

ÉLELMISZERVIZSGÁLATI KÖZLEMÉNYEK

Élelmiszerminőség - Élelmiszerbiztonság

KÜLÖNSZÁM

Journal of Food Investigations
Food Quality – Food Safety

Mitteilungen über Lebensmitteluntersuchungen
Lebensmittelqualität – Lebensmittelsicherheit

A 2006. november 20-án megrendezett
„Mikotoxin Fórum”
kiadványa

**A mintavételezés és a mérés bizonytalansága a
mikotoxinok meghatározásánál**

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

**Mikotoxinok a gabonatermesztésben:
az élelmiszerbiztonsági kihívás**

Mikotoxinok import élelmiszerekben

Mikotoxinok az élelmiszerláncban

**Mikotoxinok az Európai Unió Gyors Veszélyjelző
Rendszerében**

Mikotoxin vizsgálati eredmények a hazai élelmiszerekben

**Mikotoxinok: Kockázat-kommunikáció és a
fogyasztók kockázat-érzékelése**

Mikotoxinok előfordulása takarmányokban

Szerkeszti a szerkesztőbizottság:
Farkas József, a szerkesztőbizottság elnöke
Molnár Pál, főszerkesztő
Boross Ferenc, műszaki szerkesztő

Ambrus Árpád	Rácz Endre
Biacs Péter	Salgó András
Biró György	Sohár Pálné
Gyaraky Zoltán	Szabó S. András
Lásztity Radomir	Szeitzné Szabó Mária

*Az Európai Minőségügyi Szervezet Magyar Nemzeti Bizottság
és a Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal szakfolyóirata*

*A szaklap kiadását az alábbi kiváló minőségirányítási és
élelmiszerbiztonsági rendszert működtető vállalatok támogatják:*

CERBONA Zrt.	Pannon Baromfi Kft.
Coca Cola Magyarország Szolgáltató Kft.	Sara Lee Hungary Zrt.
GALLICOOP Pulykafeldolgozó Zrt.	SIO ECKES Kft.
Magyar Cukor Zrt.	Székesfehérvári Hűtőipari Nyrt.
Mátra Cukor Zrt.	UNIVER Produkt Zrt.

Szerkesztőség: 1026 Budapest, Nagyajtai utca 2/b.

Kiadja a Q & M Kft., 1021 Budapest, Völgy utca 4/b.

Készült a Possum Lap- és Könyvkiadó gondozásában, Felelős vezető: Várnagy László

Megjelenik 800 példányban. Előfizetési díj egy évre: 1200 Ft és postázási
költségek + ÁFA. Az előfizetési díj 256 oldal árát tartalmazza.

Index: 26212

Minden jog fenntartva!

A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül tilos a kiadvány bármilyen eljárással
történő sokszorosítása, másolása, illetve az így előállított másolatok terjesztése.

EMKZÁH 31/1-64
HU ISSN 0422-9576

Élelmiszervizsgálati Közlemények

Élelmiszerminőség - Élelmiszerbiztonság

TARTALOM

Szeitzné Szabó Mária: Előszó	3
Ambrus Árpád: A mintavételezés és a mérés bizonytalansága a mikotoxinok meghatározásánál	5
Szeitzné Szabó Mária, Vanyur Rozália és Szabó István: A paprika mikotoxin-tartalma egészségügyi kockázatának becslése a magyarországi aflatoxin és ochratoxin vizsgálatok alapján	19
Mesterházy Ákos: Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás	38
Varga Ildikó: Mikotoxinok import élelmiszerekben – Import kontroll	49
Sohár Pálné: Mikotoxinok az élelmiszerláncban	60
Szabó Erika és Szeitzné Szabó Mária: Mikotoxinok az Európai Unió Gyors Veszélyjelző Rendszerében	68
Ácsné Kovacsics Loréna és Búza László: Mikotoxin vizsgálati eredmények a hazai élelmiszerekben	83
Bánáti Diána: Mikotoxinok: Kockázat-kommunikáció és a fogyasztók kockázat-érzékelése	87
Marthné Schill Judit, Debreczeni Lajos, Dömsödi József és Kereszturi József: Mikotoxinok előfordulása takarmányokban	93
Hírek a külföldi élelmiszer-minőségszabályozás eseményeiről	99

CONTENTS

Szabó, M.: Foreword	3
Ambrus, Á.: Determination of Mycotoxins: Uncertainty of Sampling and Analysis	5
Szabó, M., Vanyur, R. and Szabó, I.: Risk Analysis of Mycotoxin in Paprika based on Hungarian Aflatoxin and Ochratoxin Data	19
Mesterházy, Á.: Mycotoxins in Cereal Productions: The Challenge of Food Security.....	38
Varga, I.: Mycotoxins in Imported Foodstuffs – Import Control	49
Sohár, P.: Mycotoxins in Food Chain	60
Szabó, E. and Szabó, M.: Presence of Mycotoxins in the European Union’s Rapid Alert System for Food and Feed	68
Kovacsics L. and Búza, L.: Results of Mycotoxin Analysis in Hungarian Food Products	83
Bánáti, D.: Mycotoxins: Risk Communication and Risk Perception of Consumers	87
Marthné Schill, J., Debreczeni, L., Dömsödi, J. and Kereszturi J.: Presence of Mycotoxins in Feeding Stuffs	93

INHALT

Szabó, M.: Vorwort	3
Ambrus, Á.: Unsicherheit der Probenahme und der Analyse bei der Bestimmung von Mikotoxinen	5
Szabó, M., Vanyur, R. and Szabó, I.: Schätzung des Gesund- heitsrisiko des Mikotoxingehalts von Paprika auf der ungarischen Aflatoxin- und Ochratoxinuntersuchungen	19
Mesterházy, Á.: Mikotoxine in Getreideproduktion: Herausforderung für die Lebensmittelsicherheit.....	38
Varga, I.: Mikotoxine in Importlebensmittel – Importkontrolle	49
Sohár, P.: Mikotoxine in Food Chain	60
Szabó, E. and Szabó, M.: Mikotoxine im Schnellwarnungssystem der Europäischen Union	68
Kovacsics L. and Búza, L.: Untersuchungsergebnisse über Mikotoxine in ungarischen Lebensmitteln	83
Bánáti, D.: Risikokommunikation and Risikobewertung der Verbraucher	87
Marthné Schill, J., Debreczeni, L., Dömsödi, J. and Kereszturi J.: Vorkommen von Mikotoxinen in Futtermitteln	93

Előszó

Az élelmiszerbiztonság kérdése az utóbbi évtizedekben - a technikai és tudományos fejlődés ellenére - mind a fejlődő, mind a fejlett országokban egyre inkább előtérbe került. Az élelmiszerbiztonság megerősítése a nemzetközi és nemzeti intézkedések fontos célkitűzésévé, prioritásává vált. Noha az aggodalmak elsősorban a környezeti és ipari, technológiai szennyeződésekre, új technológiákra irányulnak, a tények azt mutatják, hogy az élelmiszer eredetű megbetegedésekben a természetes eredetű szennyeződéseknek (mikroorganizmusok és más élő szervezetek – algák, gombák - által termelt mérgeknek) még mindig kiemelkedően fontos szerepe van.

A kémiai veszélytényezők között speciális helyet foglalnak el a természetes eredetű mérgező anyagok. A hazai lakosság figyelmét a 2004. évi, aflatoxinnal szennyezett paprika ügye irányította – átmenetileg - a mikotoxinokra, de egyébként általánosságban elmondható, hogy a fogyasztók viszonylag kevés figyelmet fordítanak a természetes eredetű mérgekre, kevésbé tartják ezeket aggályosnak, mint az adalékanyagokat és új technológiákat (pl. GMO).

A természetes eredetű toxinok ugyanakkor a legerősebb mérgek közé tartoznak. Kiemelten fontos csoportjai a mikroszkopikus gombák által termelt mikotoxinok, az egyes tengeri algák által termelt és a tengeri élőlények elfogyasztásával mérgezést okozó fikotoxinok, valamint a mérgező növényekben, makroszkopikus gombákban fellelhető fitotoxinok. Ezek a természetes eredetű toxinok már évezredek óta veszélyeztethetik az egészséget, noha a tudomány sok toxint csak a közelmúltban fedezett fel.

A mikotoxinoknak azért is van kiemelt jelentőségük a természetes eredetű élelmiszer-szennyezők csoportján belül, mivel gazdasági kártételükön és akut mérgező hatásuk mellett jelentős – és részleteiben még nem feltárt – populációs szintű késői egészségkárosodást okozhatnak. Egyes egészségügyi hatásaikra, azok jelentőségére csak napjainkban derül fény. A legújabb kutatások és vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a mikotoxinok még mindig, sőt egyre nagyobb figyelmet érdemelnek. Rendkívül súlyos akut és krónikus humán egészségkárosító hatásuk mellett gazdasági kihatásuk is jelentős. A termés mennyiségét és minőségét is rontják. A mikotoxinnal szennyezett takarmány az állatállomány fejlődését, szaporodását, egészségét negatívan befolyásolja. A megtermelt

mezőgazdasági javak exportképességét a mikotoxin-szennyezettség csökkenti, mely a nemzetgazdaság egészére hatással van.

A WHO a legveszélyesebb szennyezőanyagokat tartalmazó prioritási listán a következő mikotoxinokat tünteti fel: aflatoxinok, ochratoxin A, patulin, fumonizinek. Az aflatoxinok és az ochratoxinok akut és krónikus toxicitásuk, potenciális karcinogén tulajdonságuk, továbbá a különböző élelmiszercsoportokban való előfordulásuk gyakorisága miatt tartoznak a legveszélyesebb mikotoxinok közé. Populációs szintű egészségkockázatuk eltérő földrészenként, régióként és országoként a tápláléklánc egészének és ezen belül az egyes élelmiszercsoportoknak aflatoxin és ochratoxin terheltsége, az élelmiszerfogyasztási arányok, valamint a lakosság egészségi állapota (egyéb alapbetegségek, tápláltság, ellenállóképesség stb.) függvényében. Ezért a lakosság egészségkockázatának felmérésére nemzeti szintű kockázatbecslés indokolt.

Az európai régió mikotoxin, ezen belül aflatoxin terheltsége relatíve alacsony. Az Európai Unió a lakosság egészségének védelme érdekében szigorú intézkedéseket vezetett be ezen helyzet fenntartása érdekében. Ezek az intézkedések egyúttal kereskedelmi korlátozást is jelentenek, ezért a Világkereskedelmi Szervezet (World Trade Organization, WTO) megköveteli az intézkedések indokoltságának egészségügyi kockázatbecsléssel való alátámasztását.

A fentiekből következően szükséges, hogy a mikotoxinokkal és mikotoxikózisokkal kapcsolatos adatokat nemzeti szinten is ismerjük, figyelemmel kövessük és naprakészen tartsuk. Ugyancsak indokolt és szükséges, hogy a mikotoxinok szabályozását és a kapcsolódó gazdasági, hatósági és jogi intézkedéseket tudományosan megalapozott nemzeti kockázatbecslés támassza alá, figyelembe véve a genotoxikus karcinogén anyagokkal kapcsolatos kiemelt fontosságú speciális sajátosságokat, a hazai élelmiszerfogyasztási adatokat, valamint más jellemzőket.

Jelen különszám a Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal által 2006. november 20-án megrendezett „Mikotoxin Fórum” eredményeképp jött létre. Az ott elhangzott, az élelmiszerlánc egészének mikotoxin terhelését átfogó, színvonalas előadások elhangzása után merült fel az igény a konferencia résztvevői részéről, hogy az előadások anyaga kiadványként széles körben elérhető legyen. Így az olvasók a legújabb tudományos és vizsgálati eredményeket tartalmazó, hiánypótló kiadványt vehetnek kézbe.

Szeitzné Szabó Mária

A mintavételezés és a mérés bizonytalansága a mikotoxinok meghatározásánál

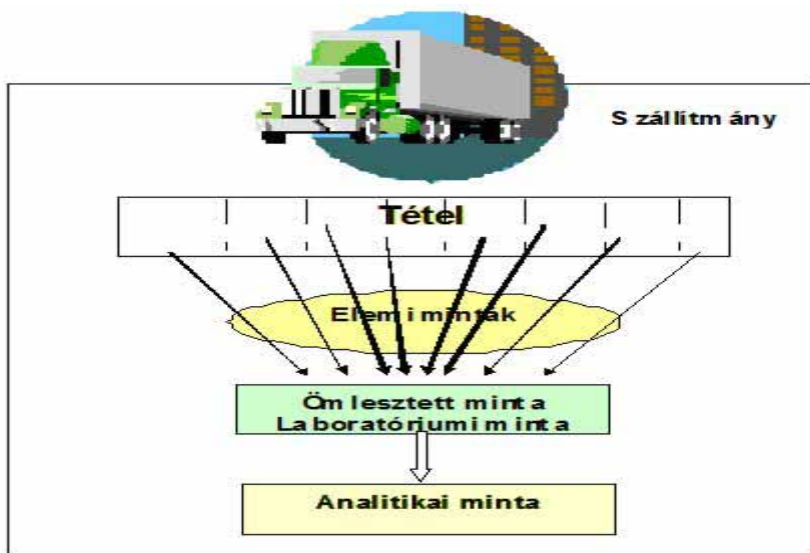
Ambrus Árpád

Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal

A mikotoxinok előfordulását, toxikológiai tulajdonságait és ellenőrzésük fontosságát a fórum több előadója részletesen ismertette (Szeitzné és mtsi, 2007; Sohár Pálné, 2007; Marthné Schill Judit és mtsi, 2007). Az analitikai eredmények megbízhatóságát és véletlen hibáját a mintavétel, a minta-előkészítés és az analitikai módszer végrehajtása egyaránt befolyásolja. Az Európai Unió ellenőrzési irányelvei részletesen meghatározzák a tétel tömegétől függően a mintavétel módszerét és előírják azt is, hogy a tétel megfelelőségét az analízis bizonytalanságának figyelembevételével kell eldönteni (Varga Ildikó, 2007). A vitás kérdések eldöntésénél az adott tételből függetlenül vett minták analízisével kapott eredmények megegyezőségét, illetve különbözőségét a teljes elemzési folyamat, mely magában foglalja a mintavételt és a minta-előkészítést, bizonytalanságának a számításba vételével lehet megítélni.

A szennyezésnek leginkább kitett termények a gabonafélék, gyümölcsök, diófélék, kávé, gyapot, földimogyoró és szója. A szennyezés általában nem egyenletes, hanem erősen fertőzött gócok formájában lehet jelen. Kísérleti eredmények mutatják, hogy az aflatoxin szennyezés csupán a kukorica 0,1-0,5%-ában is előfordulhat, de szemenként igen magas 1000 µg/g koncentrációban. Másik példa, hogy az ochratoxin 5 µg/kg átlagos koncentrációja a valóságban 1000-ból csupán 6 szem kávéból is eredhet. Az ilyen jellegű szennyezések leírására a negatív binominális eloszlás a legalkalmasabb (Johansson és mtsi., 2000). Ha a szennyezés egyenletesebb, gamma vagy log-normál eloszlás is megfelelő eredményt ad.

Az ilyen tételek ellenőrzése nem egyszerű feladat. A mintavételnél 25-100 tonna terményből minimum 100 elemi mintával legalább 30 kg egyesített mintát kell venni, melyből alapos keverés után 10 kg-os laboratóriumi mintát és darálás, majd további homogenizálás után 25-50 grammnyi extrakcióra kerülő mintarészt (teszt-porció) kell elkülöníteni, úgy hogy az a mintázott tételt reprezentálja (1. ábra). Az előírás szerű mintavétel nyilvánvalóan csak a szállítmány ki-, be- vagy átrakásakor lehet végrehajtani, ami igen időigényes feladat akkor is, ha az áru mozgatására nem a mintavétel céljából kerül sor.



1. ábra: A mintavétel és minta-előkészítés folyamata

A közlemény célja a mintavétel és minta-előkészítés véletlen hibájának meghatározására végrehajtott vizsgálatok metodikájának bemutatása és a kukorica fumonizin szennyezésének vizsgálata kapcsán kapott eredmények ismertetése.

A fumonizin meghatározása kukoricában

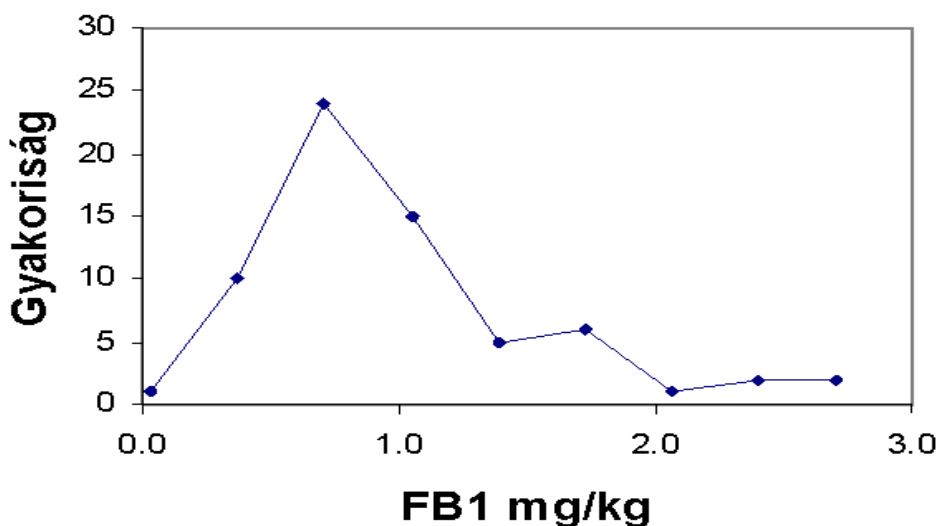
A vizsgálatokra a FAO/IAEA Továbbképző és Referencia Központjában (IAEA Laboratories, Seibersdorf, Austria) egy technikai kooperációs projekt keretében a szerző vezetésével került sor. Résztvevői: Mara Bettaglio és Valentina Branbilla Milanói Egyetem MSc hallgatói, Britt Maestroni, Brunó Doko és Nasir Rathor a laboratórium munkatársai.

Egy nagy afrikai ország 5 földrajzi körzetében 20-20 betárolt kukorica tétel mindegyikéből egy 2 kg-os összetett mintát és 20 x 100 g elemi mintát vettünk. A munka első fázisában összesen 1224 elemi minta analízisére került sor metanol víz (3:1) extrakcióval, Varian Bond elute SAX LR mini oszlopon történt tisztítással és OPA származékképzés után HPLC fluorimetriás detektálással.

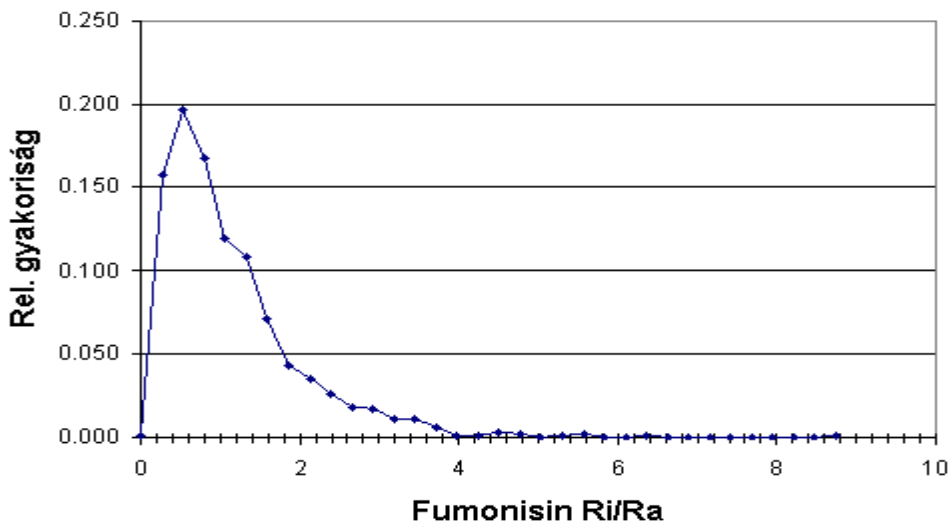
6 tételből vett elemi minták több mint 50%-nak FB1 tartalma a kimutatási határ (0,02 mg/kg) alatt volt (95 minta). Ezeket az eredményeket nem vettük figyelembe a mintavételi hiba megállapításánál. Az értékelhető 63 tétel átlagos fumonizin szennyezettsége 0,825 mg/kg volt. Az elemi mintákban az FB1 koncentráció 0,02 mg/kg és 2,74 mg/kg között változott.

Az FB1 átlagos koncentrációjának eloszlását a vizsgált tételekben a 2. ábra mutatja. A 3. ábrán az elemi minták FB1 koncentrációjának és a

mintázott tétel átlagos koncentrációja hányadosának eloszlása látható. Az átlagos FB1 koncentrációval történő osztással „normalizált” elemi minta FB1 koncentrációk lehetővé teszik a különböző átlagos szennyezettségű tételek elemi mintáiban az FB1 eloszlás összevetését és a várható eloszlás jellegének meghatározását. Az ábra mutatja, hogy az FB1 eloszlás gyakorlatilag folyamatos, de asszimmetrikus és a magas FB1 koncentrációk tartományában erősen elnyújtott (maximum: 8,75 ; 99%: 3,78 ; 97,5%: 3,18 ; 95%: 2,71 mg/kg). Az eredmények azt jelzik, hogy a fumonizin szennyezés a vizsgált tételek jelentős hányadában jelen volt. Ez lényeges különbség az aflatoxin tapasztalt eloszlásával szemben, mely valószínűleg nem folyamatosan, hanem góccokban van jelen.



2. ábra: Az átlagos FB1 koncentrációk eloszlása a vizsgált 63 kukorica tételben



3. ábra: Az elemi minták FB1 koncentrációja (Ri) és a mintázott tétel átlagos koncentrációja (Ra) hányadosának eloszlása 1119 elemi mintában

Az egyes lépések véletlen hibájának meghatározása

A mérési eredmény véletlen hibáját (SR) a hibaterjedés törvénye alapján a mintavétel (SS) a minta-előkészítés (SSp) és az analízis (SA) illetve a megfelelő variációs koefficiensekből (CV) számoljuk:

$$S_R = \sqrt{S_S^2 + S_L^2} \quad (1)$$

$$CV_R = \sqrt{CV_S^2 + CV_L^2} \quad (2)$$

$$CV_L = \sqrt{CV_{Sp}^2 + CV_A^2} \quad (3)$$

ahol a CV_L a laboratóriumi fázis relatív bizonytalansága, feltéve, hogy a minta darálását és méretének csökkentését a laboratóriumban végzik.

A mintavétel véletlen hibája

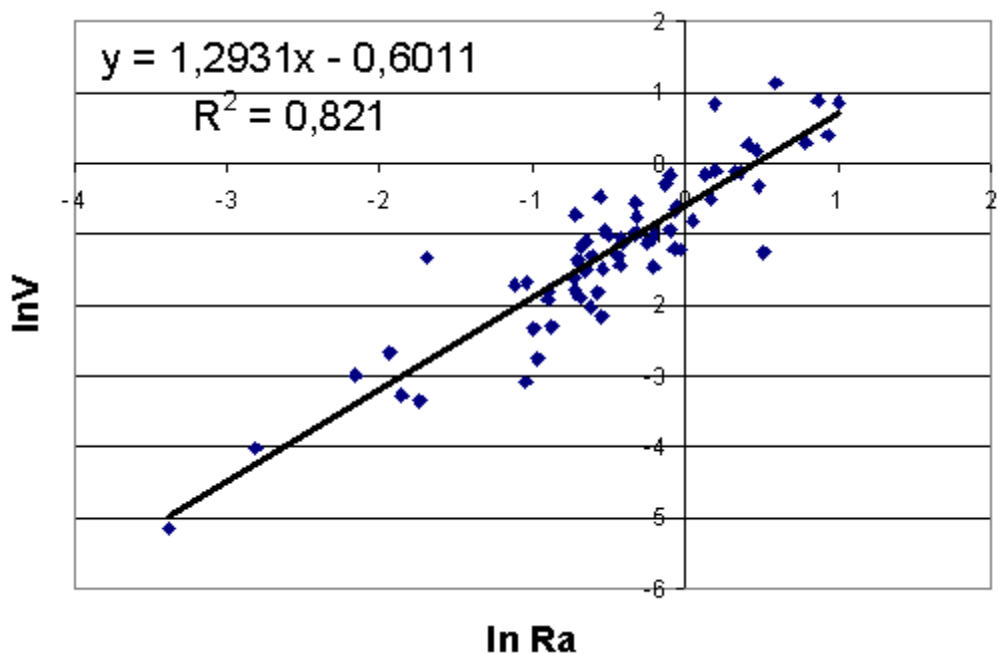
A mintavétel hibáját az elemi minták halmazából visszahelyezéssel vett véletlen minták számított koncentrációjából határozhatjuk meg (Ambrus, 2004). Az egyes tételekből vett elemi minták FB1 koncentrációja varianciájának a logaritmusa és a mintázott tétel átlagos szermaradékának a logaritmusa elfogadható illesztéssel lineáris összefüggést mutat (4. ábra), mely azt jelzi, hogy az FB1 koncentrációk CV-je várhatóan normál eloszlású (5. ábra), melyet a statisztikai teszt is igazol ($P=0,03$). A tipikus mintavételi hiba ennek alapján az átlagos CV_i értékből számítva az elemi mintákra 84%. Az n számú elemi mintákból álló összetett minták átlagos CV értéke (a mintavétel bizonytalansága) a

$$CV_{\bar{x}} = \frac{CV_i}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

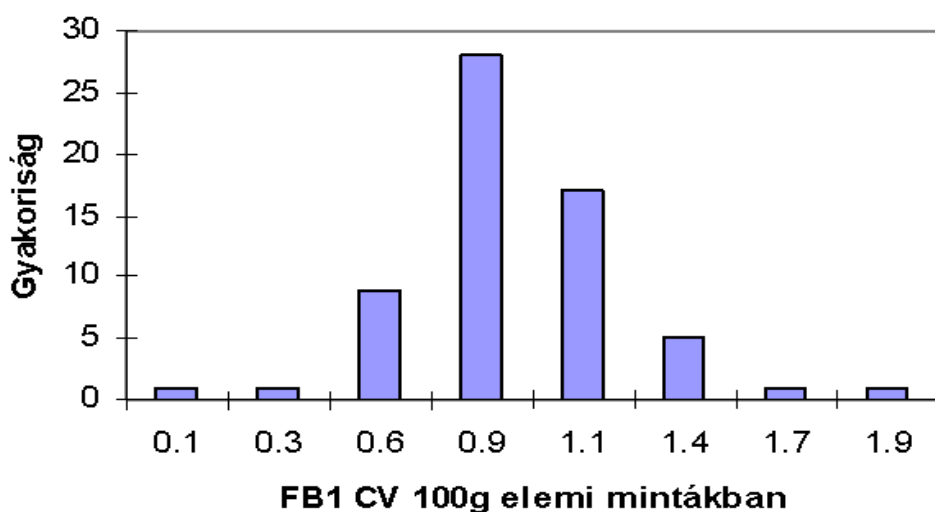
összefüggéssel számítható, mely az eloszlás jellegétől függetlenül minden folyamatos eloszlásra érvényes. A számított értékeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A mintavétel átlagos bizonytalansága és 95%-os konfidencia intervalluma fumonizin meghatározásánál kukoricában

n	Mintavétel bizonytalansága (CV)		
	Átlag	Minimum	Maximum
1	0,84	0,08	1,94
10	0,27	0,03	0,61
20	0,19	0,02	0,43
50	0,12	0,01	0,27
100	0,08	0,01	0,19



4. ábra: Az egyes tételekből származó elemi minták FB1 tartalmának varianciája (V) és az átlagos FB1 tartalom összefüggése.



5. ábra: A különböző tételekből vett elemi minták FB1 tartalma CV értékének eloszlása

Ha például egy tételből sokszor 100 elemi mintából álló összetett mintát veszünk, akkor az összetett minták átlagos FB1 tartalmának CV értéke 0,08 (8%) körül várható. A gyakorlatban előforduló kis számú minták esetén az adott esetben kapott CV érték azonban tág határok között változhat: például 100 elemi mintából álló összetett mintáknál 95%-os valószínűséggel 0,01 és 0,19 között.

A minta-feldolgozás (előkészítés) véletlen hibája

A mintavételi állandó elve alapján (Wallace és Kratochvil, 1987), ha a minta statisztikailag jól kevert, akkor az:

$$K_{Sp} = mCV^2 \quad (5)$$

összefüggés áll fenn a mintából egy helyről kivett elemi minta tömege (m) és az elemi mintákban jelen lévő komponens (esetünkben az FB1) koncentrációjának a CV értéke között.

A mintavételi állandó elvét a laboratóriumi minta „homogenitásának”, statisztikailag jól kevert állapotának ellenőrzésére is alkalmazhatjuk (Ambrus Á, Solymosné M. E., Korsós I., 1986). Meghatározása röviden a következő lépésekből áll:

- Analizáljuk ≥ 5 -5 kis és nagy mintahányad extraktját ≥ 3 párhuzamos meghatározással.

- Ha a minta jól kevert az F próba szerint $S_{Lg}^2 = S_{Sm}^2 \times \frac{W_{Sm}}{W_{Lg}}$,

akkor $K_{Sp,nagy} = K_{Sp,kicsi}$

- Ha a teljes meghatározás varianciája (V_T) statisztikailag szignifikánsan nagyobb, mint az analízis varianciája (V_A) (ezt ugyancsak az F-tesztel dönthetjük el),

akkor $V_{Sp} = V_T - V_A \quad (6)$

- A V_{Sp} értékből az átlagos FB1 tartalommal kapott CV értékkel az 5. egyenlettel minta-előkészítés hibája tetszőleges mintahányadra ($> m_{kis}$) kiszámítható, mely egy lényeges előny az ANOVA-val szemben, ami csak az adott elemi minta tömegre ad információt.

Tekintve, hogy a minta-előkészítés bizonytalansága a vizsgálandó minta állapotától, a vizsgálandó komponens eredeti eloszlásától és a végrehajtás módjától is erősen függ és tág határok között változhat (Maestroni, B. és mtsi, 2000), a mintafeldolgozás folyamatának reprodukálhatóságát a minták vizsgálata során, a belső minőségbiztosítás részeként, rendszeresen ellenőrizni kell.

A laboratóriumi mérés reprodukálhatóságát (CV_L) leghatékonyabban és legmegbízhatóbban a korábbi sorozatokból véletlenszerűen kiválasztott mintahányad, mely mérhető mennyiségben tartalmazta a vizsgálandó anyagot, ismételt analízisével határozhatjuk meg:

- Analizáljunk minden sorozatban egy mintahányadot egy korábbi sorozatban vizsgált mintából:

$$R_1 - R_2 \leq CD = f * CV_{Lv} * R_{ave}$$

- Ellenőrizzük az eredmény elfogadhatóságát a módszer validálása során meghatározott CV_{L_V} értékkel:

$$R_1 - R_2 \leq CD = f \cdot CV_{L_V} \cdot R_{ave}$$

- Határozzuk meg a kritikus differencia 95%, illetve 99% valószínűségi tartományon belül eső eredményeket ($f = 3,64$), ha a CV_{L_V} legalább 20 mérési eredményből származik (ISO 5725).
- Számítsuk ki relatív különbségüket és a relatív különbségek szórását:

$$R_{\Delta i} = 2(R_{i1} - R_{i2}) / (R_{i1} + R_{i2})$$

$$CV_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n R_{\Delta i}^2}{2n}} \quad (7)$$

ahol n az ismételt mérésekből kapott értékpárok száma.

Ha legalább 20 minta mérési eredménye rendelkezésre áll, akkor érdemes a validálásnál kapott módszer paramétereit az új adatok figyelembevételével újraszámolni.

A 7-es egyenlettel számított CV_L érték jellemző az adott mintára és a vizsgált komponens koncentráció tartományára. Az így kapott relatív bizonytalansági paramétert kell alkalmazni a határérték-túllépés eldöntésére is (Varga I, 2007).

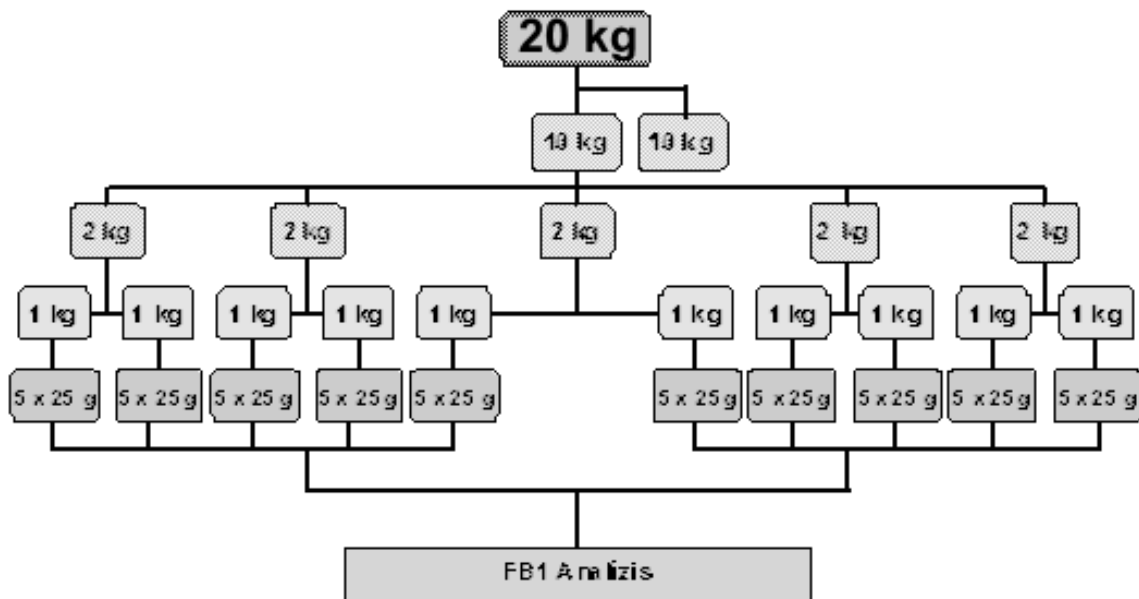
Ha az ismételt mérések során kapott értékek a 99%-os valószínűségi szintnek megfelelő kritikus értéken kívül esnek, akkor meg kell vizsgálni, hogy mi az oka a nagy eltérésnek és az adott sorozatban vizsgált minták analízisét szükség esetén meg kell ismételni.

Az egyesített minta feldolgozás véletlen hibájának meghatározása

A 20-30 kg tömegű mintából a 25-30 g-os teszt porció elkészítése úgy, hogy az elfogadható hibával reprezentálja az egyesített minta átlagos mikotoxin koncentrációját, igen gondosan végrehajtott többlépcsős folyamatot igényel. A gyakorlatban két eljárást alkalmaznak a minták feldolgozására.

A száraz eljárás fő lépései (6. ábra) a minta alapos keverését jelenti, mely a klasszikus módszer szerint a minta szétterítésével, gúlóba lapátolásával (több ismétlésben), majd az utolsó szétterítését követően átlók melletti negyedek további feldolgozásával történhet. Vizsgálatunkhoz egy kevésbé munka és időigényes változatot alkalmaztunk. A 20 kg mennyiségű mintát egy erre a célra vásárolt 80 literes betonkeverőben 30 percig kevertettük és a keverő állandó forgása közben az összekevert kukoricát a mintaosztó tálcára borítottuk úgy, hogy az anyag a tálca hossza mentén a lehető legegyszerűbben terüljön el (7. ábra). Az anyag egyenletes terítését a

terelőkarokkal fejeztük be. A kevert mintát először 2×10 kg-os, majd 5×2 kg-os részmintákra bontottuk. A 2 kg-os részmintákat Cemotec darálón finom porrá őröltük. A porrá őrölt anyagot 2×1 kg-os részre osztottuk egy megfelelő méretű mintaosztó segítségével. Az alaposan összekevert 1 kg-os részmintákból vettünk ki 5×25 -öt, illetve a teszt-porciókat.



6. ábra: Az egyesített minta feldolgozásának folyamatábrája száraz darálás esetén



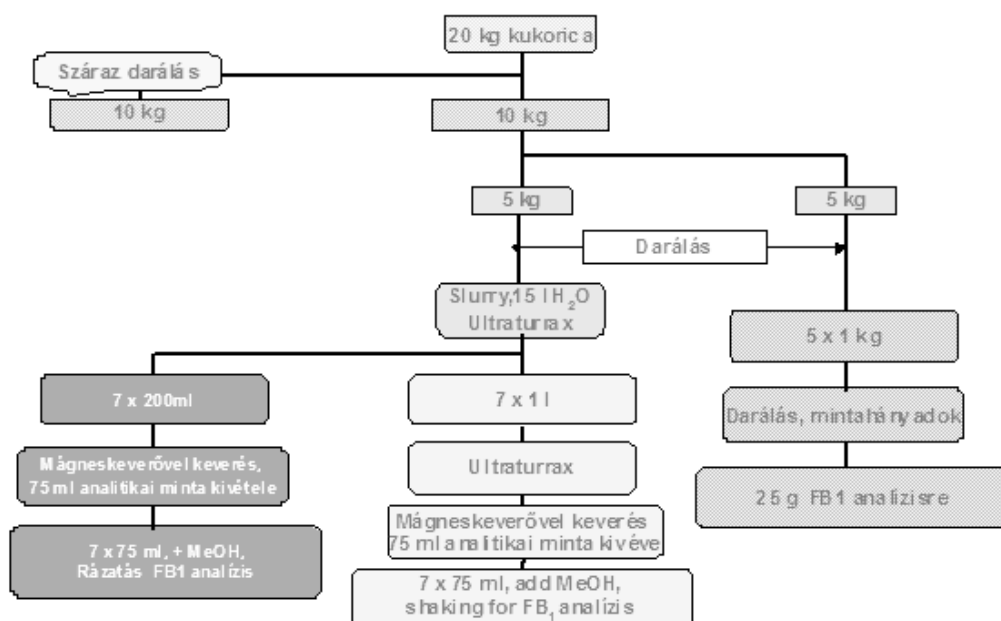
7. ábra: Az egyesített minta részmintákra osztásának műveletei

Az egyes lépések véletlen hibáját a párhuzamosan végzett vizsgálatok átlagértékeiből számított átlagos FB1 koncentrációkból határoztuk meg. Például az 1 kg-os részmintákban lévő FB1 koncentrációt a 25 g-os teszt porciókban mért koncentrációk átlaga adta, a 2 kg-os részminták FB1

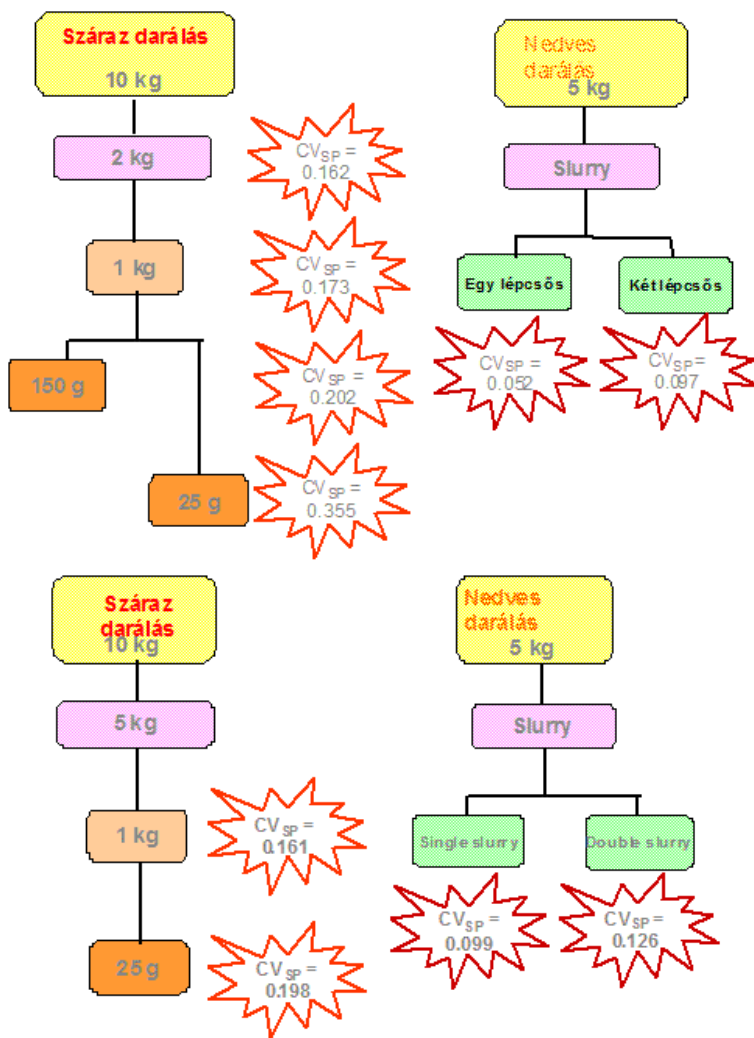
tartalmát az 1 kg-os részminták átlagos koncentrációja adta. Tekintve, hogy az 1 kg-os rész minta átlagos koncentrációja $3 \times 5 = 15$ analízis átlagából adódik az analízis hibája az átlagos koncentráció bizonytalanságában csupán $CV_A/\sqrt{15}=3,6\%$ hányaddal szerepel, az 1 és 2 kg-os rész minták mintavételi bizonytalanságát már gyakorlatilag nem befolyásolta.

A nedves eljárás végrehajtását a 8. ábra szemlélteti. Az előbbieket szerint elkészített 10 kg-os rész minta 2×5 kg-os részre történt osztása után a mintákat ledaráltuk. Az egyik 5 kg-os részt 15 liter ioncserélt és tisztított vízzel egy 30 literes saválló acél fazékban ULTRA TURRAX® T65 generátorral nagy sebességgel finom péppé homogenizáltuk. A rotor lassúbb forgása közben az állandóan kevert szuszpenzióból 7×1 liter részt vettünk ki, majd laboratóriumi turmix géppel (Waring blender) folyamatosan kevertettük és ebből vettünk ki 75 ml zagyot. A vizes szuszpenziót metanollal extrahálva határoztuk meg az FB1 tartalmat.

A minta-feldolgozás egyes lépéseinek véletlen hibáját a 9. ábra szemlélteti. Az eredményeket a nemzetközi szakirodalomban publikált adatokkal összehasonlítva a 2. táblázat tartalmazza. A táblázatból jól látszik, hogy a minta tömege és az analízisre kerülő mintarész milyen jelentősen befolyásolja a mérési eredmény összetett bizonytalanságát. A fumonizin és DON mérések várható bizonytalansága jobb, mint az aflatoxin és ochratoxin meghatározásokor, ami az előbbi toxinok viszonylag egyenletesebb eloszlásának köszönhető.



8. ábra: Az egyesített minta feldolgozásának folyamatábrája nedves darálás esetén



9. ábra: A száraz és nedves mintafeldolgozás lépéseinek a relatív bizonytalansága különböző mintahányadok esetén

2. táblázat: A mikotoxin meghatározás egyes lépéseinek tipikus hibája

Minta, toxin, $\mu\text{g}/\text{kg}$	M [kg]	A [g]	CV_s	CV_{sp}	CV_A	CV_R
Kukorica, G1 20 ¹⁾	1,00	50	0,73	0,38	0,11	0,83
Kávé bab, OTA 5 ²⁾	1,00	25	0,56	0,34	0,07	0,66
Búza, DON 5000 ³⁾	0,45	25	0,06	10	0,06	0,13
Kukorica, DON 360 ⁴⁾	1,10 4,40					0,47 0,23
Kukorica, FB1, 2000 ⁵⁾	1,10	25	0,17	0,09	0,1	0,21
Kukorica, FB1, 2700	10,0	25	0,08	0,16	0,14	0,22
Kukorica, FB1, 2700	1,00	25	0,19	0,16	0,14	0,34
Kukorica, FB1, 2700	2,00	25	0,27	0,16	0,14	0,28

M: mintatömeg; A: teszt porció tömege; Hivatkozások: 1) Johannson, 2000; 2) Vargas, 2004; 3) Whitaker, 2000; 4) Whitaker, 2003; 5) Whitaker, 2001, 2002;

A mintatömeg, a mintafeldolgozás és az analízis hibáinak hatását a mérhető toxin koncentrációra Whitaker (személyes közlemény) mérései és számításai szerint egy átlagosan 30 µg/kg aflatoxin G1 tartalmú földimogyoró tétel esetén a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: Az aflatoxin G1 koncentráció 95%-os valószínűséggel várható tartománya egy átlagosan 30 µg/kg aflatoxin G1 tartalmú földimogyoró tételből vett párhuzamosan mintákban

Minta kg	Szemek becsült száma	A párhuzamosan vett mintákban a G1 várható koncentrációja µg/kg
4,5	4500	0-144
20	20000	2-100
90	90000	12-57

Aflatoxin vizsgálata esetén az elfogadható pontosságú eredményhez ($CV_R \leq 50\%$) földimogyoróból ≥ 50 kg minta 100g teszt porció, kukoricából ≥ 30 kg minta ≥ 50 g teszt-porció kell. Az elemi minták száma a tétel nagyságától függ, de > 100 .

Az eredmények értékelése

A rendelkezésre álló szakirodalmi és saját vizsgálati eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a mintavétel a minta-feldolgozás és az analízis véletlen hibája a toxin koncentrációjától, eloszlásától, az elemi minták és a mintázott részecskék számától (az egyesített minta tömegétől), illetve az extrahált mintahányadtól függ.

Az aflatoxin a különböző termékekben várhatóan csomókban fordul elő, melyek eloszlása rendkívül egyenetlen. Fumonisin és DON eloszlása a kísérleti eredmények alapján egyenletesebbnek tűnik és statisztikailag folyamatos eloszlásként kezelhető.

Minden mikotoxin vizsgálatnál a megbízható eredmények alapja a nagyszámú (≥ 100) elemi mintából álló egyesített minta, mely tömegének redukálása csak több lépésben valósítható meg, figyelve arra, hogy a különböző méretű részecskék (különösen a darálás után) ne különüljenek el egymástól.

A helyes minta-feldolgozás és minta-előkészítés kombinált véletlen hibája 25 g-os kukorica mintahányad esetén 20-36%. A véletlen hiba nedves darálásnál ennél lényegesen kisebb (10-13%).

A minta-előkészítés és az analízis együttes hibáját rendszeresen ellenőrizni kell a belső minőségbiztosítás keretében.

Az elemi mintákban a mikotoxin-koncentráció lényegesen magasabb lehet, mint a tétel átlagos szennyezettsége. Ennek megfelelően a kis tömegű kiszerezések (< 1 kg) toxin tartalma is jelentősen eltérhet a helyesen mintázott tétel átlagos szennyezettségétől (3-5-ször magasabb, mint az átlag fumonizin, illetve aflatoxin esetén).

A megbízható élelmiszerbiztonsági megítéléshez megfontolandó hogy szükség lenne-e a kis kiszerezésben forgalmazott kritikus tételek vizsgálatára!

Irodalom

Ambrus, Á., Soboleva, E.: Contribution of sampling to the variability of pesticide residue data. *JAOAC International*, **87** (2004) 1368-1379

Ambrus, Á., Solymosné, M.E., Korsós, I.: Estimation of Uncertainty of Sample Preparation for the Analysis of Pesticide Residues. *J. Environ. Sci. Health*, B31. (1996) 3, 443-450

Johansson, A.S., Whitaker, T.B., Hagler, Jr, W.M., Giesbrecht, F.G., Young, J.H.: Testing Shelled Corn for Aflatoxin. Part I: Estimation of Variance Components. *Journal of Association of Official Analytical Chemists International*, **83** (2000) 1264-1269

Maestroni, B., Ghods, A., El-Bidaoui M., Rathor, N., Ton, T., and Ambrus, A.: Testing the efficiency and uncertainty of sample processing using ¹⁴C labelled Chlorpyrifos. Part II in Fajgelj A., Ambrus A., eds. *Principles of Method Validation*, Royal Society of Chemistry Cambridge, UK, 2000, pp. 59-74

Marthné Schill J., Debreczeni L., Dömsödi J., Kereszturi J.: Mikotoxinok előfordulása a takarmányokban. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, **53** (2007) Különszám, 89-94

Sohár Pálné: Mikotoxinok az élelmiszerláncban. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, **53** (2007) Különszám, 58-64

Szeitzné Szabó M., Sohár Pálné, Vanyur R., Szabó I.: A paprika mikotoxin-tartalma által jelentett egészségügyi kockázat becslése. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, **53** (2007) Különszám, 18-35

Varga I.: Mikotoxinok import élelmiszerekben. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, **53** (2007) Különszám, 49-59

Vargas, E.A., Whitaker, T.B., Santos, E.A., Slate, A.B., Lima, F.B., and Franca, R.A.: Testing Green Coffee for Ochratoxin A. Part I: Estimation of Variance Components. *Journal of Association of Official Analytical Chemists, INT.* **87** (2004) 943-949

- Vargas, E.A., Whitaker, T.B., Santos, E.A., Slate, A.B., Lima, F.B., Franca, R.C.: Testing Green Coffee for Ochratoxin A. Part II: Observed Distribution of Ochratoxin a Test Results. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, **88** (2005) 780-787
- Wallace D, Kratochvil B.: Sampling for chemical analysis. Analytical Chemistry, **59** (1987) 226-232
- Whitaker, T.B., Hagler, JR., W.M., Johansson, A.S.: Sampling, Sample Preparation, and Analytical Variability Associated with Testing Wheat for Deoxynivalenol. Journal of Association of Official Analytical Chemists International, V. **83** (2000) 1285-1292
- Whitaker, T.B., Hagler, JR., W.M., Johansson, A.S., Giesbrecht, F.G., Trucksess, M.W.: Distribution among Sample Test Results When Testing Shelled Corn Lots for Fumonisin. Journal Association Official Analytical Chemists, V. **84** (2001) 770-776
- Whitaker, T.B., Hagler, W.M., Johansson, A.S., Giesbrecht, F.G., Trucksess, M.W.: Sampling Shelled Corn for Fumonisin. Dekoe, W.J., Samson, R.A., Van Egmond, H.P., Gilbert, J. Sabino, M., Editors. Hazekamp 2, 6707 Hg Wageningen, the Netherlands. International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins in Perspective at the Turn of the Millenium, 2002. pp. 97-107
- Whitaker, T.B.: Estimating Deoxynivalenol in Shelled Corn Barge Lots by Measuring Deoxynivalenol in Corn Screenings. Journal Association Official Analytical Chemists, **86** (2003) 1187-1192

A mintavételezés és a mérés bizonytalansága a mikotoxinok meghatározásánál

Összefoglalás

A mikotoxin eloszlása a szennyezésnek leginkább kitett terményekben (gabonafélék, gyümölcsök, diófélék, kávé, gyapot, földimogyoró, szója) nem egyenletes. Például az aflatoxin-szennyezés csupán a kukorica 0,1-0,5%-ában fordulhat elő, de szemenként igen magas, akár 1000 µg/g koncentrációban is. Az átlagos 5 µg/kg ochratoxin 10000 szem közül akár csak 6 kávébab-szemben koncentrálódhat.

Tekintve, hogy a mikotoxinok az emberek és haszonállataink egészségét, fejlődését igen károsan befolyásolhatják, a forgalomba kerülő élelmiszerek és takarmányok szennyezettségét rendszeresen ellenőrizni kell.

A feladat nem könnyű, mert 10-100 tonna nagyságú tételekből, melyben a szennyezés eloszlása rendkívül egyenetlen, kell reprezentatív mintát venni és a laboratóriumi vizsgálatra 25-100 g-os mintahányadot készíteni.

A közlemény mutat röviden be egy módszert a mintavétel, a minta-előkészítés és az analízis véletlen hibájának meghatározására. Egyúttal ismerteti az eddig kevésbé tanulmányozott kukorica fumonizin szennyezésének szintjét, a toxineloszlás jellemzőit és a meghatározás véletlen hibáját.

Determination of mycotoxins: uncertainty of sampling and analysis

Abstract

The mycotoxins are unevenly distributed in the most frequently contaminated commodities. For instance, the aflatoxin may only contaminate 0.1-0.5% of the corn grains at very high concentrations of around 1 mg/g. Similarly the average ochratoxin contamination of 5mg/kg may be concentrated in 6 coffee beans of 1000.

As the mycotoxins very seriously affect the health of the consumers and the farm animals, the contamination of food and feed must be regularly controlled. The task is not easy, as representative test portions of 25-100 g must be prepared from samples taken from lots of 10-100 tonnes being very unevenly contaminated.

This paper presents the methods used for the estimation of the uncertainty of sampling, sample processing and analysis, and the results of the study performed for the determination of the nature of the distribution of fumonisin in maize and the uncertainty of its determination.

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 kísérvük 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 haláloki 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**

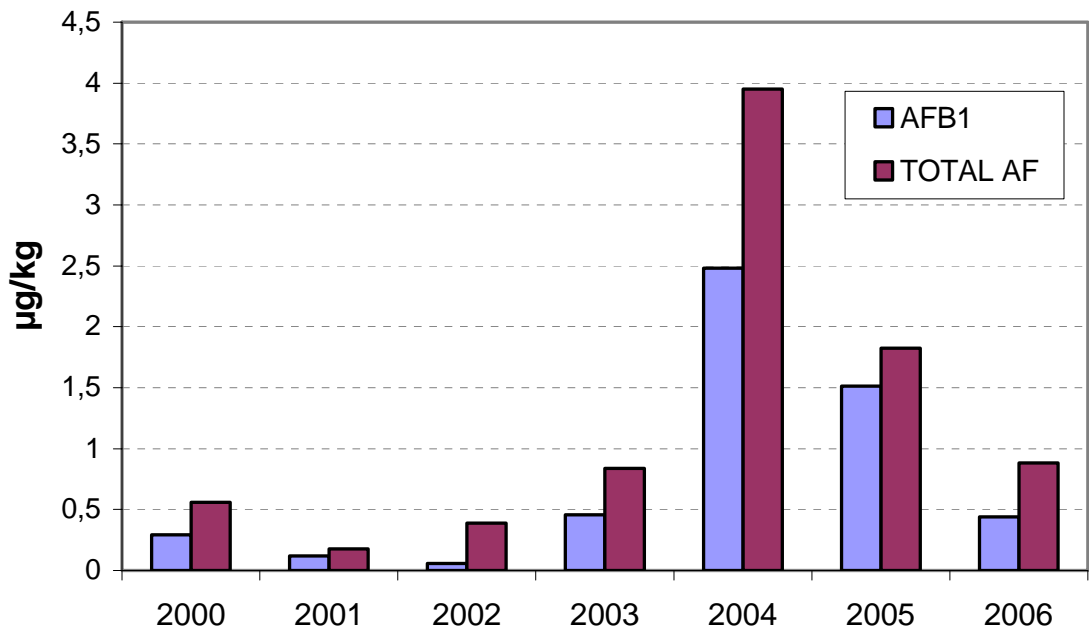
Évek		OÉTI		OÉVI	
		AFB ₁	ΣAF	AFB ₁	ΣAF
2000	Átlag µg/kg (n)	0,28 (13)	0,57 (13)	0,67 (35)	2,2
	Min-max µg/kg	0,25; 1,4	0,2; 2,75	0,2; 0,8	1,2; 9,9
2001	Átlag µg/kg (n)	0,12 (4)	0,2 (4)	1,08 (59)	0,15 (30)
	Min-max µg/kg	0,3; 0,3	0,2	0,1; 2,1	0,4; 1,3
2002	Átlag µg/kg (n)	0,06 (9)	0,40 (9)	0,85 (46)	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

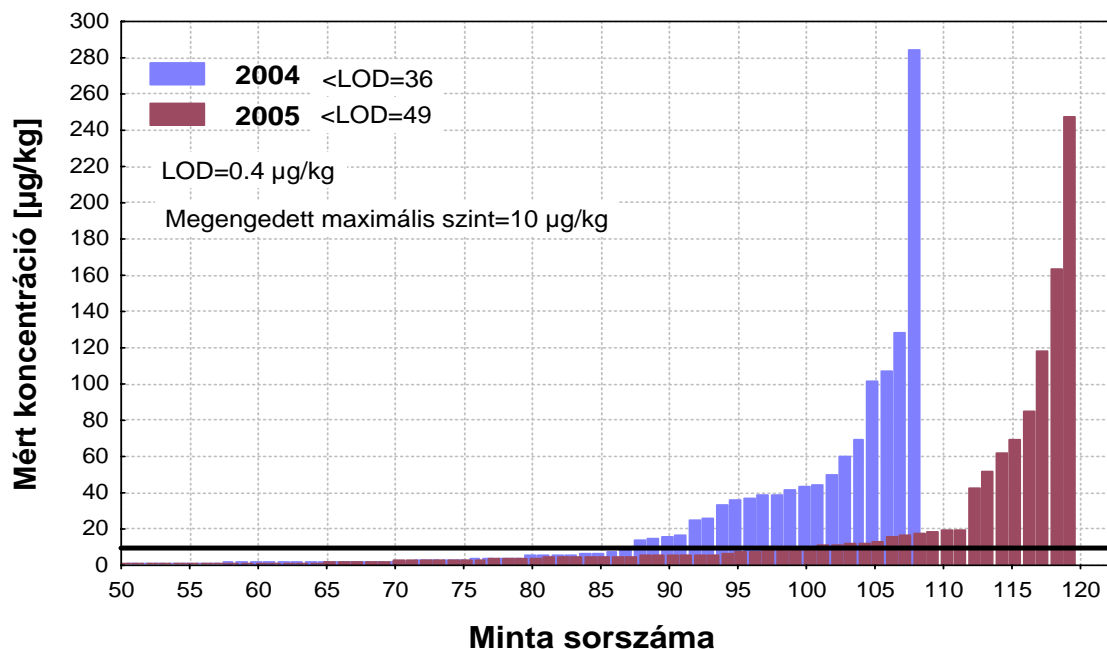
	AFB ₁		ΣAF	
	Átlag µg/kg (n)	Min-max µg/kg	Átlag µg/kg (n)	Min-max µg/kg
I. trimeszter	0,98 (7)	0,12; 3,54	1,17 (7)	0,12; 3,6
II. trimeszter	2,17 (6)	0,15; 7,47	2,79 (6)	1,17; 8,26
III. trimeszter	2,63 (81)	0,10; 67,1	4,27 (81)	0,15; 69,2

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 szennyezettség 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.

Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás

Mesterházy Ákos

Gabonatermesztési Kutató Kht, Szeged

A gabonafélék a magyar szántóterület kétharmadát foglalják el. A legnagyobb élelmiszer- és takarmánybiztonsági problémát a *Fusarium* fajok jelentik, amelyek egyébként a világon csaknem mindenütt permanens vagy időszakos járványokat okoznak. A fő problémát a mikotoxinok okozzák, amelyek már viszonylag alacsony, néhány százalékos fertőzöttségnél is túlléphetik azokat a kötelező EU határértéket (pl. deoxynivalenol, DON=1,25 mg/kg), amelyet éppen a lakosság, illetve az állatállomány védelmében vezettek be. Az EU természetesen más *Fusarium* mikotoxinok kötelező határértékét is megállapította, így pl. a zearalenon, fumonizin B1 és a T-2 toxinra vonatkozólag. A rendelet 2006. július 1-től (Commission Regulation (EC) No 856/2005 of 6 June 2005, Official Journal of European Union 7.6.2005, L 143/3) hatályos. Az angol változat utolsó mondata a következő: This Regulation shall be binding in its entirety and directly applicable in all Member States (Anonymous 2006). Ez magyarul azt jelenti, hogy a rendelet alkalmazása kötelező. Aki veszélyeztetett évben nem tudja megvédeni terményét, hiába arat bármekkora termést, azt értékesíteni nem tudja, vagy csak igen nyomott áron. Az intervenció raktáraknál elvileg csak toxinellenőrzés után lenne szabad átvenni az árut. 2006-ban nem egy tábláról kapott mintában 5-11 mg/kg DON-t is találtunk, azaz az állam komoly kockázatot vállal, ha felvásárolja az árut, de a magas toxintartalom miatt azután nem fogja tudni eladni azt.

A toxinok humán hatásai sem elhanyagolhatóak. Saját adataink szerint zearalenonnal szennyezett pelyhek esetében 5 gyermeknél kutattuk a Szegedi Orvostudományi Egyetemen közösen a korai pubertásjelenségek okát, megtalálva a toxint a gyermekek táplálékában és vérében. A trichotecén csoport tagjai, így a DON is súlyos immungátló, az engedélyezett határérték kevesebb min tizedében már 80%-os gátlást kaptunk (Berek et al. 2000; Szüts et al. 1997).

A búzában a DON a legfontosabb, ez fordul elő leggyakrabban és már aratáskor igen jelentős koncentrációt érhet el. Természetes fertőződésnél Európában 20 mg/kg alatt van adat, az USA-ban 20-40 mg/kg sem ritka, a maximum 100 mg/kg volt. Átlagos években ritkán mérnek 0,4-0,6 mg/kg-nál

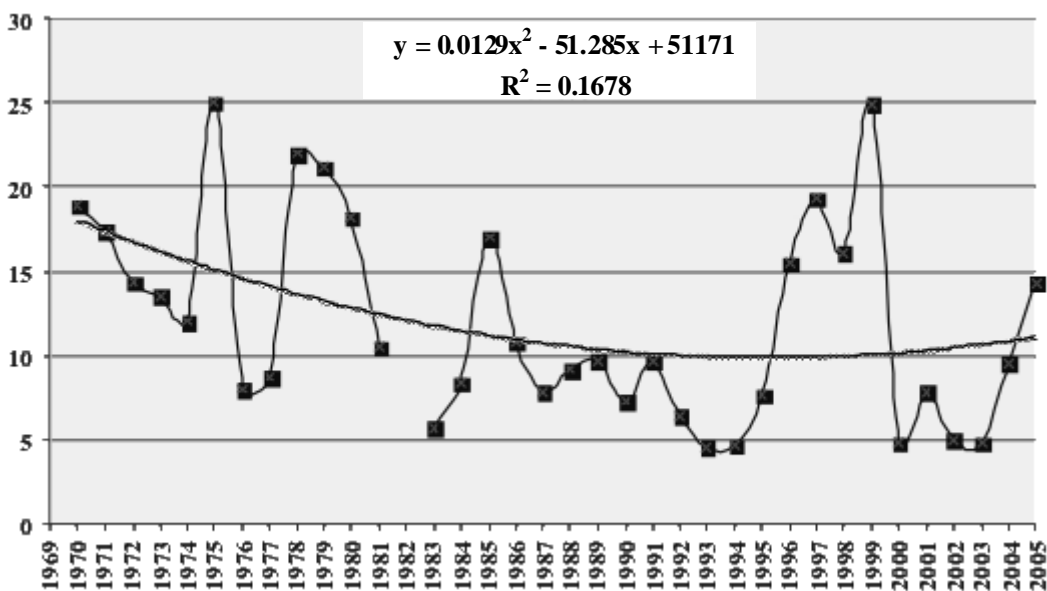
nagyobb értéket. Első pillantásra azt is mondhatnánk, hogy az 1,25 mg/kg nem túl szigorú határérték. Ha azonban arra gondolunk, hogy a laborok között van legalább 10-15% eltérés (ami teljesen normális), akkor a vevő 1 mg/kg felett már nem akar vásárolni, kivéve, ha azonnal eladja. Ha hosszabb ideig tárolja, fennáll a toxintartalom növekedésének veszélye, ezért még lejjebb akar menni. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy a mintavétel problémái miatt jó esetben $\pm 20\%$ -os eltérés is lehet a mért toxintartalom és a tétel (pl. 1000 t) búza tényleges toxintartalma között, akkor a kritikus érték még kisebb lesz. A vásárlónak, ha azt tovább feldolgozza, akkor is bele kell férnie a szabványba, ha pl. a toxintartalmat mintavételi problémák miatt alábecsülték. Ez azt jelenti, hogy a gyakorlatban gyakran előforduló 0,4-0,6 mg/kg akár már kritikus is lehet. Azaz úgy gondoljuk, hogy az intervenció felvásárlásánál nem lenne szabad eltekinteni a toxinvizsgálattól, mert a toxinszennyezett árut eladni aligha lehet vagy csak jelentős veszteséggel, ami az államnak okoz jelentős veszteséget. Úgy gondoljuk, hogy nem az analitikai munka költsége lesz elsősorban meghatározó, inkább a mintavétel költsége, hiszen akár 100 részmintát is venni kell meghatározott helyekről, hogy a kapott eredmény megfeleljen a tétel valós toxintartalmának.

Magyarország az időszakos járványokra jellemző képet mutatja. Akár 4-5 év is elmúlhat csaknem járványmentesen. Búzában a Növényvédelmi- és Talajvédelmi Szolgálat adatai szerint (1. ábra) az elmúlt 36 év harmada tekinthető járványosnak (belső fertőzöttség 15% felett). 2005-2006-ban találtunk nem egy 10 mg/kg-ot megközelítő vagy ezt meghaladó DON értéket mutató búzamintát. Emellett még a zearalenon és a T-2 toxin jöhet számításba, ezekből azonban ritkán mértek határérték feletti mennyiséget.

A kukorica esetében sem kevesebb a probléma, inkább több. Itt a DON mellett a zearalenon és a T-2 toxin fontos, ugyanis az őszi betakarítás előtt, különösen a kései hibrideknél már akár talajmenti fagy is lehet. Ugyanakkor a csapadékos idő szintén toxinnövelő faktor, így a zearalenon és a T-2 toxin is elérheti a kritikus értéket. A kukoricában a fumonizinek rákkeltő hatásuk miatt kiemelten fontosak. Ez egy kiterjedt vegyületcsoport; eddig 28-at ismertünk, további 36-ot most írtak le, és még számos új van azonosítás alatt (Bartók et al. 2006). Ezek toxicitása nem ismert, de ha némelyikük pl. tízszer toxikusabb a fumonizin B1-nél, akkor már nem lehet elsiklani felette. Egyébként további toxinok felfedezése is várható. Azt például tudjuk, hogy a sertéseknél azt a tünetegyüttest, amit 1 mg/kg természetes DON koncentrációjú takarmány okoz, 5-10 mg/kg koncentrációjú DON-nal kiegészített takarmánnyal lehet elérni. Ez azt mutatja, hogy a természetes úton szennyezett takarmányban még másnak is

lennie kell, amiről ma fogalmunk sincsen. Azaz, egyáltalán nem gondoljuk lezártak a toxinok felfedezését, és további intenzív kutatómunka kell egyrészt ezek felfedéséhez, másrészt a különböző toxinok, illetve toxinjellegű vegyületek közötti legkülönbözőbb kölcsönhatásokból.

Veszélyeztetett évben a kár több tíz milliárd forintot is lehet. Számításaink szerint az 1998-as fuzárium járvány 25 milliárdos kárt okozott. Ebben a terméscsökkenés játszotta a kisebb szerepet, fontosabb volt a szennyezés miatti alacsonyabb ár vagy a felvásárlás megtagadása, valamint az állattenyésztésben a szaporodási zavarok (kevesebb malac, tenyészállományok sterilitása), rosszabb súlygyarapodás, nagyobb gyógyszerfogyasztás, hasmenésjárvány és a baromfi kokcidiózis járvány.



1. ábra. Búzaszemek belső fertőzöttsége (országos átlagok évi 400 körüli mintából) 1970-2005. (Forrás: Növényvédelmi és Talajvédelmi Szolgálat, Budapest, Apponyiné G. Ilona, Kiss György, Tóth Ágoston)

A magyarországi és külföldi fuzárium problémák legfontosabb oka a fajták és hibridek túlnyomó részének fogékonyága vagy kiemelt fogékonyága. Számos nyugat-európai búzafajtát és törzset vizsgálva kiderült, hogy ezek toxintermelése többszöröse lehet az ugyanolyan fertőzöttségű magyar fajtákénak. A hazai fajták jelentős részének érzékenysége szintén túlhaladja azt a mértéket, amely még járványos évben is biztonságos lehet. A járványmentes időben tapasztalt fertőzésmentesség nem jelent rezisztenciát. Hasonló a helyzet kukorica esetén is. Fontos, hogy a járvány kialakulását elősegítő feltételek csak a fogékony vagy nagyon fogékony fajtákra, törzsekre érvényesek. A nagymértékben ellenálló fajták, hibridek, genotípusok ilyen körülmények között sem fertőződnek, vagy legfeljebb nyomokban tapasztalható a fertőzés, és a toxintartalom is messze

a határérték alatt marad. A már jelzett toxihatárértékek betartása a következő irányú munkát követeli meg.

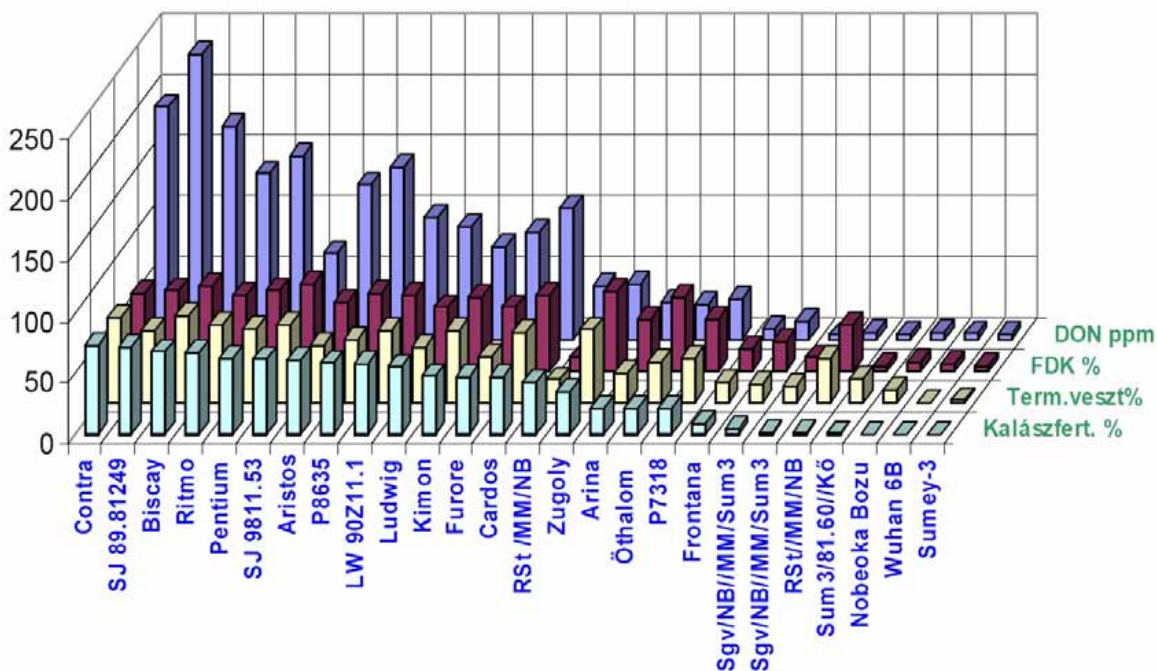
1. Fel kell gyorsítani a rezisztencianemesítést, hogy a jelenlegi, nagyrészt fogékony, kockázatos genotípusok mielőbb szoruljanak ki a köztermesztésből és helyüket minél ellenállóbb fajták, hibridek foglalják el.
2. Fel kell kutatni azokat a növényvédelmi lehetőségeket, amelyekkel ma fogékony genotípusok kielégítően megvédhetőek, amíg a fajtaváltás végbe nem megy, de kiegészítő szerepük még azután is megmarad.
3. Fel kell készülnie a fajtaminősítő rendszernek arra, hogy elismerés előtt megfelelő módszertani fejlesztés után képessé váljon a gabonafajták és hibridek kalászfuzárium ellenállóságát mérni és ezt az elismerés során maximálisan érvényesíteni. El kell érni azt is, hogy külföldi fajta csak ilyen vizsgálat után kaphasson termesztési lehetőséget. Ez a rendszer természetesen a fajtatulajdonosokat is ösztönözni fogja az ellenállóbb gabonafajták és hibridek előállítására, hiszen egyébként piacot fognak veszíteni.
4. Az ellenőrző rendszernek olyan hatékornak kell lennie, hogy a toxintartalom ellenőrzését el tudja végezni. Ehhez a hatósági munkát kell lényegesen fejleszteni. Mind az analitika, mind a mintavétel terén fel kell készíteni a rendszert a mainál sokkal nagyobb volumenű munka elvégzésére. A jelenlegi gazdasági helyzet alapján a vizsgálati költségeket nagyrészt a vizsgálatot kérők fogják fizetni, de a laborok kialakításában, műszerezésében állami feladatok is lesznek. Az is elképzelhető, hogy bizonyos üzemméret alatt a termelő kapjon valamiféle támogatást. A legtöbb problémát ma azok a kisüzemek jelentik, amelyek képtelenek korszerű növényvédelemre, fajtaazonos vetőmagra áldozni, itt van a legnagyobb veszélye annak is, hogy magas toxintartalmú lesz a termés.

A fenti négy feladatból az első közép-, illetve hosszútávú, a másik három azonnal megkezdendő feladat. A következőkben megvizsgáljuk az említett területeken a kutatás – elsősorban a magyar kutatás – eredményeit, lehetőségeit és feladatait.

Szeged ma a világ egyik legfontosabb fuzárium kutató központja. A munka sokirányú; a nemesítés, a rezisztenciakutatás, beleértve a molekuláris genetikát és a kórokozók populációgenetikáját is molekuláris háttérével együtt, az analitika, a humán toxikológia, fungicidtesztelés és fungicidtechnológia mind nemzetközi rangú publikációkkal fémjelzett. Ezt elsősorban annak köszönhetjük, hogy egyrészt módszereink pontosabbak, mint bárkié máshol, másrészt az, hogy nemcsak a kórtan felől, hanem nemesítőként a növény felől is meg tudjuk fogalmazni a kérdéseket és a

válaszokat is. Másrészt a 36 év elég hosszú idő ahhoz, hogy számos részkérdés vizsgálatára sor kerüljön. Ezért a szegedi kutatás komplex megoldásokat tud javasolni.

1. Nemesítés: Búzában számos olyan nemesítési eredmény van, amelyre a programot fel lehet építeni (Lemmens et al. 2005; Mesterházy 1995, 2002; Mesterházy et al. 1999, 2005; Tóth et al. 2004; Varga et al. 2006). Búzában már rendelkezünk olyan törzsekkel, amelyek a legpatogénebb izolátumokkal szemben sem fertőződnek lényegesen és toxin sem halmozódik fel bennük. A tavaszi eredetű rezisztenciaforrásokat átalakítottuk sokkal jobb agronómiai tulajdonságú ősziakké; ezek felhasználása fajtaelőállító programokban már évek óta folyik. Nem egy kiváló, javító minőséggel is rendelkezik. A 2. ábrán egy kétéves kísérlet összevont átlagadatait mutatjuk be.

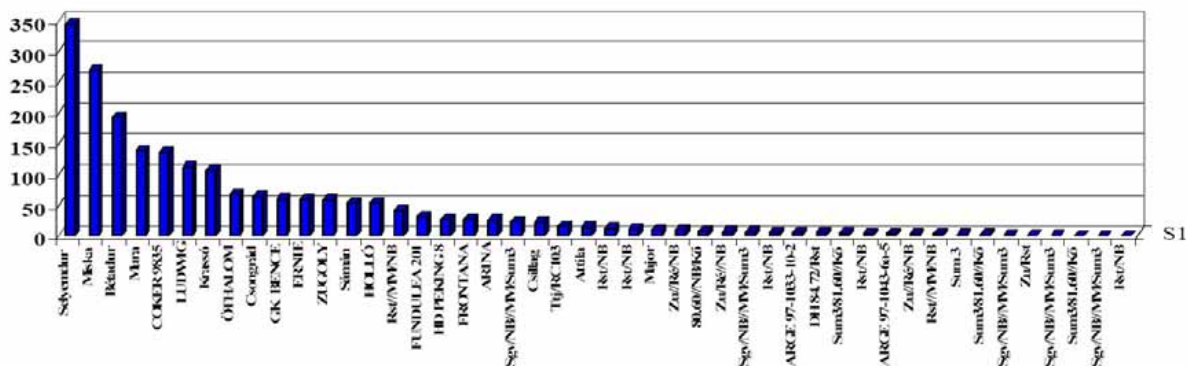


2. ábra. Rezisztenciaforrások, hazai ellenálló vonalak és külföldi fajták kalászfuzárium érzékenysége

Az ábrán világosan látszik, hogy a kétéves, évenként 4-4 izolátummal szembeni átlagadatok szerint a jobboldalon lévő három rezisztenciaforrás kiváló teljesítményt nyújt. Ettől nem sokkal maradnak el az ezen vonalakat tartalmazó hazai nemesített törzseink, amelyek agronómiailag sokkal jobbak, mint az egzotikus rezisztenciaforrások. Az Öthalom és a Zugoly már nagyon magas, 80% körüli szemfertőzöttséget mutatnak, a köztük lévő svájci Arina fajta közepes ellenállóságú őszi búza, toxintartalmában azonban az Öthalomtól nem sokban különbözik. Ha az ábra bal oldalán lévő nyugat-európai genotípusokat nézzük, akkor világos, hogy ezek

szemfertőzöttsége a Zugoly körüli értékeket mutat, de DON tartalmuk többszörösen meghaladják a magyar kontrollfajták toxintartalmát. Ezért ezt a fajtát a hazai köztermesztésbe csak hatékony ellenőrzés mellett szabad engedni.

A 3. ábra már egy szélesebb körű nemesített anyag viselkedését mutatja be néhány fajttal és nyugat-európai genotípussal összehasonlítva. Míg a szegedi szelektált anyagok toxintartalma minimális, a legfogékonyabbak akár több száz mg/kg toxint is tartalmazhatnak. A durum búzák mindenütt a világon nagyon fogékonyak, ezért itt a legjobb technológia alkalmazása kötelező. Ezzel az elmúlt években a komolyabb problémákat meg tudták előzni.

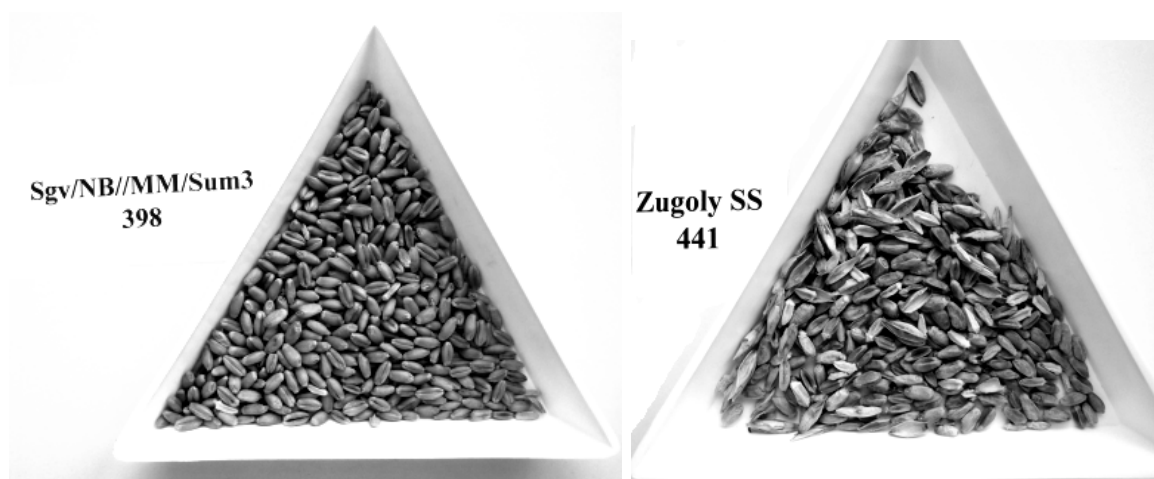


3. ábra. Kalászfuzárium ellen nemesített és kontroll törzsek DON tartalma mesterséges fertőzés után négy izolátum átlagában (2004)

A tényleges genotípus különbségek alakulását a 4. ábra mutatja be. A Zugoly a mai köztermesztésben még nem is a legfogékonyabb fajta, ennél fogékonyabbak is vannak. A Sgv/NB//MM/Sum3 két rezisztenciaforrást, a Sumey-3-at, illetve a Nobeoka Bozut tartalmazza; a fertőzött kalászokban talán egy fertőzött szem van a Zugoly legalább 50%-os fertőzöttségéhez képest. Ilyen ellenállóságú vonalunkból legalább 30-40 van. Ezek felhasználása a keresztezési programokban intenzíven folyik; az utóbbi években évente 150-200 keresztezést végzünk. Ezáltal az ellenálló fajták előállítása belátható közelségbe került. Ez azt jelenti, hogy a már meglévő nemesítési anyag intenzív szelekciójára, valamint az ellenálló, termőképes, jó minőségű vonalak kiválasztására és fajtvá váló fejlesztésére kell koncentrálni.

Kukoricában (Kovács et al. 1994; Mesterházy 1982, 1983) 25 év után újra kezdtük a rezisztenciavizsgálatokat, és a várakozásoknak megfelelően többszörös különbségeket találtunk. Kidolgozott módszertanunk van egyrészt a rezisztenciavizsgálatok korrekt elvégzéséhez és a toxinanalíziseknek sincs akadálya. A rezisztencianemesítési módszertan szintén alkalmazásra kész. Itt a búzánál lényegesen hosszabb idő kell a saját nemesítés sikerre

viteléhez. Ha azonban a szortimentből az ellenállóbbakat választjuk ki, az már lényeges előrehaladást jelent, mert ez a – minden különösebb további program nélkül is – meglévő többszörös különbségek kihasználását jelenti. Ez egyébként a célzott rezisztencianemesítési program felvállalását nem helyettesíti. Erre is megvannak a kész tervek, „csak” az anyagi forrásokat kell hozzá biztosítani.

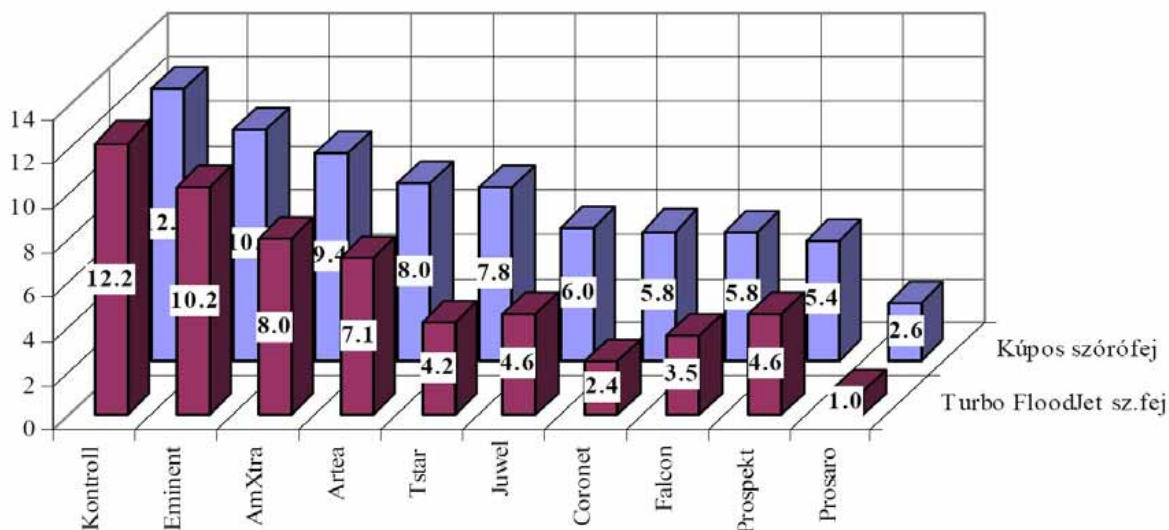


4. ábra. Fogékony és ellenálló búza szemtermése mesterséges inokuláció után

2. Növényvédelem. A korábbi munkák alapján (Mesterházy et al. 2003) a 2006-os év bebizonyította, hogy a fungicidekkel kezelt táblák igen jelentős részén volt fertőzöttség, de lényegesen kevesebb, mint a nem védett vagy elhibázott technológiával kezelt táblákon. A hatékony védekezéshez három feltétel egyidejű jelenléte kell: a kiváló hatékonyságú fungicid; a kiváló, a kalász teljes fedettségét biztosító technológia: ütközőlapos szórófejek, melynek kidolgozását elvégeztük, az eljárást egy GAK pályázat keretében most vezetjük be, valamint a védekezés pontos időzítése megelőző, preventív jelleggel, ha tudjuk, hogy a fajta védelemre szorul. Ehhez kell a minél ellenállóbb fajta. A fungicidek tekintetében ma a tebukonazol és protiokonazol típusú szerek a leghatékonyabbak, de csak akkor, ha a hatóanyag-tartalom legalább 200 g/ha. Ezek súlyos járványhelyzetben is megbízható védelmet adnak.

A hagyományos és az ütközőlapos (TurboFloodJet szórófej) munkájának különbségét természetes kalászfertőzöttség esetében az 5. ábra mutatja be. Látható, hogy az ütközőlapos technológia, amely a hagyományossal szemben a kalászokat oldalról permetezve ér el többszörösen jobb fedést, elsősorban a hatékonyabb szereknél tud még lényegesen javítani az eddig sem rossz értéken. A legjobb szer szántóföldi körülmények között 90%-os hatékonyságot mutatott; ez nagyon közel áll a mesterséges fertőzéses és teljes fedettséget biztosító technológiához. Ez egyébként a mai szántóföldi

védekezési hatékonyság 2-3-szorosa. Ez igen hatékony eszköz – még a jelenlegi fajtasortiment esetében is – az élelmiszerbiztonsági követelmények teljesítéséhez.



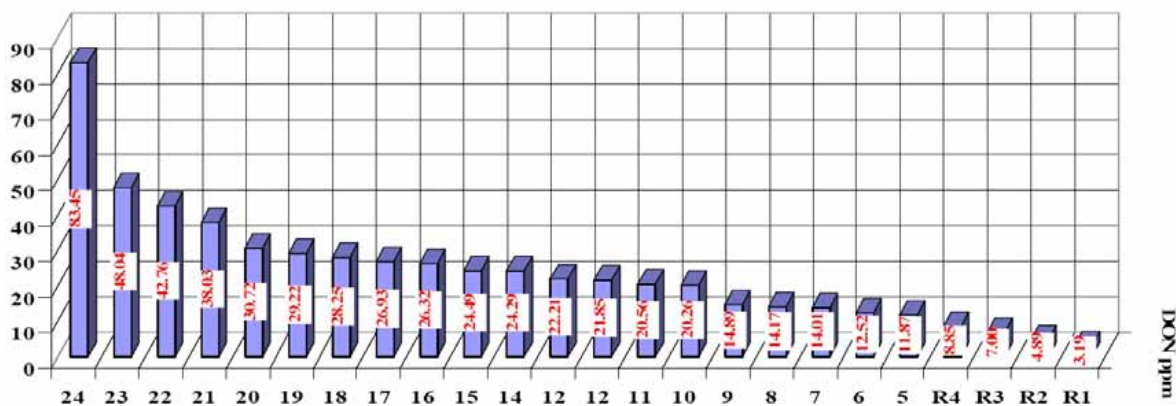
5. ábra. Fertőzött kalász/m² a kiszombori technológia összehasonlító kísérletben, három héttel a fungicid alkalmazás után (2006)

3. Fajtaminősítés. Végül elkerülhetetlen a fajtaminősítés revíziója, amivel az OMMI is egyetért. Egy pályázat keretében már folyik a munka. Sokszoros rezisztencia-különbségek vannak, de az OMMI preferálni tudja az ellenállóbbak helyzetbe hozását és a fogékonyak kizárását.

Ugyanez a helyzet kukoricánál is. Ez viszont a fajtatulajdonosokat is érdekeltté teszi jelöltjeik, fajtaik ellenállóképességének vizsgálatában; így a superfogékony jelölteket már be sem jelentik. A 2006-os DON eredményeket az 6. ábra mutatja be. A rezisztens (R1-R4) kontrollok mellett a skála a 11 és 84 mg/kg koncentráció között ingadozott. Azaz, ha például a legjobb jelölt kétszeres értékénél húznánk meg a határt, akkor a jelöltek nagyobb része eleve nem kerülhetne köztermesztésbe. A munka egyébként kísérleti fázisban van, de a pályázat tapasztalatai alapján hivatalos módszertanná válik; így a minősítés során nem lehet figyelmen kívül hagyni. Az ábrából levonható még egy nagyon fontos tanulság. Van a fajtajelöltek között elegendő, azaz nyolcszoros különbség, amely bőségesen elegendő arra, hogy a fajtaminősítés során az ellenállóbbakat lehessen előnyben részesíteni. Ha pl. az 5-ös jelöltet nem minősítik, a 24-est pedig igen, ezzel a minősítő hatóság nyolcszoros élelmiszerbiztonsági kockázatot vállal, amit nagy valószínűséggel sem agrotechnikával, sem fungiciddal nem fogunk tudni ellensúlyozni. Hasonló a helyzet a kukoricában is. A takarmánybiztonság többszörös növelését lehet egyszerűen azzal elérni, hogy a fogékony hibrideket

kivonjuk a köztermesztésből, illetve a fajtaminősítés során a fogékonyak útját eleve elzárjuk.

- 4. Ellenőrzés.** Itt csak megismételhető azt a követelményt, hogy hatékony ellenőrzés nélkül (intervenció, kereskedelem, késztermékek) nem lesz lehetséges az élelmiszerbiztonsági követelmények teljesítése.



6. ábra. Harmadéves OMMI fajtajelöltek mesterséges fertőzéses kísérletének DON adatai mg/kg-ban (2006)

Végkövetkeztetésként elmondható, hogy a fent vázolt program végrehajtása révén a gabonafélék mikotoxintartalmával kapcsolatos élelmiszerbiztonsági problémát meg lehet oldani. Reméljük, hogy rövidtávú megtakarítások reményében nem fognak felszámolni egy olyan kutatói, minősítő és ellenőrző komplexumot, amely nélkül a sokmilliárdos károk elkerülhetetlenek.

A fenti kutatási eredmények és az állami intézkedések együttesen néhány éven belül olyan javulást hozhatnak a gabonafélék élelmiszer- és takarmánybiztonsága területén, amely világviszonylatban is példaértékű lehet. Ha itt takarékoskodunk, ennek sok ezerszeresét veszíthetjük el a piacon.

Köszönetnyilvánítás: OMFB 01286/2004, OMFB 00313/2006 GAK pályázatoknak.

Felhasznált irodalom:

Anonymus (2006): Commission Regulation (EC) No 856/2005 of 6 June 2005, Official Journal of European Union 7.6.2005, L 143/3

Bartók, T., Szécsi, Á., Szekeres, A., Mesterházy, Á., Bartók M. (2006): Detection of new fumonisins mycotoxins and fumonisin-like compounds by reversed phase – high-performance liquid chromatography/electrospray ionization – ion-trap mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, **20**, 1-17

Berek, L., Perti, I. B., Mesterházy, Á., Téren, J. and Molnár, J. (2001): Effect of mycotoxins on human immune functions in vitro. *Toxicology in vitro*, **15**, 25-30

- Kovács, K., Kovács G., Mesterházy, Á. (1994): Expression of resistance to fusarial ear blight in corn inbreds and their hybrids. *Maydica*, **39**, 187-190.
- Lemmens, M., Scholz, U., Berthiller, F., Dall'Asta, C., Koutnik, A., Schuhmacher, R., Adam, G., Buerstmayr, H., Mesterhazy, A., Krska, R., Ruckebauer, P. (2005): The ability to detoxify the mycotoxin deoxynivalenol co-localizes with a major QTL for *Fusarium* head blight resistance in wheat. *MPMI*, **18** (12), 1318-1324
- Mesterházy Á., Bartók, T., Lamper, Cs. (2003): Influence of cultivar resistance, epidemic severity, and *Fusarium* species on the efficacy of fungicide control of *Fusarium* head blight in wheat and deoxynivalenol (DON) contamination of grain. *Plant Disease*, **87**, 1107-1115
- Mesterhazy, A. (2002): Role of deoxynivalenol in aggressiveness of *Fusarium graminearum* and *F.culmorum* and in resistance to *Fusarium* head blight. *European J. Plant Pathol.* **108**, 675-684
- Mesterházy, Á. (1982): Resistance of corn to *Fusarium* ear rot and its relation to seedling resistance. *Phytopath. Z.* **103**, 218-231
- Mesterházy, Á. (1983): Relationship between resistance to stalk rot and ear rot of corn influenced by rind resistance, premature death and the rate of drying of the ear. *Maydica*, **28**, 425-437
- Mesterházy, Á. (1995): Types and components of resistance against *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Breeding*, **114**, 377-386
- Mesterházy, Á., Bartók, T., Kászonyi, G., Varga, M., Tóth, B., and Varga, J. (2005): Common resistance to different *Fusarium* spp. causing *Fusarium* head blight in wheat. *European J. Plant Pathol.* **112**, 267-281
- Mesterházy, Á., Bartók, T., Mirocha, C. M., Komoróczy, R. (1999): Nature of resistance of wheat to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol contamination and their consequences for breeding. *Plant Breeding*, **118**, 97-110
- Szüts, P., Mesterházy, Á., Falkay, Gy., Bartók, T. (1997): Early telarche symptoms in children and their relations to zearalenon contamination in foodstuffs. *Cereal Res. Comm.* **25**, 429-436
- Tóth, B., Mesterházy, Á., Nicholson, P., Téren, J., and Varga, J. (2004): Mycotoxin production and molecular variability of European and American *Fusarium culmorum* isolates. *European J. Plant Pathol.* **110**, 587-599
- Varga, M., Bartók, T., Mesterházy, Á. (2006): Determination of ergosterol in *Fusarium* infected wheat by liquidchromatography – atmospheric pressure photoionization mass spectrometry. *J. Chromatography A*, **1103**, 278-283

Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás

Összefoglalás

A gabonatermesztés a maga 15 millió t éves termelésével a legfontosabb élelmiszer- és takarmány alapanyagokat szolgáltatja. A kalászosokat és a kukoricát a *Fusarium* fajok fenyegetik leginkább, amelyek termés és minőségi problémákon túl a toxinszennyezéssel (deoxynivalenol, zearalenon, T-1 toxin, fuminizinek) okozzák a legnagyobb kárt. Ezért ezek

jelentik az első számú biztonsági kockázatot a veszélyeztetett években. Alapvető nemzetgazdasági érdek az élelmiszer- és takarmánybiztonsági követelmények teljesítése. A feladatot rezisztencianemesítéssel, hatékonyabb fungicides védelemmel és a fajtaminősítéssel együttesen lehet megoldani. A rezisztencianemesítés területén már rendelkezésre állnak a nagymértékben ellenálló búzatörzsek, amelyek felhasználásával intenzív fajtaelőállító programba kezdtünk, hogy termőképes és jó minőségű rezisztens fajtákat állítsunk elő. A fungicides védelem tekintetében kidolgoztunk egy sokkal hatékonyabb eljárást, amely minimális ráfordítással (5 Ft/ha) lényegesen növeli a hatékonyságot. Folyamatban van a búza fajtaminősítési módszertanának kidolgozása, amellyel megvédhetjük a hazai termelőket a nagyon érzékeny fajták elterjedésétől. Ezt a munkát kukoricában szintén el kívánjuk indítani, hogy a takarmánybázis biztonsága megfelelő legyen a veszélyeztetett években is.

Mycotoxins in Cereal Productions: The Challenge of Food Security

Abstract

The cereal production in Hungary (15 million t/year) is hazarded by *Fusarium* spp. that cause not only yield and quality losses, but through the production of a number of mycotoxins they jeopardize the whole remaining yield (deoxynivalenol, zearalenone, T-2 toxin, fumonisins as most important). Therefore they represent the No. 1 safety problem in epidemic years. There is a fundamental national interest to fulfill the EU regulations for toxin contamination. The task can be solved by breeding for resistance, more effective fungicide use and by a more effective process of registration. For wheat the methodology of breeding is ready, highly resistant lines are in the nursery and an intensive breeding program started several years ago to combine high FHB resistance with high yielding and quality. In the fungicide use we developed a more effective fungicide technology that increases the efficacy of the treatment by about 60% with minimum costs (5 Ft/ha, 1 Euro is about 260 Ft). The methodology for the registration is under development in a project for wheat, for corn the work started. These three activities are necessary to protect growers from the susceptible cultivars, provide them more resistant cultivars, more effective fungicides and better technology to secure safety for humans and the animal husbandry.

Mikotoxinok import élelmiszerekben – Import kontroll

Varga Ildikó

Országos Élelmiszerbiztonsági és Táplálkozástudományi Intézet

Magyarország növényi eredetű élelmiszerellenőrző rendszere, és ezen belül az import élelmiszereket ellenőrző rendszere az Európai Unió csatlakozás előtti, felkészülési időszaktól kezdve szinte folyamatosan változik, átalakul.

Az élelmiszerellenőrzés minden országban az élelmiszerlánc következő pontjaira terjedhet ki:

- Import esetén a határon vagy a kijelölt pontokon még vámolás előtt.
- Raktárban, a feldolgozás előtt.
- Feldolgozás közben, a gyártásközi ellenőrzés során.
- Kereskedelmi forgalomban, a piaci ellenőrzés során.

Természetesen az élelmiszerlánc mindegyik pontjának ellenőrzése fontos. Az import-tételek vámolás előtti és utáni, de mindenképp a feldolgozás előtti mintázásakor a nagyobb alapanyag-tételek ellenőrzésére került sor, amellyel elkerülhető a kifogásolt tételek feldolgozásából, összekeveréséből, csomagolásából stb. eredő gazdasági károk nagyobb része. Azonban rendkívül fontos a gyártásközi ellenőrzés is, amely az első két szűrőn mégis átjutott kifogásolt tételeket deríti fel, ezzel megakadályozva azok piacra kerülését. Az utolsó szűrő a piaci ellenőrzés, amely során még az élelmiszerkereskedelemben fellelhető, nem megfelelő tételek, résztételek felfedezhetők és kivonhatók az élelmiszerpiacról, védve ezzel a fogyasztók egészségét.

A továbbiakban főleg az első két pontról lesz szó az élelmiszer-szállítmányok mikotoxin szennyezettségének ellenőrzése terén.

Magyarország növényi eredetű import élelmiszereket ellenőrző rendszerének első két lépcsője az uniós csatlakozás előtt és után

Magyarországnak a csatlakozás előtt e területen sajátos élelmiszerellenőrző rendszere volt. Az Élelmiszer törvény és végrehajtási rendelete szerint minden import élelmiszert és élelmiszer alapanyagot behozatal előtt a mostani nevén Országos Élelmiszerbiztonsági és Táplálkozástudományi Intézetnek (OÉTI-nek) meg kellett vizsgálnia. Csak az OÉTI engedély és

megfelelő OÉTI vizsgálati eredmény birtokában lehetett az élelmiszert importálni. Ez a kötelezettség egy speciális előszűrőt jelentett a nem megfelelő összetételű vagy nem megfelelő kémiai, mikrobiológiai szennyezettségű élelmiszerek számára. Ez az előszűrő rendszer 2002-től megszűnt, követve az uniós gondolatmenetet, mely alapján a forgalmazó a felelős azért, hogy megfelelő összetételű és minőségű élelmiszert hozzon csak piaci forgalomba (43/2002 FVM-EüM-GM rendelet).

Ezen az ellenőrzésen felül az országba beérkező növényi alapanyagtételek általában vámolás után szűrőpróbaszerű vizsgálatra kerültek. Az országba történő belépéskor a szállítmányokból a Növény- és Talajvédelmi Szolgálatok (NTSZ) szakemberei mintát vettek, melyekben az NTSZ ellenőrizte a növényvédőszer-maradékokat, míg az OÉTI végezte a mikotoxin-szennyezettség ellenőrzését az általa megjelölt országokból érkező – mikotoxin-szennyezettség szempontjából veszélyforrást jelentő – növényi élelmiszerek esetében.

Közvetlenül a csatlakozás előtt Magyarországnak át kellett alakítania import ellenőrzési rendszerét az uniós jogszabályoknak megfelelően. A mikotoxin szennyezettség ellenőrzésének szempontjából több jogszabályt kellett figyelembe venni, melyek közül a legfontosabbak a következők:

- A hatósági ellenőrzés alapját szolgáltató 882/2004/EK rendeletet, melynek 15. cikkelye kimondja:
 - Az illetékes hatóság rendszeres hatósági ellenőrzéseket végez a területükre importált, harmadik országból származó, nem állati eredetű élelmiszerek terén.
 - Az ellenőrzéseket a lehetséges kockázatok alapján kidolgozott, többéves nemzeti ellenőrzési terv szerint kell elvégezni.
 - Össze kell állítani és frissíteni kell azon nem állati eredetű élelmiszerek listáját, amelyeken ismert vagy felmerülő kockázat alapján fokozott hatósági ellenőrzéseket kell végezni, valamint meg kell állapítani az ellenőrzések gyakoriságát is.
- A későbbi, 401/2006/EK rendelet alapját képező (gyakorlatilag szinte ugyanazt tartalmazó) az élelmiszerek mikotoxin tartalmának hatósági ellenőrzéséhez alkalmazandó mintavételi és elemzési módszereket tartalmazó uniós határozatokat, melyek a 2004-ig megszokott, néhány kilogrammos tételminták helyett igen alapos tételmintázást írnak elő. Nagy tételek esetében (1. táblázat) akár 100 helyről kell 30-30 dkg mintát venni, így a teljes tétel minta tömege a 30 kg-ot is elérheti (1. ábra). Így a mintavétel és analízis költségei igen megnövekedtek; ekkora mennyiségű minták feldolgozásához továbbá komoly berendezésekre van szükség.

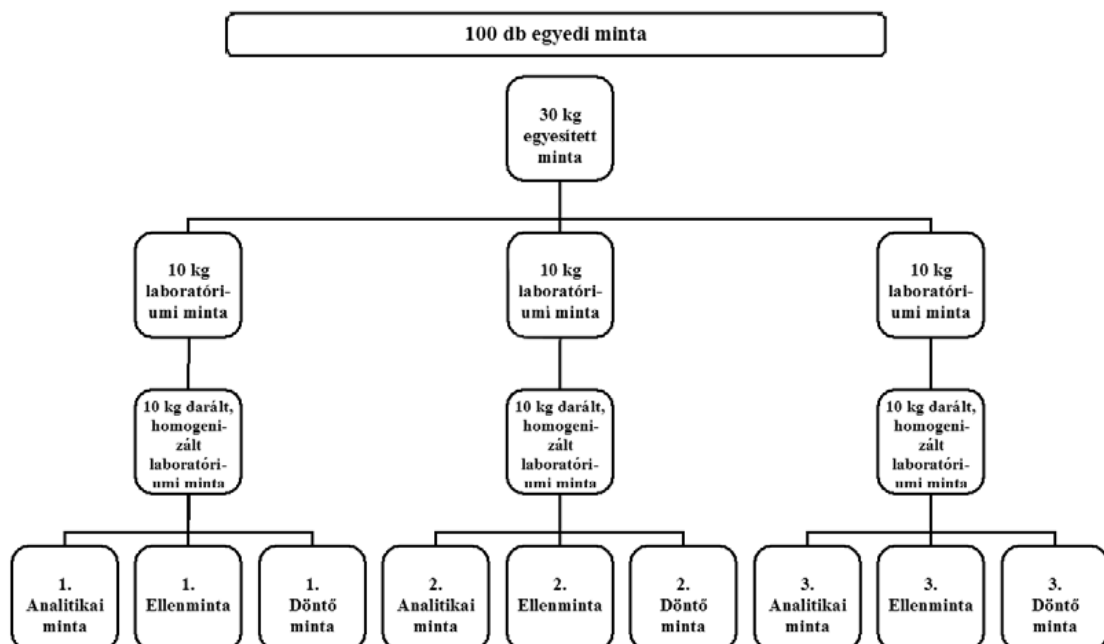
1. táblázat: Példák az élelmiszerek mikotoxin-tartalmának hatósági ellenőrzéséhez használandó mintavételi módszerekre (401/2006/EK rendelet)

Árucikk	Tétel tömege (t)	Altételek	Részminták száma	Egyesített minta tömege (kg)
Füge	≥ 15	15-30 t	100	30
	< 15	-	10-100	≤ 30
Földi-mogyoró, pisztácia, diófélék	≥ 500	100 t	100	30
	> 125 és < 500	5 altétel	100	30
	≥ 15 és ≤ 125	25 t	100	30
	< 15	-	10-100	≤ 30

- A Bizottság egyes harmadik országból behozott bizonyos élelmiszerek aflatoxinnal való fertőződésének kockázata miatti különleges feltételekre vonatkozó határozatait az Unióban pillanatnyilag a mikotoxinok közül csak aflatoxin szennyezettség tekintetében állítottak fel nem állati eredetű élelmiszerekre fokozott hatósági ellenőrzési listát, melyet ma az egyesített 2006/504/EK határozat tartalmaz (lásd 2. táblázat).

Jelenlegi helyzet Magyarországon

A fentiek alapján Magyarországnak import ellenőrző rendszerét élelmiszerek mikotoxin-szennyezettségének ellenőrzése tekintetében két területen kell működtetni.



1. ábra: Élelmiszerek mikotoxin tartalmának hatósági ellenőrzéséhez tartozó mintavételi módszerek (Példa a 401/2006/EK rendelet alapján)

2. táblázat: A fokozott aflatoxin-ellenőrzés alá eső növényi élelmiszerek jegyzéke a 2006/504/EK határozat alapján

Származási ország	Élelmiszer és az ezt tartalmazó élelmiszer	Ellenőrzés gyakorisága
Brazília	Brazil dió	100%
Irán	Pisztácia	100%
Egyiptom	Földimogyoró	20%
Kína	Földimogyoró	10%
Törökország	Pisztácia, füge	10%
Törökország	Törökmogyoró	5%

Már a csatlakozás pillanatában létre kellett hozni a kötelező uniós határozat(ok) alá eső, egyes harmadik országból behozott bizonyos élelmiszerekre vonatkozó, az uniós előírásoknak megfelelő aflatoxin import kontrollt. A felállított rendszer 2004. május 1-től valóban működik és a későbbiekben kerül részletes ismertetésre.

A másik – Magyarország által kialakítandó – import ellenőrzési rendszer: az uniós határozat alá nem eső import élelmiszerek nemzeti monitoring terv alapján működő tétel-ellenőrzése. Ez a rendszer még nem épült ki. Felállításának egyrészt még jogi akadályai is vannak (vámítok törvény), másrészt komoly anyagi terhet jelent a költségvetésnek a nagyszámú és nagymennyiségű tétel minta megvétele, feldolgozása és vizsgálata.

Az egyes harmadik országból behozott bizonyos élelmiszerekre vonatkozó ellenőrzési rendszer több hatóság együttes munkájának eredménye. A 2006/504/EK határozat alapján e határozat hatálya alá eső tételek csak kijelölt helyeken jelentkezhetnek vámolásra az Unió területén. Magyarországon a fővámhivatalok és néhány határállomás az erre a célra kijelölt hely. A szállítmánnyal először a Vámhatóság találkozik, ahol az előírásoknak megfelelően ellenőrzi a szállítmányokat. Az ellenőrzés a következőket tartalmazza:

1. Dokumentumok ellenőrzése

- Egészségügyi bizonyítvány meglétének ellenőrzése.
- Aflatoxin tételvizsgálati bizonyítvány megfelelőségének és meglétének ellenőrzése.
- A két okmányon szereplő tételazonosító azonos voltának ellenőrzése.

2. Azonosság ellenőrzése:

Annak ellenőrzése, hogy az okmányokon szereplő tételazonosító megtalálható-e a zsákokon.

A dokumentumok és az azonosság ellenőrzését a Közösségbe való első belépési helyen kell elvégezni. Ha a fenti dokumentumok közül bármelyik hiányzik, vagy hiányosságok mutatkoznak az ellenőrzés során, akkor a tételt vissza kell fordítani (vagy meg kell semmisíteni), a tétel nem vámolható és nem mintázható.

3. Fizikai ellenőrzés

Ha a dokumentumok és az azonosság ellenőrzése során mindent rendben találtak, akkor kerülhet csak sor a fizikai ellenőrzésre. A tranzit szállítmányokat e két ellenőrzés után továbbengedik, míg a magyar célállomású szállítmányok esetén a Vámhatóság értesíti a területileg illetékes NTSZ-t. Az NTSZ szakemberei végzik el az előírás szerű mintavételt, a tétel minta durva összekeverését, a részmintákra osztását, a részminták darálását, külön-külön történő homogenizálását, majd az analitikai, az ellen- és a döntő minták megvételét (lásd 1 ábra). Az analitikai, az ellen- és a döntő minták ezután az OÉTI mikotoxin laboratóriumában kerülnek aflatoxin analízisre, amely Magyarországon ezen vizsgálatok elvégzésére kijelölt laboratórium az Unió felé. A vizsgálatok elvégzése után a laboratórium értesíti az NTSZ szakembereit a vizsgálat eredményéről, akik azt továbbítják a Vámhatóság felé. Ha a tétel analitikai eredménye megfelelő, akkor a tétel vámolásra, nem megfelelő minősítés esetén pedig hatósági zárlat alá kerül, tehát nem vámolható és nem kerülhetnek az Unió piacára.

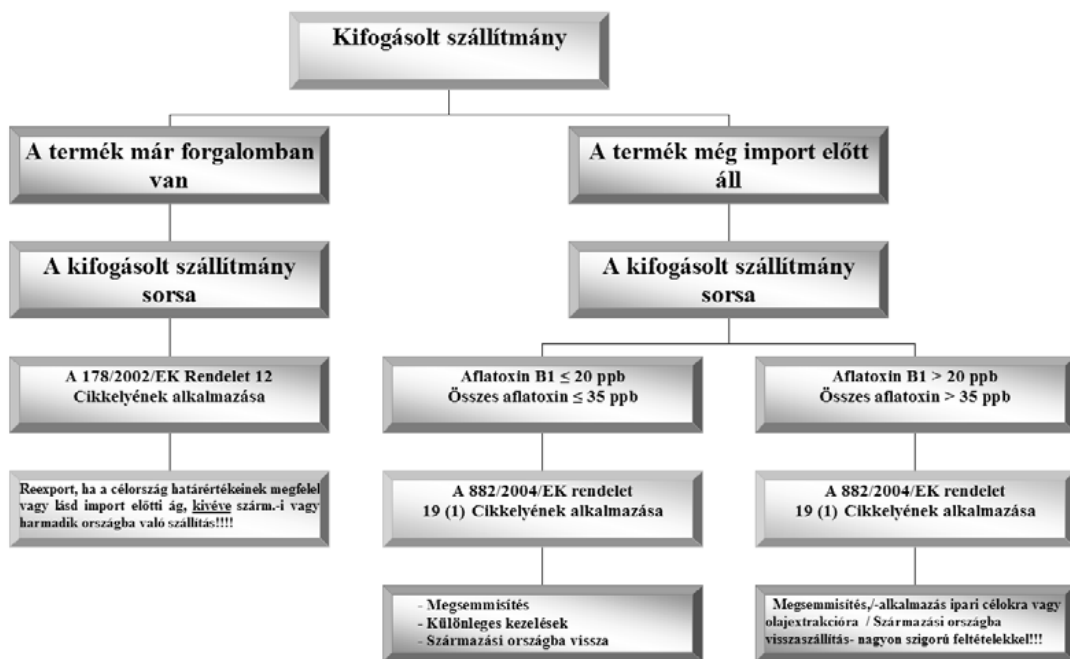
A vizsgálati eredmények értékelésekor a laboratóriumnak – az előírás szerint – a mért aflatoxin szennyezettségi szintet korigálnia kell a visszanyeréssel, és az aflatoxin tartalmat a termék ehető részére számolva kell megadnia (a héj nem tartalmaz aflatoxint). A tétel csak akkor minősíthető kifogásoltnak (2006/504/EK és SANCO/1208/2005-rev. 1 Útmutató dokumentum), ha a kapott eredmény a mérési eredmény kiterjesztett bizonytalanságát figyelembe véve meghaladja a határértéket.

Ha az analitikai részminták (1. ábrán látott példa esetén a 3 analitikai minta) bármelyike kifogásolt, az előírás szerint az egész tétel kifogásolt. Ha bármelyik analitikai minta a fentiek alapján számolt mérési eredménye a határérték felett van, de az eltérés kisebb, mint a kiterjesztett mérési bizonytalanság, a tétel minősítése megfelelő. A tétel vámolható, de a forgalmazó tájékoztatást kap a határérték kis mértékű túllépéséről.

4. A kifogásolt tételek sorsa

A kifogásolt tételeket azonnal jelenteni kell az uniós gyorsriasztási RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) rendszerben, hogy a szomszédos országok azonnal tájékoztatást kapjanak a kifogásolt tétel azonosító paramétereiről, hiszen a visszafordított szállítmányok tulajdonosai rendszerint megkísérlik a vámolást egy másik uniós tagországban is. A határozat Útmutató dokumentuma (SANCO/1208/2005-rev. 1) alapján a kifogásolt szállítmány egészségügyi bizonyítványát és minden más releváns okmányát érvényteleníteni kell, ezzel megakadályozva annak a lehetőségét, hogy más kijelölt uniós belépési ponton e tételekkel vámolásra jelentkezhessenek.

Az Útmutató dokumentum igen szigorú feltételeket ír elő a kifogásolt tételek sorsára vonatkozóan az uniós jogszabályok alapján. A 2. ábráról látható, hogy az elvámolt, de később kifogásoltnak talált szállítmányok, ha más célország határértékeinek sem felelnek meg, nem vihetők ki az Unió területéről, még a származási országba sem vihetők vissza. Ezzel szemben, ha a tételt vámolás előtt találták kifogásoltnak – bizonyos feltételekkel – még visszaszállítható a származási országba.



2. ábra: A 2006/504/EK határozat „Útmutató” dokumentuma

Ha a tétel szennyezettsége ezen az emberre veszélyes szint alatt van vagy azzal azonos, akkor a kifogásolt tételek minden további nélkül visszafordíthatók a származási országba. Az Útmutató szerint azonban nem lehet visszafordítani az emberre veszélyes aflatoxin szintek feletti

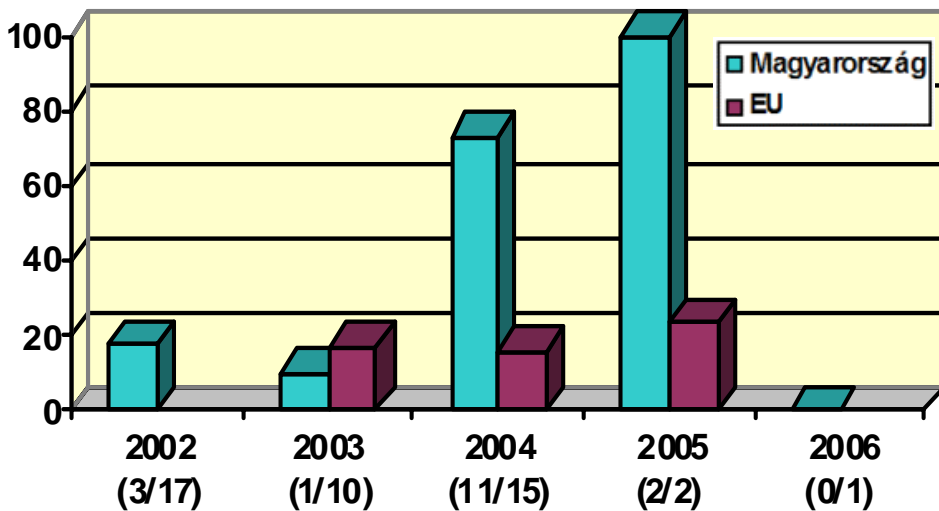
szennyezettséget tartalmazó tételt, csak ha a származási ország illetékes hatósága okmányt bocsát ki arról (ezt a forgalmazó szerzi be), hogy visszafogadja az azonosított szállítmányt, zárlat alá helyezi azt és megadja az okmányon, hogy mit fog tenni a szállítmánnyal. Az okmány beszerzésére 60 nap áll rendelkezésre (882/2004/EK 21. cikk). Ha ez letelt és a késedelem nem indokolható, a szállítmányt meg kell semmisíteni. A szállítmány az okmány megérkezéséig hatósági zárlat alatt tartandó, ami a tárolási költség sokszor nem elhanyagolható növekedését jelenti az importáló számára.

A fokozott aflatoxin import kontroll alá eső élelmiszerek magyar és uniós adatainak összehasonlítása

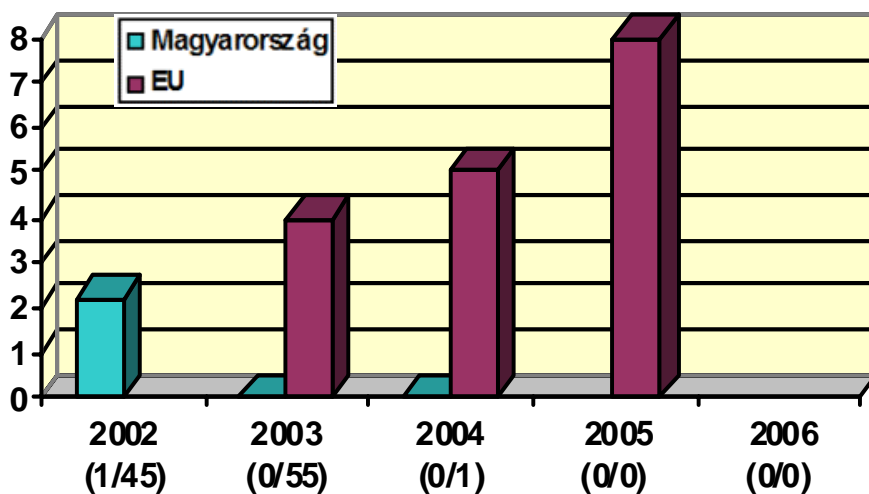
A 3-8. ábrák a különleges uniós határozat (2006/504/EK) alá eső élelmiszerek magyar és uniós határelőirőzési adatait mutatják be. Az évszámok alatt a magyar adatok szerepelnek: kifogásolt tételek száma / összes megvizsgált tétel száma.

Az ábrákból látható, hogy a különleges határozatok alá eső élelmiszerek közül az iráni pisztácia és a kínai földimogyoró szállítmányokat hazánk a csatlakozás előtt is rendszeresen ellenőrizte. A kínai földimogyoró minták száma (4. ábra) a csatlakozás óta láthatóan drasztikusan lecsökkent, részben a tétel minta megvételének bonyolultsága miatt.

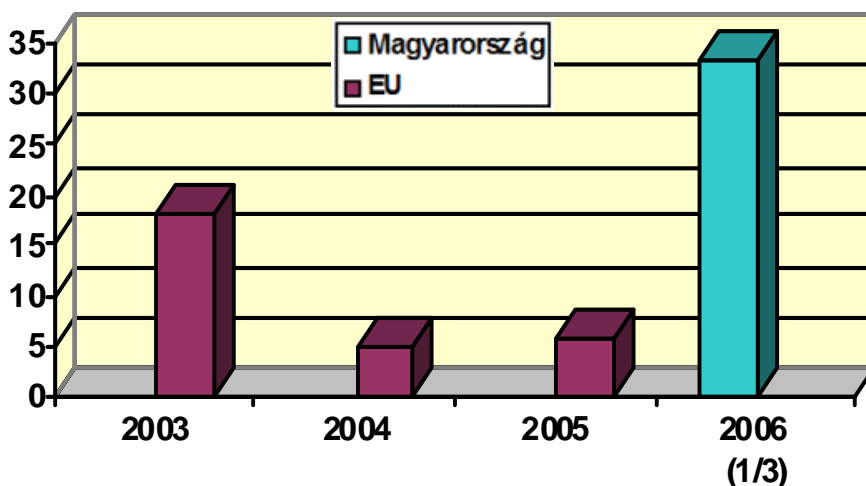
Az uniós tagországok közvetlenül a csatlakozás előtt felhívták a csatlakozandó országok figyelmét arra, hogy főleg az iráni pisztácia vonatkozásában az importálók ki fogják próbálni az új tagországok mintavételi és ellenőrzési rendszerét, keresve a leggyengébb láncszemet. Azután majd egész Európába ezen leggyengébb tagországon keresztül fog beözönlenni az iráni pisztácia. A 3. ábra adataiból látható, hogy a feltevés nem volt alaptalan. Az országba jövő tételek száma 2004. májusától nem csökkent, ugyanakkor a kifogásolás aránya jelentősen megnőtt. Ez egyrészt az alaposabb mintavételezésnek tulajdonítható, másrészt pedig azt jelzi, hogy a szennyezettebb tételeket az új tagországokon keresztül próbálták meg behozni az Unióba. A 2004-es 17% uniós kifogásolási átlaggal szemben az új tagországok – köztük Magyarország kifogásolási aránya – 70% körül mozgott. Látható az is, hogy következő évben – miután Magyarország bizonyította, hogy az ellenőrzési rendszere erős, jelentősen lecsökkent a Magyarországon vámolásra bejelentett iráni pisztácia tételek száma. 2005-ben azonban ezek is mind kifogásoltnak minősültek.



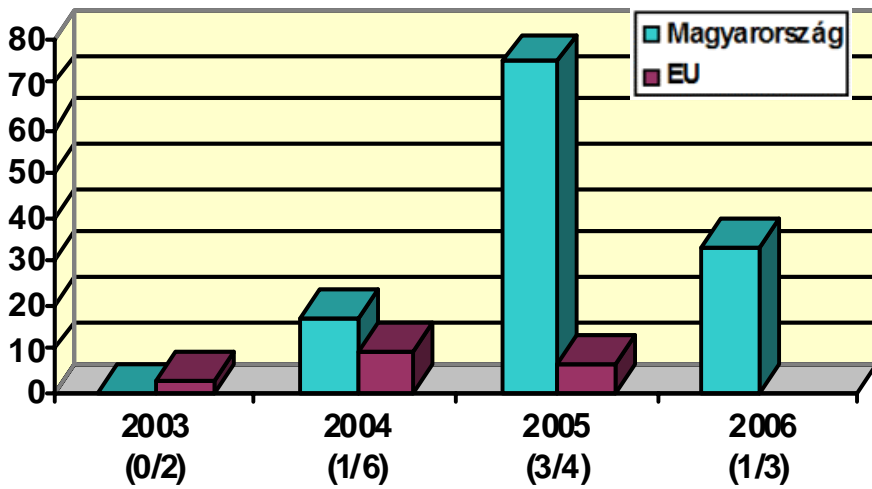
3. ábra: Iráni pisztácia: A kifogásolt minták%-os aránya



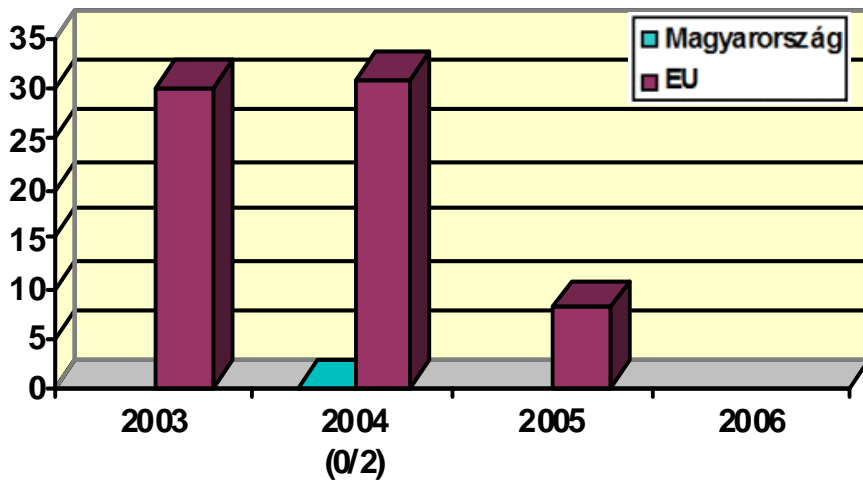
4. ábra: Kínai földimogyoró: A kifogásolt minták%-os aránya



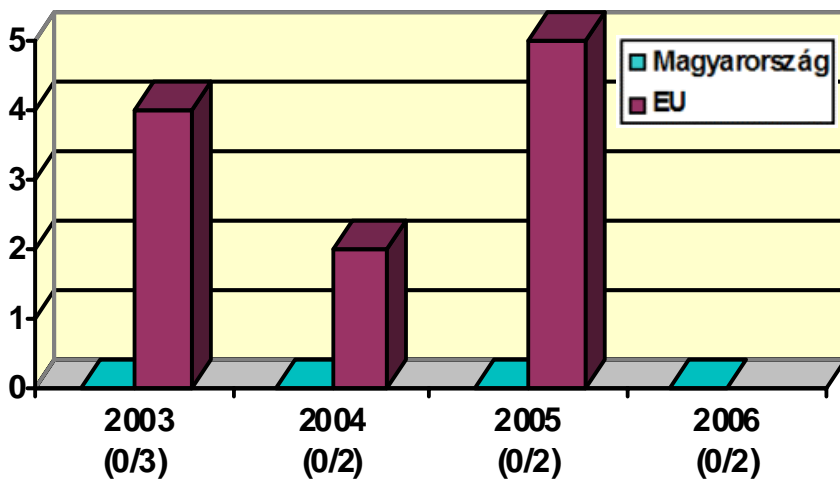
5. ábra: Egyiptomi földimogyoró: A kifogásolt minták%-os aránya



6. ábra: Török füge: A kifogásolt minták%-os aránya



7. ábra: Török pisztácia: A kifogásolt minták%-os aránya



8. ábra: Törökmogyoró: A kifogásolt minták%-os aránya

A vámolási kedv csökkenése ugyanígy tapasztalható a szomszédos új tagországokban is. Ennek valószínűleg két összetevője van. Az egyik, a már említett szigorú ellenőrzési rendszer, a másik ok a szállított áruk eltérő minősége lehet. Az uniós Food and Veterinary Office (FVO) ellenőrzés (DG(SANCO)/7670/2005-MR Final) adatai szerint az Unióba irányuló iráni pisztácia 88-90%-a Irán déli kikötőjében kerül behajózásra, majd Spanyolországon és Németországon keresztül kerül főleg Európába. Irán most már valóban mindent megpróbál a pisztácia szállítmányok aflatoxin szennyezettségének csökkentése érdekében. Ezen a déli útvonalon behajózás előtt sokszor háromszor is átválogatják a szállítmányokat. Valószínűleg ez az észak felé, a Balkánon keresztül kamionnal érkező szállítmányok esetében még nem valósul meg, ezért azok aflatoxin-szennyezettség miatt való kifogásolási aránya magasabb az uniós átlagnál.

Említésre méltó még, hogy a török törökmogyoró ellenőrzési gyakoriságát 2006-ban az eddigi 10%-os ellenőrzés helyett 5%-ra csökkentették, miután – mint az a 8. ábrán látható - a törökmogyoró átlagos uniós kifogásolási aránya több éve nem haladta meg az 5%-ot. Törökország komoly erőfeszítéseket tesz ugyanis annak érdekében, hogy termékei megfeleljenek az uniós piacon.

Irodalom

- 43/2002 FVM-EüM-GM együttes rendelet: Az élelmiszerekről szóló 1995. évi XC. Törvény végrehajtásáról szóló 1/1996 (I.9.) FM-NM-IKM együttes rendelet, valamint a dohánytermékek előállításáról, forgalmazásáról és ellenőrzéséről szóló 36/1996 (XII.11.) FM-NM-IKIM együttes rendelet módosításáról
- 178/2002/EK rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 178/2002/EK rendelete (2002. január 28.) az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszerbiztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról
- 882/2004/EK rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 882/2004/EK rendelete (2004. április 29.) a takarmány és élelmiszerjog, valamint az állat-egészségügyi és az állatok kímélésére vonatkozó szabályok követelményeinek történő megfelelés ellenőrzésének biztosítása céljából végrehajtott hatósági ellenőrzésekről
- 401/2006/EK rendelet: A Bizottság 401/2006/EK Rendelete (2006. február 23.) az élelmiszerek mikotoxin tartalmának hatósági ellenőrzéséhez használandó mintavételi és elemzési módszerek megállapításáról
- 2006/504/EK Határozat: A Bizottság Határozata (2006. július 12.) egyes harmadik országból behozott bizonyos élelmiszerekre az ezen termékek aflatoxinnal való fertőződésének kockázata miatt vonatkozó különleges feltételekről
- 2006/504/EK – Útmutató dokumentum: SANCO/1208/2005-rev. 1: Guidance Document for competent authorities for the control of compliance with EU legislation on aflatoxins

Mikotoxinok import élelmiszerekben – Import kontroll

Összefoglalás

A cikk az import növényi eredetű élelmiszerek - feldolgozás előtti - ellenőrzésében, nagyrészt a különleges uniós határozat(ok) alá eső élelmiszerek ellenőrzésében Magyarország 2004-es uniós csatlakozása óta elért eredményeket tekinti át. Összefoglalja az import ellenőrzés lehetséges pontjait, jogi hátterét, az uniós mintavételi előírásokat mikotoxin szennyezők esetében, valamint felvázolja a magyar határellenőrzés 2004 előtti és azóta kialakult, állandóan változó rendszerét. A cikk foglalkozik a különleges uniós határozat(ok) alá eső élelmiszerek ellenőrzése Útmutató dokumentumának alkalmazási nehézségeivel, valamint összehasonlítja a magyar mérési eredményeket és adatokat az uniós adatokkal a 2004. májusa óta eltelt időszakra vonatkozóan e területen.

Mycotoxins in Imported Foodstuffs – Import control

Abstract

The paper is an overview of the achievements in the control of imported unprocessed foodstuffs of plant origin, mainly in the control of foodstuffs under special EU decision(s) since the EU accession of Hungary in 2004. It summarizes the possible points and the legal background of the import control, the sampling procedures in the EU in case of mycotoxin contamination, and gives an insight into the border control system of Hungary, before and after 2004 which is under permanent change. The Hungarian analytical results are compared with the EU data obtained from the special control under EU decision(s) regarding the period of May 2004 and 2006.

Mikotoxinok az élelmiszerláncban

Sohár Pálné

Országos Élelmiszerbiztonsági és Táplálkozástudományi Intézet

Mikroszkópikus gombák mindenütt jelen vannak a környezetünkben. Ma még nem teljesen tisztázott okokból és feltételek mellett olyan bonyolult szerkezetű, jelentős biológiai aktivitású, ún. másodlagos anyagcseretermékeket is szintetizálnak, amelyekre a gomba növekedéséhez nincs szükségük.

A penészgombák jelenléte az élelmiszereket hátrányosan befolyásolja, mivel érzékszervi tulajdonságaik romlanak, tápértékük csökken. Csaknem minden növényi termék – a betakarítás, szállítás, tárolás és feldolgozás folyamán – szolgálhat szubsztrátként a gombák növekedéséhez.

A penészek jelenléte az élelmiszerekben nem jelenti automatikusan a mikotoxinok előfordulását is. A toxinképződéshez megfelelő hőmérséklet, oxigén, szubsztrátum és levegő-páratartalom szükséges. Ugyanaz a gombafaj többféle mikotoxin egyidejű szintetizálására képes; ugyanakkor egy adott mikotoxint számos gombafaj képes termelni. Ezért egy-egy élelmiszer egyszerre több mikotoxinnal lehet szennyezett.

A mikotoxinokkal kapcsolatos széleskörű kutatások az 1960-as évek elején Angliában előfordult tömeges pulykacsibe elhullás okainak tisztázására indult vizsgálatokkal kezdődtek. Az eset kapcsán tisztázták a mérgezést kiváltó aflatoxinok kémiai szerkezetét, a penészgomba, illetve a takarmány eredetét és veszélyességét. Azóta több száz mikotoxint azonosítottak. Keletkezésük körülményeinek, valamint az emberek és állatok egészségére gyakorolt hatásuknak tanulmányozása világszerte az érdeklődés középpontjában áll. Toxicitásuk, veszélyességük, továbbá az élelmiszerekben való előfordulási gyakoriságuk és mennyiségük figyelembevételével az ember számára legveszélyesebb mikotoxinok jelenlegi tudásunk szerint az aflatoxinok, az ochratoxinok, a Fusarium toxinok (a zearalenon, a fumonizinek és a trichotecének), valamint a patulin.

Egyes mikotoxinok előfordulása, stabilitása és toxicitása

Az **aflatoxinokat** elsősorban az *Aspergillus flavus* és *Aspergillus parasiticus* fajok termelik. Az aflatoxin csoport tagjai kémiai szerkezetük szerint furano-kumarin származékok. Közülük legjelentősebb az aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂. Nevüket a vékonyréteg kromatogramon UV fényben látható foltok színe (blau és grün) alapján kapták. Általánosan elfogadott, hogy az *A. flavus* főként aflatoxin B₁, B₂, míg az *A. parasiticus* aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂ toxinokat termel.

A növényi terményekben a B₁ és G₁ toxin fordul elő leggyakrabban és a legnagyobb mennyiségben. Az aflatoxin B₁ és B₂ toxinokkal szennyezett takarmányt fogyasztó tehének tejében kiválasztódó hidroxilált metabolitokat aflatoxin M₁- és M₂-nek („Milk”) nevezték el. A takarmányban lévő toxinnak 1-2%-a választódik ki a tejjel.

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. Az aflatoxin-termelés beindításához huzamos ideig tartó magas (> 30 °C) hőmérsékletre és páratartalomra van szükség, így a hazai éghajlati körülmények mellett aflatoxin-képződéssel nem kell számolni.

Az emberi és állati megbetegedések előidézése szempontjából a 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 olajos magvak feldolgozásakor az aflatoxinok kb. 85%-a a takarmányozásra szolgáló présfogácsába, míg mintegy 15%-a az olajba kerül. A szokásos kémiai olajfinomítás során az aflatoxinokat az étolajból eltávolítják, azonban a nem finomított földimogyoró-, illetve szójaolaj szennyezett lehet.

Az aflatoxinok hőstabilak, főzésnek ellenállóak. A magasabb hőmérsékleten történő elbomlásukra vonatkozó irodalmi adatok ellentmondóak, egészen kis mértékű csökkenéstől egészen 50 - 70%-ig terjedő bomlást is leírnak, de az UV fény hatására bomlanak. Az aflatoxin M₁ koncentráció pasztörözéskor nem változik.

Az aflatoxinok erős mérgek: per os LD₅₀ értékük állatfajonként 0,3-20 mg/ttkg. Akut toxikus hatásuk minden tanulmányozott állatfajban a

máj haemorrágiás nekrozisával jellemezhető. Hosszabb expozíciós idő után kis dózisok fogyasztása esetén is májkárosító, genotoxikus és immunszuppresszív hatásúak. A rendelkezésre álló adatok alapján a hatás $B_1 > G_1 > B_2 > G_2$ sorrendben csökken. Az aflatoxin M_1 rákkeltő potenciálja kb. egytizede a B_1 -ének. Epidemiológiai vizsgálatok Indiában, Délkelet-Ázsiában és Afrikában a táplálékkal bevitt aflatoxinoknak a májrák előfordulását növelő hatását valószínűsítik.

Az IARC az aflatoxinokat, mint csoportot és az aflatoxin B_1 -et humán rákkeltőnek minősítette és az 1. csoportba, az aflatoxin M_1 -t pedig mint lehetséges humán rákkeltőt a 2B csoportba sorolta. A Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) és a Scientific Committee for Foodstuffs (SCF) is hasonló álláspontra helyezkedett és arra a következtetésre jutott, hogy a rendelkezésre álló adatok hiányosságai egyelőre nem teszik lehetővé a tolerálható/heti beviteli érték megállapítását. Mindent meg kell tenni azonban a lehetséges kockázat csökkentésére, vagyis az élelmiszerek mikotoxin-szennyezettségének a lehető legalacsonyabb szinten tartására. Az M_1 toxin esetében erre jó lehetőséget biztosít a tejelő állatok takarmányának szigorú korlátozása, illetve ellenőrzése.

Az **ochratoxinokat** elsősorban az *Aspergillus* és a *Penicillium* törzsek termelik. Kémiai szerkezetük szerint β -fenil-alaninhoz amidkötéssel kapcsolódó dihidro-izokumarin származékok. Legfontosabb képviselőjük a klóratomot tartalmazó ochratoxin A, főleg a *Penicillium verrucosum* az *Aspergillus ochraceus* és az *Aspergillus carbonarius* penészgombák szintetizálják eltérő körülmények között. A cereáliákban és cereália termékekben lévő OTA forrása a *P. verrucosum*, amely csak 30 °C alatti hőmérsékleten nő 0,8 vízaktivitás mellett, ennek megfelelően csak a hűvös éghajlatú területeken található meg.

Az *A. ochraceus* mérsékelt égövben nő és 0,8 vízaktivitást igényel. Sporadikusan megtalálható az élelmiszerek széles körében, de ritkán okoz jelentős OTA koncentrációt. A nyers kávéban az OTA szennyezettség okozója. Az *A. carbonarius* magas hőmérsékleten szaporodik; növekedése a gyümölcseréshez, elsősorban a szőlő éréséhez kapcsolódik. Eredő forrása a friss szőlőben, szőlőlében, borban és mazsolában lévő OTA szennyezettségnek.

Az ochratoxin A leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben a gabonaneműekben és hüvelyesekben (kakaó-, kávé- és szójababban) fordul

elő. Hazai éghajlati körülmények között is képződhet; a takarmányokban időnként jelentős koncentráció-szinteket ér el. Takarmány eredetű ochratoxikózis Magyarországon is jól ismert; különösen a sertés és a baromfi érzékeny rá. Az emlős szervezetekbe jutott ochratoxinok felezési ideje változó (4-580 óra); disznóból, majomból és feltehetően az emberből is lassan ürül. Huzamos vagy ismétlődő expozíció után kimutatható a vérből, de a tejjel is kiválasztódik.

Gabonafélékben a toxintermelés gombafertőzöttség esetén már a termőhelyen megkezdődhet és a tárolás során is folytatódhat, különösen nagyobb nedvességtartalom esetén. A gabonamagvak fizikai kezelésével (mosás, felületi koptatás) az ochratoxin A szennyezettségnek több mint a fele eltávolítható. Az őrlésnek magának nincs vagy csak jelentéktelen befolyása van az ochratoxin A szintekre, és a kenyérgyártás folyamán is csak részleges bomlás következik be.

Az ochratoxin hőstabil, főzés közben nem bomlik el. Kávéban pörkölés hatására való lebomlásáról egymástól teljesen eltérő vélemények találhatók a szakirodalomban. Egyes szerzők nem tapasztaltak jelentős bomlást, míg mások 50-100%-os csökkenésről számolnak be. Saját vizsgálataink szerint az ochratoxin szennyezettség gyakorlatilag majdnem teljes mértékben átkerül a kávéfőzetbe.

Az ochratoxin A erősen toxikus anyag, per os LD₅₀ értéke állatfajtól függően 0,2-50 mg/ttkg között változik. Erős vesekárosító, állatkísérletben bizonyítottan rákkeltő, immunszuppresszív és teratogén anyag. Az IARC az emberre valószínűleg karcinogén 2B csoportba sorolja. Néhány genotoxikológiai vizsgálatban az ochratoxin A pozitív, de a hagyományos Ames teszt szerint nem mutagén.

Az ochratoxin A toxikológiai értékelését több nemzetközi szakértő bizottság, úgy mint a JECFA, kanadai szakértők és a SCF is elvégezte. Összességében eltérő következtetésekre jutottak attól függően, hogy mely toxikus hatásra (vesekárosítás vagy karcinogenitás) alapozták véleményüket. A megállapított tolerálható napi beviteli értékek viszonylag széles határok között 1,2-14 ng/ttkg között változnak. Reálisan az 5 ng/ttkg/napos tolerálható bevétel fogadható el.

A **patulint** az Aspergillus, Penicillin és Byssochlamys törzsek termelik. Kémiai szerkezete szerint telítetlen öttagú lakton. Antibiotikus hatása is van, azonban jelentős toxicitása miatt mikotoxinnak kell tekinteni.

A patulin penészes gyümölcsökben, zöldségekben és cereáliákban, illetve takarmányokban fordul elő. Megtalálható a különféle penésszel fertőzött friss vagy feldolgozott gyümölcs és zöldségkészítményekben (levelekben, szószokban, befőttben stb.) is, de leggyakrabban a sérült felületű, „kék penész” miatt romlott almafélékben mutatható ki. A szennyeződés mértéke összefügg a romlás fokával és nem terjed át a romlott szövetből távolabbi részekbe. Ennek ellenére a látszólag egészséges gyümölcs esetén sem zárható ki a patulin jelenléte.

A patulin hő hatására nem bomlik, savas pH mellett stabil. Hosszabb tárolás során, vagy szulfitek hatására magas hőmérsékleten, aszkorbinsav hozzáadásra, illetve alkoholos fermentáció és aktív szén kezelés során csökken a mennyisége. Lúgos közegben és szulfhidril csoportot tartalmazó molekulák (pl. cisztein és glutation) jelenlétében a patulin elveszti biológiai aktivitását.

A patulin nagyon mérgező hatású anyag, LD₅₀ értéke egéren 16-35 mg/ttkg között változik a beviteli módtól függően. Citotoxikus hatása következtében antibiotikus, gomba- és protozoaölő tulajdonságai is vannak. Megnöveli a hajszálerek permeabilitását; ödémákat, bevérzéseket okoz. Számos enzim, köztük az RNA és DNA polimeráz enzimeket gátolja. Mutagén és rákkeltő hatása nem tekinthető bizonyítottnak. A szervezetben nem akkumulálódik. Az immunrendszert nagyobb dózisok esetén károsítja. Az ideiglenes tolerálható napi bevittelt PTDI = (provisional tolerable daily intake) a JECFA 1995-ben 0,4 µg/ttkg értékben állapította meg.

A Fusarium gombafajok széles körben elterjedtek az egész világon. Nagy részük rendelkezik toxintermelő képességgel. Sokféle mikotoxint képesek szintetizálni tág hőmérsékleti intervallumban, így a hazai éghajlati viszonyok mellett is. A korábban évtizedeken át alkalmazott monokultúrás mezőgazdaság, a fertőzött növényi hulladékok beszántása, később a gombabetegségek elleni rendszeres védekezés elmaradása nagymértékben elősegítette, hogy Magyarországon a talaj Fusarium fajokkal fertőzötté vált. A gombafertőzöttség a gabonafélék esetén jelentős gazdasági kárt, hozamkiesést és minőségromlást eredményez.

A Fusarium a gabonaféléket már a földeken megtámadja. A fertőzés szemmel látható, így a szennyezett termés elkülöníthető, az emberi fogyasztásból elvben kizárható.

A Fusarium gombakultúrákból izolált zearalenon-származékok közül a **zearalenon** (F-2 toxin) a legjelentősebb. Elsősorban kukoricában, rizsben,

búzában, árpában és a malátában képződik, főként még a betakarítás előtt. A toxin képződése a betakarítás után is folytatódik, ha a termény kezelése és szárítása nem megfelelő. A gomba szaporodásának optimális hőmérséklete 22-26 °C, a toxinképződésé 6-12 °C között van. A zearalenon kémiai szerkezetében és élettani hatásában is eltér a többi *Fusarium* toxintól. Kémiai szerkezetét tekintve fenolos rezorcinsav-lakton. A gabonaféléken felületi szennyeződésként jelenik meg, a malmi feldolgozás után a korpába kerül.

A zearalenon heveny mérgezést nem okoz. Ösztrogén-hormonhatású anyag. Állatoknál péra- és hüvelyduzzanatot idéz elő. Hatására a méh és a tejmirigyek megnagyobbodása, fokozott váladékozása figyelhető meg. Rendszertelen ivarzást, vetélést, a spermatermelés zavarát okozza. A takarmány szennyezettsége az állattartásban komoly gazdasági károkat okoz. A zearalenon esetleges rákkeltő hatása nem kellően bizonyított. Egerekben szignifikánsan növelte a hipofízis adenomák gyakoriságát, de patkányban nem. A JECFA 1999-ben 0,5 µg/ttkg-ban állapította meg a PTDI értéket.

A **trichotecénekhez**, melyeket főleg a *Fusarium tricinctum*, *F. solani*, *F. nivale* és *F. oxysporum* gombák termelnek, több mint 50 kémiailag rokon, bonyolult szerkezetű metabolit tartozik. Élelmiszerszennyezőként csak egy részüket azonosították. A tetraciklikus trichotecének kémiailag szeszkviterpén típusú vegyületek. A deoxinivalenol (DON) és a nivalenol B-típusú, a T-2 és HT-2 toxin A-típusú trichotecének.

A főként *Fusarium graminearum* és *F. culmorum* által termelt **DON** egyedül vagy más trichotecénekkal, illetve zearalenonnal együtt csaknem minden cereália termékben kimutatható. A *Fusariumok* számára kedvező időjárási viszonyok esetén a DON mennyisége 10 mg/kg-os nagyságrendet is elérheti. Főleg a búzát, árpat, rozst, zabot és kukoricát károsítja, búzán a szemek üszkösödését, kukoricában a kalász rothadását okozza.

A DON-szennyezettség előfordulása és súlyossága régióról-régióra, évszokról-évszakra, gabonafajtáról-gabonafajtára változik. A fertőzöttség és szennyezettség mértéke a klimatikus tényezőktől (hőmérséklet, esőzések, levegő nedvességtartalma) függ. A DON vízzel oldható, raktározás és őrlés alatt nagyon stabil, viszonylag hőtűrő, a legtöbb gyártási és főzési eljárást túléli, és a fermentáció sem bontja le teljesen.

A DON maximálisan tolerálható napi beviteli értéke (PMTDI) a JECFA és az SCF értékelése szerint 1 µg/ttkg. Ezen a szinten a DON nincs hatással

az immun rendszerre, a növekedésre vagy a reprodukcióra. Akut mérgezés esetén a tünetek az étkezés után 30 perccel jelentkeznek, émelygés, hányás, hasmenés, has-és fejfájás, esetenként láz formájában. Nem rákkeltő.

A **T-2 és HT-2 toxin** betakarításkor normális esetben nincs jelen a gabonában. Ha azonban a gabona túl sokáig marad a földeken, illetve betakarítás után hideg idő esetén, vagy ha a gabona nedves lesz, jelentős mennyiségben termelődhetnek. A T-2 és HT-2 állatkísérletben a majmoknak aleukiát, leukocitózist, anémiát okozott, az állatok elpusztulása esetében légzési elégtelenséget, szívburokgyulladást, nem fertőzőes tüdőgyulladást állapítottak meg. A JECFA által megállapított PMTDI értékek mindkét toxinra és a két toxin összegére is 60 ng/ttkg/nap.

A **fumonizineket** főleg a *Fusarium verticillioides*, *Fusarium moniliformin* és a *Fusarium proliferatum* törzsek termelik. Szerkezetüket tekintve hidroxí-eikozán származékok észterei. Legjelentősebb közülük a fumonizin B₁, B₂ és B₃. Leggyakrabban kukoricán fordulnak elő, főleg a betakarítás előtt és a szárítás korai szakaszában keletkeznek. Hazai éghajlati körülmények közt is képződnek. Tejjel nem választódnak ki, és csak erősen szennyezett takarmánnyal hosszú időn át etetett szarvasmarhák húsában lehetett fumonizint kimutatni. Hőstabilak, jelentős mértékű bomlásra csak 150 °C feletti hőkezelésnél lehet számítani. A fumonizinek a valószínűleg karcinogén 2B csoportba tartoznak, emberben nyelőcsőrákot és májrákot okozhatnak. A tolerálható napi bevitel (PMTDI) fumonizin B₁, B₂ és B₃-ra egyenként és együttesen 2µg/ttkg/nap.

A mikotoxin-szintek megelőzésének és csökkentésének lehetőségei is sokrétűek, melyek közül mindig a legcélravezetőbb megoldásokat kell választani. A mikotoxinokkal a lehető legkevesbé szennyezett, biztonságos élelmiszerek piacra jutásában nagy szerepe lehet az ellenálló gabonafajok szelektálásának, a gombafertőzések megelőzésének, a helyes betakarítási és tárolási gyakorlatnak, a nyersanyagok válogatásának, tisztításának, a malomipari koptatás műveletének, a helyes termelési gyakorlatnak és a hatékony ellenőrzésnek.

Az ellenőrzést és a háttérszintek felmérését azonos elvek mentén, országos szinten összehangoltan célszerű végezni a mintavételi előírások betartásával, mikotoxin vizsgálatokban jártas, akkreditált laboratóriumok közreműködésével.

Az adatokat egységes formában, a kimutatási határ feltüntetésével, számszerű értékkel jellemezve kell megadni és országosan értékelni.

Mikotoxinok az élelmiszerláncban

Összefoglalás

A mikotoxinok keletkezésének lehetősége az élelmiszerlánc teljes folyamatában fennáll, a termőföldön, raktározás során, az élelmiszeripari feldolgozás, tárolás és forgalmazás körülményei mellett egyaránt. A mikotoxinok erős mérgek, több közülük karcinogén, mutagén és befolyásolja az immunrendszert. A tanulmány röviden összefoglalja a legfontosabb toxinok tulajdonságait, toxikológiai hatását és közli a jelenleg érvényes ajánlásokat a fogyasztókat értő tolerálható mennyiségekre. A főbb jellemzők a következők: aflatoxinok: per os LD₅₀ értékük állatfajonként 0,3-20 mg/ttkg; ochratoxin A: per os LD₅₀ értéke állatfajtól függően 0,2-50 mg/ttkg, az élelmiszerekkel az 5 ng/ttkg/napos tolerálható bevitel, PTDI, fogadható el; patulin: LD₅₀ értéke egéren 16-35 mg/ttkg között változik a beviteli módtól függően, PTDI = 0,4 mg/ttkg; zearalenon (F-2 toxin): PTDI = 0,5 mg/ttkg; deoxinivalenol (DON) PMTDI = 1 µg/ttkg; a T-2 és HT-2 toxin: PMTDI értékek mindkét toxinra és a két toxin összegére is 60 ng/ttkg/nap; fumonizin B₁, B₂ és B₃: PMTDI = egyenként és együttesen 2µg/ttkg/nap.

Mycotoxins in Food Chain

Abstract

Mycotoxins may be formed along the entire food chain in the field, during storage, processing and trade. They are strong poisons, many of them carcinogenic, mutagenic and affecting the immune system. This paper summarises the properties, occurrence and toxic effects of the most important toxins, and their presently accepted tolerable intakes. These parameters are the following: aflatoxins: per os, LD₅₀ values for various test species are 0,3-20 mg/kg bw; ochratoxin A: per os LD₅₀ values for various test species are 0,2-50 mg/kg bw, the provisional tolerable daily intake, PTDI, is 5 ng/kgbw/day; patulin: LD₅₀ for mice 16-35 mg/kgbw depending on the route of administration, PTDI = 0,4 mg/kgbw/day; zearalenon (F-2 toxin): PTDI = 0,5 mg/kgbw/day; deoxinivalenol (DON) PMTDI = 1 µg/kgbw/day; a T-2 and HT-2 toxin: PMTDI for either of them or sum of both toxins is 60 ng/kgbw/day; fumonizin B₁, B₂ és B₃: PMTDI = for either of them or their sum is 2µg/kgbw/day.

Mikotoxinok az Európai Unió Gyors Veszélyjelző Rendszerében

Szabó Erika és Szeitzné Szabó Mária

Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal

A mikotoxinok penészgombák által termelt másodlagos metabolitok, amelyek a szervezetbe tápcsatornán, légutakon vagy bőrön keresztül bejutva az emberi vagy állati szervezet csökkent teljesítőképességét, megbetegedését vagy halálát okozzák (Pitt, 1996). A penészgombák által termelt toxikus anyagok kémiai jellemzőiket tekintve lényegesen eltérhetnek egymástól, mivel nem tartoznak homogén kémiai csoportba.

A legújabb kutatások és vizsgálati eredmények is azt mutatják, hogy a mikotoxinok egészségkárosító hatásai és gazdasági kártétele még mindig jelentős, ezek a természetes eredetű mérgező anyagok továbbra is figyelmet érdemelnek és egyre inkább az érdeklődés homlokterébe kerülnek.

A mikotoxinok mérgező hatása számos formában jelenhet meg az emberben és az állatokban, okozhatnak akut mérgezést és elhalálozást, de az ismétlődő kis dózisok állategészségügyi és humánegészségügyi hatása ugyanolyan jelentős (FDA, 2000). 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 (Kovács, 2004; Rodler, 2005).

Rendkívül súlyos humán egészségkárosító hatásuk mellett a termés minőségét is rontják. A mikotoxinnal szennyezett takarmány az állatállomány fejlődését, szaporodását, egészségét, a mezőgazdasági termelést negatívan befolyásolja. A megtermelt javak exportképességét csökkenti, mely egyes fejlődő országokban a nemzetgazdaság egészére befolyással van (Kovács, 2001).

A mikotoxinok a termesztés, a szállítás, a feldolgozás és a tárolás során közvetlen vagy közvetett módon juthatnak be az élelmiszerbe. Jelenlétük sok esetben nem küszöbölhető teljesen ki még a Jó Mezőgazdasági Gyakorlattal (GAP) vagy a Jó Gyártási Gyakorlattal (GMP) sem. Termelődésüket a környezeti tényezők – a termesztés és tárolás klimatikus jellemzői, elsősorban a hőmérséklet és páratartalom - erőteljesen befolyásolják, meghatározzák (Task Force, 2003). Ezért az Egészségügyi Világszervezet is foglalkozik a mikotoxinok egészségi kockázatával és

komoly erőfeszítéseket tesz nemzetközi konszenzuson alapuló határértékek kidolgozására (WHO 2000, 2002).

Tekintettel fentiekre, a világ legtöbb országában határértékkel szabályozzák az élelmiszerekben és takarmányokban még eltűrhető egyes mikotoxinok koncentrációját (FAO, 1995). Az Európai Unió a világon a legszigorúbb szabályozást vezette be mind a határértékeket, mind az importált szállítmányok határellenőrzését tekintve. Az ellenőrzések eredményeit a tagállamok a RASFF rendszeren keresztül közlik az Európai Unióval és a tagállamokkal. A RASFF rendszeren belül beérkező és összesített adatokból értékes következtetések vonhatók le a mikotoxin probléma jelentőségét és a helyzet alakulását illetően. Jelen közlemény az uniós gyors veszélyjelző rendszer (2002-ig RAPEX, 2002 után RASFF) adatait elemzi.

1. Jogszabályi háttér

Az Európai Bizottság 1881/2006 számú rendelete szabályozza az élelmiszerekben előforduló mikotoxin szennyezettségre megengedett legmagasabb határértékeket.

Az alaprendelet a mikotoxinok közül csak a karcinogén aflatoxinokra földimogyoró, dió, diófélék, szárított gyümölcsök, gabonafélék és tej esetében állapított meg kötelező határértékeket. Eltérő határértékeket állapítottak meg a közvetlen fogyasztásra kerülő, valamint a fogyasztás előtt válogatásnak vagy egyéb fizikai kezelésnek alávetett termékekre. A rendelet értelmében a határértékeket a mellékletben szereplő termékeken kívül a belőlük készült feldolgozott termékekre szintén alkalmazni kell. A határértéket meghaladó mennyiségű aflatoxint tartalmazó terméket nem szabad emberi fogyasztásra felhasználni, még fizikai/kémiai kezelés után sem. Ugyancsak nem szabad a mikotoxin-tartalmat tiszta tétel bekeverésével határérték alá szorítani.

A rendelet az aflatoxinra megengedett legmagasabb határértékeket a következő fűszerekre is kiterjeszti: Capsicum és Piper fajok, tehát a fűszerpaprika, chilipaprika, cayenne bors, fekete és fehér bors, valamint a szerecsendió, a gyömbér és a kurkuma. Szintén a rendelet szabályozza az ochratoxin A megengedhető legmagasabb határértékét gabonában, gabonatermékekben, szárított szőlőben (mazsola, mazsolaszőlő és malagaszőlő), kávéban, borban, mustban, szőlőlében, kakaóban, gyermekek és csecsemők által fogyasztott élelmiszerekben. A jellemzően almát fertőző *Penicillium expansum* gomba által termelt patulinra is állapítottak meg külön határértéket. A rendelet legújabb módosítása szabályozza a Fuzárium-toxinok közül a deoxinivalenolt, a zearalenont, a fumonizineket,

a T-2 és HT-2-t. Mivel ezek a toxinok jellemzően gabonában fordulnak elő, a határértékeket gabonára, feldolgozott gabonára és abból készült termékekre állapították meg. Takarmányokban a 2002/32/EK irányelv és módosításai határozzák meg a nemkívánatos anyagokat. A mikotoxinok közül az aflatoxin B1 esetében korlátozzák a takarmányban levő mennyiséget.

A harmadik országokat érintő gyakori kifogások miatt az Európai Bizottság külön határozatokat hozott egyes harmadik országokból érkező termékek ellenőrzésére. A határozattal szabályozott kötelezően vizsgálendő termékeket az 1. táblázat ismerteti.

1. táblázat: 2006/504/EK határozattal szabályozott, unióba lépés előtt kötelezően vizsgálendő termékek köre

Hatályon kívül helyezett korábbi jogszabályok	Termék	Származási ország	Mikotoxin	Vizsgálathoz szükséges mintavételi gyakoriság ¹
2000/49/EK és módosításai: - 2003/580/EK - 2004/429/EK	Földimogyoró	Egyiptom	Aflatoxin B ₁ Aflatoxin B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	20%
2002/79/EK és módosításai: - 2002/233/EK - 2002/678/EK - 2003/550/EK - 2004/429/EK	Földimogyoró	Kína	Aflatoxin B ₁ Aflatoxin B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	10%
2002/80/EK és módosításai: - 2002/233/EK - 2002/679/EK - 2003/552/EK - 2004/429/EK	Héjas/héj nélküli mogyoró Földimogyoró; Diófélék vagy szárított Gyümölcsök fügét, mogyorót vagy pisztáciát tartalmazó keverékei; Feldolgozott vagy tartósított mogyoró, füge és pisztácia, azok keverékeit is beleértve Szárított füge Pisztácia Füge-és mogyorókrém Mogyoróból, fügéből és pisztáciából készült liszt, dara és por; Darabolt, szeletelt és tört mogyoró.	Törökország	Aflatoxin B ₁ Aflatoxin B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	5% 10%
2003/493/EK és módosításai: - 2004/428/EK	Héjas brazíldió Diófélék vagy szárított Gyümölcsök brazil diót tartalmazó keverékei.	Brazília	Aflatoxin B ₁ Aflatoxin B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	100%
2005/85/EK	Pisztácia, <i>Pörkölt földimogyoró</i> (új termék)	Irán	Aflatoxin B ₁ Aflatoxin B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	100%

¹ Minden szállítmány dokumentumainak ellenőrzése kötelező. Ezen felül a szállítmány mintázása opcionális lehet, amelynek gyakoriságát az oszlop mutatja.

Az előírásoknak való megfelelés ellenőrzését részben az Unió területére történő belépés előtt, részben az unió piacán rendszeresen ellenőrzik a hatóságok, és a kifogásolt tételeket a gyors veszélyjelző rendszeren keresztül jelentik.

2. RASFF rendszer

Az Európai Unió élelmiszerekre és takarmányokra vonatkozó gyorsriasztási rendszerét (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF) a 178/2002/EGK rendelet 50. cikkelye hozta létre. A rendszer hazai nemzeti kapcsolattartója a Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal. A rendszerben az emberi egészséget közvetlenül vagy közvetett módon veszélyeztető termékekre vonatkozó információkat kötelesek jelenteni a tagországok. Ha a termékkel kapcsolatban hatósági intézkedés szükséges, riasztást, ha erre (már) nincs szükség, tájékoztatást küldenek. Ez utóbbi esetről van szó például akkor, ha a tétel a határellenőrzés során pozitívnak bizonyult, így azt az Unióba belépés előtt már visszafordították.

A következőkben áttekintjük és értékeljük a 2000. január 1. és 2006. október 31. között a mikotoxinokkal kapcsolatban a RASFF rendszerbe érkezett bejelentéseket.

2.1. Mikotoxinokra vonatkozó RASFF bejelentések számának alakulása

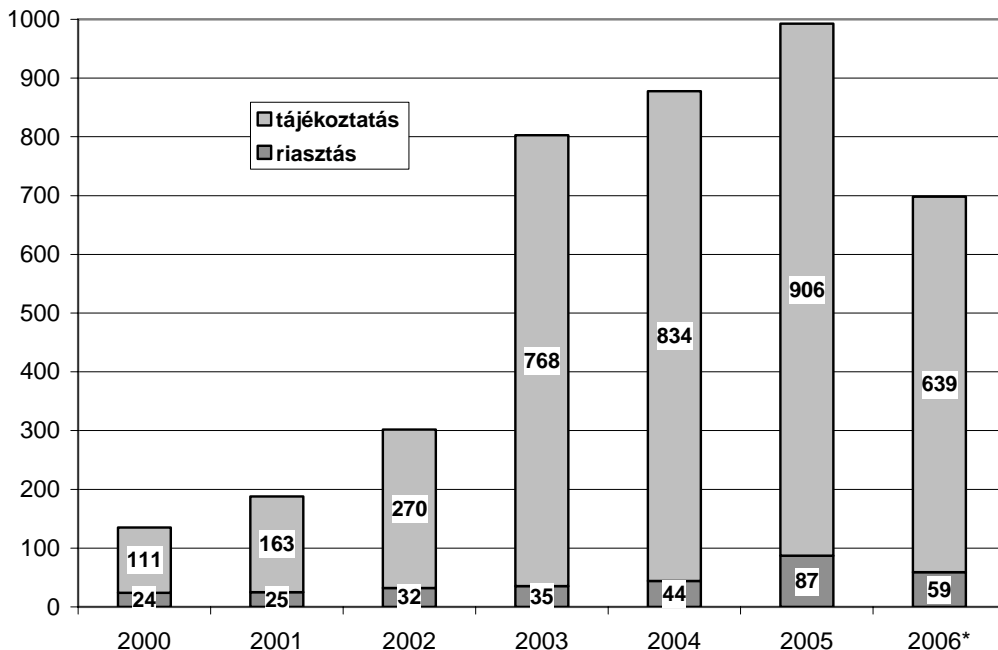
Az Európai Unió gyorsriasztási rendszerében 2006. október 31-ig összesen 698 mikotoxinokkal kapcsolatos bejelentést iktattak, mely 15%-kal kevesebb az előző év azonos időszakában jelentettnél (813).

A mikotoxinos esetekre vonatkozó bejelentések száma 2000-től fogva folyamatosan emelkedik: 2001-ben 39%; 2002-ben 61%; 2003-ban 165%; 2004-ben 9%-os; 2005-ben 13%-os növekedés az előző évhez képest. A RASFF-bejelentések számának alakulását az 1. ábra mutatja.

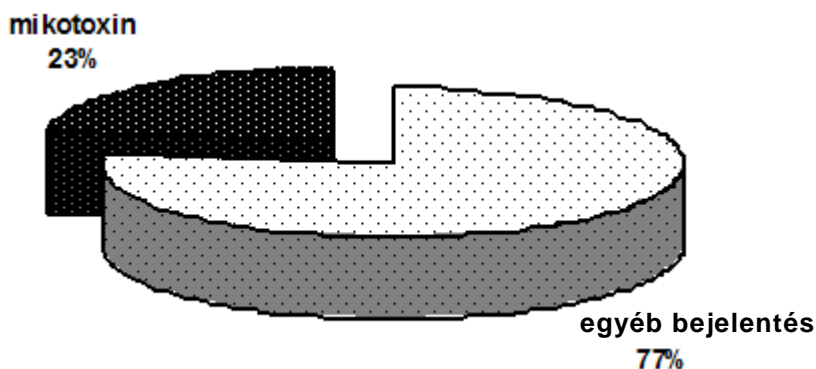
Az Európai Bizottság által 2006-ban mikotoxinokkal kapcsolatosan kiküldött 698 bejelentés túlnyomó többsége (639) tájékoztatás volt, míg riasztásból mindössze 59 érkezett. A határérték feletti mikotoxinokról szóló bejelentések az összes bejelentés egynegyedét teszik ki, amit a 2. ábra szemléltet.

A bejelentések közül a tájékoztatások, tehát további intézkedést nem igénylő esetek aránya minden évben 80-90%. Ez a kiemelkedő arány mutatja, hogy a mikotoxinnal szennyezett termékek legnagyobb része az Európai Unión kívülről érkezik. Ezeket a határállomásokon kiszűrik, így a szennyezett tétel nem jut be az Unió belső piacára. A különböző

ellenőrzési típusok arányát mutatja a 3. ábra. Érdeemes megjegyezni, hogy enyhén, de nőtt a vállalatok önellenőrzése által megállapított magas mikotoxin-szinttel kapcsolatos bejelentések száma.



1. ábra: Mikotoxinokra vonatkozó RASFF-bejelentések számának alakulása 2000-2006 között (*2006. január 1 – 2006. október 31.)



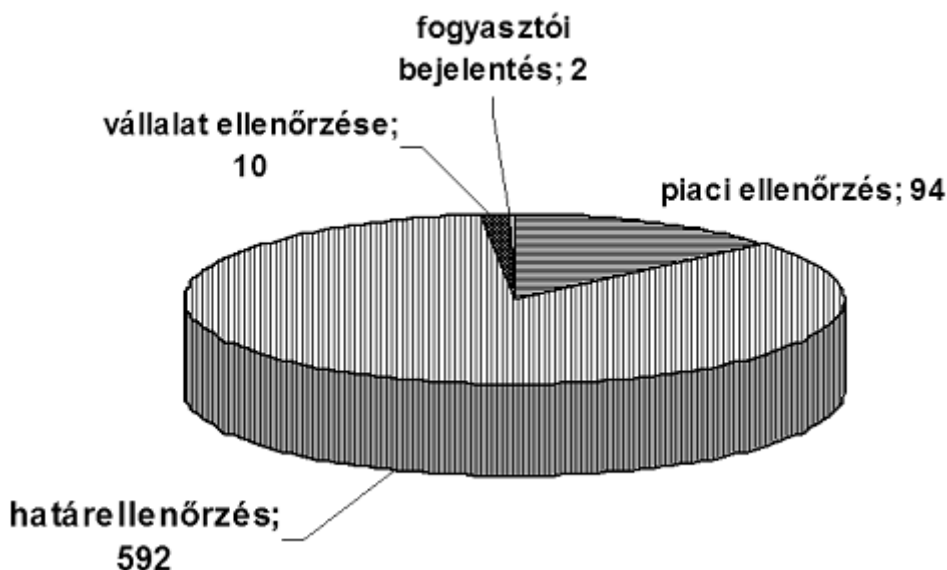
2. ábra: Mikotoxinok aránya az összes RASFF-bejelentésben

2.2. Összes bejelentések eloszlása mikotoxinok szerint

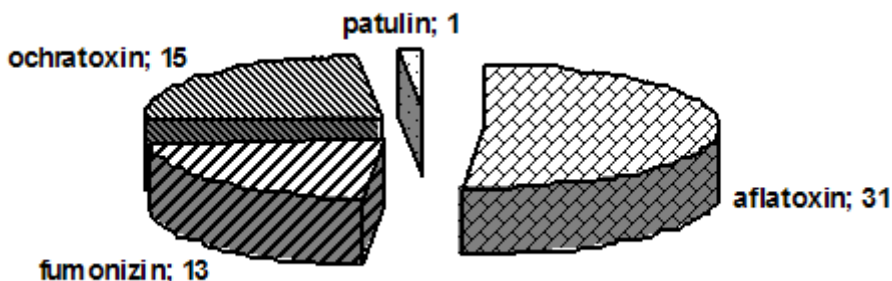
2006-ban a mikotoxinokra vonatkozó összes bejelentés 90%-a aflatoxinra vonatkozott (636), a nagyságrendben következő ochratoxin-A mindössze 6%-ot (44) tesz ki. 7 esetben érkezett patulinnal és 14 esetben érkezett fumonizinnel kapcsolatos bejelentés.

A bejelentések mikotoxinok szerinti eloszlását riasztások és tájékoztatások esetében külön vizsgálva látható, hogy a riasztások okaként

túlnyomó részben (62%, azaz 31 eset) aflatoxin szerepel, lényegesen kevesebb az (25%, azaz 15 eset) ochratoxin A-szennyezett termékről szóló riasztás. Lényegesen több a fumonizinnel kapcsolatos riasztások száma a tavalyinál. 2006. október 31-ig a RASFF rendszeren 13 riasztást továbbítottak fumonizinnről, míg 2005-ben mindössze 2 riasztást. A patulinról szóló riasztások száma még mindig elenyésző (1 eset). Megállapítható, hogy a riasztások esetében az aflatoxinok ezen eseteknek csak a felét teszik ki; a maradék riasztások, tehát az Unió piacára került szennyezett termékek esetében a bejelentések oka egynegyed-egynegyed arányban az ochratoxin és a fumonizinek. A 2006-os riasztások mikotoxinok szerinti eloszlását a 4. ábra mutatja.



3. ábra: Mikotoxinokkal kapcsolatos RASFF-bejelentések megoszlása ellenőrzési típusok szerint



4. ábra: RASFF-riasztások megoszlása mikotoxinok szerint 2006-ban

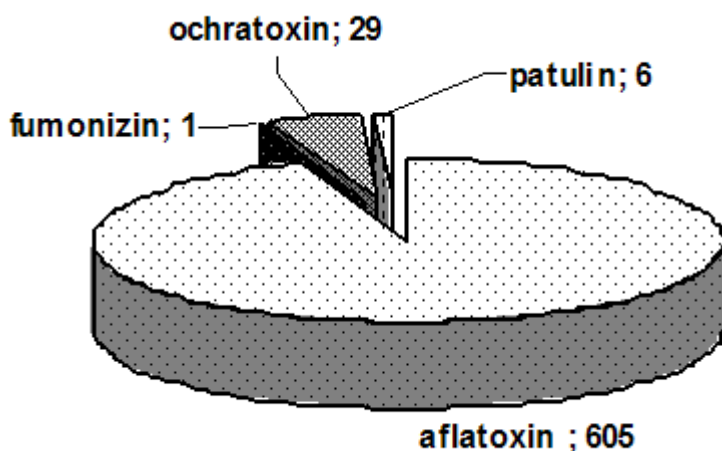
A tájékoztatások esetében jóval kifejezettebb az aflatoxin gyakoribb előfordulása. 605 tájékoztatás érkezett aflatoxin-szennyezettség miatt, ami az összes tájékoztatás 94%-át jelenti, második leggyakoribb előfordulású mikotoxin az ochratoxin A (29 tájékoztatás, 4%), míg nagyon kis számban,

de előfordult patulinnal kapcsolatos bejelentés is (4 tájékoztatás, 0,9%). Fumonizinnel kapcsolatban 1 tájékoztatás érkezett.

Az aflatoxinok kiemelkedő aránya a bejelentéseken belül minden vizsgált évben kimutatható. Az összes bejelentésen belüli legkisebb arány 2000-ben 87% volt. Az összes többi vizsgált évben, 2001 és 2005 között, az aflatoxinok aránya eléri a 94-95%-ot, míg az általános csökkenő tendencia következtében 2006-ban „csak” 90%.

Deoxinivalenollal kapcsolatosan gyakorlatilag nem érkezik bejelentés; 2001-ben fordult elő 1 eset. Holland gabonából készült termékben mutattak ki határérték feletti mennyiségben DON-t. A jellemzően almát szennyező patulin is kis gyakoriságú mikotoxinnak számít. 2006 előtt csak 2005-ben jelentették előfordulását, de akkor is csak 6 esetben.

Az aflatoxinok nagy előfordulási arányát részben az magyarázza, hogy az uniós határozatok által előírt kötelező határvizsgálatok zömében aflatoxinokra vonatkoznak. Az 5. ábrán látható a RASFF-tájékoztatások mikotoxinok szerinti eloszlása.



5. ábra: RASFF tájékoztatások megoszlása mikotoxinok szerint 2006-ban

2.3. Bejelentések eloszlása bejelentő ország szerint

Mikotoxinokkal kapcsolatban a legtöbb bejelentést visszatérően Németország és Spanyolország teszi. 2004-ben és 2006-ban Németország tette a legtöbb bejelentést (262 és 151 bejelentés), 2005-ben Spanyolország mutatott hasonló aktivitást: 265 bejelentést küldtek az év folyamán. Jelentős számú, közel 100 bejelentést tett 2006-ban Olaszország, Hollandia, Egyesült Királyság és Spanyolország.

2000-től vizsgálva az adatokat megállapítható, hogy a bejelentések zöme az EU-15 tagállamaiból: Németországból, Spanyországból és Olaszországból.

ból, illetve jelentős számban még Hollandiából, Egyesült Királyságból, Görögországból, Franciaországból érkezett. Az újonnan csatlakozottak közül Csehország teszi a legtöbb bejelentést mikotoxinokkal kapcsolatosan (2004-ben összesen 25, 2005-ben 16, 2006-ban 24 bejelentés). A magyar RASFF-csoport 2004-ben 12, 2005-ben 14, 2006. október 31-ig 3 bejelentést továbbított mikotoxin-szennyezettséggel kapcsolatosan.

2.4. Bejelentések eloszlása származási ország szerint

2006-ban a mikotoxinokkal kapcsolatos bejelentések 74%-a harmadik országból érkező termékeket érintett. Riasztások és tájékoztatások szerinti bontásban vizsgálva a bejelentéseket, 2006-ban több riasztás érkezett tagállamból (37), mint harmadik országból (19). Tájékoztatások esetében ez az arány 2006-ban 78%, mely a szigorított határellenőrzéseknek tulajdonítható. A harmadik országok közül hagyományosan Iránnal van gond. Mind a riasztások, mind a tájékoztatások legtöbb esetben Iránból érkező kifogásolt termékekre vonatkoznak: 9 riasztás és 200 tájékoztatás 2005-ben, ami tájékoztatás esetében az egész évben beérkezett összes tájékoztatás 31%-a. Jóval kevesebb, de még mindig jelentős számú bejelentés érkezett Törökországgal (86), Kínával (67), Ghánával (24), Indiával (23) és a dél-amerikai országokkal kapcsolatosan, míg Brazília 23 és Argentína 39 tájékoztatással szerepel a statisztikában. Figyelemre méltó, hogy az utóbbi években a tapasztalatok szerint az Indiából, Ghánából és Argentínából érkezett szennyezett tételekről szóló bejelentések száma rendszeresen meghaladja egyes importellenőrzésre kötelezett országokból érkezett szennyezett szállítmányokról szóló bejelentések számát.

A tagállamok közül Olaszországot, Spanyolországot és Németországot érinti a legtöbb bejelentés. Olaszországból származó termékekre 13, az összes tagországból származó termékekről szóló bejelentés 30%-a, míg Németországból és Spanyolországból 7-7 bejelentést kapott az EU RASFF központja 2006-ban. A tagállamokat érintő esetek nagy részénél a tagállam feldolgozó/importőrként szerepel, és a kifogásolt termék itt is harmadik országból, főként Iránból, Törökországból és Indiából származik.

Az összes bejelentést elemezve a harmadik országok, mint származási országok, dominanciája a vizsgált időszakban minden évben megfigyelhető. Ezeket követik a tagjelölt országok (Bulgária, Horvátország, Macedónia, Románia, Törökország). Az Európai Unió és az észak-amerikai országok (USA, Kanada) közel hasonló arányban szerepelnek. 2002 és 2006 kivételével az Unió tagországaival kapcsolatosan valamivel több bejelentés érkezett, mint Kanadával és USA-val kapcsolatban. Az utóbbi országokkal kapcsolatos esetek száma évről-évre fokozatosan nő: 2002 és 2001 között

megháromszorozódott, de a többi évben is meghaladta a 70%-os növekedést.

A riasztások esetében az Unióból származó termékek esetében tapasztalható hirtelen növekedés. 2000 és 2002 között még évi 10 alatti esetben riasztottak tagországból származó termékkel kapcsolatosan, majd 2002-ről 2003-ra több mint négyszeresére nőtt a riasztások száma (5, illetve 22), és azóta is meredeken nő. 2005-ben több mint kétszer annyi (73) riasztás érkezett be unió tagországaiból, mint 2004-ben (35); 2006. október 31-ig pedig 37 riasztás volt.

A harmadik országokról érkező tájékoztatások számának növekedése kiugró mértékű. Már 2000-ben is a tájékoztatások 82%-a harmadik országgal kapcsolatosan érkezett; ez a dominancia azóta is fennáll. 2004-ben 701 tájékoztatás érkezett harmadik országból származó termékről, míg a többi régióval kapcsolatos tájékoztatások száma 100 alatt maradt. 2006-ban 499 tájékoztatás érkezett harmadik országokról. A többi régió között a tagjelölt országokkal kapcsolatosan érkezett a legtöbb tájékoztatás: 2000-ben 18-ról indult, 2001-ben stagnált ezen a szinten (20), majd 2002-ban hirtelen több mint négyszeresére (86) nőtt, és maradt 80 felett 2003-ban (95) és 2004-ben (88), 2005-ben (116) és 2006-ban is (83).

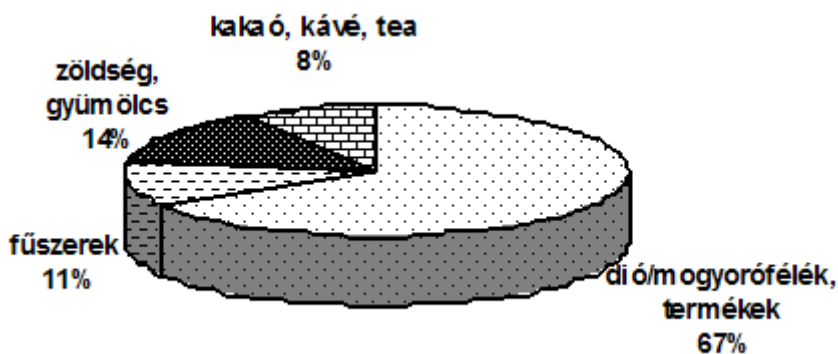
2.5. Bejelentések eloszlása termékek szerint

Az összes bejelentés alapján a mikotoxinok jellemzően a nem feldolgozott növényi eredetű termékekben vannak jelen, azok közül is különösen a dió- és mogyorófélékben. 2006-ban a bejelentések 80%-a (559) vonatkozott erre a termékkategóriára. Jelentős még a gyümölcsökre (főleg fügére, 54) és a fűszerekre (35) vonatkozó bejelentések száma. Egyre jelentősebbé válik a gabonatermékekre vonatkozó bejelentések aránya is (27). Elenyésző a feldolgozott termékek részesedése: kávéban 10, alkoholmentes italokban 5 esetben mutattak ki határérték feletti mennyiségben mikotoxint. Állati eredetű termékekre 2006-ban nem érkezett bejelentés, takarmányokra is csak 4. Mivel a bejelentések döntő száma a harmadik országokkal kapcsolatosan érkezik, nem meglepő, hogy az onnan érkező termékek esetében is a fenti arány tapasztalható: az 518 bejelentés döntő része dió/mogyorófélékre vonatkozik (443), illetve számottevő még, de jóval kevesebb a fűszerekkel (31) és a gyümölcsökkel, zöldségekkel (24) kapcsolatos bejelentések száma.

A dió- és mogyorófélék kiemelkedő aránya az összes bejelentések között már 2000-ben is látható volt (67%), ami 2005-ig folyamatosan 83%-ra nőtt. 2004-ben a növekedés üteme lassult, de a mogyorófélék részesedése (88%)

így is közelített az előző évihez. Mivel 2006-ban kevesebb az összes bejelentés száma, mint 2005 hasonló időszakában, kevesebb a mogyorófélékkel kapcsolatos bejelentések száma is (559), mint 2005-ben (694). Ugyanakkor arányát tekintve ugyanolyan jelentős maradt. A fenti számokból kitűnik, hogy a dió- és mogyorófélék importjára írt elő a 2006/504/EK határozat kötelező importvizsgálatot. Brazília és Irán esetében minden szállítmányt mintázni kell, Egyiptomból származó szállítmányok 20%-át, a Kínából érkezők 10%-át, illetve a Törökországból behozott szállítmányok 5%-át kell megmintázni a közösségi szabad forgalomba hozatal előtt.

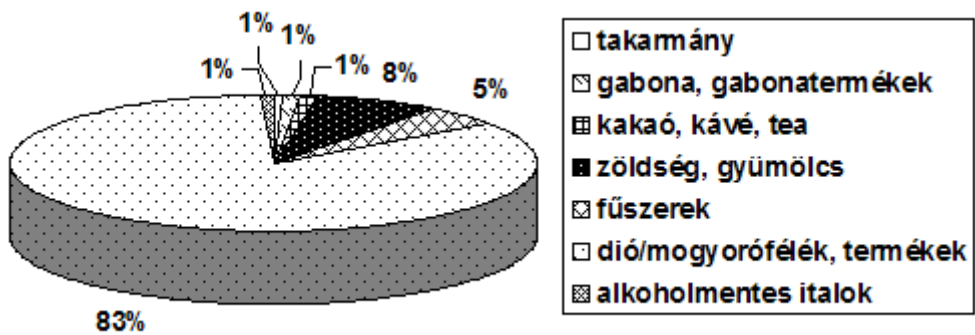
A fentieket igazolja, hogy a riasztásokat külön vizsgálva 2006-ban a riasztások fő oka a dió/mogyorófélék (67%) voltak. A diófélék túlsúlya már 2000-től kezdve tapasztalható. A gyümölcsökre vonatkozó riasztások száma kisebb eltérésekkel lassan nő (2006-ban 14%), míg a fűszerekkel kapcsolatos riasztások száma 2003-tól meredeken nő (2006-ban 11%). A riasztások termékkategóriák szerinti megoszlását a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: Mikotoxinokkal kapcsolatos RASFF-riasztások termékek szerint 2006-ban

A harmadik országokkal kapcsolatos tájékoztatások között kiemelkedő a diófélék aránya (83%). A tájékoztatásoknál is a zöldség/gyümölcs (8%), illetve még a fűszerek (5%) szerepelnek jelentősebb esetszámmal. 2000 kivételével minden évben a fenti három kategória adta a tájékoztatások több mint 95%-át, 2000-ben a 81%-át. A tájékoztatások termékkategóriák szerinti megoszlása a 7. ábrán látható.

Az Európai Uniónak a fűszerek mikotoxin-szennyezettségére vonatkozó szabályozásának alapját a 1881/2006/EK rendelet képezi. A rendelet aflatoxinokra szab meg határértékeket a következő fűszerek esetében: fűszerpaprika, chilipaprika, cayenne bors, fekete és fehér bors, szerecsendió, gyömbér, kurkuma.



7. ábra: Mikotoxinokkal kapcsolatos RASFF-tájékoztatások termékek szerint 2006-ban

A dió- és mogyorófélékhez képest jóval kevesebb a fűszerek mikotoxin-szennyezettségével kapcsolatos bejelentések száma, de még így is évről évre nő az esetszám. 2000-ben még mindössze 5 bejelentést, 2005-ben már 59, 2006-ban újra kevesebbet, 35 bejelentést regisztráltak. A bejelentések többsége tájékoztatás, kisebb része riasztás volt. A rendelettel szabályozott mikotoxinok (aflatoxinok, ochratoxin A, patulin, és 2006. július 1-től a fuzárium-toxinok) közül a fűszerekben az aflatoxinok és az ochratoxin fordulnak elő. Közülük minden évben legalább kétszeres az aflatoxinnal kapcsolatos bejelentések száma, sőt, 2000-ben és 2002-ben a bejelentett mikotoxin-szennyezett fűszerek csak aflatoxinnal kapcsolatos esetek voltak. A szennyezett tételek jórészt harmadik országokból érkeztek, illetve 2004 óta jelentősebb az Európai Unió, mint származási régió szerepe. A jelenlegi uniós tagországok közül Spanyolországból származik a legtöbb kifogásolt szállítmány, de az évek során ingadozó esetszámmal; 2004-ben 3, 2005-ben 12, 2006-ban 4 bejelentés. 2006-ban elsöprő többségben harmadik országokból érkezett szennyezett szállítmány (31). Indiából érkezett a legtöbb szennyezett fűszer-szállítmány (2006-ban 15), a többi ország változó arányban szerepel; 2006-ban Ghána követte a sorban (6). Ez a tendencia 2005-ben is észrevehető volt: Indiával kapcsolatban érkezett a legtöbb bejelentés (27), majd Spanyolországból (12), Pakisztánból (5) és Törökországból (5). Összehasonlításképpen 2000-ben összesen 5 eset volt mikotoxin-szennyezett fűszerekkel kapcsolatosan, és mind az öt esetben harmadik országból érkezett a szállítmány: 2 Indiából, 1 Egyiptomból, 1 Pakisztánból és 1 Indonéziából.

3. Magyar vonatkozású ügyek

Magyarország 2004. május 1. óta tagja az Európai Uniónak, így a RASFF rendszernek is. Az Unió csatlakozás időpontjára Magyarország külső határain is felállt az a rendszer, mely az Unió területére beléptetni kívánt

szállítmányok mintavételezését és vizsgálatát biztosítani tudja. Ez a rendszer a különleges felkészültséget igénylő mintavételezésből, a nagymennyiségű (szállítmányonként 30 kg!) minta homogenizálásából, akkreditált laboratóriumba szállításából és elemzéséből, valamint a szükséges adminisztratív és hatósági intézkedésekből tevődik össze. Ugyanakkor több hatóság és intézmény (Vám és Pénzügyőrség, Növény- és Talajvédelmi Szolgálat, Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat, Országos Élelmiszerbiztonsági és Táplálkozástudományi Intézet) együttműködésén alapul. A keletkező kifogásolt eredményt haladéktalanul, míg a negatív eredményeket negyedévi összesítésben kell jelenteni a Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatalon keresztül az Uniónak.

2005-ben 14 esetben, 2006-ban 8 esetben intézkedett a magyar RASFF-rendszer mikotoxinokkal kapcsolatosan. 2005-ben a 14 bejelentésből 9 riasztás és 5 tájékoztatás volt, 2006-ban 7 riasztás és 1 tájékoztatás volt. A tájékoztatást utóbb felminősítették riasztássá és pótlólagos információkkal vált magyar vonatkozásúvá. 2006-ban a magyar vonatkozású ügyekből hármat jelentett Magyarország, 2 esetben Csehország, 1 esetben Németország, 1 esetben Olaszország és 1 esetben Hollandia jelentette a kifogásolt tételt. Mikotoxinok szerinti megoszlásban vizsgálva túlnyomórészt (5) az aflatoxin bizonyult határérték felettinek, 2 esetben fumonizin és 1 esetben ochratoxin. A 8 magyar érintettségű mikotoxin-ügy közül egyetlen esetben sem származott Magyarországról a kifogásolt áru. Az általunk vizsgált és jelentett termék harmadik országból származott: Iránból (4), illetve tagállamból: Spanyolországból (1), Németországból (1), Olaszországból (1) és Görögországból (1). Termékfeleség szerinti megosztásban itt is igazolódott a mogyorófélék dominanciája (a 8 esetből 5 tartozott ebbe a csoportba), de figyelemre méltó a gabonafélék szennyezettségének növekvő száma is (2 eset a 8-ból). A maradék 1 bejelentést fűszer (paprika) szennyezettsége miatt tették. A mogyorófélék Iránból érkeztek (a szennyezett mandula Görögországból), a fumonizin-szennyezett gabonatermékek és az ochratoxin-szennyezett fűszer pedig tagállamból, azaz a belső piacról származtak. Magyarországon a hatóságok jelentései szerint 2006. első 3 negyedévében, azaz januártól szeptemberig 830 esetben vizsgáltak mikotoxint, ebből 708 aflatoxin, 119 ochratoxin kimutatására irányuló vizsgálat volt, és 2 esetben vizsgáltak patulint is.

Értékelés

A RASFF rendszerből származó adatok, azt jelzik, hogy a mikotoxinok állandó, kis dózisu jelenléte az Európai Unió lakosságát is folyamatosan veszélyezteti. Irodalmi adatok szerint a kis mennyiségű folyamatos expozíció hozzájárulhat a daganatos betegségek számának növekedéséhez,

a lakosság immunállapotának, fertőzésekkel szembeni ellenállóképességének gyengüléséhez. A mikotoxinokra vonatkozó szabályozás szigorú, a határelőrzés rendszere sok mikotoxinnal szennyezett szállítmányt képes kiszűrni, ezáltal hozzájárul a fogyasztók egészségének védelméhez. Ez a védelem azonban nem teljes körű. A vizsgálatok elsősorban az EU határozattal szabályozott termékekre vonatkoznak és ezen termékek csak meghatározott arányára terjednek ki. A vizsgálat alá nem vont termékcsoportok, illetve tételek nagy valószínűséggel ugyancsak tartalmaznak mikotoxinokat.

A RASFF adatainak elemzése sok értékes információval szolgál, de a lakosság mikotoxin-expozíciójának becsléséhez önmagában nem szolgáltat elegendő adatot. A beérkező jelzések legnagyobb része az Unió határáról visszafordított, kereskedelmi forgalomba nem kerülő tételekre vonatkozik, így az ételminőségellenőrzés megelőző egészségvédelmi aktivitását jelzi. A RASFF adatbázis alapján azonban nem állapítható meg az Unió egészére vonatkozóan, hogy az elemzés alá vont tételek a teljes import milyen arányát jelképezik, valamint az sem, hogy a vizsgált tételek milyen arányban bizonyultak pozitívnak. Torzítja az eredményeket az a tény, hogy a hatósági ellenőrzés az EU határozatokban megadott termékcsoportokra és szennyezőkre koncentrál. A tételek nagyobb része kikerülheti az ellenőrzést és mindazon termékek köre is, amely határértékkel nem rendelkezik. Gyakorlatilag nincsenek hivatalos adatok az alapélelmiszerekre és azok nyersanyagaira (kukorica, rizs, gabonafélék) vonatkozóan, amelyek a mikotoxin-terhelés legjelentősebb hányadát adják a fejlődő országokban. Ugyancsak kevés adat van az aflatoxinok körébe nem tartozó mikotoxinokra, melyek közül különösen a fuzárium-toxinok ételminőségbiztonsági szerepe lehet jelentős. Az Európai Unió azonban jelenleg is napirenden tartja a mikotoxin határértékek további kiterjesztésének és a szigorú gyakorlati követelmények alkalmazásának kérdését, mely a RASFF rendszer további működésében is jelentkezni fog.

Irodalom

- Food and Agriculture Organization (1995). Worldwide Regulations for Mycotoxins: A Compendium. FAO, Rome
- Food and Drug Administration (2000). Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook. <http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap41.html>
- Task Force Report no. 139 (2003) Mycotoxins: Risks in Plant, Animal and Human Systems, Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA
- Kovács M. (2004): Mikotoxinok táplálkozás-egészségügyi vonatkozásai. Orvosi Hetilap, **145**, 34, 1739-1746
- Kovács F. (2001): Penészgombák – mikotoxinok. In: Penészgombák – mikotoxinok a táplálékláncban. Szerk.: Kovács F. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest, pp.13-20

- Pitt, J. I. (1996) What are mycotoxins? Australian Mycotoxin Newsletter, 7, 4, p.1
- Rodler.I. (2005) (szerk): Élelmezés- és táplálkozásegészségstan. Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest, pp. 330-337
- WHO (2000): Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series, No. 896, Geneva
- WHO (2002): Evaluation of certain mycotoxins in food. WHO Technical Report Series, No. 906, Geneva
- 466/2001/EK rendelet (2001. március 8.) az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok legmagasabb értékének meghatározásáról
- 2002/32/EK irányelv (2002. május 7.) a takarmányban előforduló nemkívánatos anyagokról
- 178/2002/EK rendelet (2002. január 28.) az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszerbiztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról

Mikotoxinok az Európai Unió Gyors Veszélyjelző Rendszerében

Összefoglalás

A mikotoxinok mikroszkopikus gombák által termelt egészségkárosító anyagok. Az egészségkárosító hatás jellege, természete és erőssége változó, de kiemelendő a karcinogén, genotoxikus és immunrendszer-károsító tulajdonságuk, amely már rendkívül kis mennyiségű mikotoxin bevitel esetén is előfordulhat. Ezért ezen anyagok élelmiszerekben történő előfordulását az Európai Unió szigorúan szabályozza és rendszeresen ellenőrzi.

Az élelmiszerekben előforduló mikotoxinok szabályozására az élelmiszerekben előforduló szennyező anyagok maximális határértékét meghatározó, 1881/2006/EK rendelete vonatkozik, mely egyes termékcsoportok aflatoxin, ochratoxin A, patulin, valamint deoxinivalenol, zearalenon, fumonizin, T-2 és HT-2 tartalmára ír elő kötelező határértékeket. Bizonyos termékcsoportokra egyedi határozatok is születtek, melyek a határon történő tételes ellenőrzést is előírják. A szigorított határellenőrzések miatt a megvizsgált és kifogásolt áru nem jut be az EU belső piacára, de a tételek nagyobb része sajnálatos módon elkerülheti az ellenőrzést. Az élelmiszerekben leggyakrabban észlelt mikotoxin az aflatoxin, mivel a szabályozás aflatoxinok esetében ír elő az EU külső határain kötelező vizsgálatot. Az ochratoxinnal kapcsolatos esetek aránya a belső piacokon vett mintákban számottevő.

Érthető módon, az EU élelmiszer- és takarmány gyorsveszélyjelző rendszerén, RASFF, keresztül a legtöbb bejelentés a határozatokkal szabályozott, kötelezően vizsgálandó dió- és mogyorófélékkel

kapcsolatosan, valamint főleg aflatoxinokra vonatkozóan érkezik. Ezen kívül jelentősebb mennyiségben szárított gyümölcsökben, fűszerekben, illetve újabban gabonából készült termékekben találtak mikotoxint. A közlemény részletes elemzést ad a RASFF rendszer adatai alapján az Unióba irányuló és az Unió területén található mikotoxin-szennyezett tételekről, valamint bemutatja ezen adatok relevanciáját az Európai Unió lakosságának mikotoxin terhelésével kapcsolatban.

Presence of mycotoxins in the European Union's Rapid Alert System for Food and Feed

Abstract

Mycotoxins are natural compounds produced by microscopical fungi and may cause various adverse toxicological manifestations in humans and animals. The nature, the severity and scope of their adverse activity vary and in general, even in small amount they have potent carcinogenic, genotoxic effect and injure the immune system. In order to provide high level of health protection for consumers, the European Union has established strict regulatory limits, whose implementation is enforced.

The Commission Regulation No 1881/2006 set maximum levels for some mycotoxins, i.e. for aflatoxins, ochratoxin A, patulin, deoxynivalenol, zearalenone, fumonisins, T-2 and HT-2 toxins in foodstuffs. Particular product categories are regulated under specific decisions ordaining control of imported consignments at the point of entry. Due to the fact that only aflatoxins are addressed in the specific decisions, they are the most frequently detected and notified mycotoxins in the EU Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). The second most frequent group, Ochratoxin A is typically detected during internal EU market controls. Most RASFF notifications concern product categories falling under specific EU decisions, especially the Aflatoxin content of nuts and nut products. Significant amount of aflatoxins can be found also in dried fruits, spices and herbs, and cereal products in 2006. The article reviews and analyses the data available in rapid alert system concerning mycotoxins notification, and evaluates the usefulness of this information for risk assessment.

The value of RASFF system is unquestionable and it fulfils its intended function included in its name. The system is a significant source of valuable information, but for risk assessment purposes, other additional information is needed. It could be used most effectively for risk assessment, if it was to provide data on the ratio of all/tested/positive lots and if the authorities provided not only the positive results, but also the exact mycotoxins level of every analysed sample.

Mikotoxin vizsgálati eredmények a hazai élelmiszerekben

Ácsné Kovacsics Loréna és Búza László

MGSZH Élelmiszer és Takarmánybiztonsági Igazgatóság
Központi Élelmiszer Reziduum Toxikológiai Laboratórium

A mikotoxinok olyan gombatörzsek anyagcsere termékei, melyeknek szintézise csupán meghatározott környezeti feltételek mellett (hőmérséklet, páratartalom, pH stb.) termelődnek. A csapadékos időjárás elősegíti a toxin-termelő gombafajok elszaporodását a gabona magvaiban, és így a mikotoxinok az állati és emberi táplálékláncba bekerülhetnek. Ezen anyagok már igen kis koncentrációban (0,1 mg/kg) súlyos kóros elváltozásokat idéznek elő mind a háziállatok, mind az ember szervezetében. A szennyezettség mértéke nemcsak minőségi probléma, hiszen a szennyezettség növekedésével az élelmiszer emberi fogyasztásra alkalmatlanná válik, de ugyancsak alkalmatlan takarmányozási célra is.

Az élelmiszerekben előforduló idegen kémiai maradékanyagok beleértve mikotoxinok kimutatását és meghatározását az Országos Élelmiszervizsgáló Intézet (OÉVI) új nevén MGSZ Élelmiszer és Takarmánybiztonsági Igazgatóság, valamint a szakmai felügyelete alá tartozó MGSZH megyei Állategészségügyi és Élelmiszerellenőrző Állomások Laboratóriumai a 70-es évek óta végzik a következő toxinokra: *Aflatoxin B1, B2, G1, G2, M1, M2, Ochratoxin A, Fuzárium F2, T2, DON, Patulin és Zearalenone*.

A laboratóriumok a mikotoxinok kimutatására a következő módszereket alkalmazzák:

Elválasztás	Detektálás
Minta-extrakt tisztítás:	
Enzim-immunaffinitási oszlop	
Szűrővizsgálat:	
Vékonyrétegekromatográfia (HPTLC)	Autofluoreszcencia Színreakció
Enzimmel kapcsolt immunoszorbens (ELISA)	Spektrofotometria
Igazolás:	
Gázkromatográfia (GC)	Lángionizációs detektálás (FID) Tömegspektrometria (MS)
Folyadékkromatográfia (HPLC)	UV, Fluoreszcencia, Kobracel

Valamennyi mérés technika ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) nagyságrendű kimutatási határt tesz lehetővé, ami a minták mikotoxin kontaminációjának pontos meghatározását lehetővé teszi.

Vizsgált élelmiszerek: kávé (nyers, instant, pörkölt); olajos magvak (földimogyoró, dióbél, pisztácia); rizs; különféle liszt (teljes kiőrlésű, graham, búza, kukorica, rozs); müzli; baromfi (csirke, kacs, liba, pulyka); hús (sertés, szarvasmarha, juh, vad); tej-tejtermékek (sajt, tejszín, tejpor, vaj, vajkrém); fűszerek (fűszerkeverék, paprika); bébiétel; gyümölcs-gyümölcsvelő; szárított gyümölcsök.

A 2005. évi vizsgálati eredményeket az 1. táblázat, a gabonaipari termékek mintaszám-megoszlását az 1. ábra, az édesipari minták aflatoxin és ochratoxin A vizsgálatát a 2. ábra, baromfiipari minták aflatoxin és ochratoxin A vizsgálati mintaszám-megoszlását a 3. ábra, a húsipari vizsgálatok mintaszám-megoszlását a 4. ábra, míg az 5. ábra a tej-tejtermékek aflatoxin M1 mintaszám-megoszlását tartalmazza.

Az eredmények rövid értékelése

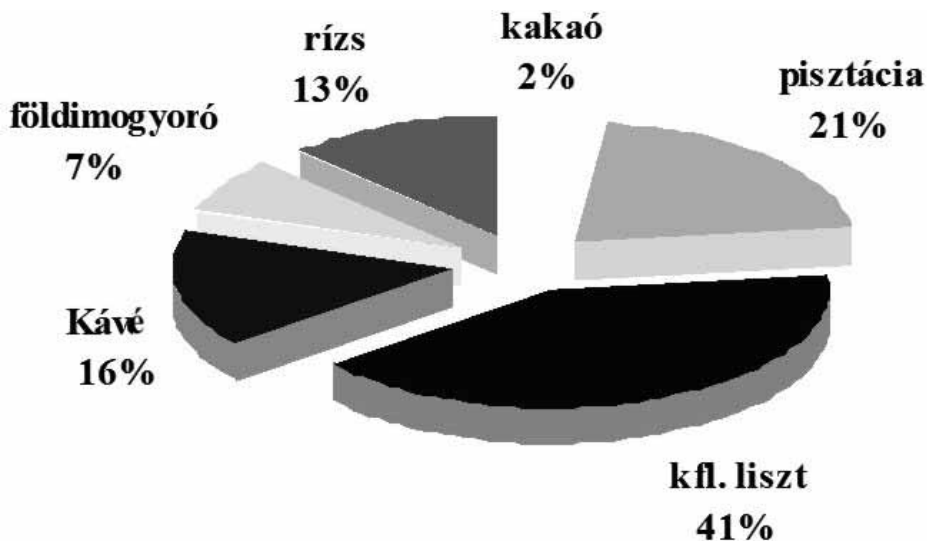
- Az aflatoxin B1 szennyezettség 1 db fűszerkeverék-, 1 db fűszerpaprika-, valamint 1 db dióbél-, 1 db mogyoró- és 2 db pisztácia-mintában haladta meg, továbbá 3 db fűszerpaprika- és 2 db gabonapehely-mintában elérte a megengedett $5 \mu\text{g}/\text{kg}$, illetve a $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ határértékeket (MRL). A DON-szennyezettség egyetlen mintában sem érte el a megengedett $1000 \mu\text{g}/\text{kg}$ MRL értéket.
- Az F2 toxin valamennyi vizsgált malomipari termékben a $100 \mu\text{g}/\text{kg}$ határérték alatt maradt.
- A T2 egyetlen vizsgált mintában sem haladta meg a $300 \mu\text{g}/\text{kg}$ MRL értéket.
- Az ochratoxin A szennyezettség 5 lisztmintában és egy búzadaramintában elérte, 1 lisztben pedig meghaladta a $3 \mu\text{g}/\text{kg}$ MRL értéket.
- A vizsgált hús-, baromfi- és tejipari termékekben sem az aflatoxin, sem az ochratoxin A nem fordult elő.

Megállapítható, hogy mikotoxin-szennyezettség szempontjából az állati eredetű élelmiszerek aggálymentesnek minősíthetők. Nem így a takarmány és a liszt, melyeknek a kifogásolási aránya az időjárási viszonyoktól függően (csapadék, páratartalom stb.) változó, amely az 1995. évben volt a legmagasabb.

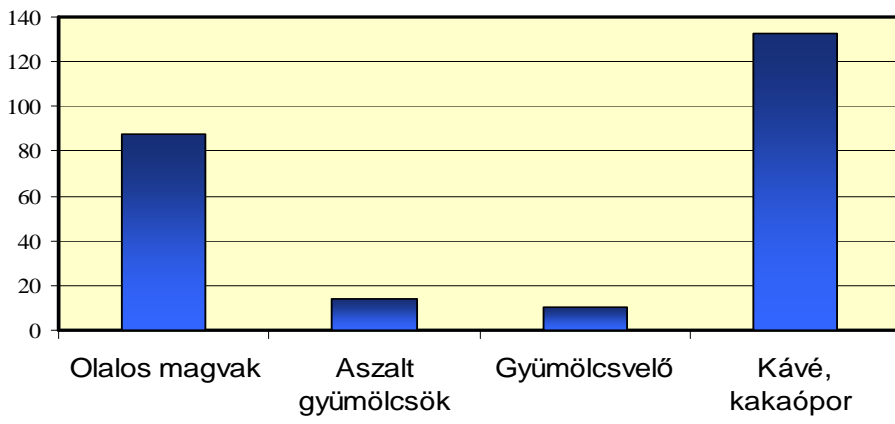
Az importból származó élelmiszerek közül a kávé, kakaó, rizs aflatoxinnal vagy ochratoxin-A-val volt esetenként szennyezett.

1. táblázat: 2005. évi vizsgálati eredmények

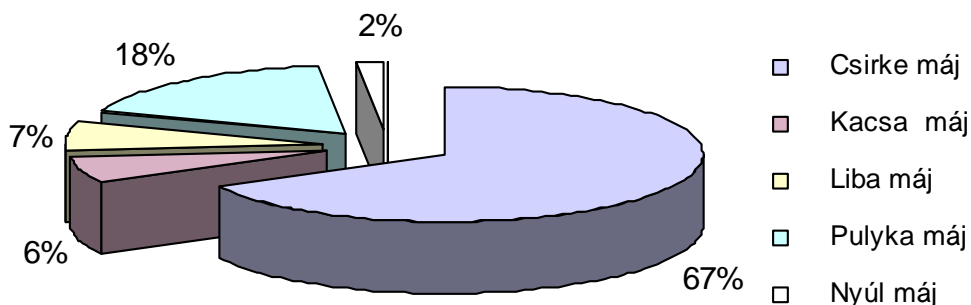
Minta megnevezése	Minta-szám	Vizsgált mikotoxin	Pozitív, de határérték alatt	Kifogásolt db
Kávé (nyers, instant, pörkölt)	60	Ochratoxin A	23	1
Olajos magvak (földimogyoró, dióbél, pisztácia)	109	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂	5	1 dió, 1 földimogyoró
		Ochratoxin A		2 pisztácia
Rizs, különféle liszt (teljes kiőrlésű, Graham, búza, kukorica, rozs)	255	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂	2	1
		DON	52 liszt	0
		Ochratoxin A	2	5
		T2, F2	16 liszt	0
Múzli különféle, gabonapehely	59	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂	1	0
		DON	3	0
		Ochratoxin A	3	2
Baromfi (csirke, kacs, liba, pulyka)	112	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂	0	0
		Ochratoxin A	0	0
Hús (sertés, szmha, juh, vad)	159	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂ Ochratoxin A	0	0
Tej-tejtermékek (sajt, tejszín, tejpor, vaj, vajkrém)	284	Aflatoxin M ₁	0	0
Fűszerek (fűszerkeverék, paprika)	248	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂	141	3
		Ochratoxin A	0	0
Kenyér, zsemle	12	DON Ochratoxin A,T2,F2	0	0
Gyümölcs	14	Patulin	0	0
Bébiétel	10	Aflatoxin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂	0	0



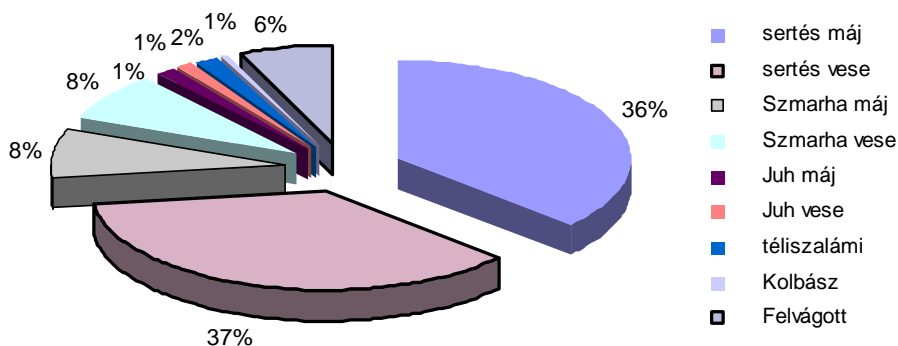
1. ábra: A 2005. évi mikotoxin vizsgálatok megoszlása édes- és gabonaipari termékekben



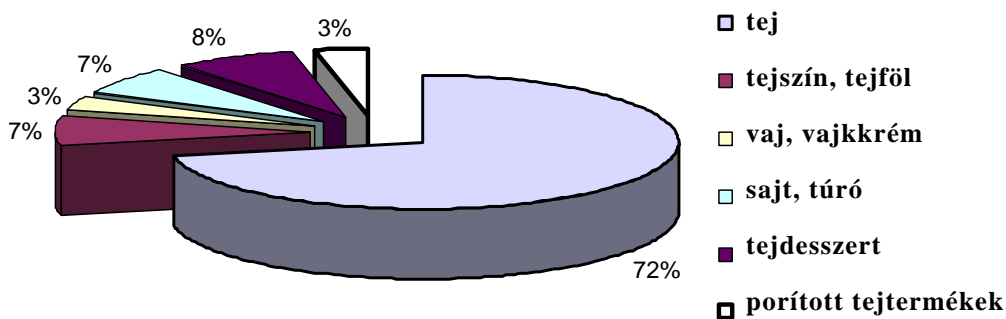
2. ábra: A 2005. évi aflatoxin és ochratoxin A szennyezőkre vizsgált minták száma



3. ábra: A 2005. évi aflatoxin és ochratoxin A vizsgálatok minta-megoszlása máj vonatkozásában



4. ábra: A 2005. évi aflatoxin és ochratoxin A vizsgálatok megoszlása húspari termékek vonatkozásában



5. ábra: A 2005. évi aflatoxin M1 vizsgálati szám megoszlása tejtermékek vonatkozásában

Mikotoxinok: kockázat-kommunikáció és a fogyasztók kockázat-érzékelése

Bánáti Diána

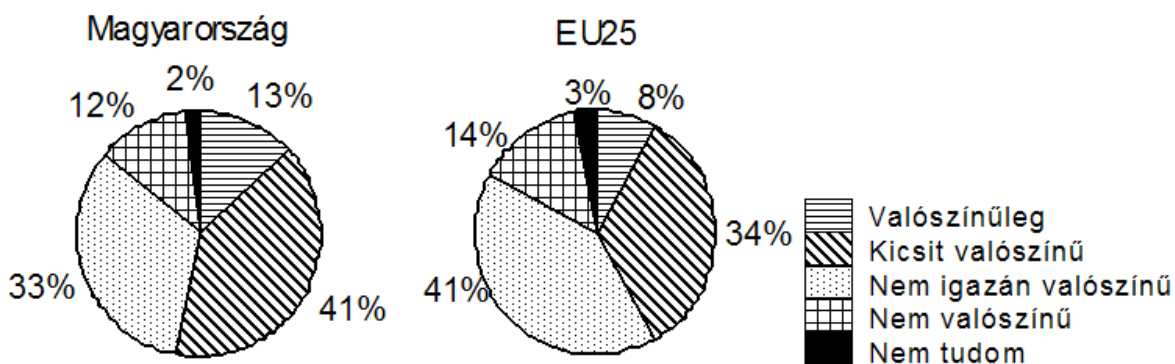
Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet

Az Európai Unió gyors vészjelző rendszerébe (RASFF) érkező bejelentések közel harmada (30,8%), összesen 993 értesítés tavaly az élelmiszerekben megengedett határértéken felüli mikotoxin-szennyeződés miatt történt. A 2005. évi RASFF jelentés szerint az aflatoxin esetek száma zöldségfélékben, gyümölcsökben és mogyorófélékben, az ochratoxin A esetek száma az üdítőitalokban, valamint zöldségfélékben és gyümölcsökben növekedett. A mikotoxinnal szennyezett termékek között 2005-ben legnagyobb arányban mogyorófélék (83,4%) fordultak elő, ezen kívül a gyümölcsök és zöldségek (8,3%), valamint a gyógynövények és fűszerek (5,7%) mikotoxin szennyezettsége volt jelentős. Az aflatoxinnal szennyezett termékek között még nagyobb a mogyorófélék aránya (87,3%); a gyümölcsök és zöldségek 7%-kal, a gyógynövények és fűszerek 5,1%-kal járultak hozzá az aflatoxinnal szennyezett termékek volumenéhez. Ettől némileg eltér az ochratoxin A-val szennyezett termékek összetétele, ugyanis itt a legjelentősebb a gyümölcsök és zöldségek (40,5%), a gyógynövények és fűszerek (28,6%), a kávé (17,7%), valamint a gabonafélék (11,9%) szennyezettsége.

Eredmények

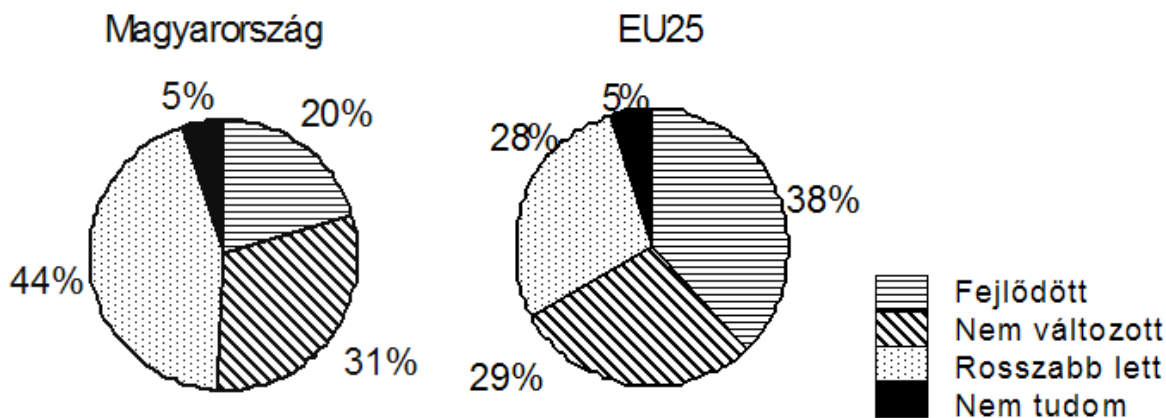
Az EU 25 tagállamában egyidejűleg, reprezentatív mintákon végzett felmérés (Eurobarometer, 2006) szerint a fogyasztók – más kockázatokkal összehasonlítva – meghatározónak tartják az élelmiszerekkel kapcsolatos kockázatokat. A válaszadók 42%-a gondolja úgy, hogy az elfogyasztott élelmiszerek károsít(hat)ják az egészségüket. Magyarországon ez az arány 54% (1. ábra).

A legborúlátóbbak Görögország (67%), a legoptimistábbak pedig Málta lakosai (17%). Az élelmiszerekkel összefüggő kockázatokat az európai válaszadók közepesnek ítélik meg. Legjelentősebbnek a környezetszennyezéssel (61%), a balesetekkel és a betegségekkel (49%) összefüggő kockázatokat ítélik meg. Az élelmiszerekkel és a fogyasztási cikkekkel kapcsolatos kockázat-érzékelés azonos az európai válaszadók körében.



1. ábra: „Az elfogyasztott élelmiszer károsítja az egészségem”

Az európai fogyasztók jelentős része (38%) szerint az elmúlt 10 évben javult az élelmiszerbiztonság, de jelentős azoknak a száma is, akik szerint nem változott (29%) vagy romlott (28%) a helyzet. A megkérdezett magyar fogyasztók 44%-a szerint inkább romlott az élelmiszerbiztonság, közel harmaduk szerint (31%) nem változott és csak 20%-uk szerint javult (2. ábra). E kérdésben is Málta lakosai a legoptimistábbak; 74% szerint kedvezőbb az élelmiszerbiztonsági helyzet. Lettország a legpesszimistább, itt az emberek 65%-a szerint kedvezőtlen változások történtek. A lett válaszadók csupán 5%-a véli úgy, hogy javult az élelmiszerbiztonsági helyzet az elmúlt egy évtizedben.



2. ábra: Élelmiszerbiztonság az elmúlt 10 évben

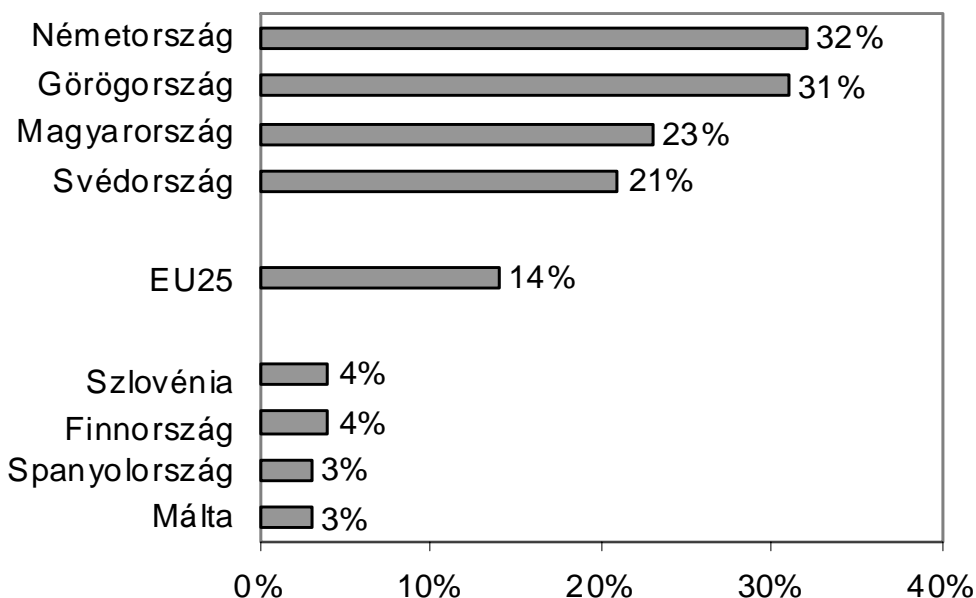
A 25 EU tagállam átlagát tekintve elmondható, hogy a fogyasztók 38%-a javulónak ítéli meg az élelmiszerbiztonsági helyzetet, 29% szerint nem változott az elmúlt 10 évben, 28% viszont úgy ítéli meg, hogy rosszabb lett.

Az európai fogyasztók az élelmiszermérgezéseket említették a legnagyobb számban (16%), mint élelmiszerbiztonsági szempontból aggodalomra okot adó eseményeket de jelentős volt a kémiai és toxikus anyagok, valamint a peszticidek (14%) említése (3. ábra).



3. ábra: Élelmiszerbiztonsági problémák (5% feletti spontán válaszok) az EU-ban

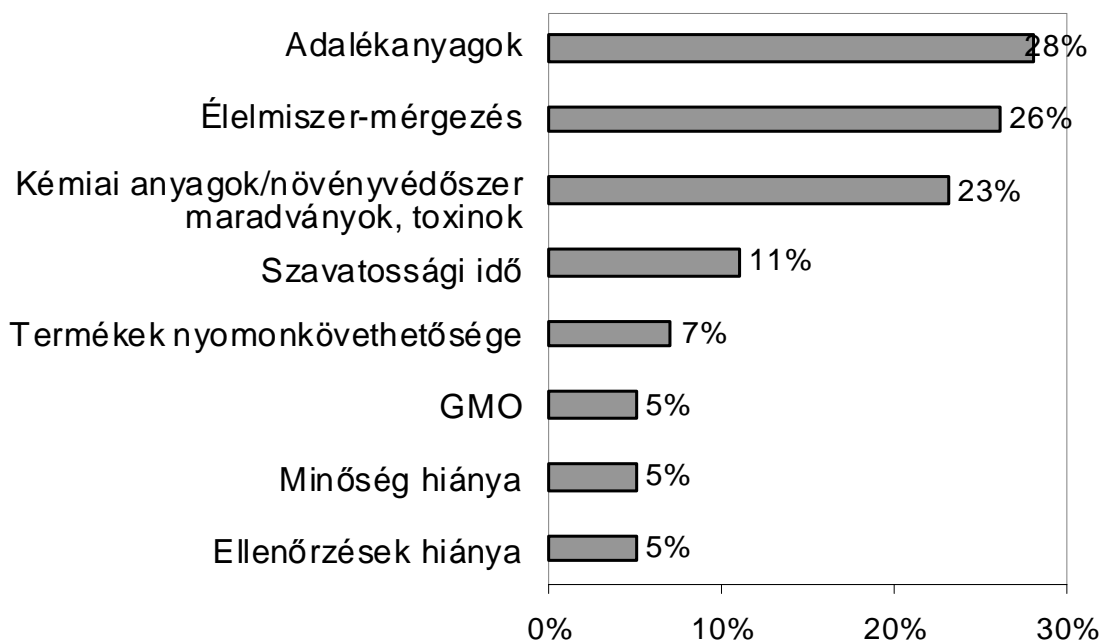
A toxikus anyagok kockázatát az Európai Unión belül legtöbben Németországban (32%), Görögországban (31%), Magyarországon (23%) és Svédországban (21%); legkevesebben Szlovéniában és Finnországban (4%), valamint Spanyolországban és Máltán (3%) említették (4. ábra).



4. ábra: „A kémiai anyagok (peszticidek, toxikus anyagok) veszélyeztetik az egészséget” (spontán említés)

Ezzel szemben a magyar fogyasztókat (5. ábra) leginkább az élelmiszerek előállításakor felhasznált adalékanyagok aggasztották (28%). Ez négyszerese az európai átlagnak (7%). Az európai átlagnál (3. ábra)

nagyobb mértékben (26%) tartottak az élelmiszermérgezésektől. Megjegyzendő, hogy a felmérés jóval a hazai „átcímkezős” botrány előtt készült. Közel azonos mértékben jelezték a magyar válaszadók a kémiai anyagok, közöttük a növényvédőszer-maradékok és toxinok miatti félelmüket.

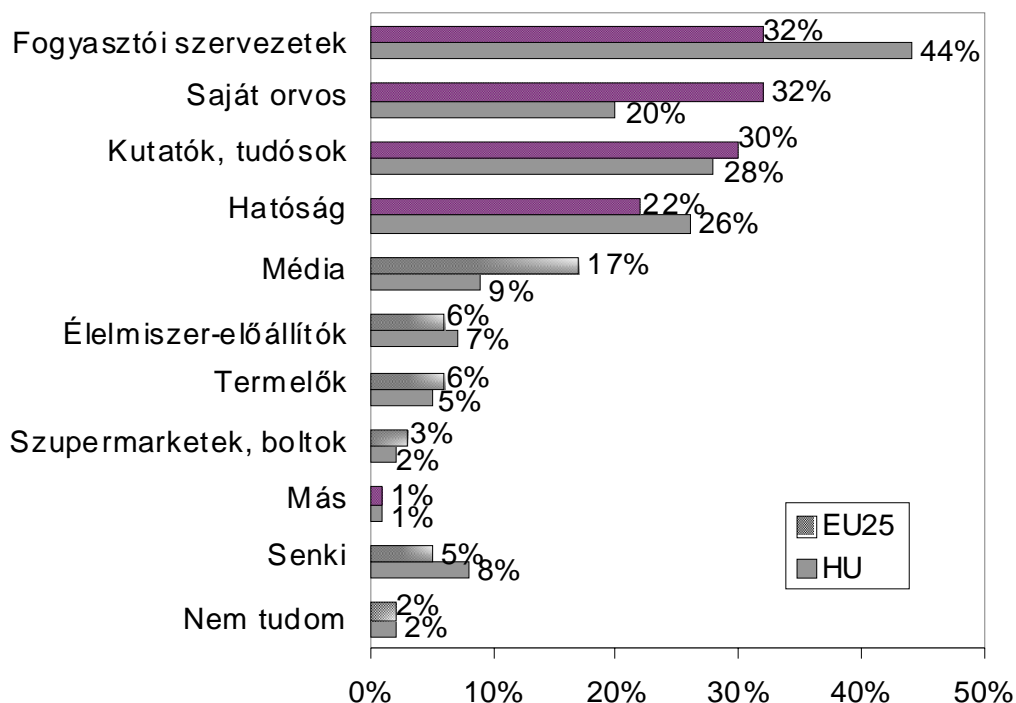


5. ábra: Élelmiszerbiztonsági problémák a magyar fogyasztók szerint (5% feletti spontán válaszok)

A magyar vizsgálatok során megkérdezett fogyasztók (n=556) a megadott élelmiszerbiztonságot veszélyeztető tényezők közül a mikotoxinok esetleges jelenlétét az élelmiszerekben a negyedik legjelentősebb kockázatként értékelték (4,38 az 1-5 Likert-skálán). A magyar fogyasztók megítélését jelentősen befolyásolta a 2004. évi fűszerpaprika botrány (Bánáti, Lakner 2006), amely rávilágított a megfelelő kockázat-kommunikációs stratégia hiányára is. Az érzékeny fogyasztói csoportok (idősek, cukorbetegek, lisztérzékenyek) élelmiszerbiztonsági kockázat észlelésének vizsgálata (n=600) kapcsán elmondható, hogy ezen csoportok sokkal kisebb kockázatot tulajdonítanak a mikotoxinoknak, hiszen egészségi állapotuk miatt figyelmük más tényezők felé tolódik. Ez a megfigyelés viszont számos, a kockázatkezeléssel és kockázatkommunikációval kapcsolatos további kérdést is felvet.

A magyar fogyasztók leginkább a fogyasztói szervezetek (44%), a kutatók és tudósok (28%) valamint a hatóságok (26%) és saját orvosuk (20%) tájékoztatásában bíznak (6. ábra). Kevesebben találták megbízhatónak az élelmiszerelőállítókat (7%), a termelőket (5%) és a médiát (9%)

(Eurobarometer, 2006). A fogyasztói szervezetekben (32%) és a hatóságokban (22%) kevésbé bíznak meg az európai fogyasztók. Saját orvosukban (32%), valamint a kutatókban, tudósokban (30%) és a médiában (17%) viszont jobban megbíznak.



6. ábra: „Egy súlyos élelmiszerbiztonsági kockázat megjelenése esetén (pl. madárinfluenza) kiben bízna meg?”

Felhasznált irodalom

Bánáti, D., Lakner, Z. (2006): Analysis o fan aflatoxin-caused food safety crisis in Hungary: Actors and strategies. The mycotoxin factbook, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 121-138.

Eurobarometer (2006): Risk Issues. Special Eurobarometer 238/ Wave 64.1.

Mikotoxinok: kockázat-kommunikáció és a fogyasztók kockázat-érzékelése

Összefoglalás

Az EU 25 tagállamában egyidejűleg végzett felmérés szerint a fogyasztók meghatározónak tartják az élelmiszerekkel kapcsolatos kockázatokat más kockázatokkal összehasonlítva. A válaszadók 42%-a gondolja úgy, hogy az elfogyasztott élelmiszerek károsít(hat)ják az egészségüket. Magyarországon

ez az arány nagyobb. Az európai fogyasztók jelentős része szerint az elmúlt 10 évben javult az élelmiszerbiztonság, de hasonló azoknak az aránya is, akik szerint nem változott vagy romlott a helyzet. A megkérdezett magyar fogyasztók 44%-a szerint inkább romlott az élelmiszerbiztonság, közel harmaduk szerint nem változott és csak ötödrészüket szerint javult. A 25 EU tagállam átlagát tekintve elmondható, hogy a fogyasztók 38%-a javulónak ítéli meg az élelmiszerbiztonsági helyzetet, 29% szerint az nem változott az elmúlt 10 évben, 28% viszont úgy ítéli meg, hogy rosszabb lett. A magyar vizsgálatok során megkérdezett fogyasztók a megadott élelmiszerbiztonságot veszélyeztető tényezők közül a mikotoxinok esetleges jelenlétét az élelmiszerekben a negyedik legjelentősebb kockázatként értékelték.

Mycotoxins: risk communication and risk perception of consumers

Abstract

According to a survey carried out simultaneously in the 25 member states of the European Union, consumers consider risks factors related to foodstuffs more crucial than risks factors of other origin. In the EU, 42% of the respondents hold an opinion that foodstuffs consumed can be or are harmful to health. This ratio is higher in Hungary. Other European consumers have an opinion that food safety has been improved during the last decade however, at the same time, the ratio of those who judge this situation unchanged or worse was similar. 44% of the Hungarian consumers participating in this survey guess that food safety is slowly improving, approximately third of them thinks that it remained unchanged and only one fifth of the consumers considers that it is appropriate. If we look at EU as a whole with its 25 member states it can be stated that 38% of the consumers judge that food safety has been improved during the last 10 years, 29% of them think that it remained unchanged and 28% of the respondents reckon that the situation became worse. Consumers involved in the Hungarian survey consider that mycotoxins are the fourth risk factor, which threaten our health and endanger the safety of our foodstuffs.

Mikotoxinok előfordulása takarmányokban

*Marthné Schill Judit, Debreczeni Lajos, Dömsödi József és
Kereszturi József*

Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet
Központi Laboratórium

A takarmány minőségének jelentősége a táplálékláncban az, hogy az állat fejlődéséhez szükséges anyagokat megfelelő mennyiségben és arányban tartalmazza, amelyet a haszonállat elfogyaszt és így jó minőségű élelmiszer-alapanyag válik belőle az ember számára.

A takarmány azonban káros anyagokat – toxikus elemeket, növényvédőszer-maradékokat, dioxinokat, mikotoxinokat – is tartalmazhat, ezek az állat szöveteiben, vérében feldúsulva egészségkárosító hatásúak, amelyek az embert is veszélyeztetik.

A sokféle nemkívánatos anyag közül a penészgombák által termelt mikotoxinokkal kapcsolatos szabályozások, valamint a többéves laboratóriumi mérési eredmények és az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (OMMI) Központi Laboratórium által szervezett jártassági körvizsgálatok tapasztalatai alapján kapott módszer megfelelési értékelés jól használható információt jelenthet a takarmány-előállítók, az állattartók és a hatóságok számára.

A mikotoxinokra vonatkozó szabályozás

A potenciális toxintermelő penészgombák a szántóföldön és a raktárakban egyaránt jelen lehetnek. A *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* nemzetségekbe tartozó gombafajok közül több, a számukra kedvező körülmények között a zearalenon, a DON, a T2 és metabolitjai, az aflatoxin, az ochratoxin toxinokat, mint anyagcseretermékeket termeli (Mézes M., 2006; Ványi A., 1995).

A mikotoxinok jelenléte a takarmányokban, mint komoly veszélyforrás a világ országainak többségében szabályozást váltott ki (FAO, 2004).

A szabályozás feltételei közül a legfontosabbak:

- a toxikológiai adatok ismerete;
- a mikotoxinok előfordulásának adatai a különböző takarmányokban;
- a mikotoxinok koncentráció-eloszlásának ismeret egy tételen belül;
- megfelelő analitikai módszer az adott mikotoxin meghatározására;

- törvényi szabályozás azokban az országokban, amelyekkel kereskedelmi szerződés van érvényben, és ezért, az annak megfelelő minőségű áru szállítása elengedhetetlen.

Az európai országok többségében, azaz 33 országban az aflatoxin B1-re van érvényes szabályozás. Az ochratoxin, DON, zearalenon mikotoxinok esetében 5-10 között van azon országok száma, ahol bevezettek valamilyen szabályozást.

Észak Amerikában is az aflatoxin B1 és a DON toxinra van teljes körű szabályozás. Latin-Amerikában szinte kizárólag az aflatoxin B1 szabályozott, míg a többi toxinra csupán egy, legfeljebb két országban létezik határérték.

Ázsiában is hasonló a trend, ugyanakkor feltűnő, hogy az aflatoxin B1 mellett az összes aflatoxin B1, B2, G1, G2 koncentráció is szinte ugyanannyi országban szabályozott.

Az érdekesség kedvéért megemlíthető, hogy az afrikai földrészen 4-6 országban szintén szabályozták a takarmányok aflatoxin szennyezettségének határértékét.

Általánosan érvényes határértékek:

- Zearalenon: 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ takarmány alapanyagokban;
- DON: 750 $\mu\text{g}/\text{kg}$, takarmány alapanyagokban;
- Fumonizin: 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ takarmány alapanyagokban;
- AflatoxinB1: 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tejelő marhatápban;
- Ochratoxin: 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ takarmány alapanyagokban.

Az Európai Unióban a legátfogóbb szabályozás a takarmány alapanyagokban és a különböző takarmánykeverékekben előforduló aflatoxin B1-re van (2002/32/EK és 2003/100/EK irányelvek).

Az MTA Állatorvosi Bizottsága javaslata a mikotoxin határértékekre depresszív és toxikus szinteket különböztet meg; mindezeket kizárólag takarmánykeverékekre vonatkoztatja. Ott viszont figyelembe veszi a különböző állatfajok különböző hasznosítási irányait, korcsoportjait (Magyar Takarmány Kódex, 2004).

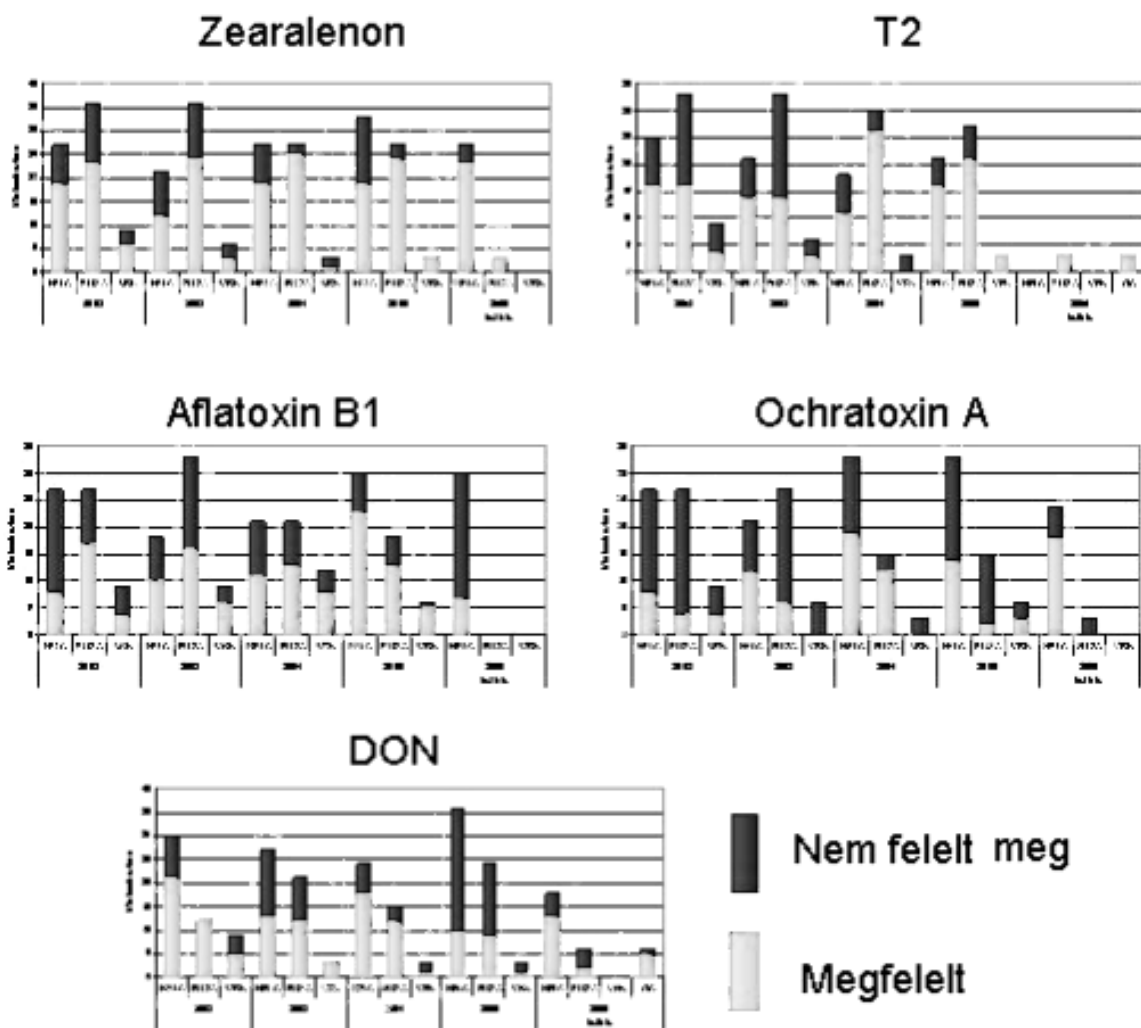
Az Európai Unió Bizottsága irányértékeket határozott meg a 2006/576/EK ajánlásban, amelyben helyet kaptak a takarmány alapanyagok is. Egyes toxinok (pl. a DON) esetében meglehetősen magas a határérték 8-12 mg/kg. Az ennyire magas ajánlási szintek megállapítását megalapozó etetési kísérleteket feltételezhetően tisztított toxinokkal végezték, így nem

számoltak a mikotoxin-termelődést megelőző hatalmas gombatömeg élő szervezetre gyakorolt hatásával.

A mikotoxinok vizsgálati módszerei és eredményei

A mikotoxinok laboratóriumi meghatározására többféle analitikai módszer áll rendelkezésre. Az utóbbi években a vékonyréteg-kromatográfia (TLC) háttérbe szorulása és az ELISA screening módszer, valamint az immunaffin oszlopokkal történő mintatisztítás után a nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfia fluoreszcenciás vagy tömegspektrometriás (HPLC FLD, HPLC MS) módszerek előretörése figyelhető meg.

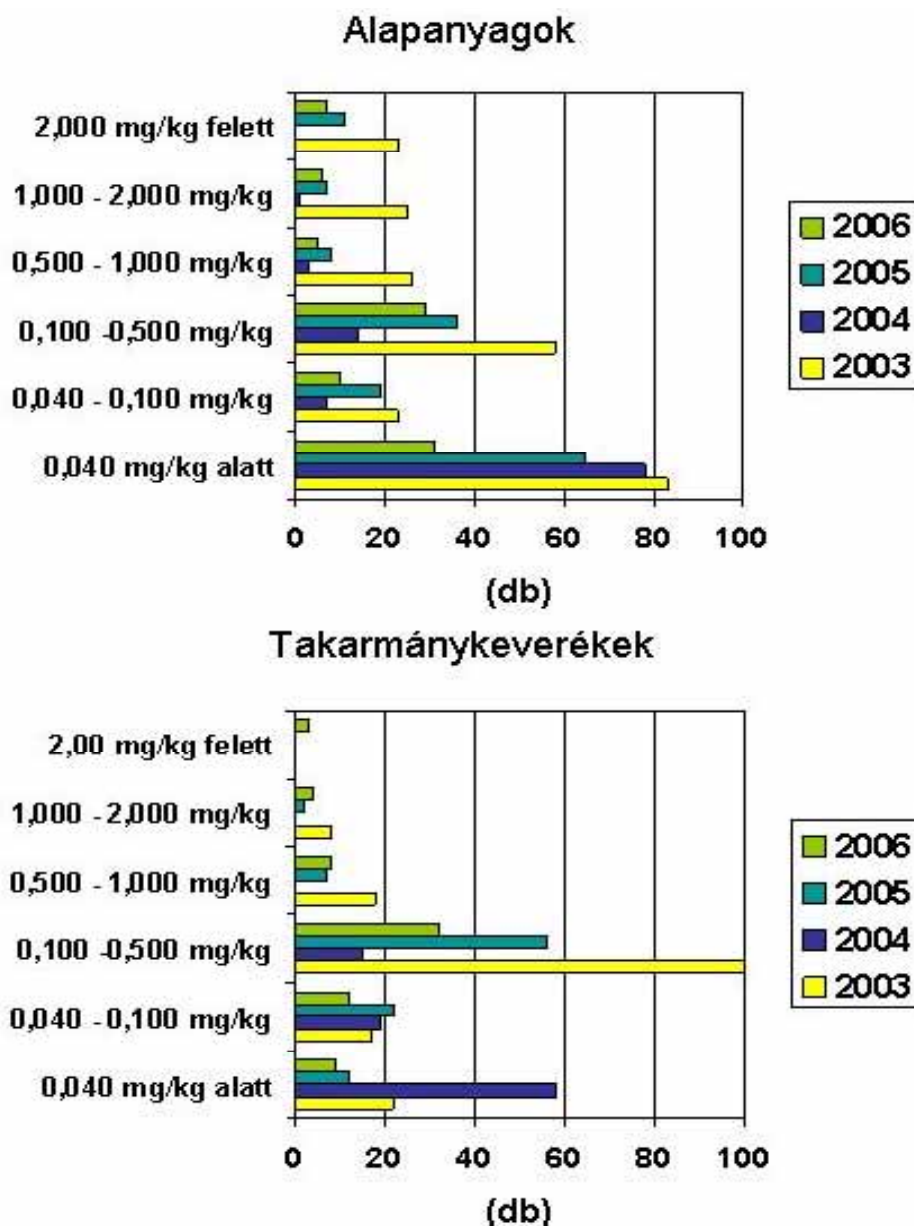
Az OMMI Központi Laboratórium által szervezett jártassági vizsgálatokban a legtöbb laboratórium által alkalmazott módszerek megfelelése közel azonos (1. ábra).



1. ábra: Az eredmények megfelelési aránya a különböző módszerek esetén (HPLC, ELISA, TLC 2002-2005)

Az OMMI Központi Laboratórium a takarmány mikotoxin-vizsgálatának tekintetében is Nemzeti Referencia Laboratórium. A vizsgálatok eredményeit 2003. évtől kezdve feldolgozták, kiemelve a zearalenont, a T2-t és metabolitjait, a DON-t, az aflatoxin B1-et és az ochratoxint.

A tapasztalatok alapján – a DON kivételével – az átlagosan 60-40%-os takarmánykeverék és takarmány-alapanyag vizsgálati mátrix arány mellett az alsó méréshatár alatt és az azt követő koncentráció-tartomány jellemző a minták többségére. Az persze elgondolkodtató, hogy a szabályozási szintekhez képest ugyan alacsonyabb koncentrációjú a mikotoxinnal szennyezett takarmány, de kérdéses, hogy a teljes életszakaszában azzal etetett állat számára az mennyire sok vagy kevés.



2. ábra: A DON mérési eredményeinek megoszlása (2003-2006)

A DON esetében más a helyzet; ugyanis évről évre a minták többsége a 100-500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ koncentráció tartományba esik, melynek eloszlását 2. ábra szemlélteti. A DON alkalmas lehet az indikátor mikotoxin szerepére, hiszen valószínűsíthető, hogy $\sim 500 \mu\text{g}/\text{kg}$ -os jelenléte már egy jelentős korábbi mikológiai hatást is jelez.

A mikotoxinokkal kapcsolatos takarmánybiztonsági intézkedések megalapozottságát növelhetik a validált vizsgálati módszerrel elvégzett felmérő, illetve célvizsgálatok nyomán végzett kockázatértékelések, amelyek eredménye alapján a szabályozási, illetve ajánlási irányértékek felülvizsgálata is indokolt lehet.

Irodalom

A BIZOTTSÁG 2003/100/EK IRÁNYELVE (2003. október 31.) a takarmányban előforduló nemkívánatos anyagokról szóló 2002/32/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv I. mellékletének módosításáról

A BIZOTTSÁG AJÁNLÁSA 2006/576/EK (2006. augusztus 17.) a deoxinivalenol, a zearalenon, az ochratoxin-A, a T-2, a HT-2 és a fumonizinek állati takarmányozásra szánt termékekben való előfordulásáról

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2002/32/EK IRÁNYELVE (2002. május 7.) a takarmányban előforduló nemkívánatos anyagokról

Magyar Takarmány Kódex, II. kötet, 12. Mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest, 2004. pp. 148-153

Mézes M., Penészgombák és mikotoxinok a takarmányokban és az ellenük való védekezés lehetőségei. Agrárágazat, 2006. szeptember

Ványi, A., Lásztity, R., Bata, Á., Mikotoxikózisok. Dr. Bata Kft. Ócsa, 1995.

Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. FAO Food and Nutrition Paper 81, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2004

Mikotoxinok előfordulása a takarmányokban

Összefoglalás

A takarmányok káros anyagokat (toxikus elemeket, növényvédőszer-maradékokat, mikotoxinokat) tartalmazhatnak, amelyek bekerülve az állati szervezetbe a szövetekben, vérben feldúsulva egészségkárosító hatásúak, ami az állati terméket fogyasztó embert is megbetegíthetik. Takarmánybiztonsági szempontból világszerte kiemelt jelentősége van a szántóföldi és raktári penészgombák termelte mikotoxinoknak.

Összefoglaltuk a mikotoxinok takarmányokban való előfordulására vonatkozó szabályozást a világ különböző részein, különös tekintettel az

Európára érvényes szabályozásra. Fontos szempont, hogy a szabályozási szinteknek megfelelő megbízható laboratóriumi vizsgálati módszerek álljanak rendelkezésre.

A mikotoxinok vizsgálatára többféle módszer is alkalmazható: a nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfia (HPLC), az ELISA, és vékonyréteg-kromatográfia (TLC). A módszerek használatáról és megfelelőségükről többek között az OMMI Központi Laboratóriuma által rendszeresen szervezett körvizsgálatok adnak érdemi információt.

Az OMMI Központi Laboratóriumban évről-évre növekvő mintaszámmal vizsgálják a takarmány-alapanyagok és takarmánykeverékek mikotoxin szennyezettségét. A 2003-tól 2006. szeptember végéig terjedő időszakban kapott és feldolgozott mérési adatok: zearalenonra, trichotecén toxinokra, ochratoxin A-ra, aflatoxin B1-re vonatkozóan jól érzékeltetik az évek közötti változásokat, lehetőséget adnak a hatósági ellenőrzési szempontok és tervek megalapozott összeállításához.

Occurence of mycotoxins in feeding stuffs

Abstract

The feeding stuffs may contain toxic substances, as toxic elements, pesticide residues, mycotoxins, which could cause deleterious effect, diseasing the person consuming the animal products. In respect of feed safety, the mycotoxins produced by the field and warehouse mildew have great importance worldwide.

We present the world-wide regulation connected with the mycotoxins occurred in feeds, in particular the European legislation. It's an important aspect that reliable laboratory testing methods have to be available according to the regulated level.

Various methods can be applied to analyze mycotoxins, among others, the ring tests commonly organized by OMMI Central Laboratory give substantive information about the application and the conformance of the High Performance Liquid Chromatography (HPLC), the ELISA and the Thin-Layer-Chromatography (TLC) methods. We analyze the contamination of mycotoxins in the feeds year by year in increasing number in the OMMI Central Laboratory.

The measured and processed results of the period of 2003 and September 2006 in the respect of Zearalenone, trichotecene toxins, Ochratoxin A, Aflatoxin B1 show well the changes between years, and give opportunity to compile effectively the views, and plans of the authority control.

Hírek a külföldi élelmiszer-minőségszabályozás eseményeiről

16/06 EU: A száj- és körömfájás megelőzése

Európa még mindig ki van téve a száj- és körömfájás (FMD) járványoknak (pl. a 2001. évben az Egyesült Királyságban kitört járvány számos más tagállamra is áttért, egyes becslések szerint legalább 12 milliárd euró kárt okozva - nem beszélve a társadalmi-gazdasági hatásokról). Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) most elemzést jelentetett meg egy újabb FMD járvány kitörésének lehetőségéről és a terjedés valószínű útvonaláról. Az EU területéről ugyan már sikeresen kiirtották ezt a vírusos betegséget, de aggodalomra ad okot, hogy az új Asia 1 törzs állandóan jelen van Kínában és Közép-Ázsiában. Az említett tanulmány Ázsia mellett veszélyeztetett területként jelöli meg Kelet-Afrikát és a Száhel övezetet is. Nem csak a fertőzött állatok, hanem a hús és a húskészítmények importja is veszélyes lehet. Az EU határterületein a szigorú behozatali intézkedések ellenére sem lehet eltekinteni az illegális importtól, amely szintén növekvő tendenciát mutat. Az EFSA új intézkedési terve egy háromágú kockázatcsökkentési stratégiát javasol, mindenek előtt a betegség forrásainak megfelelő kontrolljára. (World Food Regulation Review, 2006. március, 3-4. oldal)

17/06 EU: Catherine Geslain-Lanéelle az EFSA új ügyvezető igazgatója

Az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság Igazgatótanácsa 2006. február 10-én Catherine Geslain-Lanéelle-t jelölte az ügyvezető igazgatói poszt betöltésére. Geslain-Lanéelle asszony jelenleg az Ile de France Körzet regionális mezőgazdasági és erdészeti igazgatója, illetve az EFSA Igazgatótanácsának alelnöke; hivatalos jelölésére az Európai Parlamentben történt meghallgatását követően, előre láthatóan február végén kerül majd sor. A jelölt mögött igen jelentős szakmai múlt áll: évekig dolgozott a francia Mezőgazdasági és Halászati Minisztériumban, az Európai Bizottságban kockázatbecsléssel és kockázatmenedzsmenttel foglalkozott és betöltötte az „Általános Alapelvek” Codex Bizottság elnöki tisztét is. Az EFSA ügyvezető igazgatói kinevezése öt évre szól, de megújítható. Általában az adminisztrációs ügyek viteléért felelős, amellet a Hatóság jogi képviselője. (World Food Regulation Review, 2006. március, 4. oldal)

18/06 Hollandia: Konferencia az élelmiszerjelölés jövőjéről

A holland Egészségügyi, Népjóléti és Sportminisztérium által szervezett konferencián (Rotterdam, 2006. február 15-16.) 23 EU tagállam szakértői

vitatták meg az élelmiszerjelölés jövőjét. Az Európai Bizottság tovább folytatja a jelölésre vonatkozó szabályozás felülvizsgálatát, ezért különösen nagy jelentősége van annak, hogy a gyártók, a kiskereskedők, a fogyasztói csoportok és a kisvállalatok képviselői kifejhették a törvényhozók felé saját álláspontjukat. Többen megkérdőjelezték a jelenlegi rendszer alkalmasságát a fogyasztók és a gyártók követelményeinek kielégítésére, hangsúlyozva az egyszerűsítés és az egységesítés (konszolidáció) szükségességét. Olyan javaslatok is elhangzottak, hogy a vásárlók jobb tájékoztatása érdekében szabványosítani kell az információ feltüntetésének módját az élelmiszerek címkéjén; a logók használata pedig csökkentheti a nyelvi nehézségeket. (World Food Regulation Review, 2006. március, 6-7. oldal)

19/06 Egyesült Királyság: Felmérés készült az élelmiszerek jelöléséről

Az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) tanulmányt jelentetett meg két felmérés eredményeiről, ami azt volt hivatott tisztázni, hogy az élelmiszergyártók betartják-e a származási ország jelölésére és az érthetőségre vonatkozó 2002. évi irányelvben foglaltakat. Több mint 750 terméket vizsgáltak meg és csak kevés eltéréssel találkoztak: a gyártók sokszor több információt nyújtanak a címkén, mint amennyit a jogszabály megkövetel. A vizsgált termékek 89%-án szerepelt tápérték-jelölés, az allergéneket tartalmazó készítmények 46%-a pedig megfelelő módon felhívta erre az érintettek figyelmét. Ahol javításra van szükség, az a karakterek mérete: sokszor ugyanis túl apró betűkkel tüntetik fel a kezelési ajánlásokat, az összetevők listáját és a dátumokat. A felmérést követően egyeztetéseket végeznek annak kiderítésére, hogy egyes irányelveket miért alkalmaznak sokkal szélesebb körben, mint másokat. (World Food Regulation Review, 2006. március, 9. oldal)

20/06 USA: Tervezett irányelv a „teljes gabonáról”

Az Élelmiszer és Gyógyszer Adminisztráció (FDA) irányelv tervezetet bocsátott ki a „teljes gabona” fogalom pontos meghatározására. Az FDA ugyanis a gyártók számára egyértelművé kívánja tenni, hogy miként tüntethetik fel az élelmiszerek címkéjén a teljes gabonartalmat, ami a fogyasztók számára is lehetővé teszi a helyes étrend összeállítását. Az FDA szerint a teljes gabona körébe tartoznak az olyan gabonamagvak, amelyek sértetlenek, illetve amelyeket megőröltek, összetörtek vagy lehámoztak ugyan, de a legfontosabb komponenseik (a keményítőtartalmú endospermium, a csíra és a korpa) ugyanolyan arányban vannak jelen, mint az ép szemekben. Az ide tartozó gabonafélék az árpa, a hajdina, a kukorica, a köles, a rizs, a rozs, a zab, a cirok, a búza és a vadrizs. Szemben

a teljes gabonával a finomítási eljárás során a korpa és a csíra egy része eltávolításra kerül, ami tápérték-veszteséget okoz az étkezési rost, valamint a vitamin és az ásványi anyag tartalom tekintetében. (World Food Regulation Review, 2006. március, 13. oldal)

21/06 Rákkeltő benzol az üdítőitalokban

Az Egyesült Államokban jelentés látott napvilágot egyes üdítőitalok benzol- tartalmáról. Ezt követően 2006. március 1-én az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) felszólította az üdítőital-gyártókat, hogy az Egyesült Királyságban is hajtsanak végre hasonló méréseket. A benzol ugyanis emberekben rákot okozhat. Ez a vegyi anyag jelen van a levegőben és alacsony szinten kimutatták egyes üdítőitalokban is, ahol a nátriumbenzoát nevű tartósítószer és az aszkorbinsav (C-vitamin) kölcsönhatásaként keletkezik. Most a brit piacon forgalmazott összesen 230 üdítőital-minta vizsgálati eredményeit elemezték. Eszerint a benzol - ha egyáltalán kimutatható - olyan alacsony koncentrációban fordul elő, ami semmiképpen sem ad okot aggodalomra. Az FSA azonban további vizsgálatokat helyezett kilátásba és külön is felhívta a gyártók figyelmét a benzoltartalom lehető legalacsonyabb szinten tartására. (World Food Regulation Review, 2006. március, 24. oldal)

22/06 Finnország: Felülvizsgálják az élelmiszereken használt egészségügyi állításokat

A finn Nemzeti Élelmiszer Hatóság – a Kereskedelmi és Ipari Minisztérium támogatásával – azt tervezi, hogy 2006. folyamán felülvizsgálja az élelmiszereken alkalmazott egészségügyi állításokat, valamint az azok alapjául szolgáló tudományos bizonyítékokat is. A vizsgálat eredményeinek felhasználásával nemzeti jegyzék készül majd az elfogadott állításokról, amit az EU vonatkozó rendelet tervezete is megkövetel. Ha ez a tervezet jogerőre emelkedik, akkor kizárólag azokat a tápértékekre és egészségügyi hatásra vonatkozó állításokat szabad majd használni, amelyek szerepelnek az Európai Bizottság jegyzékében. Finnországban a felmérés elektronikus úton, kérdőívek segítségével történik. Az eredményekről várhatóan 2006. decemberében számolnak be. (World Food Regulation Review, 2006. április, 6–7. oldal)

23/06 EU: A sertéshús által okozott szalmonellózis veszélyének enyhítése

A Salmonella fajok az élelmiszer eredetű megbetegedések legfőbb okozói: az Európai Unióban 2004. folyamán közel 200 ezer esetet regisztráltak. A tojás és a baromfi után a sertéshús az emberi szalmonellózis leggyakoribb

hordozója. A Salmonella és más zoonotikus ágensek kontrolljáról szóló 2160/2003. (EC) számú rendelet előírja közösségi célok és határidők megfogalmazását a sertésállományokban való előfordulás csökkentésére. A leggyakoribb típus a Salmonella Typhimurium. A monitoring célokat szolgáló immunológiai és bakteriológiai megfigyelések eredményei azonban közvetlenül nem hasonlíthatók össze, mivel más-más eredményt szolgáltatnak; ezért alkalmazásuk, illetve kombinálásuk lehetőségei mindig az adott helyzettől függenek. A közegészségügyi kockázat csökkentése, illetve a védekezés három szintjét az Egészségügyi Világszervezet (WHO) határozta meg. Ennek megfelelően a Salmonella kontrollját elsősorban preventív akciók segítségével kell megvalósítani az egész termelési láncban. (World Food Regulation Review, 2006. április, 5–6. oldal)

24/06 EU: Tudományos EFSA jelentés a madárinfluenza és az élelmiszerbiztonság kapcsolatáról

Az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság figyelemmel kísér minden olyan tudományos bizonyítékot, ami a madárinfluenza és az élelmiszerbiztonság kapcsolatára utal. Az EFSA biológiai kockázatokkal foglalkozó panelje (BIOHAZ) tanulmányt jelentetett meg a következő címmel: „Az élelmiszer, mint az emberek és más emlősök rendkívül patogén madárinfluenza vírussal történő megfertőzésének potenciális forrása”. A szerzők arra a kérdésre keresik a választ, hogy a patogén vírusokkal (különös tekintettel a H5N1-re) szennyezett élelmiszerek fogyasztása az emésztőrendszeren keresztül okozhat-e fertőzést emlősökben. Egyetértenek azzal a korábbi megállapítással, hogy „a jelenleg rendelkezésre álló bizonyítékok alapján a fertőzésben megbetegedett személyek közvetlen kapcsolatban voltak élő vagy elpusztult szárnyasokkal. Egyelőre nincs bizonyíték arra, hogy a madárinfluenza szennyezett élelmiszer – nevezetesen baromfiús és tojás – révén emberre átvihető volna. Mindenesetre ajánlott az alapos főzés az élelmiszermérgezés lehetséges kockázatának elkerülésére. A hőkezelés arra is biztosítékot nyújt, hogy a nyers baromfiban esetleg jelen levő H5N1 vírus ne kerülhessen be az élelmiszerláncba.” (World Food Regulation Review, 2006. április, 20. oldal)

25/06 Egyesült Királyság: A vegetáriánus élelmiszerek jelölése

Hosszú konzultációs folyamatot követően az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) új irányelvet adott ki az élelmiszergyártók, a közétkeztetők és az ellenőrző hatóságok számára, elősegítendő a vegetáriánus élelmiszerek célirányosabb jelölését. A dokumentum különbséget tesz a „sima” vegetáriánusok és azok között, akik tejet, tejterméket és tojást sem hajlandók

fogyasztani. Ezek együttes száma az Egyesült Királyságban megközelíti a négymilliót. Az útmutató irányelv most első ízben állapít meg kritériumokat a „vegetáriánus” szó használatához az élelmiszerek címkéjén. Ennek megfelelően nem alkalmazható ez a kifejezés olyan készítményeken, amelyeket levágott vagy elpusztult állatokból, azok közreműködésével, illetve – a szigorúbb változatban – más állati eredetű, élő állatoktól származó termékek (tej, tojás) felhasználásával állítottak elő. Ilyen szempontból állatnak számítanak a tenyésztett és a vadon élő állatok, a halak, kagylók, rákok, sőt a rovarok is. (World Food Regulation Review, 2006. április, 9–10. oldal)

26/06 Egyesült Királyság: Világosabb jelöléssel az egészséges étrend kialakításáért

A fogyasztók és az élelmiszerlánc más szereplői körében végzett intenzív kutatómunkát követően az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) ajánlásokat terjesztett elő az élelmiszerek jelölésének egységesítésére. Ezek az ajánlások a következő négy fő csoportba sorolhatók: 1. külön információ nyújtása a zsír-, a telített zsír, a cukor- és a sótartalomról; 2. az említett összetevők magas, közepes, illetve alacsony szintjét a piros, a sárga és a zöld szín jelezze; 3. az FSA által kifejlesztett táplálkozási kritériumok szolgáljanak alapul a színkód meghatározásához; 4. tájékoztatást kell nyújtani a tápanyagoknak az adott készítmény egy-egy adagjában levő mennyiségéről is. Az eddigi fogyasztói felmérések azt mutatták, hogy az emberek számára nehézséget okoz a csomagok hátoldalán közölt információk megkeresése, illetve értelmezése. A tájékozódást megkönnyítendő, az egységes színkódok feltűnő helyen, a csomagolt élelmiszerek „címlapján” nyernek majd elhelyezést. A Sainsbury's és a Waitrose az első kiskereskedelmi hálózat, amely magáévá tette az újféle jelöléseket – hamarosan azonban az Asda is csatlakozik hozzájuk. (World Food Regulation Review, 2006. április, 10–11. oldal)

27/06 Új-Zéland: Folsav kiegészítést javasolnak a várandós anyák számára

Az Élelmiszer-biztonsági Hatóság ismételten felhívta a várandós anyák figyelmét arra, hogy étrendi kiegészítőként fogyasszanak folsavat. Az ajánlott napi dózis 0,8 milligramm, ami a gyógyszertárakban szabadon vásárolható készítmény alakjában mindenki számára elérhető. A folsav vitaminnak minősül, amely szükséges a vörsejtek és az új szövetek kialakulásához, de a magzatnál csökkenti a gerincvelő defektussal születés kockázatának valószínűségét is. A folsav fogyasztásának megkezdése a fogamzás előtt négy héttel ajánlott és tart a terhesség első három hónapjában. Legkésőbb azonban a teherbe esés időpontjában meg kell

kezdeni a szedést. Az új-zélandi étrendi szakemberek intenzíven dolgoznak a folsavval dúsított élelmiszerek kialakításán. (World Food Regulation Review, 2006. április, 19. oldal)

28/06 Jól halad az EU élelmiszerszabályozás egyszerűsítése

Az Európai Bizottság alapvető célként jelölte meg a törvénykezés egyszerűsítését ahhoz, hogy növekedjék az EU-ban a gazdaság és a foglalkoztatottság. A végső cél egy olyan európai szabályozási keret létrehozása, amely kielégíti a legmagasabb jogi igényeket is, tiszteletben tartva ugyanakkor a szubszidiaritás és az arányosság elvét. Az *acquis*, vagyis a szerződések és a másodlagos törvényhozás teljes felülvizsgálatát folyamatosan és szisztematikus módon kell elvégezni. Az élelmiszergazdaságot olyan területként jelöli meg a 2005. októberében elfogadott program, ahol a három éven keresztül, szektorok szerint, a várható előnyök és költségek egybevetésével történ egyszerűsítés megalapozhatja az ipari versenyképesség javulását. A színvonal emelése azonban nem vezethet szabályozatlansághoz, miközben fokozottan figyelembe kell venni a kis- és közepes méretű vállalkozások speciális igényeit. Az élelmiszerjog területén a következő változtatásokra kerül sor: 1. Az élelmiszer adalékokról, az édesítőszerekről és a színezékekről szóló direktívákat egyetlen rendelet helyettesíti majd. 2. Az ízesítőszer szabályozását korszerűsítik és hozzáigazítják a műszaki-tudományos fejlődéshez. 3. A tagállamok jelölésre, kizserelésre és reklámozásra vonatkozó előírásait egységesítik, egyszerűsítik és egyetlen jogszabályba foglalják. 4. Hatékonyabbá teszik a földrajzi árujelzők regisztrációs folyamatát; ugyanez vonatkozik a mezőgazdasági termékek és az élelmiszerek tanúsítására. 5. A jelenleg fennálló 21 közös piaci szervezetet egyetlen horizontális egységbe tömörítik. 6. Javítják a feldolgozott zöldség-gyümölcs versenyképességét és marketingjét. A Bizottság tavaszi csúcsertekezletén, 2006. márciusában 20 egyszerűsítési javaslatot terjesztettek elő, amelyek jelenleg a Tanács és az Európai Parlament előtt vannak. Az ipar pozitívan áll hozzá az egyszerűsítési elképzelésekhez. (World Food Regulation Review, 2006. május, 11–12. oldal)

29/06 EU: Az EFSA újra foglalkozott az aszpartámmal

Amikor az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal megismerkedett a Ramazzini Alapítvány munkájával, meghívta a szerzőket, hogy együttesen értékeljék ki az aszpartámmal kapcsolatban eddig rendelkezésre álló információt. Az EFSA a fogyasztók biztonságának megőrzése érdekében a nemzeti élelmiszerbiztonsági hatóságokat is tájékoztatta a fenti tanulmány

megállapításairól, illetve a további értékelés folyamatáról. 2005. decemberéig az EFSA minden alapvető információt megkapott a Ramazzini Alapítványtól a tanulmányban foglaltak újraértékeléséhez, amelyet az élelmiszer adalékokkal, ízesítőszerekkel, technológiai segédanyagokkal és egyéb, az élelmiszerekkel kapcsolatba kerülő anyagokkal foglalkozó AFC Panel, illetve annak ad hoc munkabizottságai jelenleg is végeznek. A munkában 12 európai tagállam független szakemberei vesznek részt, de szoros együttműködés alakult ki amerikai, japán és kanadai partner intézményekkel is. Az EFSA igen nagy fontosságot tulajdonít az aszpartám kockázatbecslésének. (World Food Regulation Review, 2006. május, 4. oldal)

30/06 EU: Zöld út a GMO törvénykezés tudományos hátterének javításához

Az Európai Bizottság támogatja a genetikailag módosított szervezetekkel kapcsolatos döntések és határozatok tudományos hátterének és átláthatóságának javítására irányuló erőfeszítéseket. A tagállamokat és főleg az ott élő fogyasztókat ugyanis feltétlenül meg kell győzni arról, hogy a közösségi jogszabályok kellő tudományos megalapozottsága biztosítja az emberi egészség és a környezet legmagasabb szintű védelmét. A Bizottság által javasolt alábbi változtatásokra a jelenleg is fennálló jogszabályi keretek között kerül sor: 1. Növekszik az EFSA szerepe, amely szorosabb kapcsolatot létesít a nemzeti tudományos intézményekkel. 2. A Bizottság megfelelő jogi kereteket teremt az EFSA hatékonyabb kockázatbecslési szerepének biztosításához. 3. A GMO-k vonatkozásában nagyobb figyelmet kell fordítani a lehetséges hosszú távú hatásokra és a biodiverzitás kérdésére 4. A genetikailag módosított szervezetek forgalomba hozatalára vonatkozó határozatok tervezetébe a Bizottság esetenként pótlólagos kockázatkezelési intézkedéseket is beépít. 5. Új tudományos eredmények felmerülésekor a Bizottság felfüggesztheti a jogszabályalkotás folyamatát, elrendelve további szempontok figyelembe vételét is. Az átláthatóság javítása érdekében a Bizottság a következő hónapok folyamán minden érdekelt féllel széles körű eszmecsere-t fog folytatni a az engedélyezési folyamat javítására tett fenti javaslatokról. (World Food Regulation Review, 2006. május, 5. oldal)

31/06 Egyesült Királyság: Fémek és dioxinok a haltermékekben

Az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) közzétette a feldolgozott hal- és kagyló készítményekben levő fémek és dioxinok vizsgálatáról készült felmérés eredményeit. Összesen 165 mintát vizsgáltak meg, de semmi nem indokolja a fogyasztási szokások bárminemű megváltoztatását, így továbbra

is érvényben marad az az ajánlás, miszerint hetente legalább két alkalommal mindenki fogyasszon halat. A dioxinszerű vegyületek legmagasabb koncentrációját az olajos halban és a tengeri rák készítményekben mutatták ki, ami azonban soha nem haladta meg az Európai Unióban engedélyezett felső határértéket. Hasonló eredményt kaptak a fémszennyeződések vizsgálatánál is, bár a rákok és a kagylók húsában igen sok kadmiumot találtak. Ezeket a termékeket azonban viszonylag ritkán fogyasztják, így ez a tény sem ad okot az aggodalomra. Egyes készítmények magas higanytartalma miatt az FSA továbbra is azt ajánlja, hogy a terhes nők és a 16 éven aluli gyerekek kerüljék a cápa, a kardhal és a nyársorrú hal fogyasztását, amellet korlátozzák a friss, illetve a konzervált tőkehal fogyasztást is. (World Food Regulation Review, 2006. május, 8–9. oldal)

32/06 Egyesült Királyság: Jelentés a Csernobillal kapcsolatos egyes korlátozásokról

Az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) három jelentést közölt azokról a juhokról, amelyek a csernobili katasztrófát követően még mindig bizonyos megszorításokkal sújtott farmokon élnek Nagy-Britannia magasabban fekvő területein. Ezek a térségek ugyanis 1986-ban fokozottabban ki voltak téve a megnövekedett légköri radioaktivitásnak. A fogyasztók egészségének védelme érdekében korlátozás alá esik az olyan területekről származó juhok mozgatása és értékesítése, ahol a birkahús radioaktív szennyezettségének mértéke meghaladja az 1000 becquerel per kilogramm értéket. Míg azonban 20 évvel ezelőtt, a katasztrófa idején csaknem 9000 farm esett ilyen korlátozás alá, a radioaktivitás szintjének csökkenése miatt számuk ma már mindössze 374 (legtöbbjük Skóciában és Wales-ben található). A közeljövőben még egyik farmon sem ajánlott a korlátozások feloldása. (World Food Regulation Review, 2006. május, 9. oldal)

33/06 USA: Élelmiszer-vállalkozások regisztrálása az FDA-nál

A bioterrorizmus elleni törvény, valamint a Szövetségi Élelmiszer, Gyógyszer és Kozmetikum Törvény megkövetelte, hogy 2003. decemberéig regisztráltassák magukat az FDA-nál azok a hazai és külföldi vállalkozások, amelyek emberi élelmiszert vagy állati takarmányt állítanak elő, dolgoznak fel, csomagolnak vagy raktároznak az Egyesült Államok területén. A regisztráció célja, hogy az FDA (Élelmiszer és Gyógyszer Adminisztráció) megfelelő információval rendelkezzen ezekről a létesítményekről. A 2004. novemberében megjelent kiegészítő útmutató intézkedéseket tartalmaz arra az esetre nézve, ha valamelyik szervezet elmulasztaná a regisztrációt vagy

nem gondoskodik annak előírt korszerűsítéséről. A regisztrálás online is elvégezhető. Ha azonban a regisztrálás többszöri figyelmeztetés ellenére sem történik meg, illetve ha a hatóságok megítélése szerint veszély fenyegeti az emberek vagy az állatok egészségét, akkor komoly törvényes szankciók megtételére kerülhet sor. Az FDA becslése szerint hozzávetőlegesen 420 ezer létesítmény kötelezett a regisztrációra, s ezek mintegy fele külföldi. 2006. április 3-ig 284 ezer regisztráció érkezett. (World Food Regulation Review, 2006. május, 9–10. oldal)

34/06 A keserű barack belének túlzott fogyasztása káros lehet

A brit Élelmiszer-Szabványosítási Hivatal (FSA) felhívta a fogyasztók figyelmét arra a lehetséges egészségügyi kockázatra, amit a keserű barack magjának túlzott fogyasztása idézhet elő. A mérgező anyagokkal foglalkozó Tudományos Bizottság aggodalmát fejezte ki amiatt, hogy az ember emésztő szervrendszerében a barackmag tartalma cianidokat fejleszthet, ezért azt ajánlja, hogy senki ne fogyasszon naponta egy-két barackmagnál többet. Az állásfoglalás kiadását az tette időszzerűvé, hogy 2006. tavaszán egy helyi boltban keserűbarack magot árultak olyan információ kíséretében, miszerint naponta 10 mag tartalma is elfogyasztható (ez éppen ötszöröse a tudósok által ajánlott mennyiségnek). A tudományos vizsgálatot követően a termék árusítását megszüntették. Az eset kapcsán az FSA elhatározta, hogy az Európai Bizottság 2006. áprilisi ülésén EU-szintű akciót kezdeményez, mivel nem zárható ki, hogy máshol (pl. az Interneten) is kínálnak hasonló termékeket. (World Food Regulation Review, 2006. május, 24. oldal)

35/06 Kibővül az Egyesült Királyság Akkreditációs Szolgálatának hatásköre

A brit Akkreditációs Szolgálat (UKAS) engedélyt kapott arra, hogy hatáskörét kiterjessze a következő két új területre: munkahelyi egészségügyi és biztonsági rendszerek (OHSAS 18001), valamint élelmiszer-biztonsági menedzsment rendszerek (ISO 22000). Az akkreditálás az EN 45012 szabvány alapján történik majd és ennek megfelelően a fenti két területen működő tanúsító testületek ezentúl ezt a szabványt is belefoglalhatják üzleti ajánlataikba. Az UKAS akkreditáció piaci előnyt jelent majd az érintett tanúsító testületek számára, nemzetközileg érvényes és objektív bizonyítvánnyal ismerve el azok jó gyakorlatát. A kiadott tanúsítvány az üzleti szervezetek számára ugyancsak előnyös lesz, hiszen a teljesítmény magas színvonalának elérése és fenntartása mellett hozzájárul a kockázat csökkentéséhez is. (World Food Regulation Review, 2006. május, 24. oldal)

36/06 EU: Szavazott az Európai Parlament az egészségügyi és táplálkozási állításokról

Az Európai Parlament 2006. májusi szavazása az egészségügyi és táplálkozási állításokról fontos lépcsőfokot jelent az élelmiszerszabályozás korszerűsítése irányában. A második olvasatban javasolt rendelet azt igyekszik biztosítani, hogy a fogyasztók nyugodtan rábízassák magukat az élelmiszerek címkéjén szereplő információ igazságtartalmára és pontosságára, ugyanakkor a gyártók is megfelelő instrukciókat kapnak azok helyes alkalmazásához. A Parlament által tett módosításokra várhatóan a Tanács néhány héten belül áldását adja, a rendelet végleges elfogadása pedig 2006. őszén várható (a Hivatalos Közlönyben való megjelenést követően 20 napon belül hatályba is lép). Átmeneti intézkedésként a jelenlegi táplálkozási állítások még két évig, az egészségügyi állítások pedig még három évig alkalmazhatók a piacokon. Az EFSA szakvéleménye alapján a Bizottság két éven belül kidolgozza a tápérték profilokat. Az új rendelet szigorú feltételekhez köti majd az olyan állítások használatát, mint például „alacsony zsírtartalmú”, „sok rostot tartalmaz” vagy „csökkentett cukortartalom”. A Bizottság pozitív listát készít a leggyakrabban használt egészségügyi állításokról (pl. „A kalcium jót tesz a csontoknak”), majd ezt követően – az új közösségi szintű jegyzék kialakításához – maguk a tagállamok is elő fogják terjeszteni a nemzeti szinten már jóváhagyott állítások listáját. A használat jogosságát tudományos vizsgálat alapján az EFSA vizsgálja felül. (World Food Regulation Review, 2006. június, 6–7. oldal)

37/06 EU: Szavazott az Európai Parlament a dúsított élelmiszerekről

Markos Kyprianou, a Bizottság egészségügyi és fogyasztóvédelmi főbiztosa 2006. május 16-án örömét fejezte ki amiatt, hogy az Európai Parlament megszavazta a dúsított élelmiszerekről szóló rendeletet. Ez a régóta várt jogszabály ugyanis megalapozza a vitaminok, továbbá az ásványi és egyéb erősítő anyagok élelmiszerekhez való hozzáadásának egységes közösségi szabályozását. A rendelet részét képezi azon vitaminok és ásványi anyagok pozitív listája, amelyek hozzáadhatók az élelmiszerekhez; megtalálhatók ugyanakkor az alsó és a felső határértékek is. Várhatóan a Tanács is rövid időn belül jóváhagyását adja az új rendeletre, amely a Hivatalos Közlönyben való megjelenés után 20 nappal lép majd életbe. Az akkor már forgalomban levő, de az új előírásoknak meg nem felelő termékekre 3 év türelmi idő lesz adva. (World Food Regulation Review, 2006. június, 7–8. oldal)

38/06 Egyesült Királyság: Az állatjóléti követelményeket kielégítő új szállítási szabályok

A 2004. december 22-én kelt 1/2005 (EC) számú Tanácsi Rendelet intézkedik az állatok védelméről a szállítás és az azzal kapcsolatos műveletek végrehajtása idején. Mivel 2007. januárjában elveszíti a hatályát két másik állatvédelmi EU jogszabály, az Egyesült Királyságban ugyanakkor új, széles körű konzultáción alapuló és a közösségi szabályozással összhangban levő nemzeti előírások lépnek majd életbe, amelyek valamennyi gerinces állat gazdasági célú mozgására vonatkoznak, beleértve a farmerek és a fuvarozó vállalatok által végzett szállítást egyaránt. Hangsúlyozni kell itt a gazdasági jelleget: nem tartozik ugyanis az új szabályok hatálya alá például a házi kedvencek nyaraltatása, az állatorvosi kezelés biztosítását célzó mozgás, valamint a farmerek által végzett, 50 km távolságot meg nem haladó szállítás. Engedélyt kell kérni azonban a gerincesek 65 km-nél messzebb történő szállításához és a 8 órás utat meghaladó utazás esetén a szállítóeszközöket is jóvá kell hagyni az új szabványok szerint. 2008. januárjától kezdve pedig a gépjárművezetőknek és az állatkísérőknek is alkalmassági bizonyítvánnyal kell rendelkezniük, ha lovat, szarvasmarhát, juhot, kecskét, sertést vagy baromfit 65 km-nél nagyobb távolságra fuvaroznak. (World Food Regulation Review, 2006. június, 11. oldal)

39/06 Egyesült Királyság: Önkéntes tápérték-ajánlások az iskolai étkeztetésben

Az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSA) 2006. májusában tápérték-ajánlásokat tett közzé számos olyan termékre, amelyeket széles körűen alkalmaznak az iskolai étkeztetésben. Az önkéntes előírások felső határértéket állapítanak meg a gyártott élelmiszerek (kenyér, baromfi termékek, levesfélék, kolbászok, hamburger) teljes zsír, telített zsír, nátrium/konyhasó és cukor tartalmára. Egyes vegetáriánus termékek vonatkozásában meghatározzák a fehérjetartalom alsó határértékét is. Ezek az ajánlások az Oktatási Minisztérium által nemrég kiadott szabványok alátámasztására szolgálnak, de nem csak az iskolai ebédekre vonatkoznak, hanem az automatákból és a büfékből vásárolható élelmiszerekre is. A közeljövőben részletes útmutató jelenik meg, elősegítendő az új szabványok gyakorlati alkalmazását. (World Food Regulation Review, 2006. június, 13. oldal)

40/06 USA: Az árpa csökkenti a szívkoszorúér megbetegedés kockázatát

Tudományos bizonyíték van arra, hogyha az egészséges étrend keretében árpát is fogyasztanak, az hozzájárul az LDL (alacsony sűrűségű

lipoprotein) és a koleszterin szint csökkenéséhez, ami mérsékli a szívbetegségek kockázatát. Ezen tudományos megállapítás alapján az Élelmiszer és Gyógyszer Adminisztráció (FDA) véglegesített rendelete szerint az egész vagy szárazon őrölt árpát tartalmazó készítmények (pl. pehely, dara, liszt, granulátum), amelyek egy adagja legalább 0,75 gramm oldható rosttal rendelkeznek, a következő felirattal látható el: „A telített zsírban és koleszterinben szegény étrend részeként alkalmazva az ezen élelmiszerből nyerhető oldható rost csökkentheti a szívbetegség kockázatát. A készítmény 1 adagja a fenti hatás eléréséhez szükséges napi oldható rostszükséglet [X] grammját nyújtja.” Az Egyesült Államokban évente csaknem 500 ezer ember hal meg szívkoszorúér-betegségben. (World Food Regulation Review, 2006. június, 14. oldal)

41/06 USA: Küzdelem az elhízás ellen

Az 1980-as évek végétől az Egyesült Államok lakossága egyre kövérebb lett: ma már az amerikaiak több mint 65%-a túlsúlyos és a 30%-t is meghaladja az elhízottak aránya. Különösen figyelemre méltó, hogy a gyerekek és a 6–19 éves fiatalok 15%-a túlsúlyos, ami a 20 évvel ezelőtti állapothoz képest csaknem kétszeres növekedést mutat. Az elhízás fokozza a szívkoszorúér megbetegedés, a 2-es típusú cukorbetegség, valamint bizonyos rákfajták kockázatát. Egyes becslések szerint az elhízás évente több ezer ember halálát okozza és 117 milliárd dollárral növeli az Egyesült Államok egészségügyi kiadásait. Az Élelmiszer és Gyógyszer Adminisztráció (FDA) által kidolgoztatott „A súlynövekedés és az elhízás megelőzésének lehetőségei” című tanulmány ajánlásokat tartalmaz az ipar és a fogyasztók számára a nem otthon készített és beszerzett ételekből származó energia bevitel kontrollálására. Az amerikai életformában ugyanis nagy szerepet tölt be a „házon kívüli” étkezés. Az ajánlásokat a kutatók, az oktatók és az orvosok is haszonnal forgathatják. Az FDA elhízás elleni munkacsoportja már 2004-ben akciótervet dolgozott ki a súlyfelesleg elleni harcra, amit az Egészségügyi és Humán Szolgáltatások Minisztériumával közösen folytat. (World Food Regulation Review, 2006. június, 14–15. oldal)

42/06 A kanalas fagylalt élelmiszerbiztonsági veszélyei

Az Ír Élelmiszerbiztonsági Hatóság (FSAI) tájékoztató könyvecskét adott ki azok számára, akik kanalas tejfagylaltokat árúsítanak, ezáltal irányítva rá a figyelmüket a helytelen higiéniai gyakorlatból fakadó mérgezési veszélyekre. Különösen fontos a mikrobiológiai minőség javítása, mivel egy 2001. évi felmérés szerint a kiskereskedelemben felszolgált kanalas fagylaltok terén még sok a tennivaló. A figyelmeztetés különösen időszerű

most, nyár elején, amikor a kiskereskedők igen nagy mennyiségben értékesítenek fagylaltot. A baktériumos fertőzések forrása lehet az emberi test, a fagylaltok elkészítéséhez használt eszközök és helyiségek nem kielégítő tisztasága, de a szennyezett víz is. A fagylalttal dolgozók figyelmét fel kell hívni a kézmosás és az eszközök megfelelő tisztításának szükségességére, beleértve a konyharuhák és más textíliák mosását. Az élelmiszermérgezések szempontjából legérzékenyebb népettséget a gyerekek, a várandós anyák, valamint az öreg és beteg emberek képezik. Nem lehet tehát eléggé hangsúlyozni a higiénia fontosságát. (World Food Regulation Review, 2006. június, 24. oldal)

43/06 USA: A legkisebb vállalkozások élelmiszerbiztonsági helyzetének javítása

Az USDA Élelmiszerbiztonsági és Ellenőrző Szolgálat (FSIS) „alkotó kezdeményezést” jelentett be annak érdekében, hogy minden segítséget megadhasson a legkisebb vállalkozások számára az élelmiszerbiztonsági programok további javításához. Az Egyesült Államokban jelenleg mintegy 6000 szövetségi szinten ellenőrzött hús-, baromfi- és tojástermelő üzem van, s ezek kb. 90%-a a kis- vagy nagyon kicsi üzemek kategóriájába tartozik. A jogi meghatározás szerint a kisüzemek 10–500 alkalmazottat foglalkoztatnak és éves értékesítésük meghaladja a 2,5 millió dollárt. Ezzel szemben a nagyon kicsi üzemek éves értékesítése nem éri el ezt a szintet és az alkalmazottak száma is 10 fő alatt van. Az élelmiszerbiztonság feltétlen prioritásnak számít, így a FSIS hosszú nemzeti konzultáció után meghatározta azokat az innovatív lehetőségeket, melyek révén a legkisebb vállalkozások is haszonélvezői lehetnek a központi biztonsági programnak. Legfontosabb az oktatás biztosítása, továbbá az élelmiszerbiztonsági szakértőkhöz és információforrásokhoz való hozzájutás egységes, könnyű és kiszámítható formában. Kiterjesztik és előmozdítják a partnerkapcsolatok kialakítását az iparral, az akadémiákkal, a fogyasztói és az állami szervezetekkel, valamint a külföldi közegészségügyi intézményekkel is. Folyamatos felméréseket készítenek a kisüzemek igényeiről, ugyancsak értékelve a FSIS által nyújtott szolgáltatások hatékonyságát. (World Food Regulation Review, 2006. június, 25. oldal)

44/06 Ausztrália: Benzol az ízesített üdítőitalokban

Más országokból (Dél-Korea, Egyesült Királyság, Németország, USA) kapott jelzések és egyéb információk alapján az Élelmiszer Szabványosítási Hivatal (FSANZ) megvizsgálta az Ausztráliában forgalmazott alkoholmentes üdítőitalok benzoltartalmát. Ez az iparban széles körben

használt, de a természetben, a közlekedésben és a cigarettafüstben is előforduló anyag nagyon kis mennyiségben keletkezhet olyan üdítőitalokban is, amelyek egyidejűleg tartalmaznak aszkorbinsavat (C-vitamin) és nátriumbenzoátot (mindkettőt adalékanyagként alkalmazzák az élelmiszeriparban antioxidánsként, illetve tartósítószerként). 2006. tavaszán a FSANZ összesen 68 mintát vett kiskereskedelmi egységekben forgalmazott üdítőitalokból. A független laboratóriumi vizsgálatok szerint 38 esetben mutattak ki nyomokban benzolt, de annak szintje a minták több mint 90%-ában nem haladta meg az Egészségügyi Világszervezet (WHO) vízminőségi irányelvében foglalt 10 ppb (0,01 mg per liter) értéket. Tekintettel arra, hogy az emberek a közúti forgalom és a dohányzás okozta légszennyeződés miatt amúgy is ki vannak téve a benzol hatásának, az ízesített üdítőitalokban kimutatott rendkívül alacsony szint ezt a kitettséget nem befolyásolja lényegesen. Ennek ellenére a FSANZ javasolja az üdítőitalok benzoltartalmának lehető legalacsonyabb szinten tartását. (World Food Regulation Review, 2006. július, 3. oldal)

45/06 EU: Az EFSA újraértékeli az élelmiszerekben levő ochratoxint

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóságnak (EFSA) az élelmiszerláncban előforduló szennyeződésekkel foglalkozó tudományos panelje szakvéleményt adott az ochratoxin A-ról (OTA). Ez az anyag nem más, mint a *Penicillium* és az *Aspergillus* gombák által termelt mikotoxin, amely igen gyakori a természetben. Az ilyen típusú mikotoxinok már a növények tenyészideje alatt is képződnek, de még inkább később, a tárolás alatt. Élelmiszer szennyeződésként bekerülve a szervezetbe az egészséges emberek vérében és vizeletében is kimutathatók. Az OTA legfőbb forrásai a gabonafélék és a gabonatermékek, a hüvelyesek, a kávé, a sör, a bor, a kakaókészítmények, a diófélék és a fűszerek. Az emberi kitettség szempontjából elhanyagolhatónak találták ugyan a hús, a tej és a tojás OTA tartalmát, de bizonyos helyi specialitásokban (pl. sertés vérsavóval készült töltelékáru) a koncentráció magasabb szintet is elérhet. A legújabb toxikológiai tanulmányok és kitettségi adatok ismeretében – az Európai Bizottság felkérésére – most felülvizsgálatra került az Élelmiszertudományi Bizottság 1998-ban készített szakvéleménye. Mivel a panel arra a megállapításra jutott, hogy a vesékben felhalmozódó OTA különösen ezt a szervet károsíthatja, 120 ng per testsúly kilogramm értékben állapították meg az Elfogadható Heti Bevitelt (az átlagos fogyasztó kitettsége jelenleg messze ezen érték alatt marad). Az élelmiszerek ochratoxin A tartalmának folyamatos csökkentése mellett a szakemberek egy monitoring program beindítását is javasolják. (World Food Regulation Review, 2006. július, 4–5. oldal)



EOQ MNB

Európai Minőségügyi Szervezet
Magyar Nemzeti Bizottság

EUROPEAN
ORGANIZATION
FOR
QUALITY



EOQ Élelmiszerbiztonsági rendszermenedzser

(EOQ Food Safety System Manager)

képző 5 napos szakmai tanfolyam

Budapest, Hotel Budapest, 2007. április 16-20.

Az érvényes "EOQ Minőségügyi rendszermenedzser" oklevéllel rendelkező szakemberek számára egy újabb EOQ oklevél megszerzésére nyílik lehetőség, mivel az EOQ MNB 2007. április 16-20 között – egy intenzív "pilot" tanfolyamtól eltekintve – először rendezi meg ezt a tanfolyamot, amelynek tematikája a következő főbb témaköröket tartalmazza:

- az élelmiszerbiztonság jelentősége a fogyasztók számára;
- az élelmiszerbiztonság jogi szabályozása
- veszély- és kockázatelemzés
- a HACCP rendszer és gyakorlati alkalmazása;
- a helyes gyakorlatok (GMP, GHP, GAP stb.) fogalma és útmutatói;
- élelmiszerbiztonsági irányítási rendszerek az élelmiszerláncban, különös tekintettel az ISO 22000-es szabványsorozatra és a nemzetközi kereskedelmi láncok követelményrendszerreire (pl. BRC, IFS, EUREPGAP);
- élelmiszerbiztonsági irányítási rendszerek validálása, verifikálása és fejlesztése;
- nyomonkövetés az élelmiszerláncban.

Az előadásokat és konzultációkat a következő szakemberek tartják: Dr. Erdős Zoltán, Kétszeri Dávid, Dr. Molnár Pál, Ősz Csabáné, Petró Ottóné dr., Dr. Rácz Endre, Dr. Sebők András, Dr. Szigeti Tamás

Akik nem rendelkeznek érvényes "EOQ Minőségügyi rendszermenedzser" oklevéllel, szakirányú felsőfokú végzettség és ugyanezen tanfolyam elvégzése esetén „EOQ MNB Élelmiszerbiztonsági megbízott” oklevelet kapnak.

EOQ Minőségügyi auditor

(EOQ Quality Auditor)

képző intenzív, 5 napos szakmai tanfolyam

Budapest, Hotel Budapest, 2007. május 14-18.

A szakmai tanfolyamon azok a szakemberek vehetnek részt és kedvező írásbeli és szóbeli vizsgaeredmény esetén kaphatják majd meg az „EOQ Minőségügyi auditor” oklevelet, akik

- felsőfokú végzettséggel,
- „EOQ Minőségügyi rendszermenedzser” oklevéllel, valamint
- legalább 4 éves megfelelő szakmai és ezen belül a minőségirányítás területén legalább 2 éves gyakorlattal rendelkeznek, továbbá
- igazolnak legalább 5 külső illetve nagyobb belső rendszerauditban való részvételt legkevesebb 20 nap terjedelemben a képzés előtti 3 évben.
- A felsőfokú végzettség kivételével, ha bármely feltétel nem teljesül, akkor a szakirányú alapos képzettség megszerzéséhez kapcsolódóan átmenetileg csak az „EOQ MNB Minőségügyi auditor” oklevél adható ki.

Az „EOQ Minőségügyi auditor” oklevéllel rendelkező szakember kérheti a vonatkozó speciális auditori oklevelet is a következők szerint:

- „EOQ Élelmiszerbiztonsági rendszermenedzser” az „EOQ Élelmiszerbiztonsági auditor” oklevelet

TÁJÉKOZTATÁS ÉS TOVÁBBI INFORMÁCIÓK

EOQ MNB, 1026 Budapest, Nagyajtai utca 2/b, E-mail: info@eoq.hu

☎ 212 8803 (Horváth Eszter minőségügyi felelős), Fax: 2127638

Jelentkezési lap letölthető az EOQ MNB honlapjáról: www.eoq.hu

Élelmiszervizsgálati Közlemények, 53, 2007/Ksz

A **UNICAM Magyarország Kft.** az analitikai műszerek széles választékát, és teljeskörű szervizszolgáltatást kínál a legkülönbözőbb felhasználói területek mérési feladatainak magas szintű ellátására:

THERMO SCIENTIFIC

- Atomabszorpciós spektrométerek
- ICP-OES spektrométerek
- ICP-MS spektrométerek
- ED-XRF készülékek
- TOC, TN, TS, TX és AOX meghatározó rendszerek
- FTIR és Raman spektrométerek, kiegészítők
- Infravörös és Raman mikroszkópok
- NIR analizátorok
- GC-IR, TGA-IR rendszerek
- UV/látható spektrofotométerek
- Automata fotometriás analizátorok
- GC készülékek, oszlopok és kiegészítők
- Kvadрупól és ioncsapdás GC/MS készülékek
- Speciális ipari GC berendezések
- HPLC és UHPLC rendszerek, oszlopok és kiegészítők
- Kvadрупól és ioncsapdás LC/MS⁽ⁿ⁾ rendszerek
- MALDI/MS
- Elemanalizátor (C, H, N, S, O)
- Ipari gázelemzők
- Laboratóriumi és processz tömegspektrométerek
- pH/ionszelektív, vezetőképesség mérő berendezések
- Elektroódok
- Automata titrátorok

PS ANALYTICAL

- Atomfluoreszcenciás elven működő Hg, Se, As, Sb, Te, Bi meghatározó berendezések

HUNTERLAB

- Hordozható és laboratóriumi színmérő készülékek

KNAUER

- Analitikai, mikro és preparatív HPLC rendszerek
- Aminosav analizátor
- HPLC oszlopok és egyéb kiegészítők
- Ozmométerek

PRINCE

- Kapilláris elektroforézis rendszerek

LACHAT/LANGE

- FIA- és ionkromatográfiás rendszerek
 - Foszfór és nitrogéntartalom meghatározók
-

Kizárólagos képviselő: **UNICAM Magyarország Kft.**

1144 Budapest, Kőszeg u. 27.

Tel: (1) 221 5536 ♦ Fax: (1) 221 5543 ♦ E-mail: unicam@unicam.hu