélyező hatóságnak ezt a környezetvédelem szempontjából fontos tényezőt is figyelembe kell venni.

Arra a kérdésre, hogy a GM élelmiszer biztonságos-e, azt válaszolhatjuk, hogy nem lehet általánosan egyértelmű választ adni. Minden egyes GM-szervezetet (élelmiszert) egyedileg kell elbírálni. A nemzetközi kereskedelemben jelenleg forgalmazott GM-szervezetek gondos vizsgálatokon és kockázatbecslésen estek át, amelynek eredménye szerint nem valószínű, hogy fogyasztásuk humán-egészségügyi kockázatot jelent. Folyamatos ellenőrzés és megfigyelés szükséges ahhoz, hogy kiszűrjük az elméletileg lehetséges kockázatokat. A növényi eredetű GM-élelmiszerek biztonsági vonatkozásait megvitatták a FAO/WHO szakemberei és közzétették a javaslatukat (FAO, WHO, 2000)

Mivel a GM szervezetek (pl. növények, baktériumok) továbbadhatják a mesterségesen beléjük ültetett tulajdonságot, a gyakorlati felhasználásuk bevezetése előtt rendkívül óvatosnak kell lenni, nagyon gondosan mérlegelni kell a takarmánybiztonsági és az élelmiszer-biztonsági kockázatok mellett, a környezetvédelmi veszélyeket is. Az első balesetekről már az amerikai sajtó is beszámolt. Golf pályák részére olyan fűvet állítottak elő, amely ellenáll a gyomnövények pusztítására használt vegyszereknek. Ez a tulajdonság átkerült a GM fű 3–4 km-es körzetében élő más fűfélékbe (*New York Times*, 2006). 2006. augusztus 19-i számában a Washington Post arról számolt be, hogy emberi fogyasztásra nem engedélyezett GM rizsszel szennyeződött az amerikai lakossági fogyasztásra szánt rizs (*Washington Post*, 2006).

Az élelmiszer-biztonsági kockázatok ellenőrzési rendszere

Mivel az állati eredetű élelmiszerek biztonsága és a takarmánybiztonság között szoros kapcsolat van, könnyű belátni, hogy a biztonságos élelmiszer-előállítás a takarmány-előállítással kezdődik és az egész termelési folyamatot a talaj, a növény, az állat és az ember összefüggés-rendszerben értelmezi. Ebből

következik, hogy a takarmány-előállítás is az élelmiszer-előállításban bevezetett minőségbiztosítási rendszerben kell végezni. A jó élelmiszer-biztonság gyakorlata feltételezi az alábbi irányelvek bevezetését.

- GAP (Good Agricultural Practice – jó mezőgazdasági gyakorlat),
- GHP (Good Hygienic Practice – jó higiéniai gyakorlat),
- GMP (Good Manufacturing Practice – jó gyártási gyakorlat),
- HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points – a kockázatanalízis kritikus kontrollpontjai).

A HACCP-rendszer olyan (élelmiszerbiztonsági) rendszer, melyben az egészség vezetőinek és dolgozóinak kötelessége azt átgondolni, tudatosítani, hogy veszélyeztetheti-e a fogyasztót az általuk készített termék, ha igen, akkor hogyan, és mit kell tenni a veszély elhárítására. A HACCP rendszer alapvető lépései takarmány előállítás esetén a következők:

- A lehetséges kockázat felismerése;
- A gyártási folyamat megfigyelése, a kritikus ellenőrző pontok megállapítása érdekében;
- Megfelelő ellenőrző eljárás létrehozása;
- Figyelő rendszer/szolgálat bevezetése (monitoring);
- A megállapított kritikus szinttől való eltérés megszüntetésére, létre kell hozni egy eljárási tervet;
- Létre kell hozni a rendszer működését tanúsító eljárási rendszert.

Az élelmiszer-terrorizmus

2001. szeptember 11-i terrortámadást követő anthrax fenyegetések ráirányították a figyelmet a hagyományostól eltérő, biológiai és/vagy kémiai módszerekkel végrehajtott terrorcselekmények lehetőségére. Minden országnak, közösségnek alapvető érdeke, hogy felkészüljön a biológiai/kémiai terrorizmus elhárítására. Az esetleges támadás kockázatának meghatározása, a kockázat karakterének felismerése, a szóba jöhető betegségek és halálesetek, gazdasági és politikai következmények felbecsülése mind élelmiszer-biztonsági, mind nemzetbiztonsági szempontból fontos, azonban meghaladja e dolgozat kereteit.

IRODALOM

- ANTSZ(2004): IV. Európai környezet és egészség miniszteri konferencia, 8. Az élelmiszerbiztonság megteremtésének környezet-egészségügyi szempontjai. Az élelmiszerekben előforduló legfontosabb környezeti szennyező anyagok. <http://www.antsz.hu/oki/4min/html/118.html>
- Berek, L. – Peti, I.B. – Mesterházy, Á. – Téren, J. – Molnár, J.(2001): Effect of mycotoxins on human immune functions *in vitro*. *Toxicology in vitro*, 15. 25–30.
- CEC(2000): White Paper on Food Safety (2000): Commission of the European Communities. Brussels, COM, 719 final.
- CFSAN(2006): Dioxin Analysis Results/Exposure Estimates. CFSAN/Office of Plant & Dairy Foods March 2004; Updated November 2004, June 2005, and June 2006. www.cfsan.fda.gov/~lrd/dioxdata.html
- D'Mello, J.P.F.(2002): Contaminants and toxins in animal feeds. <http://www.fao.org/ag/rippa/publications/ToC3.htm>
- D'Mello, J.P.F. – Macdonald, A.M.C.(1998): Fungal toxins as disease elicitors. In: *Environmental toxicology: current developments*. Ed.: Rose, J., Amsterdam, The Netherlands, Gordon and Breach Sci. Publishers, 253–289.

- D'Mello, J.P.F. – Macdonald, A.M.C. – Cochrane, M.P.(1993): A preliminary study of the potential for mycotoxin production in barley grain. *Aspects of Applied Biology*, 36. 375–382.
- EPCR(2004): European Parliament and Council Regulation 1831/2003, applicable as
- FAO(1997): Animal feeding and food safety (FAO Food and nutrition paper – 69). Report of an FAO Expert Consultation, Rome, <http://www.fao.org/docrep/w8901e00.htm>
- FAO(2000): Food Safety and Quality as Affected by Animal Food (2000): Twenty Second FAO Regional Conference for Europe. Porto, Portugal
- FAO/WHO(2000): Safety aspects of genitively modified foods of plant origin. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived from biotechnology. <http://www.fao.org/es/esn/ffod/gmreport.pdf>. *Med.*, 33. 657–681.
- Harvey, R.B. – Anderson, R.C. – Young, C.R. – Swindle, M.M. – Gempvse, L-K. – Hume, M.E. – Droleskey, R.E. – Farrington, L.A. – Ziprin, R.L. – Nisbet, D.J.(2001): Effects of feed withdrawal and transport on cecal environment and *Campylobacter* concentrations in a swine surgical model. *J. Food Protect.*, 64. 5. 730–733.
- Honstead, J.P. – Dreesen, D.W. – Stubblefield, R.D. – Shotwell, O.L.(1992): Aflatoxins in swine tissues during drought conditions: an epidemiological study. *J. Food Protect.*, 55. 182–186.
- Kovács, F.(1998): A környezet szennyeződése penészgombákkal és mikotoxinokkal. In: Agrártermelés, környezetvédelem, népegészségügy. (szerk): Kovács F., „Magyarország az ezredfordulón” stratégiai kutatások az MTA-n
- Kovács, J. – Szieberth, I.(2005): Élelmiszer-higiéna – élelmiszer-biztonság. 2. Követelmények – felelősség. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 127. 314–315.
- Laczay, P.(2004): Állati eredetű élelmiszereink kémiai-toxikológiai biztonsága. 1. Állatgyógyszer- és peszticidmaradékok élelmiszer-toxikológiai jelentősége. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 126. 167–175.
- Mesterházy, Á.(2002): A mikotoxinok és az élelmiszer-biztonság, a megoldás lehetőségei. A táplálkozástudomány és az élelmiszerbiztonság aktuális kérdései. Az MTA Kémiai Tudományok Osztályának 2002. májusi közgyűléséhez kapcsolódó tudományos ülései. www.kfki.hu/chemonet/osztaly/eloadas/mesterhazya.html
- New York Times (2006): New York Times (August 16, 2006.)
- Novick, R.P.(1981): The development and spread of antibiotic-resistant bacteria as a consequence of feeding antibiotics to livestock. *Ann. NY. Acad. Sci.*, 368. 23–59.
- Patterson, D.S.P. – Glancy, E.M. – Roberts, B.A.(1980): The 'carry over' of aflatoxin M₁ into the milk of cows fed rations containing a low concentration of aflatoxin B₁. *Food Cosmet. Tox.*, 18. 35–37.
- Rafai, P.(1998): A toxinszennyezés előfordulása és jelentősége Magyarországon. 78–111. In: Mikotoxinok a táplálékláncban. (szerk): Kovács, F., „Magyarország az ezredfordulón” Stratégiai kutatások az MTA-n
- Sawinsky, J. – Halász, A. – Borbíró, N. – Mácsai, G.(1989): A sertéshús mikotoxin tartalmának vizsgálata. *Élelmészeti Ipar*, 43. 298–299.
- Sheuer, R.(1989): Investigation into the occurrence of ochratoxin A. *Fleischwirtschaft*, 69. 1400–1404.
- Sova, Z. – Fibir, J. – Reisnerova, H. – Mostechy, J.(1990): Aflatoxin B₁ residue in muscle and organs of pigs reared in the pig fattening testing station. *Sbornik Vysoke Skoly Zemedelske v Praze, Fakulta Agronomica. Rada B, Zivocisna Vyroba*, 52. 3–8.
- Szigeti, G.(1997): Az állategészségügyi jelentőségű gombák. (Az állatorvosi mikológia alapja). Egyetemi jegyzet. Kiadó: Europharma, Budapest, 95.
- Szigeti, G.(2006): A Magyar Zoonózis Társaság Konferenciája, Szombathely, (a kiadvány megjelenés alatt)
- Washington Post (2006): Washington Post Staff Writer; Page A07.
- Zomborszky-Kovács, M. – Kovács, F. – Horn, P.(2000): Toxic substances in the food chain – Risk assessment. *Agriculture*, 6. 12–15.

Érkezett: 2006. szeptember
 Szerző címe: Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar
 Author's address: Szent István University, Faculty of Veterinary Science
 H-1077 Budapest, István u. 2.