



## **A fumonizinek és hatásuk az állatok egészségi állapotára (irodalmi feldolgozás)**

**Tóth Á.**

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Élettani és Állathigiéniai Tanszék  
Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

*A fumonizinek a mikotoxinok viszonylag újabban felfedezett csoportját képezik. A Fusarium moniliforme törzs által termelt fumonizinek embernél nyelőcsőrák, sertéseknél mellvízkór és tüdővízenyő, patkányokon májrák kialakulását okozhatják. Lovaknál a mikotoxinok ezen csoportjával az agylágyulós encephalomalacia fellépését hozzák összefüggésbe. A fumonizinek a szfingolipid anyagcserét gátolva a biológiai membránokat károsítva okoznak sejtkárosodást, sejtpusztulást. A szfingolipidek megfogyatkozása miatt romlik a sejtmembránok barrier funkciója és az endothel sejtek átjárhatósága megnő. Ezzel magyarázhatók a megbetegedett szervezetben kialakuló elváltozások. A fumonizinek nagy gyakorisággal, magas százalékos arányban vannak jelen a kukoricában, de előfordulnak más szemesterményekben és takarmányokban is. Jelenlétüket kukoricából és kukorica alapanyagú élelmiszerekből a világ igen sok országában, szinte valamennyi európai országban, közöttük Magyarországon is kimutatták. Az irodalmi feldolgozás ismerteti a fumonizin-kutatás nemzetközi és hazai fontosabb eredményeit. A kutatások szerint a fumonizin prenatalis toxikozist okozhat, valamint kiválasztódhat az anyatejfel.*

(Kulcsszavak: Fusarium moniliforme, fumonizinek, lovak agylágyulása, sertések hízlalási tüdővízenyője)

### **ABSTRACT**

#### **Fumonisin and their effects on the animal health status (a review)**

**Á. Tóth**

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Department of Animal Physiology and Hygiene  
Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

*Fumonisin are toxic metabolites of the fungus Fusarium moniliforme, which is a common contaminant of corn everywhere in the world. The fumonisins are carcinogenic in laboratory rats, and cause acute toxicity of domestic animals which mimics field cases of disease attributed to contamination of feed by Fusarium moniliforme. These include both equine leukoencephalomalacia and porcine pulmonary oedema. Fusarium moniliforme contamination of corn consumed by humans in certain areas of the world is associated with a high incidence of oesophageal cancer, and fumonisins may be responsible for this. Analytical methods have been developed for fumonisins, but improvements are needed to enable more accurate, less expensive and more rapid*

assays of food and feedstuffs to be performed. Fumonisin is structurally similar to sphingosine, and may exert its biological activity through its ability to block key enzymes (sphinganine- and sphingosine-N-acyltransferases) involved in sphingolipid biosynthesis. Much more research is required for the purpose of defining the extent to which this mycotoxin adversely affects the food supply, and its involvement in animal and human diseases. This review says about the most significant international and Hungarian results of the fumonisin research projects. According to the experiments up to now the fumonisins can lead to prenatal toxicosis and be excreted in the mother milk. (Keywords: *Fusarium moniliforme*, fumonisins, Equine leukoencephalomalacia, Porcine pulmonary oedema syndrome)

## BEVEZETÉS

Napjainkban a fejlődő országokban a növekvő lakosság élelmezéséhez szükséges elegendő táplálék előállítása a mezőgazdaság legnagyobb kihívása. Ezzel szemben a világ fejlettebb államaiban nem a mennyiségi, hanem a minőségi élelmiszertermelésre terelődik a nagyobb hangsúly.

A minőségi követelmények közül meghatározóak az élelmiszerekben visszamaradó mesterséges kémiai anyagok, reziduumok. Ebből adódnak a mezőgazdaságban felhasznált kemikáliákkal szemben napjainkban megnyilvánuló szélsőséges vélemények is. Az egyik az amikor a közvetlen káros hatás azonnali bizonyításának hiányában nem tulajdonítanak jelentőséget ezen anyagok élelmiszerekben való jelenlétének. Az élelmiszerek kémiai reziduuma által kiváltott egészségügyi kockázatok, mint pl. a szervezetben való kumulálódásuk, idült toxikózis, mutagén, karcinogén és teratogén hatás stb., egyre szélesebb körben kutattak és bizonyítottak. A másik végtelenség szerint az élelmiszerekben levő kémiai anyagokkal szemben olyan mértékű a fenntartás, hogy a kemikáliáknak az élelmiszerek és élelmiszeranyagok előállításából való teljes mellőzését követeli. A "vegyszermentes" mezőgazdaságnak azonban nem csak hozamcsökkentő, hanem minőségromboló és ezen keresztül, egészségkárosító hatása is lehet. Az utóbbi években nemzetközi és hazai kutatások is bebizonyították, hogy még a szermaradvány-ártalomnál is nagyobb veszélyt jelenthetnek az egészségre a mikroszkopikus penészgombák által termelt természetes méreganyagok, az ún. mikotoxinok (Kovács and Banczerowski, 1997). Ezen irodalmi feldolgozás célja a hazánkban is nagy jelentőségű, nemrég felfedezett fumonizin mikotoxin, bemutatása, a nemzetközi és hazai kutatási eredmények ismertetése.

## A FUMONIZINEK CSOPORTOSÍTÁSA ÉS ELŐFORDULÁSA

A mikotoxinok egyik legjelentősebb csoportja a fusariotoxinok. A kémiai szerkezet alapján a következő fő csoportokba sorolhatók: rezorcilsav-lakton származékok (zearalenon és rokon vegyületei, más néven F-2 toxin), trichothecének (T-2 toxin, DAS, DON stb.) és a néhány éve felfedezett fumonizinek (fumonizin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> stb.). A fumonizinek közül állat- és humán-egészségügyi szempontból a fumonizin B<sub>1</sub>, (FB<sub>1</sub>) a legjelentősebb. A FB<sub>1</sub> okozza a lovak agylágyulását, a sertések tüdővízenyőjét. Patkányban májrákot idéz elő. A fumonizinek humán-egészségügyi jelentősége is nagy, mivel kísérletes körülmények között rákkeltő hatásának bizonyultak.

A fumonizineket a *Fusarium* nemzetség *Liesola*-szekciójába tartozó gombafajok termelik, leggyakrabban a *Fusarium moniliforme* (*Gibberella fujikuroi*) és a *Fusarium proliferatum*, ritkábban a velük rokonságban lévő egyéb *Fusarium*-fajok. Hasonlóan a többi szántóföldi gomba a *Fusarium*-fajok is rendszerint a vetésterületen, a betakarítás

előtt fertőzik a növényeket és törnek be a magvakba, így erősen befolyásolják az alapanyag kiindulási mikrobiológiai minőségét. A raktározásra kerülő tételek szokásos nedvességviszonyai mellett a Fusariumok általában már nem szaporodnak, sőt a tárolási idő függvényében propaguláik életképessége jelentősen csökken.

A fumonizinek nagy gyakorisággal és jelentős koncentrációban vannak jelen a szemesterményekben, leggyakrabban kukoricában. Természetes előfordulásukat először az USA-ban, lovak agylágyulását okozó kukoricamintában (Norred *et al.*, 1989), a fumonizin-B<sub>1</sub> előfordulását pedig egy évvel később Dél-Afrikában, Transkei tartományból származó kukoricában (Sydenham *et al.*, 1990) mutatták ki. Ezt követően Dél-Afrikában több felmérést is végeztek. A kutatóknak feltűnt, hogy azokról a területekről származó kukoricamintákban, ahol az emberi nyelősőrak előfordulása magas, szignifikánsan nagyobb fumonizin koncentráció volt mérhető.

Az USA-ban Iowa, Wisconsin és Indiana államokban mérték a legmagasabb koncentrációkat. Egy 1989-ben termesztett kukorica mintának 37,9 mg/kg FB<sub>1</sub> szennyezettsége volt. A kukoricaocsuban a FB<sub>1</sub> mennyisége 239 mg/kg volt(14). Az USA más államaiban jóval alacsonyabb volt az FB<sub>1</sub> pozitív minták aránya és az FB<sub>1</sub> mennyisége is kisebb volt (max. konc. 5 mg/kg); (Rottinghaus *et al.*, 1992).

A fumonizinek kitmutatásának és mennyiségi meghatározására irányuló módszerek fejlődésével egyre több országban vizsgálták a kukorica fumonizin szennyezettségét. Az 1. táblázat néhány országban termesztett kukorica FB<sub>1</sub> szennyezettségét mutatja (Fazekas,1998).

## 1. táblázat

### A kukorica átlagos FB<sub>1</sub> szennyezettsége néhány országban

Ország (1)	FB <sub>1</sub> mg/kg	Irodalom (2)
Brazília (3)	38,5	Sydenham <i>et al.</i> , 1993
Kanada (4)	0,05	Sydenham <i>et al.</i> , 1991
Egyiptom (5)	2,38	Sydenham <i>et al.</i> , 1991
Franciaország (6)	50	Le Bars, 1995
Magyarország (7)	33,4	Fazekas és Tóthné, 1995
Olaszország (8)	5,31	Doko <i>et al.</i> , 1995
Japán (9)	2,6	Uneo <i>et al.</i> , 1993
Lengyelország (10)	0,03	Doko <i>et al.</i> , 1995
Portugália (11)	3,45	Doko <i>et al.</i> , 1995
Dél-Afrika (12)	1,89	Sydenham <i>et al.</i> , 1994
USA Iowa	37,9	Murphy <i>et al.</i> , 1993
USA Georgia	0,321	Chamberlain <i>et al.</i> , 1993

Table 1: The contamination of corn grown in different countries

County(1), References(2), Brazil(3), Canada(4), Egypt(5), France(6), Hungary(7), Italy(8), Japan(9), Poland(10), Portugal(11), South Africa(12)

Magyarországon az 1993-96 közötti időszakban végzett felmérés szerint a penészes minták 70%-ában fordult elő FB<sub>1</sub>. A szennyezettség mértéke évről évre növekedett, a legmagasabb értéket 1995-ben mérték (75,1 mg/kg). Az FB<sub>1</sub>-szennyezettség a raktározás időszakában és a kukorica-betakarításának időszakában gyűjtött mintákban

egyaránt magas arányú volt, ami arra utal, hogy az FB<sub>1</sub> jelentős mértékben a kukorica vegetációs periódusában termelődik (Fazekas, 1998).

A külsőleg egészséges kukoricaminták vizsgálata nagy jelentőségű egy adott terület fumonizin-szennyezettségének megítélése szempontjából. Az ország középső és keleti részéből származó minták fumonizin-szennyezettségét 1993-95-ben évenként elemezték és az eredmények lényegesen különböztek egymástól (Fazekas and Hajdú, 1995; Fazekas et al., 1996; Fazekas et al., 1998). Ugyanezt tapasztalták az USA-ban, Dél-Afrikában, és Európában is (Murphy et al., 1993). A természetes fumonizin-képződés pontos oka még nem ismert, de a kutatók feltételezik, hogy az adott év időjárása jelentős hatással van erre a folyamatra (Fazekas, 1998).

## A FUMONIZINEK KÉMIAI ÉS FIZIOLÓGIAI JELLEMZŐI

### A fumonizinek kémiai szerkezete

Először 1988-ban Dél-afrikai kutatók izolálták a fumonizin mikotoxin csoportot. A toxin izolálása után rövidesen a kémiai szerkezetre is fény derült.

A fumonizinek egymással szoros rokonságban álló poláros jellegű vegyületek. Alapjuk egy hosszú, hidroxil és metilcsoportokat is tartalmazó szénlánc, amely a 2-es szénatomon amin vagy acetilamino-csoportot tartalmaz a 14-es és 15-ös szénatomon lévő hidroxilcsoporthoz észterkötésben két propán-1,2,3-tricarboxilsav molekula kapcsolódik. A fumonizin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> toxinban a második szénatomon aminocsoport található a fumonizin A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> toxinban pedig acetil-amino-csoport van.

Később lett ismert a fumonizin BC<sub>1</sub> szerkezete, ahol az első metilcsoport hiányzik. Az eddig ismert hatféle fumonizin közül állat- és humán-egészségügyi szempontból a fumonizin-B<sub>1</sub> a legjelentősebb (Fazekas, 1998). Az FB<sub>1</sub> tapasztalati képlete C<sub>34</sub>H<sub>59</sub>NO<sub>15</sub> (1. ábra). TLC lemezen p-ánizsaldehiddel és hővel kezelve bíborvörös színben tűnik elő (Wilson et al. 1990).

### 1. ábra

#### A Fumonisin B<sub>1</sub> kémiai szerkezete

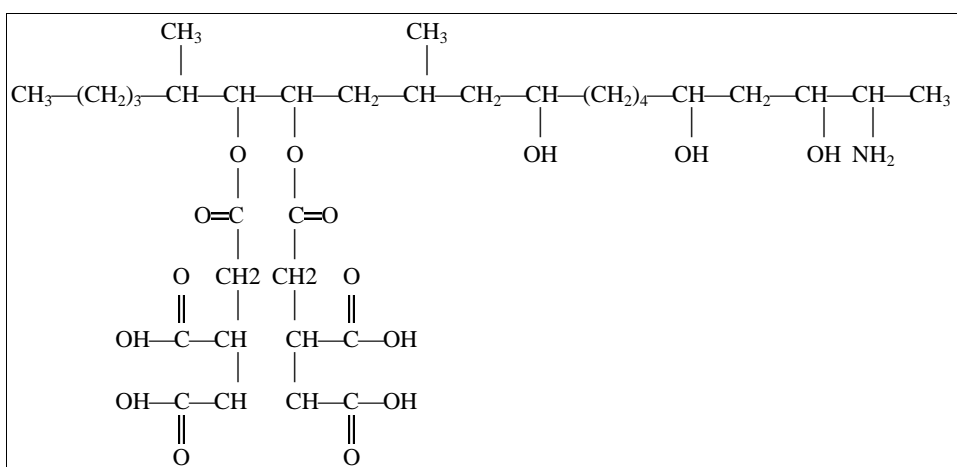


Figure 1: Chemical structure of fumonisin B<sub>1</sub>

### **A fumonizinek kémiai kimutatása**

A fumonizinek kimutatására és mennyiségi meghatározására többféle módszert alkalmaznak. A legérzékenyebb eljárást a Marasas vezette kutatócsoport fejlesztette ki. A mérés nagynyomású folyadékkromatográffal (HPLC) történik. Az extrahálást metanol-víz eleggyel végzik, a kivonat meghatározott részét SAX (strong anion exchanger) SPE- (solid phase extrakcion) oszlopon tisztítják. A fumonizineket o-ftáldialdehiddel (OPA) való származékképzést követően fordított fázisú (reverz phase, RP) analitikai oszlopon választják el a mátrixanyagoktól. Az erősen fluoreszkáló fuminizin-származékokat fluorezcenciás detektoron detektálják. Ezzel a módszerrel lehetővé vált 0,05 mg/kg FB<sub>1</sub>, FB<sub>2</sub> és FB<sub>3</sub> takarmányokban, ill. élelmiszerekben történő meghatározása (Thiel *et al.*, 1993).

A fumonizinek meghatározására gázkromatográfiás eljárásokat is kidolgoztak. A módszer legjobban úgy alkalmazható, ha detektorként tömegspektrométert alkalmaznak. Mivel ez a módszer igen bonyolult és költséges, rutinszerű alkalmazása korlátozott. A módszer további hátránya, hogy a gázkromatográfiás elválasztáshoz a fumonizin-molekulát hidrolizálni kell (Plattper *et al.*, 1990; Sydenham *et al.*, 1990; Wilson *et al.*, 1990; Thiel *et al.*, 1991; Plattper *et al.*, 1991).

### **A fumonizinek biokémiai hatása**

A fumonizinek a szfingolipid anyagcserét gátolva a biológiai membránokat károsítva okoznak sejtkárosodást, sejtpusztulást (Fazekas, 1998). A szfingolipidek a sejtek membránjának fontos alkotóelemei. Legnagyobb mennyiségben a központi idegrendszerben, az idegsejtek nyúlványaiban találhatók. A sejtnövekedés, sejt differenciálódás szabályozásában, a sejt-sejt kommunikációban, és a sejten belüli jelátvitelben vesznek részt. A legegyszerűbb szfingolipidek a szabad szfingoid bázisok, melyek zsírsav és aminosav összekapcsolódásából keletkeznek. Emlőssejtben a két legfontosabb szfingoid bázis a szfinganin és a szfingozin. A fumonizinek a szfingolipidek első ismert, természetes inhibitorai. A kulcsenzim, a szfinganin-N-aciltransferáz működését gátolják. Megakadályozzák a szfingolipidek *de novo* bioszintézisét, a komplex szfingolipidek lebomlásakor keletkező szfingozin ismételt belépését a szfingolipid szintézis körforgásába (2. ábra). A szfingolipidek megfogyatkozása miatt romlik a sejtmembránok barrier funkciója és az endothel sejtek átjárhatósága megnő. Ezzel magyarázhatók a lovak agylágyulása során az agyvelőben, ill. a sertések tüdővízenyőjének kialakulásakor a tüdőben kialakuló elváltozások (Fazekas, 1998). A szövetekben felhalmozódó szabad szfingoid bázisok erősen sejttoxikusak, ezek okozzák a májban, a vesében és más szervekben a sejtkárosodást, sejtelhalást (Nelson *et al.*, 1993; Riley *et al.*, 1996).

## **A FUMONIZIN MIKOTOXIKÓZISOK ÉS A GAZDASÁGI HASZONÁLLATOK EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTA KÖZÖTTI KAPCSOLAT**

### **Ló**

Az ELEM idegrendszeri tünetekben megnyilvánuló, az agyvelő fehérállományát károsító, nem fertőző betegség. A megbetegedés már a század eleje óta ismert, kóroktana csak az utóbbi időben tisztázódott. Magyarországon Mócsy (1936) lovakban a vermelt cukorrépafej etetése következtében kialakuló, idegrendszeri tünetekben megnyilvánuló takarmánymérgezést írt le. A takarmány fogyasztása után az állatok először étvágytalanakká váltak, majd bágyadság jelentkezett és hamarosan kialakultak a klinikai tünetek, melyek igen hasonlóak voltak az agylágyuláshoz.

2. ábra

Szfingolipidek metabolizmusa, az egyes metabolitok biológiai hatása  
(Ramasamy et al., 1995)

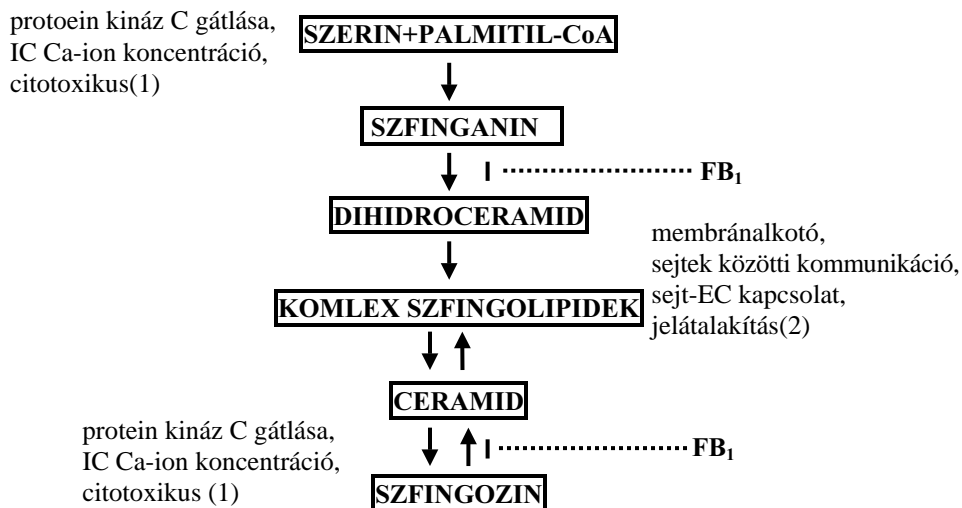


Figure2: Metabolism of sphingolipids, biological effects of metabolites

*Inhibition of protein kinase C, intracellular Ca-ion concentration, cytotoxic(1), Element of membrane, communication between cells, cell-extracellular matrix link, signal transduction(2)*

Dél-Afrikában, egymástól nagyon távol eső négy gazdaságban azonos megbetegedéseket észleltek *F. moniliforme* gombával fertőzött kukorica etetését követően. Összesen 17 ló hullott el (Pineaar et al., 1981). Az egyik esetben két hónap telt el az első tünetek jelentkezése és a fertőzött kukoricatarlón történt legeltetés kezdete között. A betegség étvágytalansággal kezdődött. Ezt követően a tünetek hirtelen és változatos formában jelentkezték, majd súlyosbodtak. Izgatottság és ataxia után, mintha megvakultak volna, a lovak falnak, karámnak rohantak. Majd a környezetükkel teljesen elveszítették a kapcsolatukat, depresszióba, kábulatba estek.

A kórkép oktanának kiderítésében jelentős lépés volt a betegség penészes kukoricával (Badiali et al., 1968), majd *F. moniliforme*-vel fertőzöttel (Wilson and Maronpot, 1971; Kellerman et al., 1972; Halibutron et al., 1979; Kriek et al., 1981) történő reprodukálása. 1988-ban a fumonizinek felfedezésével végül megoldódtak a kóroktannal kapcsolatos kérdések. Bebizonyosodott, hogy a lovak agylágyulását a fumonizin-B<sub>1</sub> mikotoxin okozza.

Ezt követően a kutatások a minimális toxikus dózis meghatározására irányultak (Wilson et al., 1992; Ross et al., 1992; Ross et al., 1993). A vizsgálatok szerint lovakban 10 mg/kg-nál nagyobb FB<sub>1</sub> koncentrációjú takarmány már az agylágyulás kialakulásával járhat. Lényeges szerepe van azonban az egyedi érzékenységnek, a toxikus takarmánnyal való etetés időtartalmának és az állat korának is.

## Sertés

A sertések kifejezetten érzékenyek a fumonizin-B<sub>1</sub> mikotoxinra. Hazánkban a sertések fumonizin mikotoxikózisának nagy jelentősége van, mert egész életük folyamán valamilyen formában fogyasztják a kukoricát.

A sertés fumonizin toxikózisának természetes előfordulását először az USA-ban, 1990-ben írták le. A kórkép fő jellemzője a súlyos fokú tüdővízenyő és mellvízkór. Magyarországon évtizedek óta előfordul az a korábban ismeretlen kóroktanú "rejtélyes" sertésbetegség, melyet az állatorvosi szakkönyvek sertések hizlalási vagy sajátos tüdővízenyője néven említenek. *Petrás* (1952) először fertőző betegségként ismerteti, annak alapján, hogy a betegség bizonyos esetekben udvarról udvarra terjedt. A 60-as években *Kékesi* (1961) végzett vizsgálatokat a betegség kóroktanának tisztázása céljából. Klinikai és pathologiai megfigyeléseit közel ötszáz tüdővízenyőben megbetegedett sertésen végezte. A betegség lényegét a takarmányozás okozta "myokardosis"-ban látta, melyet a véralbuminszint csökkenésével támasztott alá. Véleménye szerint a "myokardosis" a szív működés zavara miatt a kisvérkörben pangást, következményeként pedig tüdővízenyőt idézett elő.

A Magyarországon előforduló hizlalási tüdővízenyő a klinikai tünetek és a kórtani elváltozások alapján nagyon hasonló az USA-ban leírt fumonizin mikotoxikózishoz, ezért hazai kutatók az itthon előforduló betegség hátterében is FB<sub>1</sub> toxikózist gyanítanak. Az utóbbi években megindult kutatások is ezt igazolják.

*Fazekas és mtsai* etetési kísérletet végeztek a kérdés bizonyítására (*Fazekas et al., 1997; Fazekas et al., 1998*). Két kb. 10-12 kg súlyú malaccal 330 mg/kg FB<sub>1</sub>-koncentrációjú kísérleti tápot etettek. A malacok kezdetben bágyadtak voltak, a takarmányt válogatták, a kontrollhoz képest lassabban fogyasztották. Az 5. napra mindkét kísérleti állatban súlyos légzőszervi tünetek alakultak ki, majd pár óra alatt elhullottak. A részletes kórbonctani és kórszövettani vizsgálatok során a mellkasban mellvízkórt, a tüdőben súlyos fokú vízenyőt, májelfajulást és kezdődő sárgaságot állapítottak meg. A kísérleti etetés tehát bebizonyította, hogy a hazánkban előforduló hizlalási tüdővízenyőt a fumonizin-B<sub>1</sub> mikotoxin idézi elő.

A még tolerálható határértékek keresése céljából *Zomborszkyne et al., (1997)* alacsony dózisu négy hétig tartó FB<sub>1</sub>-expozíció hatását vizsgálták választott malacokban. A napi FB<sub>1</sub> bevitel 10, 20 és 40 mg/tak.kg volt. Az ilyen mértékű toxin bevitelnek nem volt klinikai tünetekben megnyilvánuló hatása, sőt az állatok takarmányfogyasztása, testtömeggyarapodása sem változott a kontrollhoz képest. Az elvégzett komputertomográfias vizsgálatokkal azonban a kísérleti állatokban enyhébb és súlyosabb fokú tüdővízenyő volt diagnosztizálható. A vérszérum szfinginin/szfingozin arányának megváltozása egyértelműen az FB<sub>1</sub> toxikózisra utalt. A nemzetközi adatokhoz képest jóval kisebb dózis is előidézte tehát a malacok tüdővízenyőjét.

Ismert, hogy egyes mikotoxinok sertésben prenatális toxikózist okoznak. *Zomborszkyne et al., (1997)* vizsgálták, hogy az FB<sub>1</sub> képes-e a placentán átjutva károsítani a magzatokat. Kísérleteikben előrehaladottan vemhes kocákkal fumonizin-B<sub>1</sub> tartalmú takarmányt etettek úgy, hogy a napi FB<sub>1</sub> bevitel 300 mg volt. Eredményeik szerint a fumonizin-B<sub>1</sub> már a méhen belül károsítja a magzatokat, ugyanis a születés után közvetlenül, még szopás előtt vizsgált újszülött malacokban a toxinra jellemző elváltozásokat találtak. A malacok vérszérumában a szfinginin/szfingozin arány változása a fumonizin mérgezést bizonyította. A kocatejben a toxin kimutatható volt (23-27 ppb FB<sub>1</sub>). Bebizonyosodott tehát, hogy a fumonizin-B<sub>1</sub> toxin kiválasztódik a koca tejével.

### **Baromfi**

A baromfifélék a fumonizinek iránt viszonylag rezisztensek. Elsődleges fumonizin okozta megbetegedésről még nincs adat a hazai és a külföldi szakirodalomban. Mivel hazánkban a baromfitakarmányozás nagymértékben a kukoricán alapszik, a fumonizin kutatásokat szükséges baromfi fajtákra is kiterjeszteni.

### **Kérődzők**

A kérődző állatok kevésbé érzékenyek a fumonizinekre, mint a ló és a sertés, takarmányozásukban is jóval kisebb szerepe van a kukoricának.

*Osweiler et al. (1993)* 31 napon át etettek növendék szarvasmarhákval különböző fumonizin-koncentrációjú takarmányt. A takarmányfelvétel és a testtömeggyarapodás nem változott. A vér bilirubin és koleszterinszintje azonban nőtt. 148 mg/kg dózisú fumonizin etetésekor a borjak májában szövettanilag kimutatható enyhefokú károsodást észleltek (*Nelson et al., 1993*). Fumonizineket tartalmazó takarmánnyal etetett tejelőtehének tejében a toxint nem tudták kimutatni.

Juhok fumonizin okozta természetes megbetegedéséről még eddig nem számoltak be. Kísérleti körülmények között azonban a juhok is megbetegíthetők a mikotoxinnal. Dél-afrikai kutatók juhoknak bendőfisztyulán keresztül, F.moniliforme-tenyészetet adtak. Az állatok heveny vese és májkárosodás következtében elhullottak (*Kriek et al., 1981*).

## **A FUMONIZIN MIKOTOXIKÓZISOK ELLENI VÉDEKEZÉS**

A védekezés alapja a megelőzés. A fumonizinek okozta toxikózisok elsősorban a kisgazdaságok állatállományainak a betegsége. Ez azzal magyarázható, hogy a kisüzemi feltételek között termelt kukorica - a szakszerű növényvédelem elmaradása, a nem megfelelően kezelt vetőmag alkalmazása miatt - fumonizinekkal sokkal jobban szennyezett lehet, mint a nagyüzemben termelt kukorica. A hizlalási tüdővizenyőnek főként ősszel, az új kukorica etetésekor történő fokozott mértékű előfordulása arra is visszavezethető, hogy a gazdák egy része a kézi betakarítású kukorica betárolásakor kiválogatja a penészesedésnek induló kukoricacsöveket és azokat valamilyen állatfajjal, leggyakrabban sertésekkel csövesen megeteti. Különösen ügyelni kell tehát arra, hogy a penészesedés kezdeti jeleit mutató kukorica csövek, vagy egyéb takarmányok ne kerülhessenek felhasználásra.

Nagyüzemi körülmények között ritkábban fordul elő a súlyos tüneteket mutató fumonizin mikotokózis, mivel a jobb technológiai és tárolási lehetőségek következtében kisebb a szennyezett takarmány fumonizin koncentrációja. Ezért megnő azonban a veszélye a kellő időben fel nem ismert, idült szubklinikaimikotokózis kialakulásának.

## **KÖVETKEZTETÉS**

A fumonizinek hasonlóan más mikotoxinokhoz igen kis mennyiségben fejtik ki mérgező hatásukat, tehát jelentős a kis dózisú, hosszan tartó ún. krónikus toxinhatás veszélye. Ezért különösen fontos a szervezet által még tolerálható, morfológiai vagy funkcionális elváltozást nem okozó határértékek meghatározása.

A fumonizinek már méhen belül károsíthatják a magzatot, valamint ürülhetnek az anyatejjel.

Az emberi szervezetre gyakorolt hatásokról ma még keveset tudunk, ezért fontos szerepet játszhatnak a gazdasági haszonállatokon elvégzett élettani kísérletek.



Az élelmiszerek mikotoxin-tartalmával kapcsolatban a tolerálható határértékek jogi szabályozását az Európai Unió is napirendre tűzte. A fumonizin-probléma megoldását nem csak hazánk készülő EU-csatlakozása, hanem Magyarország népességének egyre romló egészségi állapota is sürgeti.

## IRODALOM

- Badiali, L., Abou-Youssef, M.H., Radvan, A.I., Hamdy, F.M., Hidebrandt, P.K. (1968). Moldy corn poisoning as the major cause of an encephalomalacia syndrome in egyptian equidae. *Am. J. Vet. Res.*, 29. 2029-2035.
- Fazekas B. (1998). A kukorica fumonizin-B<sub>1</sub> és fuzariotoxin szennyezettsége, fumonizin-mikotoxikózisok. Ph.D. értekezés. Keszthely.
- Fazekas B., Tóthné Hajdú E. (1995). A fumonizin-B<sub>1</sub> mikotoxin előfordulása hazai termesztésű kukoricában. *Magy. Áo. Lapja*, 50. 515-518.
- Fazekas B., Kis, M., Tóthné Hajdú E. (1996). Data on the contamination of maize with fumonisin-B<sub>1</sub> and other fusariotoxins in Hungary. *Acta Vet. Hung.*, 44. 25-37.
- Fazekas B., Bajmócy E., Glávits R., Fenyvesi A., Tanyi, J. (1998). Fumonisin-B<sub>1</sub> contamination of maize and experimental acute fumonisin toxcosis in pigs. *J. Vet. Med.* (in press)
- Haliburton, J.C., Vesonder, R.F., Lock, T.F., Buck, W.B. (1979). Equine leukoencephalomalacia: a study of *Fusarium moniliforme* as an etiologic agent. *Vet. Hum. Toxicol.*, 21. 348-351.
- Kellerman, T.S., Marasas, W.F.O., Pienaar, J.G., Naude, T.W. (1972). A mycotoxicosis of equidae caused by *Fusarium moliliforme*. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 39. 205-208.
- Kékesi B. (1961). Klinkiai és patológiai megfigyelések ún. tüdővizenyős sertésekben. *Magy. Áo.Lapja*, 16. 47-52.
- Kovács F., Banczerowski J.-né (1997). Környezetszennyező kemikáliák és természetes toxinok. *Magyar Tudomány*, 13. 897-910.
- Kriek, N.P.J., Kellerman, T.S., Marasas W.F.O. (1981). A comparative study of the toxicity of *Fusarium verticillioides* (*F. moniliforme*) to horses, primates, pigs, sheep and rats. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 48. 129-131.
- Mócsy, J. (1936). Takarmánymérgezés lovakban vermelt cukorrépafej etetése következtében. *Állatorvosi Közlöny*, 2. 1-7.
- Mócsy, J. (1936). A vermelt cukorrépafej etetése után jelentkező betegség okáról. *Állatorvosi Közlöny*, 5. 1-3.
- Murphy, P.A., Rice, L.G., Ross, P.F. (1993). Fumonisin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> content of Iowa, Wisconsin and Illinois corn and corn screenings. *J. Agric. Food Chem.*, 41. 263-266.
- Nelson, P.E., Desjardins, A.E., Plattper, R.D. (1993). Fumonisins, mycotoxins produced by *Fusarium* species: biology, chemistry and significance. *Ann. Rev. Cytopathol.*, 31. 233.
- Norred, W.P., Plattper, R.D., Voss, K.A. (1989). Natural occurrence of fumonisins in corn associated with equine leukoencephalomalacia (ELEM). *Toxicologist*, 9. 258.
- Oswailer, G.D., Kehrl, M.E., Stabel, J.R., Thurston, J.R., Ross, P.F. and Wilson, T.M. (1993). Effects of fumonisin-contaminated corn screenings on growth and health of feeder calves. *J. of Animal Science*, 71. 459-466.
- Petrás Gy. (1952). Sertések fertőző tüdővizenyője. *Magy. Áo. Lapja*, 7. 374-378.
- Pienaar, J.G., Kellerman, T.S., Marasas, W.F.O. (1981). *J. South African Vet. Ass.*, 52. 21.

- Plattner, R.D., Norred, W.P., Bacon, C.W., Voss, K.A., Peterson, R., Shackelford, D.C., Weisleder, D. (1990). A method of detection of fumonisins in corn samples associated with field cases of equine leukoencephalomalacia. *Mycologia*, 82. 698-702.
- Plattner, R.D., Ross, P.F., Reagor, J., Stedelin, J., Rice, L.G. (1991). Analysis of corn and cultured for fumonisin-B<sub>1</sub> by HPLC and GC/MS by four labor laboratories. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 3. 357-358.
- Riley, R.T., Wang, E., Schroeder, J.J., Smith, E.R., Plattner, R.D., Abbas, H., Yoo, H.S., Mernll, A.H. (1996). Evidence for disruption of sphingolipid metabolism as a contributing factor in the toxicity and carcinogenicity of fumonisins. *Nat. Toxins*, 4. 3-15.
- Ross, P.F., Ledet, A.E., Owens, D.L., Rice, L.G., Nelson, H.A., Osweiler, G.D., Wilson, T.M. (1993). Experimental equine leukoencephalomalacia, toxic hepatitis, and encephalopathy caused by corn naturally contaminated with fumonisins. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 5. 69-74.
- Ross, P.F., Rice, L.G., Osweiler, G.D., Nelson, P.E., Richard, J.L., Wilson, T.M. (1992). A review an update of animal toxicoses associated with fumonisin-contaminated feeds an production of fumonisins by *Fusarium* isolates. *Mycopathologia*, 117. 109-114.
- Rottinghaus, G.E. Coatney, C.E. and Minor, H.C. (1992). A rapid, sensitive thin layer chromatography procedure for the detection of fumonisin-B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 4. 326-329.
- Sydenham, E.W., Gelderblom, W.C.A., Thiel, P.G., Marasas, W.F.O. (1990). Evidence for the natural occurrence of fumonisin-B<sub>1</sub>, a mycotoxin produced by *Fusarium moniliforme*, in corn. *J. Agric. Food Chem.*, 38. 285-290.
- Sydenham, E.W., Marasas, W.F.O., Shephard, G.S., Thiel, P.G., Hirooka, E.Y. (1992). Fumonisin concentrations in Brazilian feeds associated with field outbreaks of confirmed and suspected animal mycotoxicoses. *J. Agr. Food Chem.*, 40. 994-997.
- Thiel, P.G., Marasas, W.F.O., Sydenham, E.W., Shephard, G.S., Gelderblom, W.C.A. Nieuwenhuis, J.J. (1991). Survey of fumonisin production by *Fusarium* species. *Appl. Environ. Micr.*, 57. 1089-1093.
- Thiel, P.G., Sydenham, E.C., Shephard, G.S., Van Schalkwyk, D.J. (1993). Study of the reproducibility characteristics of a liquid chromatographic method for determination of fumonisins-B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> in corn: IUPAC collaborative study. *J. AOAC Int.*, 76. 361-366.
- Wilson, B.J. Maronpot, R.R. (1971). Causative fungal agent of leukoencephalomalacia in equine animals. *Vet. Rec.*, 88. 484.
- Wilson, T.M., Ross, P.F., Owens, P.L., Rice, L.G., Creen, S.A., Jenkins, S.J., Nelson, H.A. (1992). Experimental reproduction of ELEM. A study to determine the minimum toxic dose in ponies. *Myopathologia*, 117. 115-120.
- Wilson, T.M., Ross, P.F., Rice, L.G., Osweiler, G.D., Nelson, H.A., Owens, D.L., Plattner, R.D., Reggiardo, C., Noon, T.H., Pickrell, J.W. (1990). Fumonisin-B<sub>1</sub> level associated with an epizootic of equine leukoencephalomalacia. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 2. 213-216.
- Zomborszky Kóvács M., Vetési F., Repa I., Horn P., Kóvács F. (1997). A *Fusarium moniliforme* által termelt toxinok hatásának vizsgálata sertésben. I. Tolerálható határértékek keresése választott malacokban. *Magy. Áo. Lapja*, 119. 759-762.

Zomborszkyne Kovacs M., Vetesi F., Horn P., Kovacs F. (1997). A *Fusarium molilforme* által termelt toxinok hatásának vizsgálata sertésben. II. Peririatalis toxikózis vizsgálata vemhes kocákban és újszülött malacokban. *Magy. Áo. Lapja*, 119. 763-764.

Levelezési cím (*corresponding author*):

**Tóth Ákos**

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7400 Kaposvár, Pf. 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science*

*H-7041 Kaposvár, P.O.Box 16.*

Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175

e-mail: tothakos@atk.kaposvar.pate.hu