

## Monitoring of multi-mycotoxin contamination of feedstuffs for pigs

J. Szabó-Fodor<sup>1\*</sup>  
B. Bóta<sup>1</sup>  
G. Mihucz<sup>2</sup>  
M. Sulyok<sup>3</sup>  
J. Tenke<sup>4</sup>  
M. Kovács<sup>1,2</sup>

1. MTA KE Mikotoxinok az Élelmiszerláncban Kutatócsoport  
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

\*e-mail: [fodor.judit@ke.hu](mailto:fodor.judit@ke.hu)

2. KE AKK Mikotoxinok az Élelmiszerláncban Kutatócsoport  
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

3. Department IFA-Tulln,  
BOKU Vienna  
A-3430 Tulln, Konrad Lorenzstr. 20

4. Bólyi Mezőgazdasági Termelő és Kereskedelmi Zrt.  
H-7754 Bóly, Ady Endre utca 21.

# Hazai sertéstakarmányok multi-mikotoxin szennyezettségének felmérése

Szabó-Fodor Judit<sup>1\*</sup>, Bóta Brigitta<sup>1</sup>, Mihucz Gábor<sup>2</sup>, Michael Sulyok<sup>3</sup>, Tenke János<sup>4</sup>, Kovács Melinda<sup>1,2</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen vizsgálatukban bemutatják sertéstakarmány-minták 74 mikotoxin, ill. mikotoxinszármazék koncentrációjának meghatározását. Az első mintavételezés a 2016-ban betakarított gabonákból készült takarmányokat, míg a második mintavételezés a 2017-ből származó alapanyagokból gyártott takarmányokat reprezentálja. A mikotoxinok vizsgálatát LC-MS/MS módszerrel végezték el. A mintákban a legtöbb metabolit esetében kimutatható koncentrációt mértek, bár egyetlen esetben sem találtak határérték vagy ajánlati érték (2006/576/EK; 574/2011/EU; 2013/165/EU) feletti koncentrációt. A 2016-ból származó minták Fusarium toxin szennyezettsége nagyobb volt, mint a 2017-ben gyűjtött minták szennyezettsége. Ez a jelenség nagy valószínűséggel az adott évre (2016) jellemző szélsőséges időjárásra vezethető vissza.

## SUMMARY

**Background:** Multi-mycotoxin exposure is rather frequent, since farm animals' feed is made of mixed cereals, which may contain different mycotoxins. Combined toxicity has gained higher attention in the last 15 years.

Based on complex analysing multiple ten or hundred mycotoxins it can be stated that at the same time multiple mycotoxins or their metabolites are present in the feeds. In Hungary such a study has not yet been performed.

**Objectives:** The objective of the authors was the multi-mycotoxic monitoring study of Hungarian pig feed samples, based on raw materials harvested in years 2016 and 2017.

**Materials and Methods:** In the frame of the study concentration of 74 mycotoxins and mycotoxin metabolites were determined from swine complete feed samples (representing feed for gilts, fattening pigs, pregnant and lactating sows). The first sampling represents feeds based on cereals harvested in year 2016, while the second is characteristic for raw materials from the year 2017. The analysis was performed with LC-MS/MS method.

**Results and Discussion:** For 74 metabolites detectable concentration values were attained, while the regulation limits or recommended values (2006/576/EC; 574/2011/EU; 2013/165/EU) were not exceeded in any of the cases. In general, it can be established that samples from the year 2016 showed significantly higher Fusarium toxin contamination, as compared to the samples collected in year 2017. The higher toxin level might be attributable to the extreme weather typical of 2016 compared to 2017, based on the data of Hungarian Meteorological Service.

Such a detailed monitoring study, taking more than 70 mycotoxins into consideration in case of the feed of most important meat-producing animal species has not yet been conducted in Hungary. Data have been compared to those published internationally.

SERTÉS

Napjainkig több mint ezer toxikus gomba-anyagcseretermék ismert, közülük közel száz káros hatását bizonyították. Kiemelkedő humán- és állategészségügyi jelentősége azonban mindössze 15–20 mikotoxinnak van. A penészgombák közül vannak, amelyek toxinjaikkal már a szántóföldön szennyezik a növényeket (növekedésükhöz több vizet igényelnek, ezek az ún. *szántóföldi penészgombák*), és vannak, amelyek csak a nem megfelelő raktározási körülmények között termelnek toxinokat (*raktári penészgombák*). Az előbbieket csoportjába tartoznak a *Fusarium*-fajok, amelyeknek állat- és humánegészségügyi szempontból fontosabb toxinjaik a zearalenon (F-2 toxin, ZEN), a trichotecének (T-2 toxin, HT-2 toxin, nivalenol [NIV], deoxinivalenol [DON], diacetoxiszcirpenol [DAS], fusarenon-X [FX]) és a fumonizinek (FBs). A raktári penészgombák főbb képviselői az *Aspergillus*- és a *Penicillium*-fajok, amelyek a következő fontosabb toxinokat termelik: aflatoxin (AB1), ochratoxin-A (OTA), citrinin, patulin, rubratoxin B. Említést érdemelnek még a leggyakrabban a *Claviceps purpurea* faj által termelt ergot toxinok, amelyek ma már csak ritkán okoznak állat- és humánegészségügyi problémát. A *Claviceps purpurea* fajhoz tartozó törzsekkel és egyéb, *Aspergillus* és *Penicillium* nemzetséghez tartozó fajokkal napjainkban inkább gyógyszeripari felhasználásra termeltetnek ergot alkaloidokat.

**Több mint ezer toxikus gomba-anyagcseretermék ismert, közülük közel száz káros hatását bizonyították**

**Több mikotoxin egyidejű előfordulása meglehetősen gyakori**

**Az EU takarmányokra vonatkozóan ajánlati értékeket, az aflatoxinokra vonatkozóan kötelező határértéket határozott meg**

A több mikotoxin egyidejű előfordulása meglehetősen gyakori, minthogy a gazdasági állatok olyan keveréktakarmányokat fogyasztanak, amelyek különböző típusú mikotoxinokkal lehetnek szennyezettek. Az összetett toxicitás az utóbbi 15 évben kapott nagyobb figyelmet.

Takarmányokra vonatkozóan az Európai Unió Bizottsága számos mikotoxin esetében ajánlati értékeket határozott meg (2006/576/EK; 2013/165/EU), ill. az aflatoxinokra vonatkozóan kötelező határérték van érvényben (574/2011/EU). A leggyakrabban előforduló mikotoxinok a *Fusarium*-toxinok, ezek közül is a FB1, DON és ZEN együttes előfordulása a leggyakoribb (4, 5, 6, 7, 10, 11). Egy 4,5 éven keresztül, dél-európai országokból (Portugália, Spanyolország, Olaszország, Görögország, Ciprus) származó mintákon (takarmány alapanyagok és keveréktakarmányok) végzett felmérés alapján megállapították, hogy a fő szennyezettséget *Fusarium*-toxinok (fumonizinek-FUMs, B-típusú trichotecének – DON és a ZEN) okozzák (7). Egy másik felmérésben a FB1, DON és ZEN fordult elő kettős vagy hármas kombinációban 50-ből 30 esetben (9). Egy későbbiekben végzett, 2004 és 2012 közötti monitoringvizsgálatban az összes minta kereszt-szennyezettnek bizonyult 7–69 metabolit esetében (12). Leggyakrabban 28 mikotoxin egyidejű előfordulását mutatták ki. A BIOMIN 2016-ban végzett világméretű felmérése szerint a minták 94%-a több mint tíz mikotoxinnal volt szennyezett, a minták több mint 50%-ában DON, ZEN és FBs fordultak elő (5). Európában a leggyakrabban előforduló mikotoxinok a DON, a ZEN és a FB1 voltak, átlagosan 70, 48 és 48%-os gyakorisággal (készta-keverékek, kukorica, gabonamagvak) (5). A monitoringvizsgálat során 2017-ben azt állapították meg, hogy a Közép-Európából származó takarmány-alapanyagok 75%-ában két vagy több mikotoxin van jelen (6). A begyűjtött mintákban 53, 68 és 69%-os gyakorisággal fordult elő a ZEN, a FB1 és a DON toxin.

Saját vizsgálatunk során sertések teljes értékű keveréktakarmányának multimikotoxin-szennyezettségét határoztuk meg. Ilyen jellegű monitoringvizsgálat hazai takarmánymintákból ismereteink szerint eddig még nem történt.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### MINTÁK SZÁRMAZÁSA, MINTAVÉTEL

A mintákat két különböző mintavételi időpontban gyűjtöttük. Az első mintavételzés a 2016-ban betakarított gabonákból készült takarmányokat, míg a második

**2016-ból, ill. 2017-ből származó alapanyagokból gyártott süldő, hízó, vemhes koca és szoptató koca takarmányokat vizsgáltak**

mintavételezés a 2017-ből származó alapanyagokból gyártott takarmányokat reprezentálja. A következő takarmánytípusok mintázását végeztük el: süldő, hízó (65 kg alatt), hízó (65–90 kg), vemhes koca és szoptató koca teljes értékű keverék-takarmányok. Az egyes mintavételi időpontokban csoportonként 4–4 vályúmintát (1 kg/minta) gyűjtöttünk. A minták a Bóly Zrt. majs-ormánypusztai, valamint sátorhely-törökdombi sertéstelepeiről származtak.

### MINTAELŐKÉSZÍTÉS

Az 5 g darált mintát 20 ml extrahálószerrel (acetonitril/víz/ecetsav 79/20/1) extraháltunk, majd az extraktumot 1:1 arányban acetonitril/víz/ecetsav 20/79/1 összetételű eleggyel hígítottuk, ezt követően a hígított mintából 5 µl-t injektáltunk a HPLC-készülékbe.

### LC-MS/MS PARAMÉTEREK

A gomba-anyagcseretermék célvegyületek LC-MS/MS vizsgálatait QTrap 5500 LC-MS/MS (Applied Biosystems, Foster City, CA) tömegspektrométerrel végeztük. A rendszer TurbolonSpray (ESI) ionforrással és 1290 sorozatú HPLC (Agilent, Waldbronn, Germany) folyadékkromatográfival volt felszerelve. A kromatográfiás elválasztást 25 °C-on végeztük Gemini C18, 150 × 4,6 mm, 5 µm szemcseméretű oszlopon (Phenomenex, Torrance, CA, US), amely C18 4 × 3 mm előtétkolonnával (Phenomenex, Torrance, CA, US) volt ellátva. A kromatográfiás eljárást, valamint a kromatográfiás és tömegspektrometriás paramétereket MALACHOVA és mtsai módszere szerint állítottuk be (8).

### STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉS

Az eredmények matematikai statisztikai elemzését SPSS 20.0 (2012) szoftverrel végeztük. Az alapstatisztikai számításokat a „Descriptive Statistics” modullal, míg a független t-próbát a „Compare Means / Independent-Samples-t-Test” opcióval hajtottuk végre.

### EREDMÉNYEK

A takarmánymintákból 74 mikotoxin, ill. mikotoxin-származék koncentrációjának meghatározása történt meg.

Megállapítható volt, hogy az összes, szabályozás alá eső mikotoxin esetében a mért értékek határérték/ajánlati érték alattiak voltak (2006/576/EK574/2011/EU; 2013/165/EU).

Általánosságban elmondható, hogy az első mintavételezésből (2016. év) származó minták mikotoxin-tartalma többnyire meghaladta a második mintavétel (2017. év) során mért értékeket.

A *Táblázatban* a főbb mikotoxinok átlagértékeit tüntettük fel, jelölve a független t-próbával kapott szignifikáns különbségeket. Egy kivételtől eltekintve, minden esetben az első mintavételezésből származó takarmányok mikotoxin-koncentrációja (legtöbbször a fumonizinek, zearalenon, deoxinivalenol, DON-3-glükózid és T-2 toxin) volt szignifikánsan nagyobb. Ez az állítás igaz az egyéb mikotoxinok és származékaik esetében is (1–5. mellékletek).

Az egyéb mikotoxinok vonatkozásában megállapítható volt, hogy a Fusarium-anyagcseretermékek közül a 15-hidroxikulmorin és a fusaproliferin, az Alternaria-metabolitok közül pedig a tenuazonsav és az infektopiron-toxinok koncentrációja minden takarmánytípusban többszöröse volt a 2016-ban gyűjtött mintákban a 2017 évi mintákhoz viszonyítva.

A 2016-ban betakarított termésből készült takarmányok nagyobb Fusarium-toxinmennyisége nagy valószínűséggel az adott évre jellemző szélsőséges időjárásra vezethető vissza.

**A mikotoxin-kimutatást tömegspektrométerrel végezték**

**A takarmánymintákból 74 mikotoxin, ill. mikotoxin-származék koncentrációját határozták meg**

**Egy kivételtől eltekintve, minden esetben az első mintavételezésből (2016) származó takarmányok mikotoxin-tartalma volt szignifikánsan nagyobb**

**TÁBLÁZAT.** A fő mikotoxinok koncentrációja a különböző mintavételi időpontokban az egyes takarmány típusokban

**TABLE.** Concentration of the main mycotoxins in the different feed type in 2016 and 2017

Fő mikotoxinok (µg/kg)	Süldő				Hízó <65 kg				Hízó 65–90 kg			
	2016		2017		2016		2017		2016		2017	
	Átlag	SD*	Átlag	SD*	Átlag	SD*	Átlag	SD*	Átlag	SD*	Átlag	SD*
Aflatoxin B1	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00
Ochratoxin A	0,40	± 0,40	0,20	± 0,00	0,20	± 0,00	0,20	± 0,00	0,20	± 0,00	0,20	± 0,00
Zearalenon	5,09	± 0,65	4,19	± 0,31	6,09	± 1,15	1,86	± 0,55	7,72	± 1,08	4,95	± 1,16
Fumonizin B1	224,21	± 36,13	57,38	± 3,10	635,94	± 240,89	124,25	± 9,73	568,89	± 51,03	177,42	± 17,48
Fumonizin B2	53,01	± 7,14	22,15	± 3,05	156,95	± 74,37	37,08	± 3,14	141,66	± 27,43	53,89	± 2,33
FB1+FB2	277,22	± 43,02	79,53	± 6,09	792,90	± 315,09	161,33	± 9,82	710,55	± 78,15	231,32	± 19,49
Fumonizin B3	24,73	± 4,41	13,59	± 3,76	85,25	± 45,81	18,21	± 3,45	70,16	± 13,99	28,39	± 2,84
Fumonizin B4	19,00	± 4,67	1,20	± 0,00	64,19	± 38,99	1,20	± 0,00	58,13	± 16,45	1,20	± 0,00
Hidrolizált FB1	0,80	± 0,00	0,80	± 0,00	2,78	± 0,58	0,80	± 0,00	2,51	± 0,38	0,80	± 0,00
Deoxinivalenol	190,54	± 27,83	78,97	± 8,35	196,26	± 38,35	51,71	± 4,62	231,58	± 43,69	96,56	± 6,98
DON-3-glükózid	0,40	± 0,00	0,40	± 0,00	13,76	± 2,66	0,40	± 0,00	13,88	± 3,36	0,40	± 0,00
Nivalenol	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00
T-2 toxin	0,82	± 0,49	0,40	± 0,00	1,22	± 0,57	0,40	± 0,00	0,75	± 0,70	0,40	± 0,00

  

Fő mikotoxinok (µg/kg)	Vemhes koca				Szoptató koca			
	2016		2017		2016		2017	
	Átlag	SD*	Átlag	SD*	Átlag	SD*	Átlag	SD*
Aflatoxin B1	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00	0,15	± 0,00
Ochratoxin A	0,52	± 0,64	0,20	± 0,00	0,20	± 0,00	0,20	± 0,00
Zearalenon	12,46	8,50	4,54	± 0,63	5,18	± 0,85	5,04	± 7,34
Fumonizin B1	215,17	± 144,81	28,21	± 7,04	65,75	± 16,51	55,41	± 3,21
Fumonizin B2	61,12	± 48,56	9,13	± 2,03	30,07	± 4,41	37,73	± 4,03
FB1+FB2	276,28	± 193,35	37,34	± 5,86	95,82	± 20,45	93,14	± 3,59
Fumonizin B3	30,71	± 18,22	1,20	± 0,00	9,23	± 2,11	11,46	± 2,64
Fumonizin B4	20,99	± 16,00	1,20	± 0,00	15,20	± 3,71	1,20	± 0,00
Hidrolizált FB1	0,80	± 0,00	0,80	± 0,00	125,80	± 18,49	0,80	± 0,00
Deoxinivalenol	150,94	± 33,84	57,59	± 35,24	166,12	± 22,08	67,99	± 27,43
DON-3-glükózid	33,56	± 16,00	19,03	± 3,93	19,79	± 2,05	26,44	± 7,96
Nivalenol	9,62	± 18,04	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00	0,60	± 0,00
T-2 toxin	1,37	± 0,84	0,58	± 0,37	1,56	± 0,57	0,40	± 0,00

\*standard szórás

<sup>a, b</sup> Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a két mintavételi időpontban gyűjtött minták mikotoxin koncentrációja között ( $p \leq 0,05$ )

**2016 nyara igen csapadékos volt, különösen a július hónap, ill. ősz is melegebb és csapadékosabb volt a szokásosnál**

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (13) adatai alapján, 2016 nyarán országos átlagban az évszak középhőmérséklete 20,7 °C volt, amely 0,5 °C-kal meghaladta az 1981–2010-es átlagot. Az első két nyári hónap jelentősen melegebbnek bizonyult a sok éves átlagnál, míg az augusztus 0,6 °C-kal hűvösebb volt. A június a 1981–2010-es sokévi átlagnál több mint egy fokkal volt melegebb, míg a júliusi középhőmérséklet a nagy mennyiségű csapadék miatt ettől elmaradt. Összességében 2016 nyara igen csapadékos volt, különösen a július hónap. A nyári hónapok csapadékösszege (253 mm) országos átlagban 60 mm-rel haladta meg a sokévi, 1981–2010-es átlagos értéket (193 mm). A 2016-os ősz is melegebb volt a szokásosnál. Az évszak emellett csapadékosabbnak bizonyult a sokéves átlagnál. A három őszi hónap közül október volt a legcsapadékosabb, több mint másfélszerese az ilyenkor szokásos októberi értéknek.

2017-ben viszont a tavasz után a nyár is melegebb és szárazabb volt a sokéves átlagnál. Az évszak középhőmérséklete országos átlagban 22 °C volt, amely 1,7 °C-kal haladta meg a 1981–2010 közötti időszak sokéves átlagértékét. A háromhavi csapadékmennyiség országos átlagban 163,8 mm volt, amely viszont mintegy 17%-kal volt kevesebb, mint az 1981–2010-es átlagos összeg. A nyári csapadék emellett jellemzően szélsőséges időbeli és térbeli eloszlással érkezett.

## MEGVITATÁS

*Egyetlen esetben sem találtak határérték vagy ajánlati érték feletti mennyiséget*

A 2016-ból és 2017-ből származó sertéstakarmány-mintákból 74 mikotoxin, ill. mikotoxinszármazék koncentrációjának meghatározása történt meg a felmérés során.

A mintákban a legtöbb metabolit esetében kimutatható koncentrációt mértünk, bár egyetlen esetben sem találtunk határérték vagy ajánlati érték (2006/576/EK; 574/2011/EU; 2013/165/EU ) feletti mennyiséget.

A fő mikotoxinok (main mycotoxins) vonatkozásában az egyik releváns adatforrás a BIOMIN 2016-ban és 2017-ben készült világméretű felmérése. Az ebben közölt, a teljes értékű keveréktakarmányokra vonatkozó pozitív minták (average of positives, finished feed) átlagos értékeihez viszonyítva az általunk gyűjtött minták mikotoxin-tartalmával kapcsolatban az alábbiakat állapítottuk meg:

- OTA, AFB1, ZEN, DON, T-2 toxin esetében: BIOMIN World Mycotoxin Survey (2016, 2017; 5, 6) adataihoz képest a számított átlagos koncentrációértékek az összes, általunk vizsgált takarmánytípus esetében kisebbek voltak
- FB1 esetében: BIOMIN World Mycotoxin Survey (2016, 2017; 5,6) adataihoz képest az általunk számított átlagérték, ill. maximum érték meghaladta a BIOMIN által közölt átlagértékeket a hízó (65 kg alatt) és a hízó (65–90 kg) takarmánytípus esetében az első mintavételezésből (2016. év) származó takarmányokra vonatkozóan.

STREIT és mtsai 83 takarmány-alapanyag, ill. késztakarmány mikotoxin-tartalmát vizsgálták (12). A főbb mikotoxinokon kívül az egyes metabolitok esetében is jó összehasonlítási alapot képez ez az irodalmi adatközlés. Összevetve a felmérésben közölt mikotoxin-koncentrációkat az általunk vizsgált takarmányokban mért értékekkel megállapítható, hogy az alább felsorolt toxinok esetében nagyobb átlagértékeket kaptunk a 2016-ból származó takarmánymintákban:

DON (mindegyik takarmány típus esetében), DON-3-glükózid (szoptató- és vemhes kocák esetében), FB (FB1+FB2) (mindegyik takarmánytípus esetében, kivéve a szoptatókoca-takarmányt), beauvericin (mindegyik takarmánytípus esetében), equisetin (vemheskoca-takarmány esetében), aurofusarin (vemheskoca-takarmány esetében), alternariol-metil éter (mindegyik takarmánytípus esetében), alternariol (hízó 65–90 kg takarmány esetében), moniliformin (mindegyik takarmánytípus esetében), tenuazonik sav (mindegyik takarmánytípus esetében), 15-hidroxikulmorin (mindegyik takarmánytípus esetében), roquefortin C (hízó 65 kg alatt takarmány esetében), 3-nitropropionsav (süldőtakarmány esetében).

Magyarországon ilyen jellegű, átfogó, több mint 70 mikotoxinra kiterjedő és a legfontosabb hústermelő gazdasági állatfaj, a sertés takarmányát érintő felmérés vizsgálat ismereteink szerint eddig még nem történt. Ebből következően eredményeink csak a nemzetközi szakirodalomban közölt adatokkal vethetők össze.

A vizsgálat folytatásában a szerzők tervezik a felmérés vizsgálatot 2018-ban és 2019-ben is elvégezni.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia (az MTA KE „Mikotoxinok az Élelmiszerláncban” Kutatócsoport támogatásával), a GINOP-2.2.1-16-2015-00021 (2017–2020) és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 projekt támogatta. A takarmánymintákat a Bólyi Mezőgazdasági Termelő és Kereskedelmi Zrt. szolgáltatta.

*Magyarországon ilyen jellegű, átfogó, több mint 70 mikotoxinra kiterjedő, a sertés takarmányát érintő felmérés vizsgálat eddig még nem történt*

## 1. MELLÉKLET. Egyéb mikotoxinok koncentrációja süldő takarmányban

## ANNEX 1. Concentration of other mycotoxins in feed for for gilts

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)	Süldő						
	2016		2017				
	Átlag	SD	Átlag	SD			
Fusarium-metabolitok	Moniliformin	54,28	±	5,49	43,99	±	4,53
	Beauvericin	8,21	±	1,61	3,98	±	0,46
	Enniatin A	0,28	±	0,03	0,18	±	0,06
	Enniatin A1	2,52	±	0,26	1,59	±	0,43
	Enniatin B	5,85	±	0,80	3,44	±	0,17
	Enniatin B1	5,96	±	0,61	3,54	±	0,45
	Epiequisetin	5,93	±	0,55	0,12	±	0,00
	Equisetin	9,98	±	1,09	3,94	±	0,61
	Kulmorin	41,58	±	6,83	68,12	±	23,22
	15-Hidroxikulmorin	215,30	±	23,94	53,83	±	2,08
	Fuzaproliferin	132,78	±	30,01	20,00	±	0,00
	Fuzapiron	3,48	±	0,58	0,40	±	0,00
	Aurofuzarin	17,60	±	9,56	1,20	±	0,00
	Chrysogin	5,53	±	0,67	0,20	±	0,00
	Bikaverin	17,74	±	2,45	7,48	±	4,13
Apicidin	0,06	±	0,00	0,06	±	0,00	
Alternaria-metabolitok	Tenuazonsav	87,50	±	10,14	4,00	±	0,00
	Alternariol	1,47	±	0,35	0,20	±	0,00
	Alternariolmetiléter	1,22	±	0,23	1,18	±	0,25
	Tentoxin	1,20	±	0,13	1,56	±	0,14
	Makrosporin	0,49	±	0,13	43,93	±	7,11
	Altersetin	3,61	±	0,59	0,24	±	0,18
	Infektopiron	109,30	±	18,29	4,00	±	0,00
Penicillium-metabolitok	Mikofenolsav	4,05	±	0,72	0,12	±	0,00
	Roquefortin C	15,78	±	6,39	1,00	±	0,00
	Andrastin A	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	Griseofulvin	0,56	±	0,08	0,60	±	0,00
	Markfortin A	0,28	±	0,24	0,08	±	0,00
	Oxaline	0,20	±	0,00	0,48	±	0,05
	Pestalotin	0,20	±	0,00	0,20	±	0,00
	Viridikatin	0,60	±	0,00	0,60	±	0,00
	O-Metilviridikatin	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	Sekalonsav D	5,02	±	2,05	4,00	±	0,00
	Purpurid	0,12	±	0,00	0,12	±	0,00
	Questiomycin A	8,23	±	0,62	7,03	±	1,65
	Quinolaktacin A	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
	Ciklofenol	0,90	±	0,00	0,90	±	0,00
	Kanoklavin	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
Aurantín	0,25	±	0,00	0,25	±	0,00	

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Süldő					
		2016		2017			
		Átlag	±	SD	Átlag	±	SD
Penicillium-metabolitok	Meleagrín	0,25	±	0,00	27,49	±	2,64
	Flavoglaucin	7,26	±	0,90	4,68	±	0,46
Aspergillus-metabolitok	Kojinsav	40,13	±	6,23	42,27	±	5,73
	Szterigmatocisztin	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	3-Nitropropionsav	7,38	±	1,11	1,18	±	1,57

## 2. MELLÉKLET. Egyéb mikotoxinok koncentrációja hízó (< 65 kg) takarmányban

### ANNEX 2. Concentration of other mycotoxins in feed for fattening pigs (< 65 kg)

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Hízó < 65 kg					
		2016		2017			
		Átlag	±	SD	Átlag	±	SD
Fusarium-metabolitok	Moniliformin	109,93	±	13,62	74,43	±	3,69
	Beauvericin	16,73	±	4,54	18,35	±	5,40
	Enniatin A	0,36	±	0,08	0,11	±	0,04
	Enniatin A1	3,32	±	0,83	1,59	±	0,22
	Enniatin B	6,50	±	1,49	4,63	±	0,15
	Enniatin B1	8,12	±	2,03	3,64	±	0,33
	Epiequisetin	7,70	±	1,73	0,12	±	0,00
	Equisetin	9,79	±	1,93	3,46	±	0,35
	Kulmorin	49,48	±	5,71	43,35	±	9,41
	15-Hidroxikulmorin	189,78	±	40,57	25,14	±	1,88
	Fuzaproliferin	233,00	±	56,04	20,00	±	0,00
	Fuzapiron	2,27	±	1,26	0,40	±	0,00
	Aurofuzarin	22,60	±	12,39	5,46	±	1,56
	Chrysogin	6,58	±	1,07	0,52	±	0,65
	Bikaverin	38,95	±	8,57	17,68	±	1,97
	Apicidin	0,06	±	0,00	0,06	±	0,00
Alternaria-metabolitok	Tenuazonsav	119,10	±	20,22	4,00	±	0,00
	Alternariol	2,23	±	0,42	0,61	±	0,47
	Alternariolmetiléter	1,89	±	0,70	1,28	±	0,10
	Tentoxin	1,82	±	0,34	2,22	±	0,17
	Makrosporin	0,89	±	0,17	66,43	±	2,94
	Altersetin	4,36	±	1,19	0,70	±	0,15
	Infektopiron	154,70	±	27,64	4,00	±	0,00
Penicillium-metabolitok	Mikofenolsav	8,69	±	3,03	0,12	±	0,00
	Roquefortin C	162,14	±	31,74	26,90	±	34,14
	Andrastin A	2,75	±	0,62	0,33	±	0,50
	Griseofulvin	1,86	±	0,41	0,60	±	0,00
	Markfortin A	3,27	±	0,90	0,08	±	0,00
	Oxaline	1,60	±	0,37	3,29	±	0,43
	Pestalotin	5,63	±	1,75	0,20	±	0,00
	Viridikatin	1,61	±	0,70	0,60	±	0,00

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Hízó < 65 kg					
		2016		2017			
		Átlag	SD	Átlag	SD		
Penicillium-metabolitok	O-Metilviridikatin	0,21	±	0,09	0,08	±	0,00
	Sekalonsav D	4,00	±	0,00	4,00	±	0,00
	Purpurid	0,25	±	0,27	0,12	±	0,00
	Questiomycin A	34,15	±	4,51	7,81	±	1,62
	Quinolaktacin A	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
	Ciklofenol	0,90	±	0,00	0,90	±	0,00
	Kanoklavin	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
	Aurantin	1,10	±	0,16	0,25	±	0,00
	Meleagrín	0,25	±	0,00	32,02	±	4,77
	Flavoglaucin	12,02	±	2,44	4,33	±	0,13
Aspergillus-metabolitok	Kojinsav	72,91	±	10,27	128,52	±	14,11
	Szterigmatocisztin	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	3-Nitropropionsav	2,42	±	2,38	3,38	±	2,10

### 3. MELLÉKLET. Egyéb mikotoxinok koncentrációja hízó (65–90 kg) takarmányban

#### ANNEX 3. Concentration of other mycotoxins in feed for fattening pigs (65–90 kg)

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Hízó 65–95 kg					
		2016		2017			
		Átlag	SD	Átlag	SD		
Fusarium-metabolitok	Moniliformin	129,44	±	15,80	83,62	±	5,01
	Beauvericin	21,37	±	7,10	15,14	±	1,61
	Enniatin A	0,32	±	0,07	0,09	±	0,03
	Enniatin A1	3,02	±	0,59	1,40	±	0,06
	Enniatin B	6,76	±	1,13	4,72	±	0,11
	Enniatin B1	8,13	±	1,32	3,49	±	0,32
	Epiequisetin	7,81	±	1,25	0,12	±	0,00
	Equisetin	9,36	±	1,75	2,36	±	0,80
	Kulmorin	54,63	±	10,25	57,28	±	11,90
	15-Hidroxikulmorin	210,44	±	37,93	56,76	±	1,97
	Fuzaproliferin	220,00	±	41,87	20,00	±	0,00
	Fuzapiron	3,14	±	0,49	0,40	±	0,00
	Aurofuzarin	22,40	±	7,14	2,84	±	1,91
	Chrysogin	6,98	±	0,52	1,64	±	0,36
	Bikaverin	37,78	±	8,93	20,31	±	1,80
Apicidin	0,06	±	0,00	0,06	±	0,00	
Alternaria-metabolitok	Tenuazonsav	115,60	±	12,36	4,00	±	0,00
	Alternariol	2,90	±	0,39	1,02	±	0,24
	Alternariolmetiléter	1,97	±	0,56	1,33	±	0,13
	Tentoxin	1,83	±	0,31	1,75	±	0,19
	Makrosporin	1,34	±	0,19	51,18	±	6,73
	Altersetin	4,67	±	1,21	0,49	±	0,11
Infektópiron	165,16	±	21,42	4,00	±	0,00	



Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Hízó 65-95 kg					
		2016		2017			
		Átlag	SD	Átlag	SD		
Penicillium-metabolitok	Mikofenolsav	6,62	±	1,65	1,12	±	1,99
	Roquefortin C	1,00	±	0,00	1,00	±	0,00
	Andrastin A	0,12	±	0,08	0,13	±	0,09
	Griseofulvin	0,60	±	0,00	0,60	±	0,00
	Markfortin A	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	Oxaline	0,67	±	0,17	2,76	±	0,25
	Pestalotin	7,17	±	2,15	0,20	±	0,00
	Viridikatin	0,60	±	0,00	0,60	±	0,00
	O-Metilviridikatin	0,12	±	0,09	0,08	±	0,00
	Sekalonsav D	4,00	±	0,00	4,00	±	0,00
	Purpurid	0,90	±	1,57	0,12	±	0,00
	Questiomicin A	38,55	±	6,08	9,94	±	3,01
	Quinolaktacin A	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
	Ciklofenol	0,90	±	0,00	0,90	±	0,00
	Kanoklavin	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
Aurantin	0,56	±	0,61	0,25	±	0,00	
Meleagrín	0,25	±	0,00	28,19	±	3,78	
Flavoglaucin	12,55	±	1,52	11,34	±	0,60	
Aspergillus-metabolitok	Kojinsav	60,48	±	6,06	24,74	±	11,42
	Szterigmatocisztin	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	3-Nitropropionsav	0,40	±	0,00	0,40	±	0,00

#### 4. MELLÉKLET. Egyéb mikotoxinok koncentrációja vemhes koca takarmányban

#### ANNEX 4. Concentration of other mycotoxins in feed for pregnant sows

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Vemhes koca					
		2016		2017			
		Átlag	SD	Átlag	SD		
Fusarium-metabolitok	Moniliformin	80,79	±	39,75	16,33	±	1,94
	Beauvericin	9,51	±	4,56	2,16	±	0,70
	Enniatin A	0,26	±	0,06	0,33	±	0,13
	Enniatin A1	2,25	±	0,50	1,46	±	0,33
	Enniatin B	5,28	±	1,69	2,78	±	1,36
	Enniatin B1	5,80	±	1,26	3,07	±	1,00
	Epiequisetin	4,02	±	1,63	0,12	±	0,00
	Equisetin	23,15	±	11,97	36,78	±	33,92
	Kulmorin	70,79	±	56,59	62,60	±	16,44
	15-Hidroxikulmorin	125,56	±	28,12	37,94	±	17,57
	Fuzaproliferin	158,66	±	69,87	20,00	±	0,00
	Fuzapiron	5,20	±	2,00	0,40	±	0,00
	Aurofuzarin	89,19	±	53,30	16,03	±	7,17
	Chrysogin	6,17	±	0,94	2,77	±	0,60
	Bikaverin	17,32	±	6,50	4,00	±	0,00
	Apicidin	1,33	±	1,66	0,06	±	0,00

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Ve,hes koca					
		2016		2017			
		Átlag	SD	Átlag	SD		
Alternaria-metabolitok	Tenuazonsav	164,78	±	39,33	4,00	±	0,00
	Alternariol	2,22	±	0,22	1,66	±	0,51
	Alternariolmetiléter	1,13	±	0,43	1,34	±	0,29
	Tentoxin	2,98	±	0,52	2,88	±	0,93
	Makrosporin	0,74	±	0,27	127,96	±	4,35
	Altersetin	12,41	±	2,86	1,87	±	0,46
	Infektopiron	202,98	±	36,13	4,00	±	0,00
Penicillium-metabolitok	Mikofenolsav	2,26	±	2,47	5,16	±	10,09
	Roquefortin C	4,97	±	5,26	85,71	±	60,54
	Andrastin A	0,18	±	0,20	0,08	±	0,00
	Griseofulvin	0,60	±	0,00	2,10	±	1,09
	Markfortine A	0,35	±	0,54	0,08	±	0,00
	Oxaline	0,41	±	0,29	0,20	±	0,00
	Pestalotin	0,20	±	0,00	0,20	±	0,00
	Viridikatin	0,60	±	0,00	0,60	±	0,00
	O-Metilviridikatin	0,11	±	0,07	0,17	±	0,06
	Sekalonsav D	9,04	±	6,56	4,00	±	0,00
	Purpurid	0,37	±	0,29	0,12	±	0,00
	Questiomycin A	3,08	±	1,62	1,21	±	0,81
	Quinolaktacin A	0,16	±	0,21	0,04	±	0,00
	Ciklofenol	7,04	±	12,29	0,90	±	0,00
	Kanoklavin	0,14	±	0,17	0,04	±	0,00
	Aurantín	1,97	±	2,19	0,25	±	0,00
	Meleagrín	0,25	±	0,00	0,25	±	0,00
Flavoglaucin	35,29	±	32,02	4,62	±	2,39	
Aspergillus-metabolitok	Kojinsav	42,30	±	19,48	8,00	±	0,00
	Szterigmatocisztin	0,29	±	0,21	0,08	±	0,00
	3-Nitropropionsav	4,84	±	2,19	4,47	±	2,76

##### 5. MELLÉKLET. Egyéb mikotoxinok koncentrációja szoptató koca takarmányban

##### ANNEX 5. Concentration of other mycotoxins in feed for lactating sows

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Szoptató koca					
		2016		2017			
		Átlag	SD	Átlag	SD		
Fusarium-metabolitok	Moniliformin	68,30	±	12,37	40,03	±	1,42
	Beauvericin	7,84	±	0,25	2,13	±	0,14
	Enniatin A	0,40	±	0,03	0,16	±	0,09
	Enniatin A1	3,73	±	0,32	1,42	±	0,67
	Enniatin B	6,60	±	0,16	3,57	±	2,69
	Enniatin B1	8,87	±	0,39	3,55	±	2,33
	Epiequisetin	5,34	±	0,57	0,12	±	0,00
	Equisetin	8,97	±	1,41	4,58	±	3,05

Egyéb mikotoxinok (µg/kg)		Szoptatós koca					
		2016			2017		
		Átlag	±	SD	Átlag	±	SD
<i>Fusarium</i> -metabolitok	Kulmorin	45,42	±	5,21	52,64	±	12,13
	15-Hidroxikulmorin	203,86	±	15,48	43,66	±	15,38
	Fuzaproliferin	140,62	±	15,00	20,00	±	0,00
	Fuzapiron	2,53	±	0,45	0,40	±	0,00
	Aurofuzarin	28,58	±	9,43	30,09	±	8,22
	Chrysogin	6,60	±	0,55	1,37	±	1,60
	Bikaverin	12,57	±	0,93	7,69	±	2,54
	Apicidin	0,06	±	0,00	0,06	±	0,00
<i>Alternaria</i> -metabolitok	Tenuazonsav	101,94	±	5,24	4,00	±	0,00
	Alternariol	1,81	±	0,34	0,84	±	0,74
	Alternariolmetiléter	1,78	±	0,07	1,13	±	0,57
	Tentoxin	2,33	±	0,29	1,51	±	0,63
	Makrosporin	0,68	±	0,07	86,87	±	25,79
	Altersetin	6,78	±	1,68	0,63	±	0,24
	Infektopiron	133,92	±	9,97	4,00	±	0,00
<i>Penicillium</i> -metabolitok	Mikofenolsav	3,95	±	0,91	7,13	±	5,97
	Roquefortin C	1,00	±	0,00	104,59	±	54,88
	Andrastin A	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	Griseofulvin	0,60	±	0,00	2,97	±	2,14
	Markfortine A	0,08	±	0,00	0,08	±	0,00
	Oxaline	0,20	±	0,00	0,47	±	0,22
	Pestalotin	0,20	±	0,00	0,20	±	0,00
	Viridikatin	0,60	±	0,00	0,60	±	0,00
	O-Metilviridikatin	0,08	±	0,00	0,19	±	0,14
	Sekalonsav D	4,00	±	0,00	4,00	±	0,00
	Purpurid	0,12	±	0,00	0,12	±	0,00
	Questiomycin A	4,90	±	0,92	3,88	±	1,63
	Quinolaktacin A	0,04	±	0,00	0,08	±	0,03
	Ciclopenol	0,90	±	0,00	0,90	±	0,00
	Kanoklavin	0,04	±	0,00	0,04	±	0,00
	Aurantín	0,25	±	0,00	0,25	±	0,00
	Meleagrín	0,25	±	0,00	7,11	±	8,43
Flavoglaucin	6,17	±	0,42	8,43	±	8,83	
<i>Aspergillus</i> -metabolitok	Kojinsav	37,08	±	6,62	8,00	±	0,00
	Szterigmatocisztin	0,64	±	0,03	1,21	±	0,25
	3-Nitropropionsav	4,85	±	1,36	3,88	±	2,41

## IRODALOM

1. A Bizottság Ajánlása (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 (2006/576/EK). Az *Európai Unió Hivatalos Lapja* L 229/7, 2006. 8. 23.
2. A Bizottság 574/2011/EU rendelete (2011. június 16.) a 2002/32/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv I. mellékletének a nitrit, a melamin és az *Ambrosia* spp. maximális szintjének, valamint bizonyos kokcidiosztatikumok és hisztomonosztatikumok átvitelének tekintetében történő módosításáról, továbbá az irányelv I. és II. mellékletének egységes szerkezetbe foglalásáról. Az *Európai Unió Hivatalos Lapja* L 159/7, 2011. 6. 17.
3. A Bizottság Ajánlása (2013. március 27.) a T-2 és a HT-2 toxin gabonafélékben és gabonatermékekben való jelenlétéről (2013/165/EU). Az *Európai Unió Hivatalos Lapja* L 91/12, 2013. 4.
4. BIOMIN Mycotoxin Survey, (2015): BIOMIN Holding GmbH, Getzersdorf, Austria. Internet document, URL: [[http://info.biomin.net/acton/attachment/14109/f-018d/1/-/-/1-0009/1-0009/MTX\\_Report2015\\_4S\\_EN\\_0316\\_SMS.pdf](http://info.biomin.net/acton/attachment/14109/f-018d/1/-/-/1-0009/1-0009/MTX_Report2015_4S_EN_0316_SMS.pdf)].
5. BIOMIN Mycotoxin Survey, (2016): BIOMIN Holding GmbH, Getzersdorf, Austria. Internet document, URL: [[https://info.biomin.net/acton/attachment/14109/f-0463/1/-/-/1-0009/1-0009/MAG\\_MTXsurveyReport\\_2016\\_EN\\_0117\\_PKO.pdf](https://info.biomin.net/acton/attachment/14109/f-0463/1/-/-/1-0009/1-0009/MAG_MTXsurveyReport_2016_EN_0117_PKO.pdf)].
6. BIOMIN Mycotoxin Survey, (2017): BIOMIN Holding GmbH, Getzersdorf, Austria. Internet document, URL: [https://info.biomin.net/acton/attachment/14109/f-0664/1/-/-/1-0009/1-0009:6993/REP\\_MTXsurvey\\_Quater1-3\\_2017\\_EN\\_1017.pdf](https://info.biomin.net/acton/attachment/14109/f-0664/1/-/-/1-0009/1-0009:6993/REP_MTXsurvey_Quater1-3_2017_EN_1017.pdf).
7. GRIESSLER, K. – RODRIGUES, I. et al.: Occurrence of mycotoxins in Southern Europe. *World Mycotoxin J.*, 2010. 3. 301–309.
8. MALACHOVÁ, A. – SÜLYÖK, M. et al.: Optimization and validation of a quantitative liquid chromatography–tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. *J. Chromatogr. A*, 2014. 1362. 145–156.
9. MONBALIU, S. – VAN POUCKE, C. et al.: Occurrence of Mycotoxins in Feed as Analyzed by a Multi-Mycotoxin LC-MS/MS Method. *J. Agric. Food Chem.* 2010. 58. 66–71.
10. RODRIGUES, I. – NAEHRER, K.: A Three-Year Survey on the World-wide Occurrence of Mycotoxins in Feedstuffs and Feed. *Toxins*, 2012. 4. 663–675.
11. SMITH, M. C. – MADEC, S. et al.: Natural Co-occurrence of Mycotoxin in Foods and Feeds and Their *in vitro* Combined Toxicological effects. *Toxins*, 2016. 8. 94.
12. STREIT, E. – SCHWAB, C. et al.: Multi-mycotoxin screening reveals the occurrence of 139 different secondary metabolites in feed and feed ingredients. *Toxins*, 2013. 5. 504–523.
13. [http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_evszakok\\_idojarasa/](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/)

Közlésre érke.: 2018. febr. 5.