

A paprika mikotoxin-tartalma egészségügyi kockázatának becslése a magyarországi aflatoxin és ochratoxin vizsgálatok alapján

Szeitzné Szabó Mária, Vanyur Rozália és Szabó István

Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal

Az élelmiszerbiztonság kérdése még mindig, sőt egyre inkább foglalkoztatja a tudomány, a kormányzatok, az előállítók képviselőit és a fogyasztókat. Noha az aggodalmak elsősorban a környezeti és ipari, technológiai szennyeződésekre, új technológiákra irányulnak, a tények azt mutatják, hogy a természetes eredetű szennyeződéseknek is kiemelkedően fontos szerepe van (WHO 2002). A kémiai veszélytényezők között speciális helyet foglalnak el a természetes eredetű mérgező anyagok, melyek a legerősebb mérgek közé tartoznak. Fontos csoportja a főként penészgombák által termelt mikotoxinok, melyek gazdasági kártételükön és akut mérgező hatásukon kívül jelentős és részleteiben még nem feltárt populációs szintű késői egészségkárosodást okozhatnak.

Az európai régió mikotoxin, ezen belül aflatoxin terheltsége relatíve alacsony. Az Európai Unió a lakosság egészségének védelme érdekében szigorú intézkedéseket vezetett be ennek a viszonylag kedvező helyzetnek a fenntartására. Ezek az intézkedések egyúttal kereskedelmi korlátozást is jelentenek, ezért a Világkereskedelmi Szervezet (World Trade Organization, WTO) megköveteli az intézkedések indokoltságának egészségügyi kockázatbecsléssel történő alátámasztását (Otsuki és mts-i, 2002).

Indokolt és szükséges, hogy a mikotoxinokkal és mikotoxikózisokkal kapcsolatos adatokat nemzeti szinten is ismerjük, figyelemmel kísérjük és naprakészen tartsuk. Ugyancsak indokolt és szükséges, hogy a mikotoxinok szabályozását és a kapcsolatos gazdasági, hatósági és jogi intézkedéseket tudományosan megalapozott nemzeti kockázatbecslés támassza alá, figyelembe véve a genotoxikus, karcinogén anyagokkal kapcsolatos speciális és fontos sajátosságokat, valamint a hazai élelmiszerfogyasztási adatokat és egyéb jellemzőket.

Társadalmi és gazdasági összefüggések

A fogyasztásra kerülő élelmiszerek ártalmatlansága számtalan tényező finom egyensúlyától, egymásra hatásától függ és csak a természeti, társadalmi, politikai, gazdasági, szociális környezet együttes figyelembevételével értékelhető (OECD, 2003). Ez az összefüggésrendszer jól nyomon követhető a természetes eredetű mérgező anyagok, a mikotoxinok esetében is. A penészgombák elterjedésében és mikotoxinok termelődését környezeti, klimatikus hatások befolyásolják, melyben a nem megfelelően alkalmazott mezőgazdasági gyakorlat és az ország általános gazdasági helyzete is jelentős szerepet játszik. A penészgombák kártétele már a betakarítás előtt álló termésen érzékelhető, mely a nem megfelelő tárolás, szállítás során még jelentősebbé válhat (Kovács, 2001).

Az egészséges táplálkozás jegyében előtérbe került vegyszermentes, ún. öko- vagy biotermelés is kedvezhet a penészgombák kártételének és mikotoxin képződésnek. A termékek értékesíthetősége, exportképessége függ a mikotoxintartalomtól, de függ a nemzetközi jogi, világgazdasági, világkereskedelmi és politikai környezettől is (Szeitzné Szabó és Kovács, 2007). A folyamat során gyakran érhetőek tetten a hamisítások, csalások, pl. a kísérő dokumentumok meghamisítása vagy a termékek illegális keverése. A mikotoxinnal szennyezett takarmány, illetve élelmiszer fogyasztása mind az állati, mind az emberi szervezet számára súlyosan ártalmas, gazdasági kárhoz (elhullás, fejlődésbeli visszamaradás, vetélés stb.) és humán megbetegedésekhez vezet (Kovács, 2004).

Az összefüggések és kölcsönhatások a hazai „mikotoxinos paprika-ügy” esetén is igen figyelemreméltóak. A fűszerpaprika Magyarország jelentős kereskedelmi cikke, melynek évszázadok óta elismert különleges minőségét a gondos kezelésnek és a kedvező klimatikus viszonyoknak köszönheti. A hazai klímaviszonyok mellett aflatoxin nem képződik, azonban ochratoxin képződése előfordulhat. Magyarországon 2004-ben – a szárazság miatt csökkent mennyiségű és minőségű paprika pótlására, színanyagának feljavítására – aflatoxin képződésre hajlamosító klímájú területekről származó importot keverték a magyar őrlött paprikába.

2004-ben az elvégzett hatósági vizsgálatok jelentős aflatoxin szint-emelkedést találtak, mely import paprika tételek felhasználására volt visszavezethető. A fűszerpaprika előállítóknál végzett szűrőpróbaszerű termékellenőrzése során már 2004. júliusában észleltek az élelmiszerellenőrző hatóságok szokatlanul magas mikotoxin (aflatoxin és ochratoxin) tartalmú alapanyag- és késztermék paprika-tételeket. Az eredmények kézhezvétele után a hatóságok a szokásos eljárás keretében a

kifogásolt tételeket zárolták. A forgalomban levő őrölt paprika célzott vizsgálata során azonban bebizonyosodott, hogy a szennyezett paprika valamilyen módon mégis forgalomba került, és kifejezetten magas aflatoxin tartalmú tételek jutottak el a fogyasztókhöz (Fazekas et al., 2005). Ezt követően már csak drasztikus, nagy visszhangot kiváltó, költséges kormányintézkedésekkel lehetett gátat szabni a szennyezett termékek további forgalmazásának.

Az események következtében intézményi, személyi változásokra is sor került, és újra előtérbe került a vizsgáló laboratóriumok felszereltségének, akkreditálásának, a hatósági ellenőrzés hatékonyságának kérdése. Az előállítói felelősség (felelőtlenység) büntetőjogi kategóriába váltott át, az ország hírneves termékének exportképessége megkérdőjeleződött. Az Európai Bizottság felé jogszabály módosítási kezdeményezés indult; a Bizottság elrendelte a fűszerek fokozott vizsgálatát (Szeitzné Szabó, 2006). Az eseményeket a média élénk érdeklődéssel kísérte, világgá röpítette, mely sok tanulsággal szolgált a válsághelyzeti kommunikációt illetően is. Az esemény és annak kommunikációja alkalmas volt a lakosság élelmiszerbiztonságba vetett bizalmának megingatására (Bánáti és Lakner, 2005).

Ebben a folyamatban jól tetten érhetők a különböző egymásra ható tényezők. A környezeti, klimatikus viszonyok hatása, az egészség veszélyeztetettsége, a gazdasági érdekek befolyása, az egészségvédelmet célzó jogi szabályozás, a világkereskedelem folyamatai, a hatósági ellenőrzés színvonala, a fogyasztók megtévesztése, a nyomonkövethetőség hiánya, majd az események politikai következményei és a média visszhangja érzékelhetővé tették a fentieket (Szeitzné Szabó, 2006).

A mikotoxinok egészségügyi hatásai

A mikotoxinok mérgező hatása számos formában jelenhet meg emberben és állatokban. Lehetnek karcinogének (pl. aflatoxinok, ochratoxinok, fumonisinek, griseofulvin, sterigmactocystin), immunosuppresszív hatásúak (ochratoxin, trichotecének), mutagének (aflatoxinok, zeralenon), teratogének (aflatoxin, ochratoxin), kardiotoxikusak (ergot alkaloidok, penicillinsav), dermatotoxikusak (pl. trichotecenek), emetikus hatásúak (deoxinivalenol, T2 toxin), hemorrágiás hatásúak (patulin), hepatotoxikusak (aflatoxin, rubratoxin), nefrotoxikusak (citrinin, ochratoxin), neurotoxikusak (ergot alkaloidok, citreoviridin, fumonizinek, trichotecének), ösztrogén hatásúak (zeralenon) (Weidenbörner, 2001). Így szinte minden szerv és életműködés kóros befolyásolásában szerepet játszhatnak. Egy mikotoxin többirányú toxikus hatást képes kifejteni;

többféle mikotoxin egyidejű jelenléte szinergikus hatásban nyilvánulhat meg. Az egyes mikotoxinok által okozott egészségkárosítás jellege, mértéke, súlyossága függ a bevitt mikotoxin mennyiségétől, az adagolás időtartamától, az élőlény fajától, nemétől, egészségi és tápláltsági állapotától.

A 2004. évi és azt követő paprikavizsgálatok során aflatoxinokat (AF) és ochratoxin A-t (OTA) találtak a laboratóriumok.

Aflatoxinok

Az aflatoxinokat (AF) elsősorban az *Aspergillus flavus*, az *Aspergillus parasiticus* és az *Aspergillus nomius* fajok termelik. Az *Aspergillus flavus* aflatoxin termelő törzsei világszerte jelen vannak a talajban és a levegőben, viszonylag széles hőmérsékleti intervallumban képesek szaporodni. Meg tudják fertőzni a lábon álló gabonát, de raktári körülmények között is fejlődnek. Ennél fogva ezek a gombák elvben képesek megfertőzni és aflatoxinokkal szennyezni valamennyi emberi fogyasztásra szolgáló gabonaféleséget és egyéb terményt (Kovács, 2001; Williams et al., 2004).

Az aflatoxinok közül legjelentősebbek az aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂. A növényi terményekben a B₁ fordul elő leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben; így a toxikológiai adatok zöme az AF B₁-re vonatkozik. Az emberi és állati megbetegedések előidézése szempontjából legveszélyesebb és ezért folyamatos ellenőrzést igénylő import élelmiszerek az olajos magvak (földimogyoró, napraforgó, pisztácia, diófélék), a gabonafélék, a kukorica, a szója, a rizs, szárított gyümölcsök és a fűszerek. Az aflatoxinok hőstabilak, főzésnek ellenállóak, de az UV fény hatására bomlanak. Az aflatoxin M₁ koncentráció pasztőrözéskor nem változik.

Az aflatoxinok erős mérgek, melyek szervezetre gyakorolt hatása akut, szubakut és krónikus formában jelentkezik. A tünetek kialakulásában és súlyosságában a bevitt dózis, a terhelés folyamatossága, a faj és az egyed érzékenysége, valamint a szervezet más betegségeinek hajlamosító hatása jelentős szerepet játszik. Európában akut aflatoxikózist okozó dózis elfogyasztásának kockázata elenyésző, bár egyedi esetek előfordulása nem zárható ki teljesen.

Az aflatoxinok genotoxikus karcinogének (IARC, 1993) hosszabb expozíciós idő után kis dózisosk fogyasztása esetén is májkárosító, mutagén, karcinogén, genotoxikus és immunszuppresszív hatásúak. A krónikus szubklinikai hatások közül az aflatoxinok humán rákkeltő hatásának vizsgálatára irányult eddig a legtöbb kutatás és intézkedés. Immunszuppresszív hatásuk is bizonyított, amely miatt a szervezet ellenálló

képessége más megbetegedésekkel szemben csökken. A krónikus aflatoxin terhelés az élőlények táplálkozási állapotára is hatással van. A tápanyag-hasznosítás csökken, és az állatok súlygyarapodása a táplálék aflatoxin tartalmának arányában lassul. A kis dózisú mikotoxinok hatásmechanizmusát még csak részben sikerült igazolni. Jelentőségüket fokozza, hogy az élelmiszerekben egyszerre többféle mikotoxin is előfordulhat kis mennyiségben, melyek szinergikus hatásúak lehetnek.

Ochratoxinok

Az ochratoxinok a *Penicillium* és *Aspergillus* nemzetségekbe tartozó gombafajok által termelt mikotoxinok, melyek közül az ochratoxin A (OTA) a legjelentősebb. Világszerte megfigyelték már jelenlétét élelmiszerekben, főleg gabonában, gabonatermékekben, hüvelyesekben, kávéban, sörben, szőlőlében, mazsolában, borban, kakaóban, mogyorófélékben és fűszerekben. A fenti élelmiszereken kívül kimutatható ehető belsőségekből és vérszérumból. Mérsékelt égövi körülmények között is termelődik, így az ochratoxin szennyezettség hazai viszonylatban is figyelmet érdemel. Az OTA erősen toxikus, kifejezetten vesekárosító anyag. Fő támadási pontja a vese, azonban májkárosító, neurotoxikus, immunotoxikus, de a reprodukív szerveket károsító hatását is igazolták. Állatkísérletben bizonyítottan rákkeltő, immunszuppresszív és teratogén. Kísérletileg igazolt, hogy a magas dózisban bevitt ochratoxin rágcsálókban vesetumort okozhat.

Humánpatogén vonatkozásban epidemiológiai adatok szerint az ochratoxin kapcsolatba hozható a vese bizonyos megbetegedéseivel, elsősorban egy másutt ritka, ám a Balkán félszigeten endémiásnak számító krónikus vesebántalommal (Balkan Endemic Nephropathy). Hasonló tünetegyüttest figyeltek meg más országokban is. Az OTA a szervezetben akkumulálódni képes, ezért elnyújtott expozícióval kell számolni (EFSA, 2006).

A paprikában mind az aflatoxin, mind az ochratoxin előfordul, ezek együttes jelenlétét a hazai vizsgálatok több tétel vonatkozásában is igazolták. A hazai eredetű paprikában ochratoxin képződés előfordul. Közismert tény az aflatoxinok által kiváltott karcinogén hatás felerősödése a más okból bekövetkezett májkárosodás, pl. Hepatitis B vírusfertőzés (HBV) esetén. Elképzelhető, hogy az élelmiszerekben előforduló egyéb toxikus szennyeződések (nehézfémek, növényvédőszer-maradékok, illegális karcinogén festékek) szintén fokozzák a mikotoxinok hatását, és így együttes, multitoxikus hatás alakulhat ki.

A lakosság egészségi állapotának jelentősége

Az aflatoxinok kockázatbecslésére vonatkozó tanulmányok felhívják a figyelmet arra, hogy a mikotoxinok által indukált daganatos megbetegedések kialakulása összefügg a lakosság általános egészségi állapotával, különösen pedig a máj krónikus megbetegedéseivel. Az aflatoxinok rendkívül kis dózisban az immunrendszer károsodását is előidézik, ezáltal egyéb betegségekre is fogékonyá teszik a szervezetet.

Magyarországon a lakosság egészségi állapota rossz. Májbetegségek és daganatos megbetegedések tekintetében vezető helyet foglalunk el Európában; mindkét esetben a betegségek előfordulásának gyakorisága az Unió átlagának többszöröse. Magyarország lakosságának halálozási rátája – még kelet-közép-európai viszonylatban is – közismerten igen kedvezőtlen (Forster és Józán, 1990). Különösen riasztó a kép az emésztőrendszeri betegségek csoportjában, azon belül is a krónikus májbetegségek és májzsugor miatti halálozás viszonylatában (Kardos et al., 2003). Ebben a haláluki csoportban 1995-ben a halálozás relatív kockázata Magyarországon az európai uniós átlag 7,4-szerese (férfiak), illetve 6,2-szerese (nők) volt (WHO, 2003).

A mikotoxinok egészségügyi kockázatának becslése

A kockázatbecsléshez feltétlenül szükséges az átlagos expozíció ismerete, amely függ attól, hogy az adott kontamináns élelmiszereinkben milyen átlagos szinten van jelen, és hogy a kontaminált élelmiszerekből mennyit fogyasztunk. Tekintettel a régióként és országonként eltérő fogyasztási szokásokra, valamint a mikotoxin kontamináció irreguláris eloszlására, mindkét feladat felelősségteljes és nehéz.

Magyarországon már régóta, a mikotoxinok egészségkárosító hatásának felfedezése óta foglalkoznak neves szakemberek a termékek mikotoxin szennyezettségének feltárásával. Az aflatoxin és ochratoxin szennyezettségre vonatkozó adatok publikálásra kerültek. Átfogó összesítés található a hazai forgalomban levő élelmiszerek mikotoxin szennyeződéséről több értékes közleményben (Varga et al., 2000, 2004, 2005a, 2005b). Ezek a kiváló publikációk azonban nagyon kevés adatot tartalmaznak a fűszerek, azon belül a paprika mikotoxin szennyezettségéről. A rendelkezésre álló kisszámú adat egészen 2004-ig nem jelzett értékelhető problémát ezen a területen, ami indokolhatóvá tette, hogy a fűszerek a mikotoxin monitoringban nem élveztek prioritást.

A 2004. évi vizsgálatokról értékes és tanulságos közlemény jelent meg (Kovács et al., 2006), melyben a szerzők különböző magyarországi

értékesítőhelyekről beszerzett paprikaminták vizsgálatáról számoltak be. Megállapítható volt, hogy a házi (bizonyosan magyar) piros paprika nem tartalmazott kimutatható mennyiségben aflatoxint, míg az üzleti beszerzésű mintákban több-kevesebb aflatoxin volt kimutatható. A hivatkozott közlemény irodalmi áttekintése arra is felhívta a figyelmet, hogy helyenként és időnként extrém magas mikotoxin tartalmú paprikatételek fordultak elő.

Élelmiszerfogyasztási adatok

Az élelmiszerfogyasztási adatok nemzetközi szintű gyűjtése és elemzése a WHO GEMS/Food rendszerében történik, melyből sok értékes információ nyerhető. Fűszerek vonatkozásában a fogyasztási adatok eléggé bizonytalanok, az európai régióban az átlagos fűszer-fogyasztást mintegy 0,5 g/napra teszik (WHO, 2003). Őrölt paprikára vonatkozó fogyasztási adatok ebben az adatbázisban nem szerepelnek. A teljes szárítatlan (nyers) paprikafogyasztásra vonatkozó adatból, a száradási arányt figyelembe véve a maximális fogyasztás 0,3 g/nap/fő lenne, ha valamennyi paprikát szárítva, őrölve használnánk. Nyugat-európai fogyasztási szokásokat véve alapul, így az őrölt paprika fogyasztás 0-0,3 g/nap/fő között van. Közismert, hogy hazánk hagyományos étkezési, élelmiszerfogyasztási szokásaiban a paprika kiemelten fontos szerepet játszik, és az európai átlagnál jelentősebb mennyiséget fogyasztunk. Bíró és mtsai (2005) felmérése szerint a hazai őrölt paprika fogyasztása átlagosan 1,3 g/nap/fő.

Laboratóriumi vizsgálati eredmények feldolgozása, összehasonlító elemzése

Az expozíció-bebecslés kivitelezéséhez elvégeztük a hazai forgalomban levő paprika aflatoxin és ochratoxin tartalmának összehasonlító elemzését az akkreditált laboratóriumok rendelkezésünkre álló vizsgálati eredményei alapján. Az összehasonlító elemzéshez a két nagy hatósági laboratórium (OÉTI és OÉVI), valamint egy magánlaboratórium vizsgálati eredményeit használtuk fel. Az adatokat értékeltük, majd elemeztük. A kockázatbecsléshez csak azokat az adatokat használtuk fel, amelyek számszerű határértékkel, vagy LOD/LOQ értékkel voltak jellemezhetőek. Nem vettük figyelembe azokat az adatokat, melyek csak a jogszabályi határértéknek történő megfeleléssel/meg nem feleléssel voltak jellemezhetőek. Az adatokból meghatároztuk az átlagot, a szélső értékeket, a mediánt, a szórást, valamint a kimutathatósági határ feletti és a jogszabály szerint kifogásolt minták arányát. Az értékelést Excel Makro és

Statistics program segítségével végeztük. Az eredményeket laboratóriumok és évek szerint hasonlítottuk össze.

Eredmények

A 2004. évet megelőző időszakban a vizsgáló hatósági laboratóriumok kifogásolható paprikatételt nem találtak. A 2004. évben importálni kívánt paprikatételek viszont nagy arányban (84%) és nagy mértékben voltak mikotoxinnal szennyezettek.

Aflatoxinokra vonatkozó szennyezettségi adatok

A rendelkezésre álló adatokból meg elemezni kívántuk a paprika aflatoxin szennyezettségének alakulását 2000-2006 között, annak érdekében, hogy mutatkozik-e jelentős különbség a 2004. évi szennyezettségben a megelőző, illetve utána következő évekhez képest. Ebben az OÉTI és az OÉVI adataira támaszkodhattunk, mivel a magánlaboratórium adatai csak 2004 és 2005 évekre vonatkozóan álltak rendelkezésre. Az adatokat az 1. és 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: AFB₁ értékek (µg/kg) 2004-2005-ben, három laboratórium mérési eredményei alapján

	Évek	OÉTI	OÉVI	Magán-laboratórium
Minták száma	2004	94	380	108
	2005	39	188	76
Átlag	2004	2,48	2,48	1,71
	2005	1,54	1,63	0,90
Medián µg/kg	2004	0,54	*	0,20
	2005	0,05	*	0,01
Szórás	2004	7,73	5,80	5,78
	2005	5,08	2,50	2,45
AFB ₁ kimutatható %	2004	62,4	34,2	67,3
	2005	40,0	27,7	44,7
Kifogásolt minták aránya %	2004	7,53	13,2	7,41
	2005	5,0	3,19	5,26

*LOD alatti tartományba esett

**2. táblázat: Aflatoxin átlagértékek alakulása 2000-2006 között
a hatósági laboratóriumok mérései alapján**

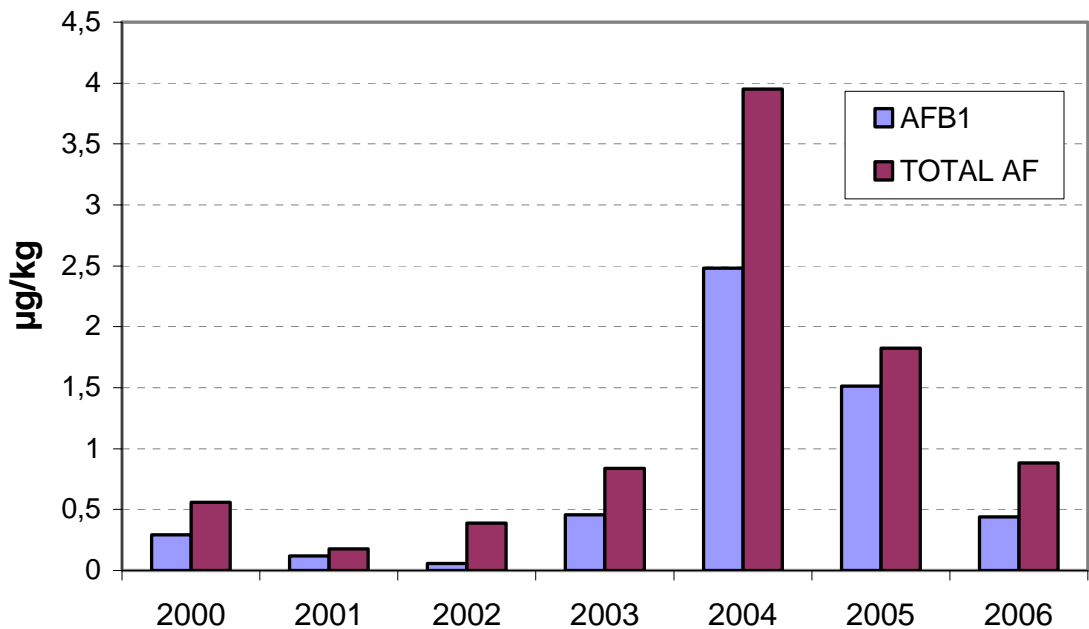
Évek		OÉTI		OÉVI	
		AFB ₁	ΣAF	AFB ₁	ΣAF
2000	Átlag µg/kg (n)	0,28 (13)	0,57 (13)	0,67 (35)	2,2
	Min-max µg/kg	0,25; 1,4	0,2; 2,75	0,2; 0,8	1,2; 9,9
2001	Átlag µg/kg (n)	0,12 (4)	0,2 (4)	1,08 (59)	0,15 (30)
	Min-max µg/kg	0,3; 0,3	0,2	0,1; 2,1	0,4; 1,3
2002	Átlag µg/kg (n)	0,06 (9)	0,40 (9)	0,85 (46)	0,64 (15)
	Min-max µg/kg	0,14; 0,14	0,26; 0,5	0,11; 2	0,11; 1,9
2003	Átlag µg/kg (n)	0,48 (22)	0,84 (22)	0,75 (40)	0,63 (45)
	Min-max µg/kg	0,09; 2,8	0,11; 5,19	0,8; 0,8	1,8; 1,8
2004	Átlag µg/kg (n)	2,5 (94 ^{*7})	3,9 (94 ^{*5})	2,5 (380 ^{*51})	2,4 (51 ^{*1})
	Min-max µg/kg	0,10; 67,1	0,12; 69,2	0,1; 96,3	0,3; 18
2005	Átlag µg/kg (n)	1,54 (39 ^{*2})	1,88 (39 ^{*2})	1,63 (188 ^{*7})	2,3 (49 ^{*4})
	Min-max µg/kg	0,12; 26,0	0,44; 27,13	0,1; 28,3	0,1; 16,9
2006 első félév	Átlag µg/kg (n)	0,45 (10)	0,92 (10)	0,831 (75)	2,6 (25)
	Min-max µg/kg	0,18; 3,18	0,44; 3,5	1; 4	2,0; 3,5

(n): A vizsgált minták száma

*A felső indexben szereplő számok a kifogásolt (5 µg/kg feletti) minták számát mutatják.

Az aflatoxin értékek alakulását az 1. ábra mutatja. Az ábrában csak az OÉTI adatai szerepelnek, mivel ez a laboratórium minden egyes mintából végzett aflatoxin B1 mellett összes aflatoxin meghatározást is. Így információt kaptunk arra vonatkozóan, hogy az AFB1 az összes aflatoxinnak milyen arányát képviseli paprika esetén. Megállapítható, hogy a döntő többségben az összes aflatoxinnak 50-80%-át az AFB1 szennyeződés adta. Tekintettel arra, hogy az összes aflatoxinra vonatkozó határérték éppen kétszerese az AFB1 határértéknek, kimondható, hogy, ha az AFB1 határértéket a minta nem haladja meg, nem várható kifogásolás összes aflatoxin esetén sem. Ezáltal általában elegendő az AFB1 mérése.

Az ábrából látható, hogy az átlagértékek hirtelen megugranak a 2004. évben, majd 2005-ben csökkenő tendenciát mutatva közelednek a kiindulási alapszint felé. A 2004. év kiugróan magas adatait trimeszterenkénti bontásban is megnéztük (3. táblázat).



1. ábra: Aflatoxin átlagértékek paprikában 2000-2006 között az OÉTI vizsgálatai alapján

3. táblázat: 2004. évi aflatoxin eredmények trimeszterenkénti bontásban

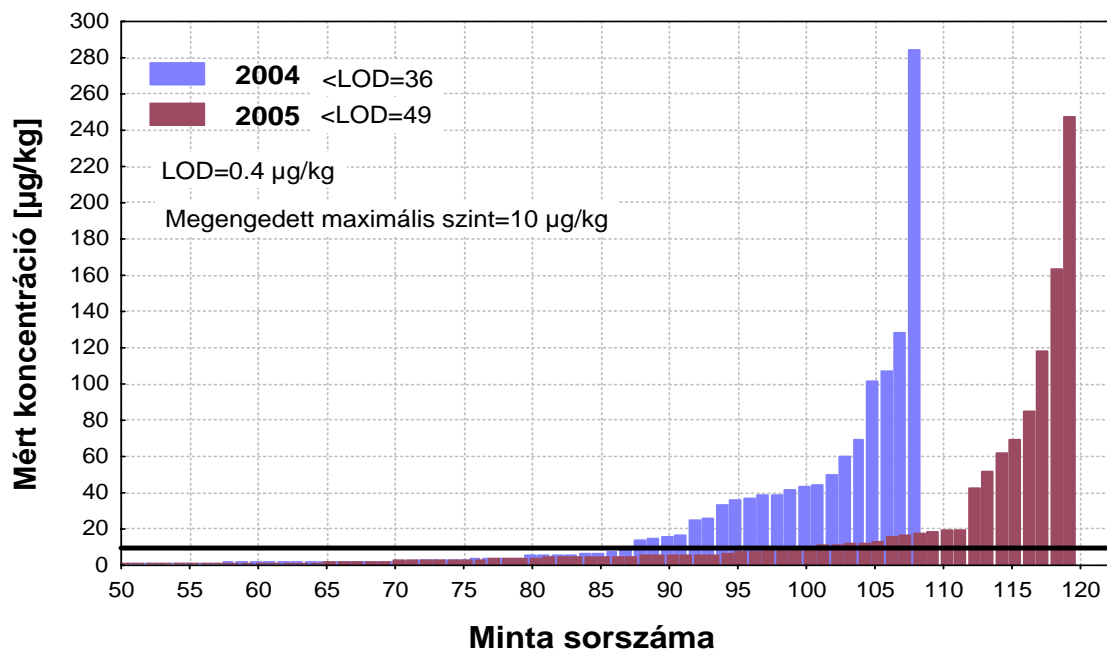
	AFB ₁		ΣAF	
	Átlag µg/kg (n)	Min-max µg/kg	Átlag µg/kg (n)	Min-max µg/kg
I. trimeszter	0,98 (7)	0,12; 3,54	1,17 (7)	0,12; 3,6
II. trimeszter	2,17 (6)	0,15; 7,47	2,79 (6)	1,17; 8,26
III. trimeszter	2,63 (81)	0,10; 67,1	4,27 (81)	0,15; 69,2

Ennek alapján megállapítható, hogy 2004-ben a harmadik trimeszterig egyre fokozódó, ott kulmináló, majd lassan lecsengő aflatoxin szennyezettséget tapasztaltak a vizsgáló laboratóriumok.

Ochratoxin A szennyezettségi adatok

Ochratoxin A-ra vonatkozó vizsgálati adatokat az OÉTI-ől és a magánlaboratóriumtól kaptunk melyek zömükben a 2004. és a 2005. évekre vonatkoztak. A 2004. évi események előtt csak elhanyagolható számú vizsgálat történt. Paprika-minták összesítő vizsgálata 2004-ben 108, 2005-ben 119 minta eredményét tartalmazza. Ochratoxin A esetében is jellemző, hogy egyes tételek rendkívül nagy mértékben szennyezettek, mely kiugró értékek kihatással vannak az átlagértékre, valamint kiemelten veszélyesek az adott tételből rendszeresen fogyasztókra.

A hazai forgalomban levő paprikák mért értékeit sorrendbe állítva fenti jelenség jól érzékelhető (2. ábra). Az ábra a nem mérhető értékeket (2004-ben 36, 2005-ben 49 minta) grafikusan nem tartalmazza, azok csak a minta sorszámával vannak jelezve. Jól látható, hogy a kifogásolt tételek a határértéket sokszorososan meghaladják.



2.ábra: Paprikaminták ochratoxin A szennyezettsége 2004-ben és 2005-ben

A laboratóriumoktól kapott adatbázis egyéb élelmiszerek ochratoxin vizsgálatára is tartalmaz információt. A 4. táblázat ebből néhány fontosabb, illetve nagyobb számban vizsgált termékcsoporthoz vonatkozó adatot összesít.

A táblázatból látható, hogy az irodalmi adatok alapján az OTA szennyezésben általában kiemelten fontosnak tekintett termékek (rizs, cereáliák) szennyezettsége hazánkban igen csekély, míg a fűszerek, különösen a paprika szennyezettsége kiemelkedően magas. A 2004. évben a paprika minták 74%-a tartalmazott kimutatható mértékben OTA szennyeződést, és a minták közel 20%-a (21 minta) volt kifogásolt. A minták átlagos szennyezettsége $12,5 \mu\text{g/kg}$ volt, meghaladva az egyes mintákra vonatkozó határértéket. A 2005. évben a paprikaminták 61%-ából lehetett OTA szennyezettséget kimutatni, ebből 17% határértéket meghaladó mértékben. Az átlagos szennyezetség ebben az évben is meghaladta a határértéket, és a legmagasabb mért érték – hasonlóan az előző évihez – a határérték 25-szöröse volt. Ugyancsak figyelemreméltó, hogy a paprika felhasználásával készült termékek (húskészítmények, lecsó) kontaminációjának szintje szintén jelentős. Fentiekén kívül csak az instant kávé szennyezettsége minősíthető kiugrónak, ez azonban a kis mintaszám

miatt statisztikailag nem értékelhető. Az egyéb vizsgált élelmiszercsoportok (kakaó, müzli, gabonatermékek, szárított gyümölcsök, bor, édesség, pisztácia, földimogyoró stb.) mérési adatai a határértéket nem közelítették meg.

4. táblázat: Egyes élelmiszerek OTA tartalma hazai vizsgálatok alapján (OÉTI és a magánlaboratórium összesített adatai)

Termék	Év	Minta szám	Pozitív minták	Átlag ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Szórás	Min-max érték ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Paprika	2004	108	80 (74%)	12,51	34,57	0,2-248
	2005	119	73 (61%)	10,03	30,99	0,3-247
Egyéb fűszerek	2004	22	17 (82%)	5,53	5,91	0,4-19,9
	2005	54	22 (43%)	4,38	8,06	1,2-25,2
Húskészítmények	2004	22	20 (90%)	3,87	5,38	0,2-21,3
	2005	3	3 (100%)	4,20	4,24	1,7-9,1
Lecsó	2004	5	5 (100%)	3,68	2,05	1,1-6,5
Cereália	2003	87	40 (46%)	0,32	0,60	0,1-4,72
	2005	26	6 (23%)	0,19	0,32	0,15-1,36
Rizs	2003	46	8 (17%)	0,07	0,07	0,1-0,38
	2004	31	17 (47%)	0,12	0,18	0,02-0,95
	2005	9	0	0,08	0,03	--
Pörkölt kávé	2005	36	26 (72%)	0,71	0,91	0,28-5,38
Instant kávé	2003	5	5 (100%)	4,50	4,10	0,62-9,43
	2004	10	9 (90%)	2,10	1,38	1,28-5,22
	2005	10	8 (80%)	12,4	22,57	0,53-55,2

Expozíció becslés

Fogyasztási adatok

Az expozíció becslés az egy főre eső átlagos napi beviteli érték meghatározását jelenti, mely az átlagos szennyezettségi érték és a beviteli érték szorzatából adódik. Az összehasonlítás érdekében az expozíciót testtömegkilogram (ttkg) értékre lebontva is megadják. A rendelkezésre álló adatokból Bíró és mtsai (2005) adatai alapján paprika vonatkozásában a következő expozíció számítható. A napi fűszerpaprika-fogyasztás hazánkban a felnőtt lakosságra vonatkozóan átlagosan 1,3 g személyenként; a 95-ös percentil érték 3,12 a férfiak esetében, 2,33 a

nőknél, átlagosan 2,28 g/fő/nap. Maximális fogyasztási érték 5,07 férfiaknál, míg a nőknél 4,84 g/nap/fő volt. Fenti fogyasztási adatok helyességét igazolja vissza másik oldalról a hazai fűszerpaprika értékesítésre vonatkozó statisztikai adat, mely szerint a hazai fogyasztás évente mintegy 5000 tonnára tehető. Ez átlagosan évi 0,5 kg , napi 1,37 g őrölt paprika fogyasztást jelent.

Aflatoxinokra vonatkozó szennyezettségi adatok és expozíció

Az eseményt megelőző években a paprika szennyezettsége átlagosan 0,76 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt (2000-2003 évek átlaga, $n=218$). 2004-ben az átlagos szennyezettség 2,48 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt ($n=474$), mely a korábbi alapszennyezettséget 3,25%-kal haladta meg. A 2006. év első félévi adatai szerint a paprika átlagos aflatoxin B1 szintje csaknem pontosan az esemény előtti átlagos szintre, 0,79 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($n=85$) értékre esett vissza. A paprikafogyasztásból eredő átlagos napi aflatoxin B1 bevitel magyarországi paprikafogyasztási adatokkal (1,3 g) számolva 2000-2003 között fejenként 0,98 ng/fő volt, míg 2004-ben ez az érték 3,25 ng-ra emelkedett.

Ochratoxinokra vonatkozó szennyezettségi adatok és expozíció

Ochratoxinok vonatkozásában az OÉTI-től és a magánlaboratóriumtól kapott mérési adatok súlyozott átlagával számoltunk átlagos szennyezettségi értékeket. Értékelhető adatokkal a 2004. és a 2005. évekből rendelkezünk. Figyelembe véve a fogyasztási adatokat, ennek alapján a paprikafogyasztásból eredő napi ochratoxin A bevitel 2004-ben 16,3 ng/fő, 2005-ben 13,04 ng/fő. Megjegyzendő, hogy az ochratoxin átlagértékek 2005-ben nem csökkentek jelentősen, továbbá hogy az átlagértékek meghaladták a hivatalos határértéket.

Eredmények értékelése

A paprika aflatoxin szennyezettségében 2004-ben jelentős növekedés következett be, mind az átlagos kontamináció, mind a kiugróan magas értékek tekintetében. Ez a korábbi évekhez viszonyítva közel 4-szeres átlagos emelkedést jelentett. Egyúttal megállapítható, hogy a magyar lakosság paprika fogyasztása az európai régióra megállapított átlagos értéknek, valamint a világ más régióira becsült értékeknek több, mint a 3-4-szerese. Ennek oka, hogy a magyar konyha hagyományos ételeinek készítése és a hazai szokások szerinti húsfeldolgozás (kolbász-, illetve szalámi készítés) jelentős paprika-felhasználással jár.

Az aflatoxinok genotoxikus rákkeltő hatása miatt sem NOAEL érték sem PTDI, sem PTWI (ideiglenesen elviselhető heti bevitel) érték nem állapítható meg. Már egy ng/ttkg/ nap, sőt ennél kevesebb mennyiség is hozzájárul a májdaganatos megbetegedések incidenciájának fokozásához. E különösen potens karcinogén szervezetbe jutását az ALARA elv alapján kell szabályozni, azaz olyan alacsonyan kell tartani, amennyire ésszerűen lehetséges.

Az ochratoxinok esetében is megfigyelhető volt nagymértékben szennyezett tételek forgalomba kerülése. A nemzetközi adatok szerint az ochratoxinok sokféle élelmiszerből kimutathatók, ezek közül jelentős lehet a gabonafélék, kukorica, rizs, kávé, kakaó, bor, sör és egyes fűszerek ochratoxin szennyezettsége. A szakirodalomban nem találtunk olyan hivatkozást, mely a paprika ochratoxin tartalmát a napi bevitel egészét tekintve jelentősnek tekintette volna.

A hazai vizsgálatok szerint a paprika hazánkban 2004-ben számottevő OTA expozíciós forrás volt, mely az egyéb beviteli forrásokból származó átlagos expozícióhoz hozzáadódott. Nagyfogyasztók és a nagymértékben szennyezett paprikatételek fogyasztói jelentős expozíciónak voltak kitéve. Az Európai Unió jelenleg foglalkozik a fűszerek OTA határértékének kidolgozásával, melyhez a tagországok fűszervizsgálati adatokat szolgáltatnak. Ezek a nem publikált adatok azt mutatják, hogy a fűszerek – ezen belül is különösen a paprika – OTA szennyezettsége általánosan észlelt jelenség, mellyel a szabályozásnak és az ellenőrzésnek foglalkoznia kell.

Következtetések

A jelenlegi vizsgálat és az eredmények összegzése alapján megállapítható, hogy Magyarországon a lakosság aflatoxin terhelésében a fűszerek, a fűszeres készítmények és készételek, ezen belül a paprika 2004-ben jelentős szerepet játszott. Ennek oka a hazai lakosság európai átlagot többszörösen meghaladó paprika fogyasztása, valamint a 2004 második felében importált és hazai forgalomba került paprika magas szennyezettsége. Tekintettel a hazai lakosság különösen rossz egészségi állapotára, a májbetegségek és a daganatos megbetegedések európai átlagot messze meghaladó szintjére, indokolt és szükséges a fűszerek ellenőrzését prioritásként kezelni.

A magas ochratoxin A jelenlét eddig nem kapott kellő figyelmet, noha magyar tanulmányok korábban is jelezték, hogy az ochratoxin a lakosság jelentős hányadának szervezetében, sőt az anyatejben is kimutatható.

Ellentétben az aflatoxinnal, ochratoxin esetén nem tapasztalható 2004 után jelentős csökkenés a fűszerek kontaminációjában. A magasabb ochratoxin érték megjelenik egyéb fűszerekben, a húskészítményekben és egyes paprikával készült készételekben is.

Nagy arányban együttesen fordul elő a két vizsgált mikotoxin a paprikában. Nem ismertek eléggé a különböző mikotoxinok kölcsönhatásai, de az eddigi adatok szerint az aflatoxin és ochratoxin szinergikus hatást fejt ki. Tekintettel arra, hogy a paprika beszerzés néha nagy tételben, néhány hónapra vagy egy évre elegendő mennyiségben történik, helyi közösségek többszörös kockázatnak lehetnek kitéve, amennyiben magasan kontaminált tételt fogyasztanak hosszú időn keresztül.

A kockázatbecslést nehezítette, hogy Magyarországon a kémiai szennyeződésekre vonatkozó adatgyűjtés és nyilvántartás intézményenként különböző rendszerben történik, mely az összesítést nehezíti, esetenként lehetetlenné teszi. A vizsgálati eredmények nem vagy csak nehezen hozzáférhetőek és nem futnak össze egy közös adatbázisba. Az adatok sokszor hiányosak. Nem mindig nyerhető információ a mintavétel körülményeire, szabályszerűségére, valamint arra, hogy a minta tételt reprezentál vagy szűrőpróbaszerű vizsgálatból származik-e. A vizsgálati eredmények esetén több esetben hiányzik az LOD, illetve az LOQ közlése, és az eredmény csak arra szorítkozik, hogy a minta a határértéket meghaladja vagy nem. A vizsgálati eredmények egy részében nem adnak meg konkrét mérési eredményt, hanem csak a megfelelt/nem megfelelt minősítést, más részükben csak a meg nem felelt minták esetén közlik a mért értéket. Hiányzik a tervezett, szervezett, szabályszerű mintavételen alapuló, monitoring rendszerű hatósági mikotoxin-vizsgálat, melynek segítségével reális, megbízható képet nyerhetnénk az élelmiszerek átlagos mikotoxin szennyezettségéről. A hazai élelmiszerfogyasztási adatok is hiányosak, illetve teljességgel hiányoznak.

Javaslatok

A hazai lakosság mikotoxin szennyezettségének objektív és hiteles értékelése érdekében be kell vezetni a mikotoxin-szennyeződés monitorozását, melynek reprezentatív és előírászerűen elvégzett hatósági mintavételen kell alapulnia. A monitoring tervnek ki kell terjednie a mikotoxin-bevitelben várhatóan legnagyobb szerepet játszó élelmiszerekre, beleértve a fűszereket is. A tervben az ochratoxinon és aflatoxinon kívül a többi, egészségveszélyeztetés szempontjából jelentős mikotoxint (fumonizin, fuzáriumtoxinok, patulin) is vizsgálat alá kell vonni. A mintákat mikotoxin vizsgálatokra felkészült, arra akkreditált

laboratóriumban kell megvizsgálni. A vizsgálati eredményeket oly módon kell nyilvántartani, hogy országos összesítésben lehívhatóak, elemezhetőek legyenek.

A nemzeti kockázatbecsléshez megbízható hazai élelmiszerbeviteli (fogyasztási) adatok kellene. Ennek felmérését a legsürgősebben meg kell tervezni és el kell indítani.

A kockázatkezelésben a hangsúlyt a megelőzésre kell helyezni. Az élelmiszervállalkozás (beleértve a termelő) elsődleges felelősségét tudatosítani kell. A mikotoxin szennyeződés csökkentésére vonatkozó Jó Mezőgazdasági Gyakorlat, Jó Gyártási Gyakorlat útmutatókat meg kell ismertetni, betartásukat meg kell követelni. Üzemi szinten a mikotoxin szennyezést a HACCP rendszer veszélylistájára fel kell venni mindazon élelmiszerek és nyersanyagok esetén, melyeknél a szennyezés elméleti lehetősége fennáll.

Az átlagos mikotoxin-bevitel csökkentésének hatékony módja az extrém mértékben szennyezett tételek kiszűrése. Kutatni kell azokat a gyorsteszteket, egyszerű laboratóriumi módszereket, melyekkel a nagymértékben kontaminált tételek üzemi szinten kiszűrhetőek.

Világosan elkülöníthető adatok szükségesek a termékek eredetét illetően. Ezt alapul véve vizsgálni kell, hogy a magas ochratoxin szennyezettség import vagy hazai eredetű-e és milyen tendenciát mutat. Hiteles vizsgálatokkal kell bizonyítani a magyar paprika mikotoxin mentességét és kiváló minőségét. A belső minőségbiztosítás és a szigorú hatósági ellenőrzés eszközeivel kell biztosítani a termék eredetének megbízhatóságát. Fentieket alapul véve és azokat marketing eszközként felhasználva lehet visszaállítani a magyar paprika elismertségét, jó hírét és piacát.

A kockázatkommunikációban a lakosság figyelmét fel kell hívni a penészes élelmiszerek veszélyeire és azon élelmiszerek fogyasztásának mérséklésére, melyek a vizsgálati eredmények szerint gyakrabban, nagymértékben kontamináltak.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak az OÉTI és az OÉVI vezetésének, valamint Dr. Sohár Pálnénak, Varga Ildikónak, Kovacsicsné Ács Lorenának és Dr. Szigeti Tamásnak együttműködésükért és a vizsgálati adatok rendelkezésre bocsátásáért. Külön köszönet illeti Dr. Ambrus Árpádot értékes javaslataiért és közreműködéséért.

Irodalom

- Bánáti, D. and Lakner, Z.: Analysis of an aflatoxin-caused food safety crisis in Hungary: actors and strategies. In: Ed: Barug, D. (ed) The Mikotoxin Factbook, 2005. pp. 121-138
- Biró, L.: Élelmiszer-fogyasztás és kockázatelemzés. Hazai fűszerpaprika-fogyasztási adatok. Új Diéta, 3 (2005) 7-8
- EFSA: Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to ochratoxin A in food. The EFSA Journal, **365** (2006) 1-56
- Fazekas, B., Tar, A., Kovacs, M.: Aflatoxin and Ochratoxin-A content of spices in Hungary. Food Additives and Contaminants, **22** (2005) 856-863
- Forster DP, Józán P: Health in Eastern Europe. Lancet, **335** (1990) 458-460
- IARC: Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 1993 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 56, 1993. pp. 245-395
- Kardos László, Széles György, V. Hajdú Piroska, Bordás István és Ádány Róza: Az emésztőrendszeri betegségek morbiditása és az általuk okozott halálozás alakulása hazánkban. In: Ádány Róza (szerk.): A magyar lakosság egészségi állapota az ezredfordulón. Medicina Rt. Budapest, 2003. pp. 141-159
- Kovács, F. : Penészgombák - mikotoxinok. In Penészgombák, mikotoxinok a táplálékláncban. Szerk: Kovács F. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest, 2001. pp. 13-20
- Kovács, M.: Mikotoxinok táplálkozás-egészségügyi vonatkozásai. Orvosi Hetilap, **145** (2004) 34, 1739 – 1746
- OECD: Emerging systemic risks in the 21th century: an agenda for action. Paris, 2003.
- Otsuki, T. - Wilson, J. S. - Sewadeh, M.: Saving Two in a Billion: Quantifying the Trade Effect of European Food Safety Standards on African exports. Food Policy, Elsevier, **26** (2001) 5, 495-514
- Szeitzné Szabó M. – Kovács M.: Mikotoxinok jogi szabályozása: egészségvédelem kontra gazdaság? Magyar Állatorvosok Lapja, **129** (2006) 48-57
- Szeitzné Szabó M.: Kockázatelemzésen alapuló élelmiszerbiztonság: változó világ, változó veszélyek. Egészségtudomány, 1, 9-26
- Varga, I., Matyasovszky, K., Sohár, J.: Élelmiszerek mikotoxin szennyezettségének jelentősége. Adatok a hazai szintekről. (Mycotoxin contamination of food items based on investigation in Hungary) Egészségtudomány, **44** (2000) 224-241
- Varga, J., Kiss, R., Mátrai, T., Téren, J.: Detection of ochratoxin A in Hungarian vines and beers. Acta Alimentaria, **34** (2005) 9, 381-392
- Varga, J., Tóth B., Mesterházy, Á., Téren, J., Fazekas B.: Mycotoxigenic Fungi and Mycotoxins in Foods and Feeds in Hungary. In: Logrecio, A., and

Visconti, A. (Eds) An Overview on Toxigenic Fungi and Mycotoxins in Europe. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2004. pp. 123-140

Varga, J., Tóth B., Téren, J.: Mycotoxin producing fungi and mycotoxins in foods in Hungary in the period 1994-2002. Review. Acta Alimentaria **34** (2005) 3, 267-275

Weidenbörner, M.: Encyclopedia of Food Mycotoxins. Springer-Verlag, Berlin, 2001. p. 173

WHO (2002): Global Food Safety Strategy: Safer food for better health (www.who.int/fsf/FOS) Geneva, WHO, last access: 2006. nov. 10

WHO: GEMS/Food Regional Diets. ISBN 92 4 1591080, Geneva, 2003.

A paprika mikotoxin-tartalma egészségügyi kockázatának becslése a magyarországi aflatoxin és ochratoxin vizsgálatok alapján

Összefoglalás

A mikotoxinok természetes eredetű méreganyagok, melyek rendkívül kis mennyiségben is képesek populációs szintű egészségkárosodást okozni. Ennek megelőzése érdekében az Európai Unióban és hazánkban is szigorú szabályozást és ellenőrzési rendszert vezettek be. Az ellenőrzési rendszer jelzései szerint 2004-ben magas szennyezettségű paprika tételek kerültek forgalomba, melyek eltávolítására drasztikus és nagy visszhangot kiváltó kormányzati intézkedéseket vezettek be. A vizsgálati eredmények elemzéséből megállapítható, hogy 2004-ben kiemelkedően magas, a korábbi évek átlagos alapszennyezettségét közel négyszeresen meghaladó aflatoxin tartalmú tételeket találtak a hatóságok. A határozott intézkedéseket követően 2005-ben az átlagos szennyezettség már jelentősen csökkent és 2006 első félévére visszatért a korábbi, 2000-2003 években tapasztalt szennyezettségi értékre. Az átlagos szennyezettség aflatoxin B1 esetében 2000-2003 átlagában $0,76 \mu\text{g}/\text{kg}$ volt, mely 2004-re $2,48 \mu\text{g}/\text{kg}$ -ra emelkedett. A paprika ochratoxin A (OTA) kontaminációja is jelentős. A vizsgált tételek szennyezettségének átlaga a $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ nemzeti határérték felett volt mind 2004-ben, mind 2005-ben. OTA esetén a csökkenő tendencia nem érvényesül. Mindkét vizsgált mikotoxin

eloszlására jellemző, hogy kiugróan magas szennyezettségű tételek fordulnak elő (AFB 96,28 $\mu\text{g}/\text{kg}$, OTA 248 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Ochratoxin A esetén az átlagos szennyezettség 2004-ben 12,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 2005-ben 10,02 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt. A hazai paprika fogyasztás az európai átlagnak több, mint négyszerese (1,3 g/nap, vs <0,3 g/nap). A pontos kockázatbecslést – különösen az egyéb élelmiszer csoportokkal való összehasonlítást – hátráltatta a mintavételezésből és nyilvántartásból eredő pontatlanság, a tervezett monitoring végrehajtásának, valamint a részletes hazai élelmiszer-beviteli adatok hiánya. A közlemény javaslatokat fogalmaz meg a további teendőket és kutatási feladatokat illetően.

Risk analysis of mycotoxin in paprika based on Hungarian aflatoxin and ochratoxin data

Abstract

Mycotoxins are fungal metabolites of natural origin that can cause deterioration of public health of the population even in extremely small quantities. The European Union has introduced strict legislation and control measures to prevent the health effect. The market surveillance system discovered in 2004 some lots of paprika which were contaminated by aflatoxin and ochratoxin on extremely high level. The government implied drastic measures including withdrawal all ground paprika from the market until the satisfactory result of analysis was available.

The article summarizes and evaluates the analytical results of aflatoxin and ochratoxin level in paprika. In 2004 the mean aflatoxin contamination exceeded fourfold the basic contamination level (2,48 $\mu\text{g}/\text{kg}$ versus 0,76 $\mu\text{g}/\text{kg}$), but due to the firm measures it decreased in 2005 and returned to the basic level in 2006. Extreme high ochratoxin contamination was found in the paprika in 2004 (12,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) and similarly high in 2005 (10,02 $\mu\text{g}/\text{kg}$) as well. This means that the OTA concentration exceeded even the Hungarian regulatory limit for spices (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$). The Hungarian ground paprika consumption is significantly higher than the European average. The mycotoxins contamination of paprika substantially contributes to the aflatoxin and ochratoxin intake of the Hungarian population.