

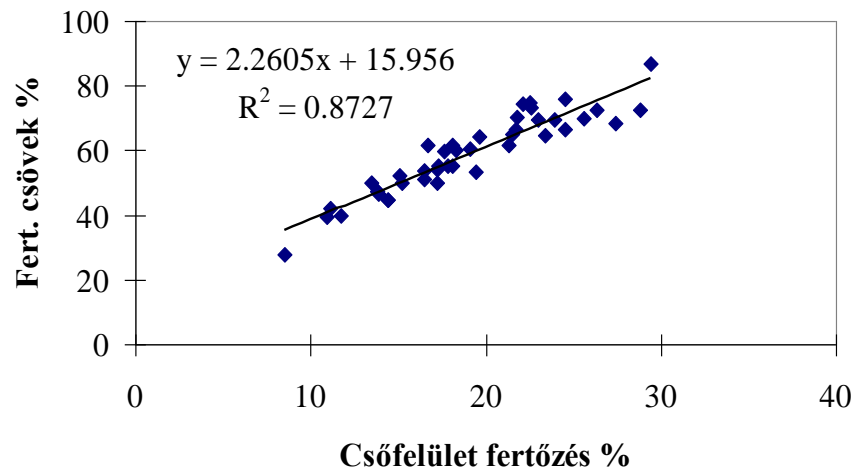
Toxintermelő gombákkal szembeni ellenállóság és toxinszennyezés kukoricában, kiemelten az *A. flavus*-ra és az aflatoxinokra

Mesterházy Ákos¹,
Tóth Beáta¹, Toldi Éva¹, Varga Mónika¹,
Varga János²

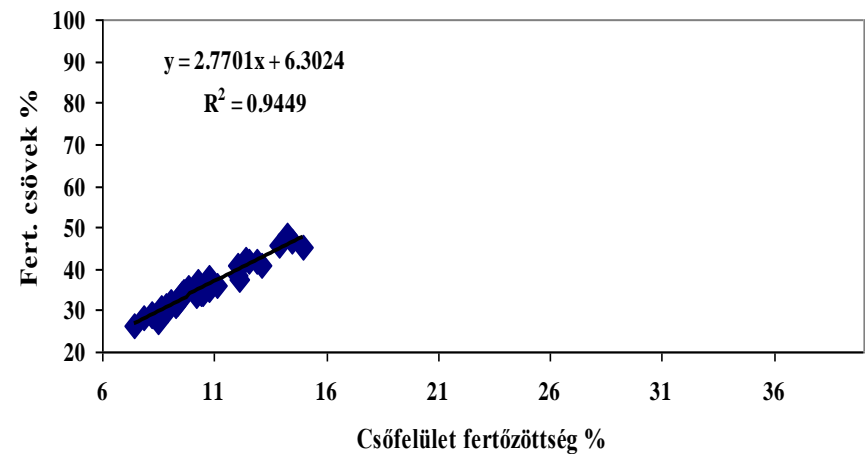
Gabonakutató non-profit Kft¹, SZTE Mikrobiológiai Tanszék²

Magyar Kukorica Klub, 2013. február 1.

Eszterágpusztá 2010: GOSZ kísérlet, kukorica hibridek csőfuzárium fertőzöttsége

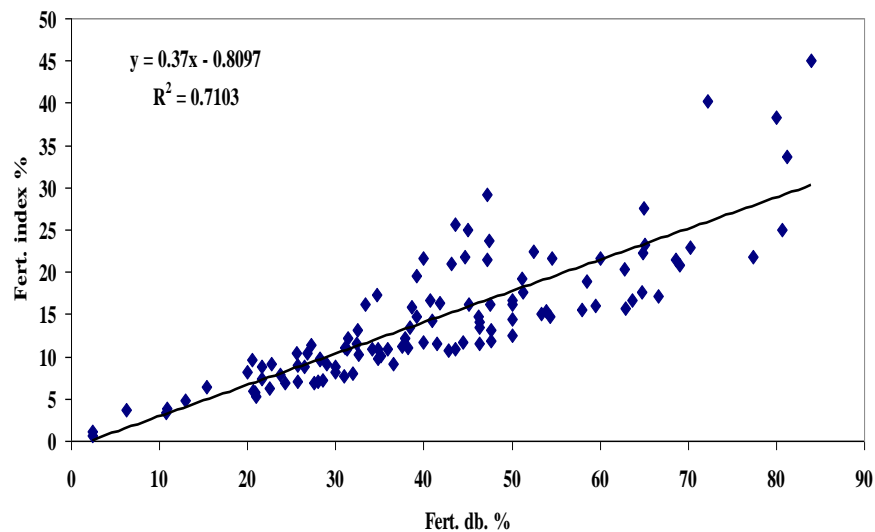


GOSZ kukorica hibrid kísérlet, csőfuzárium fertőződés, 8 termőhely átlaga, 2010

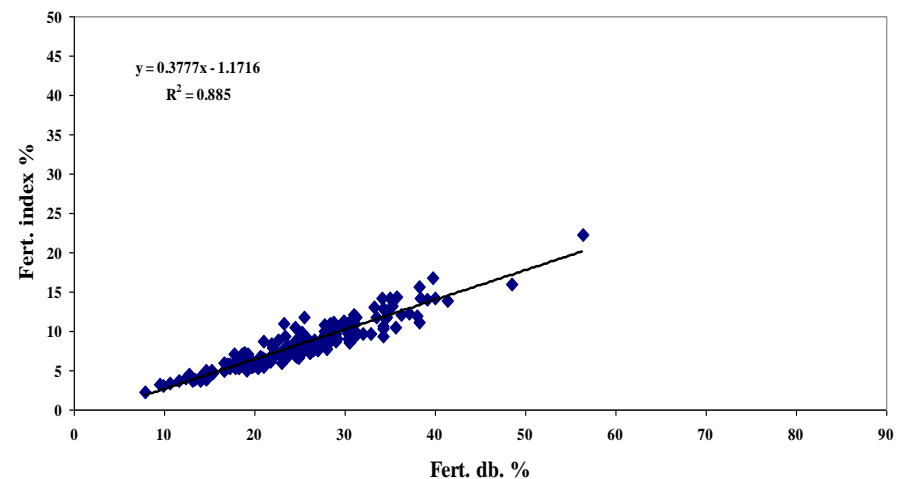


Miért fontos a téma?

Kukorica csőpenész fertőzöttség, Székkutas, 2012



A fertőzöttségi db % és fertőzöttségi index % összefüggése a 2012-es OMMI kukorica csőpenész kísérletben természetes fertőződés, n=180. 4-7 termőhely átlagadatai





F. verticillioides



F. verticillioides



F. verticillioides



F. graminearum

Az *A. flavus*-nál jelentős
előfordulásnövekedés 2012-ben
aflatoxin M₁ és M₂ tejben





A. flavus





Aflatoxinok és termelőik előfordulása mezőgazdasági termékekben a környékbeli országokban



Források

Horvátország: aflatoxin termelők azonosítása kukoricáról
(Kosalec & Pepeljnjak 2005, Halt et al. 2004)

Észak-Olaszország: Aflatoxin termelő *A. flavus* és EU
határérték feletti aflatoxin kontamináció detektálása kukoricán
(Gioni et al. 2007), **2012**

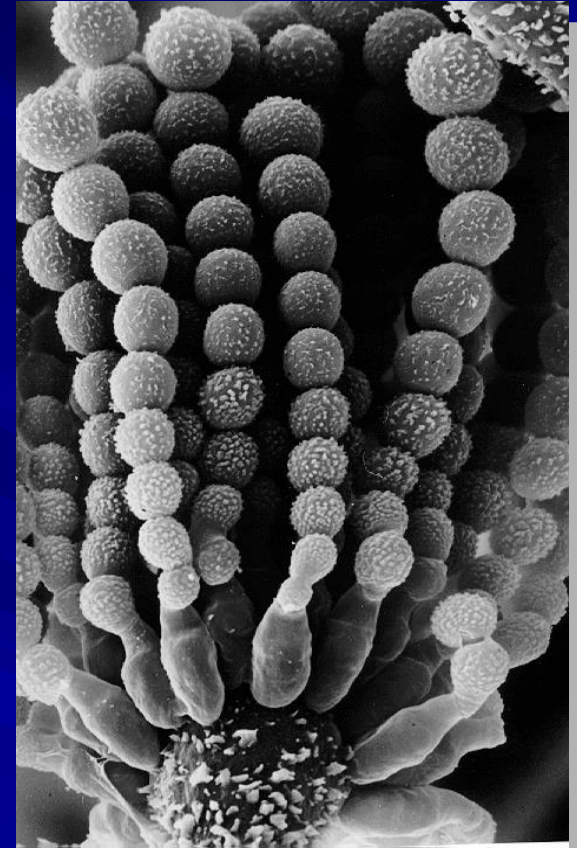
Szlovénia, Szerbia: EU limit feletti aflatoxin M1 szint tejben
(Torkar and Vengust 2007, Polovinski-Horvatovic et al. 2009)

Románia:1997: minden vizsgált kukoricaminta aflatoxin-
mentes volt (Curtui et al. 1998)

2002-2004: a vizsgált tételek 30%-ában delektáltak
aflatoxinokat, 20%-ukban a határérték felett (Tabuc et al.
2009)

Aspergillus

- Elterjedt nemzetség mintegy 280-300 fajjal
- Fajai jelentősek az élelmiszer- és biotechnológiai iparban, mint opportunista patogének és mint mikotoxin termelők
- Jelentőségét jelzi, hogy eddig 12 faj genomját szekvenálták meg!
- Általában raktári penészként tartják számon (**postharvest kontamináció**)



Fontosabb *Aspergillus* mikotoxinok

- **Aflatoxinok**
- **Ochratoxinok**, citrinin
- **Fumonizinek**
- Patulin
- Ciklopiazonsav
- Gliotoxin
- Citreoviridin



Aspergillus fajok szerepe a szántóföldi mikotoxin szennyeződésben

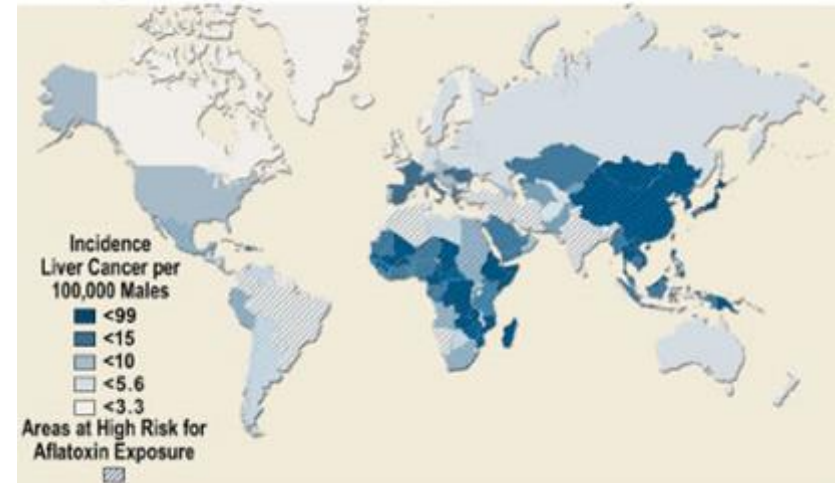
Fontosabb termelők	Mikotoxinok	Mezőgazdasági termék
<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>	Aflatoxinok	Kukorica, gabonafélék, gyapotmag, földimogyoró, füge, pisztácia
<i>A. nomius</i>	Aflatoxinok	Brazil dió
<i>A. ochraceus</i> , <i>A. westerdijkiae</i> , <i>A. niger</i>	Ochratoxinok	Kávé, fűszerek, kakaó
<i>A. carbonarius</i> , <i>A. niger</i>	Ochratoxinok	Szőlőtermékek, mazsola
<i>A. alliaceus</i> , <i>A. niger</i>	Ochratoxinok	Füge
<i>A. clavatus</i>	Patulin	Gabonafélék



Aflatoxinok

- Dekaketid kumarin származékok
- Fő termelők: *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*

Correlation Between Populations with High Liver Cancer Rates and High Risk of Chronic Exposure to Aflatoxin Contamination



Hatásuk

- Akut toxikus hepatitis
 - 1974, India, 108 halott (kukorica)
 - 1981, 2004, 2006, Kenya, >150 halott (kukorica)
- Krónikus aflatoxicosis
 - májcirrózis, májrák
 - Mozambik, Dél-Afrika, Kína



Aflatoxinok és termelőik előfordulása mezőgazdasági termékekben a környékbeli országokban

- **Horvátország:** aflatoxin termelők azonosítása kukoricáról (Kosalec & Pepelnjak 2005, Halt et al. 2004)
- **Észak-Olaszország:** Aflatoxin termelő *A. flavus* és EU határérték feletti aflatoxin kontamináció detektálása kukoricán (Gioni et al. 2007)
- **Szlovénia, Szerbia:** EU limit feletti aflatoxin M1 szint tejben (Torkar and Vengust 2007, Polovinski-Horvatovic et al. 2009)
- **Románia:**
 - 1997: minden vizsgált kukoricaminta aflatoxinmentes volt (Curtui et al. 1998)
 - 2002-2004: a vizsgált tételek 30%-ában delektáltak aflatoxinokat, 20%-ukban a határérték felett (Tabuc et al. 2009)



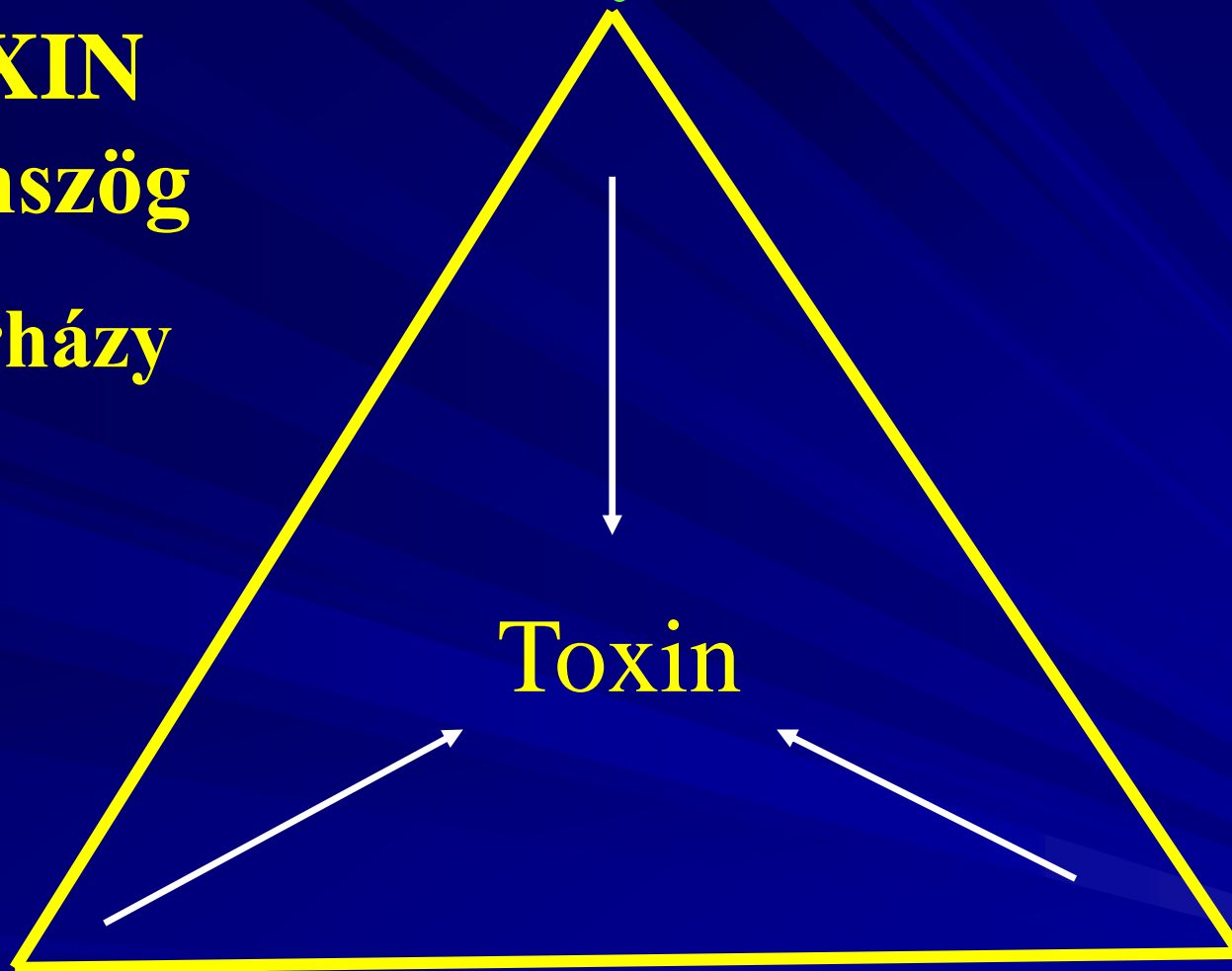
Járványtan

- Nővirágzáskor meleg csapadékos idő mindegyiknek jó.
- Utána:
- *F. graminearum* Csapadékos augusztus szeptember átlagos hőmérséklettel
- *F. verticillioides* Meleg száraz időjárás
- *Aspergillus spp.* Forró, száraz időjárás
- A virágzáskori öntözés megtöbbszörözheti a fertőződést és akár a toxintartalmat is.

A TOXIN háromszög

Mesterházy
2012

Környezet



Toxintermelő faj,
izolátum

Rezisztenciaszint

Toxinok

- *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. moniliforme*: Fumonizinek B1, B2, B3, B4, B5, 100 feletti összes szám
- *Fg/Fc*: DON (3-ADON, 15-ADON, 3-DON glükózid) és Zearalenon (α - és β - zearalenol)
- *Aspergillus spp.* Aflatoxinok, B1, B2, G1, G2

Aspergillus flavus aflatoxin termelés kukorica hibrideken, 2010

Tulajdonság	Genotípus	Kontr.	Asp1	Asp2	Asp3	Mean
Fert. felület	H1	0	1.436	1.848	1.864	1.290
%	H2	0	1.484	1.410	1.503	1.100
	Átlag	0	1.462	1.630	1.680	1.200
Aflatoxin	H2	0	0.245	0.599	0.000	0.211
mg/kg	H1	0	0.108	0.013	0.000	0.030
	Átlag	0	0.177	0.306	0.000	0.120

Mesterséges inokuláció





Rezisztencia

**fokozatok fogvájó
2008:**

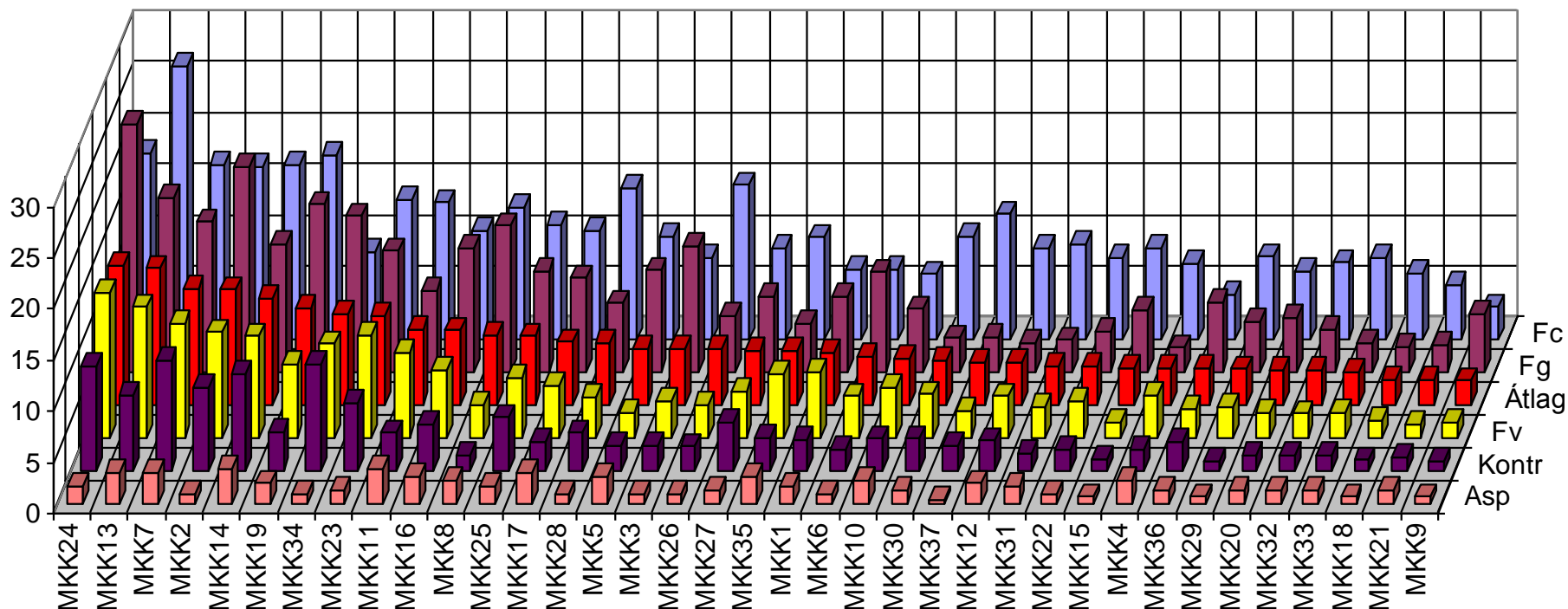
R= ellenálló

**MS =közepesen
fogékony**

S= fogékony



1. ábra. Az MKK kukorica csőpenész kísérlet adatai, 2012. Egyedi csőfertőzöttségi átlagok, fogvájós inokuláció. Szeged, 2012. (Aspergillus = természetes)

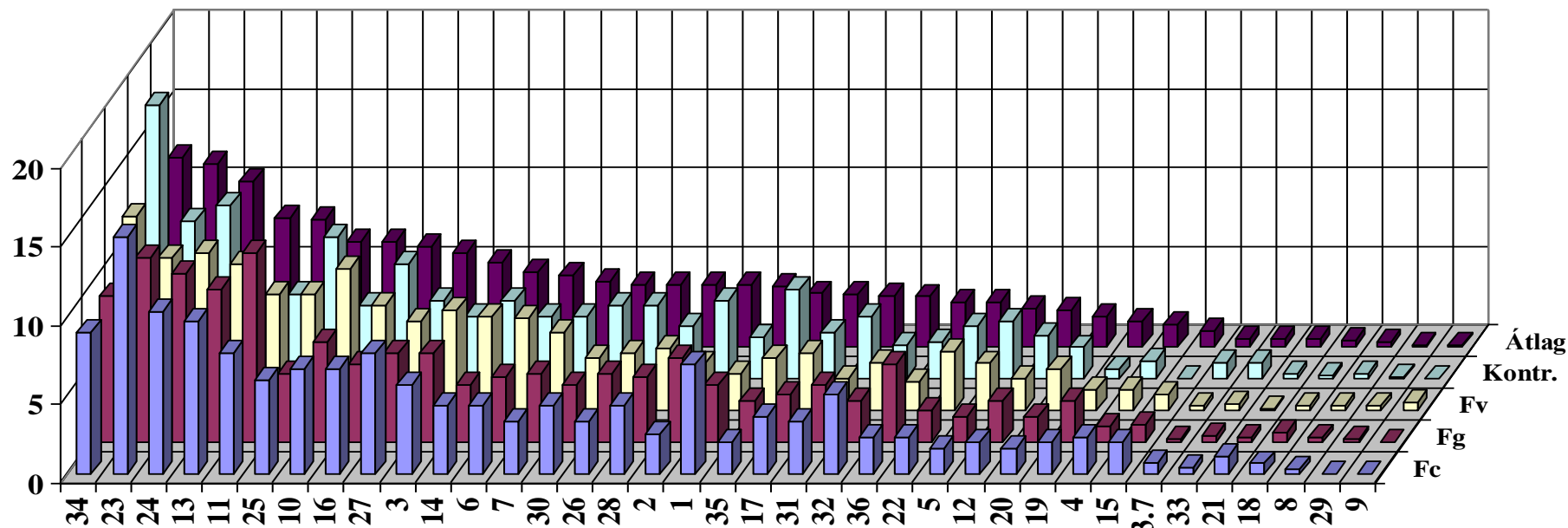


Korrelációk

Tényező	Fg	Fc	Fv	Kontr	Asp
Fc	0.6749***				
Fv	0.8021***	0.7514***			
Kontr	0.7639***	0.6374***	0.9059***		
Asp. term	0.2847	0.4212**	0.4755**	0.3454*	
Átlag	0.9088***	0.8672***	0.9429***	0.8828***	0.4605*

***P = 0.001, ** P = 0.01

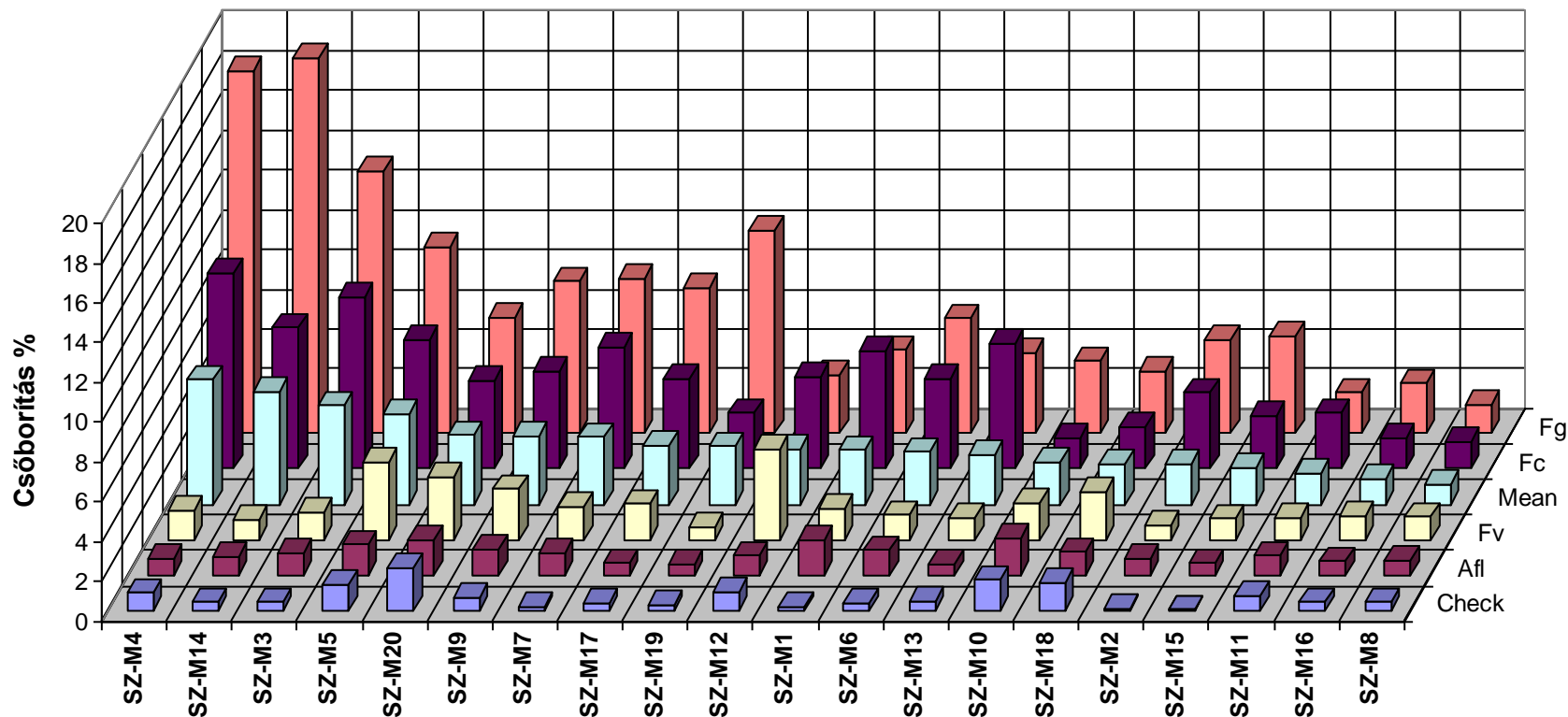
Az MKK kukorica hibridek csőfuzárium ellenállósága, bibecsatornás fertőzés, csőborítás %, 2012.



Összefüggések	Fc	Fg	Fv	Kontr.
Fg	0.6937			
Fv	0.5662	0.8290		
Kontr.	0.5780	0.7879	0.8358	
Átlag	0.7722	0.9312	0.9197	0.9196

P = 0.1 %-on mind szignifikáns

Magyar és szerb kukorica hibridek reakciója toxintermelő gombafajokkal szemben, 2012



Összefüggések	Afl	Fc	Fg	Fv	Kontroll
Fc	0.0665				
Fg	-0.0782	0.7658***			
Fv	0.4688*	0.0975	-0.1228		
Kontroll	0.6191	-0.0808	-0.0689	0.6443**	
Átlag	0.1440	0.8875***	0.9332***	0.1726	0.1343

*** P = 0.001, ** P = 0.01, * P = 0.05



MKK7

A. flavus





MKK13





MKK9





MKK21





MKK26





SZM 20

Igen erős Aspergillus felülfertőzés





A. flavus



F. vert. súlyos fertőzés



Fungicidhasználat

- 1. **Kisparcellás fungicid** kísérlet kézi permetezéssel a csőre koncentrálván (250L/ha)
- 2. **Nagyüzemi kísérlet** 400 m hosszú 12 soros parcellák
- Három fungicid és három szórófej négy ismétlésben, két hibriddel (250 L/ha)
- Mesterséges inokuláció kontroll 1 *F. graminearum* és 1 *F. culmorum* izolátummal, parcellánként 30 cső inokulációjával.
- Csőborítás, toxin tartalom

Kisparcellás fungicid kezelés hatása a DON (fent) és fumonizin (lent) tartalomra két kukorica hibridben, mg/kg, 2010.

Fungicid	Fusarium spp.			Átlag	Csökkenés
	Fus. term.	F. gram.	F. culm.		
Prosaro 1.0	0.54	0.37	12.27	4.39	84.06
Folicur Solo 1.0	0.29	2.12	13.09	5.17	81.24
Artea 0.5	0.34	5.01	39.00	14.78	46.36
Kezeletlen kontroll	0.11	4.56	78.02	27.56	-0.01
Átlag	0.32	3.01	35.60	17.30	52.91
SZD 5 %				7.51	

Fungicid	Sarolta	Boglár	Átlag	Csökkenés %
Prosaro 1.0	5.13	2.42	3.77	60.05
Folicur Solo 1.0	4.10	14.27	9.19	2.66
Natural	0.99	17.88	9.44	0.05
Artea 0.5	2.26	23.83	13.04	-38.17
Átlag	3.12	14.60	8.86	14.91
SZD 5 %			5.22	

Fungicidek hatása a csőfuzáriumra mesterséges inokulációs nagyüzemi kísérletben, 2010, DON tartalom mg/kg, 2010

Kezelés	Hibridek		Átlag	Csökkenés
	H1	H2		
Artea 0.5	10.80	2.04	6.42	46.04
Folicur Solo 1.0	14.19	1.97	8.08	32.11
Prosaro 1.0	16.11	1.02	8.56	28.04
Kontroll	21.97	1.84	11.90	-0.04
Átlagn	15.77	1.72	8.74	
LSD 5 %			ns	

Kezelés	Hibridek		Átlag	Csökkenés
	H1	H2		
Szórófej 3	12.18	1.76	6.97	41.41
Szórófej 1	12.02	1.94	6.98	41.36
Szórófej 2	16.89	1.33	9.11	23.42
Kontroll	21.97	1.84	11.90	-0.04
Átlag	15.77	1.72	8.74	
LSD 5 %			ns	

Review

Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review

ÁKOS MESTERHÁZY¹, MARC LEMMENS² and LANA M. REID³

¹Cereal Research Non-profit Company, PO Box 391, H-6701 Szeged, Hungary, E-mail: akos.mesterhazy@gabonakutato.hu;

²Department for Agrobiotechnology, University for Natural Resources and Life Sciences, A-3430 Tulln, Konrad Lorenz Street 20, Vienna, Austria; ³ Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON K1A0C6, Canada

With 2 tables

Received February 17, 2011/Accepted November 7, 2011

Communicated by T. Miedaner

Abstract

Ear rots caused by different *Fusarium* spp. are one of the most dangerous food and feed safety challenges in maize production. At present, the majority of the inbreds and hybrids are susceptible. Gibberella and *Fusarium* ear rots (caused by *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides*, respectively) are the two main diseases, but more than 10 further *Fusarium* spp. cause ear rots. Natural infection is initiated by a mixture of the local *Fusarium* spp., but usually one species predominates. Many maize breeders rely on natural infection to create sufficient levels of disease severity for selection-resistant genotypes; however, there are few locations where the natural infection is sufficiently uniform to make this selection efficient and successful. Thus, an artificial inoculation method normally performed with one fungal species is now used by more breeders. Most published papers on breeding for ear rot resistance are focused on either *F. graminearum* or *F. verticillioides*, and reports involving both or more *Fusarium* spp. are rare. Several reports support the hypothesis that resistance to multiple

Key words: *Fusarium graminearum* — *Fusarium verticillioides* — *Fusarium* — inoculation methods — resistance — inheritance of resistance — mycotoxins — breeding — corn — maize — *Zea mays* — ear rot

Ear rot diseases of maize, or corn, caused by *Fusarium* spp. have long been known. One of the first scientific reports was that of Bisby and Bailey (1923) in Canada. In contrast to *Fusarium* stalk rots that often result in direct yield losses, ear rots rarely do so; however, occasional high yield losses have been reported (Vigier et al. 2001). As a consequence, only sporadic breeding efforts have been undertaken to increase resistance to ear rots. It was not until the discovery of *Fusarium* mycotoxins that the full impact of the indirect economic loss from an ear rot outbreak became known. New regulations for the allowable

Összefoglalás

- Többéves adatok alapján a kukorica hibridek között sokszoros ellenállóság különbség van *Fusarium* fajokkal szemben.
- Az *A. flavus*-sal szemben jelentős különbségeket kaptunk mind természetes, mind mesterséges fertőzésnél. Rezisztenciaoldalról a 2012-es járvány nem meglepetés, a palettán sok a fogékonyabb vagy fogékony hibrid.
- Úgy tűnik, hogy a genetikai háttár a *F. graminearum*/*F. culmorum*-mal szemben nem feltétlenül azonos a *F. vert.* + *A. flavus*-szal. Ez a nemesítés helyzetét bonyolítja.
- Bár a kisparcellás fungicides eredmények a csőpenészek ellen biztatóak, a nagyüzemi technológia még nem hozza a kívánt szintet. Itt további munkára van szükség.
- Alapvető fontosságú a mesterséges fertőzések bevezetése a fajtaminősítésbe *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides* és *A. flavus*-sal szemben. Igen hasznosan kiegészítené a jelenlegi csőpenész természetes fertőződéses gyakorlatot.
- Minthogy az átvétel alapja a toxinszint, ezt a fajtaminősítésbe is be kell vonni, a fertőzöttség alapján nem lehet megbízhatóan toxinszintet megállapítani.

**Köszönöm
megtisztelő
figyelmüket!**

