

## A kukorica fuzáriumos fertőzéseinek 2013. évi alakulása több termőhely adatai alapján

Szöke Csaba<sup>1</sup> – Bónis Péter<sup>1</sup> – Vad Attila<sup>2</sup> – Dobos Attila<sup>2</sup> – Micskei Györgyi<sup>1</sup> – Marton L. Csaba<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA ATK, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

<sup>2</sup>DE Agrártudományi Központ, Debrecen

szoke.csaba@agrar.mta.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Az elmúlt évek egyre gyakoribb szélsőséges időjárása minden megközelítésből – tápanyag-utánpótlás, öntözés, növényvédelem – nagyobb természetési kockázatot jelent a kukoricatermesztésben. Hatványozottan érvényes ez a kukorica fuzáriumos megbetegedéseire. A kukoricánál kontinentális éghajlaton a kórokozók közül a legjelentősebb problémát a Fusarium nemzetség fajai jelentik. Megfertőzik a csöveket, ami a termésvesztéseken túl, az általuk termelt mikotoxinok miatt komoly veszélyeket jelentenek humán- és állategészségügyi szempontból is. Attól függően, hogy az adott területen melyik Fusarium faj dominál, változik a fertőzöttség mértéke, és az általuk termelt mikotoxinok okozta kár. A Fusarium spp. nem csak a kukoricacsövet támadják meg. A növény szárát megtámadva, a növény idő előtti elhalása miatt egyrészt gyengébb lesz a szenteltetés, ami kicsi, könnyű csöveket okoz. Másrészt a szárkorhadás által okozott veszteség a szártörés és dőlés miatt be nem takarítható termésből adódó betakarítási veszteség. A fertőzöttség mértékét alapvetően a kukoricahibridek rezisztenciaszintje határozza meg, de nagy a szerepe még az adott termőhely Fusarium fajösszetételének is.*

### SUMMARY

*As in other parts of the world, the frequency of weather extremes has increased greatly in Hungary in recent years. This means that maize production is faced with greater risks from all aspects: nutrient replacement, irrigation, plant protection. This is especially true of fusarium diseases. In a continental climate, the pathogens causing the most serious problems are species belonging to the Fusarium genus. They infect the ears, which – besides reducing the yield – poses considerable risk to both human and animal health due to the mycotoxins produced by them. Depending on which Fusarium species are dominant at a given location, changes can be expected in the level of infection and in the quality deterioration caused by the mycotoxins they produce. Fusarium spp. not only damages the maize ears but when pathogen attacks the stalk, the plant dies earlier, reducing grain filling and resulting in small, light ears. In addition, the stalks break or lodge, resulting in further yield losses from ears that cannot be harvested. The degree of infection is fundamentally determined by the resistance traits of the maize hybrids, but also a great role in that region Fusarium species composition as well.*

**Kulcsszavak:** kukorica, *Fusarium* fajok, cső- és szárfuzárium, mikotoxinok, rezisztencia

**Keywords:** maize, *Fusarium* spp., fusarium ear and stalk rot, mycotoxins, resistance

### BEVEZETÉS

Magyarország szántóföldi vetésszerkezetében a kukorica és a búza együttes részaránya az elmúlt években több, mint 50% volt. Növényvédelmi szempontból mindkét növénykultúrában igen súlyos mennyiségi és minőségi problémát okoznak a különböző *Fusarium* nemzetség fajai. A kukoricát leginkább a *F. graminearum*, a *F. verticillioides* és a *F. culmorum* károsítja (Fischl és Halász, 1990; Szécsi, 1994; Kizmus *et al.*, 2000).

Fertőzésükkel csökkentik a vetőmag csírázóképeségét, a termés mennyiségét, valamint az általuk termelt mikotoxinok révén súlyos minőségi kárt okoznak a termésben, továbbá komoly veszélyeket jelentenek mind humán-, mind pedig állategészségügyi szempontból is. Emiatt az Európai Bizottság korlátozta a kukoricában és kukoricakészítményekben előforduló maximálisan megengedhető fuzárium toxin mennyiségeket, amelyet az élelmiszerekben előforduló egyes szennyezőanyagok felső határértékeinek meghatározásáról szóló 1881/2006/EK rendelet és az azt módosító 1126/2007/EK rendelete szabályoz. Mindhárom faj mikotoxinokat termel. A *F. graminearum* és a *F. culmorum* legfontosabb toxinjai a deoxynivalenol (DON), a zerenone (ZEN) és a nivalenol (NIV), míg a *F. verticillioides*-nek a fumonizin (FB1, FB2, stb.) különböző változatai (Logrieco *et al.*, 2002; Bartók *et al.*, 2010). A toxinok káros élettani hatásai ismertek (Manczinger *et al.*, 2003; Krška, 2007; Pestka, 2010).

Ezen kívül a mikotoxinoknak fontos szerepe lehet a kórokozókkal szembeni rezisztencianemesítésben is. Több tanulmányban leírták, hogy a toxintartalom szoros összefüggést mutat a fertőzés nagyságával, ami azt jelenti, hogy a *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztencia a kórokozó toxintermelése által is szabályozott folyamat (Perkowski *et al.*, 1997; Toldi *et al.*, 2008). Löffler *et al.* (2011) szerint a mikotoxin tartalom örökölhetősége - a *F. graminearum* és a *F. verticillioides* esetében is - hasonló vagy nagyobb, mint a csőfertőzésé. A különböző *Fusarium* fajok igen eltérő ökológiai körülmények mellett is sikeresen fertőzik a kukoricát, továbbá minden termőhelyen egyszerre több *Fusarium* faj is jelen lehet. A szárkorhadás a növény idő előtti pusztulásához vezet, ami lényeges termés-csökkenéssel jár. Ezen kívül a szárkorhadás szártörést is okoz, – ennek mértéke például 2009-ben elérte a 20%-ot – ami tovább csökkenti a betakarítható kukorica mennyiségét.

A különböző rovarkártevők meghatározó szerepet töltenek be a fenti betegségek kialakulásában. A *Fusarium* fajok terjesztésében hazai viszonyaink között a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) és a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) hernyóinak kártétele lehet meghatározó. Megfigyelések szerint a

hernyó által okozott sérüléseken gyakran másodlagos kórokozók is megjelennek (Keszthelyi *et al.*, 2008, Mesterházy *et al.*, 2013). A molyfertőzés fiziológiai stressz is a növénynek, mely fokozza a szárkorhadás kialakulásának lehetőségét (Gatch *et al.*, 2002). A fuzáriumos fertőzöttség és a molyfertőzöttség közötti kapcsolat ugyan évjárártól függően változó erősségű, de minden esetben pozitív (Pálffy, 1983; Szőke *et al.*, 2002).

Jelen dolgozat eredményei a 2013. év *Fusarium* fertőzöttségének alakulását mutatja be az ország több, kukoricatermesztés szempontjából jelentős termőhelyén, a vizsgált köztermesztés előtt álló kísérleti hibridek *Fusarium* fajokkal szembeni ellenállóságát, a fertőzést okozó fajösszetételt, és a begyűjtött minták által termelt FB1 mikotoxin mennyiségének alakulását.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat 2013-ban hat termőhelyen (Bicsérd, Debrecen, Kaba, Keszthely, Martonvásár, Sárhatvan), három érécsoportban (FAO200, FAO300, FAO400), érécsoportonként 24 hibriddel végeztük. A kísérlet kétismétléses, latintégla elrendezésben volt elvetve.

A felvételezéseket 2013. szeptember közepén hajtottuk végre. Minden parcellában felvételeztük a természetes fertőzés következtében kialakult fuzáriumos csőpenész százalékos gyakorisági- és borítottsági értékeit, illetve a hernyókártétel (kukoricamoly és gypattok-bagolylepke), valamint a fuzáriumos szárkorhadás gyakoriságát. A csővön található kórokozókat a vizuálisan látható penészgyp, míg a hernyókártételt a rágásnyom alapján értékeltük. A szár fuzáriumos fertőzöttségét a döntési próbával határoztuk meg. Mindegyik területről csőmintát gyűjtöttünk be, melyekről fertőzött szemeket helyeztünk szelektív *Fusarium* táptalajokra (Szécsi, 2004), majd megfelelő inkubációt követően meghatároztuk az izolált *Fusarium* fajokat (Leslie és Summerell, 2006).

A mikotoxin mérés ELISA eljárással történt (Toxi-Watch Mikotoxin ELISA Kit) a gyártó által ajánlott módszer szerint.

A statisztikai értékelést a MS® Excel adatkezelő program beépített moduljaival és az Agronomix Inc. Agrobase programjával végeztük el.

## EREDMÉNYEK

A genotípusokon bekövetkezett gombás csőfertőzések mértékét az 1. ábra foglalja össze. Az ábra adatai szerint a vizsgált hibridek között statisztikailag igazolható különbségeket csak néhány hibrid esetében kaptunk. A 2013-as év időjárása kevésbé kedvezett a csőpenészesedést okozó *Fusarium* fajok felszaporodásának, így a kellő mennyiségű fertőzőképes kórokozó hiánya miatt, a megfelelő nagyságú szelekciós nyomás is elmaradt. Ebből arra következtethetünk, hogy a 72 kísérleti hibrid között csak a természetes fertőzésre alapozott szelekció még úgy sem elég hatékony, ha nem egy, hanem hat különböző termőhelyen értékeljük a hibrideket. Ahhoz, hogy minden évben megbízható szelekciót végezhessünk, mindenképp célszerű mesterséges fertőzést is alkalmazni, mert ezzel az adott vizsgálati helyen biztosítjuk a fertőzőképes kórokozó jelenlétét, továbbá – ha szükséges – öntözéssel segíthetjük a fertőzéshez optimális mikroklíma kialakulását.

1. ábra: Avizsgált hibridek csőfuzáriummal szembeni ellenállósága a hat termőhely átlagában (2013)

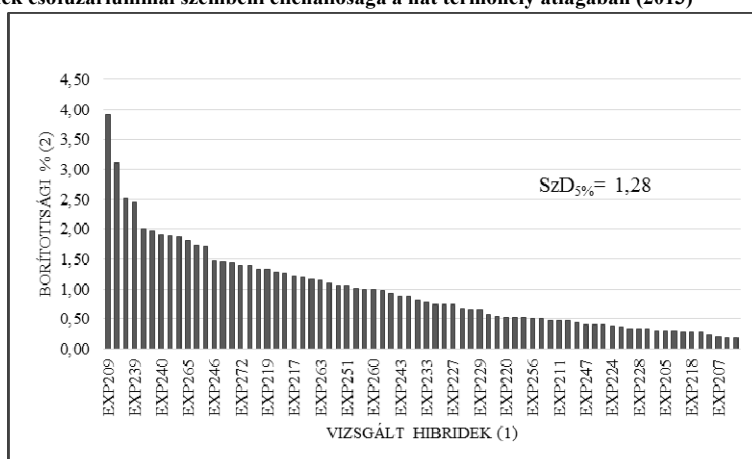


Figure 1: Resistance of the hybrids to *Fusarium* ear rot infection in the average of 6 locations (2013)  
Hybrids (1), *Fusarium* spp. cover on the ear (2)

A 2. ábra a vizsgált hibridek szárfuzárium fertőzöttségét mutatja. Az ábra szerint a 2013-as év szárfuzárium fertőzése jóval erősebb volt, mint a csőfuzáriumé. Az ábra alapján elmondható, hogy igen jelentős szárkorhadást regisztráltunk, volt olyan hibrid (EXP245), ami a hat hely átlagában 50%-nál is nagyobb fertőzést szenvedett. A kukorica szárszilárdságát két fontos tényező határozza meg: az egyik a szár szöveti szerkezete, míg a másik a különböző kórokozó gomba fajok következményeként fellépő fuzáriumos szárkorhadás. A bemutatott értékek nem a természetes úton megdőlő növények százalékos arányát mutatják be, a területeken ennél kisebb volt a természetes úton kidőlő növények százalékos előfordulása, mivel a szárok erős héjkerge megtartotta a növényeket. Azonban egyéb külső behatás következményeként (kukoricamoly kártétel, erős szél, nagymennyiségű csapadék) egyáltalán nem biztos, hogy a mechanikailag erős szerkezetű szár elég ahhoz, hogy megtartsa növényeket. Ezzel a kabai termőhelyen szembesültünk is: egy nagyon erős szármoly fertőzöttség mellett (73,32%), valamint egy igen intenzív viharos esőzés (110mm/lóra) következményeként itt volt a legmagasabb a természetes úton kidőlő növények aránya.

2. ábra: Avizsgált hibridek szárfuzárium fertőzöttsége a hat termőhely átlagában (2013)

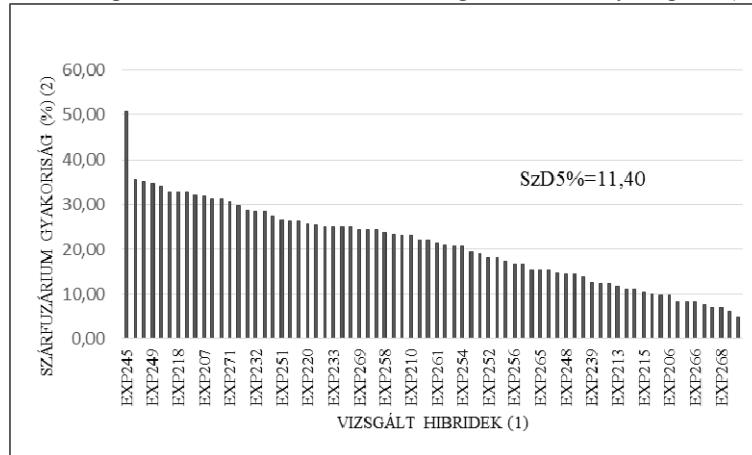


Figure 2: Fusarium stalk rot diseases of the examined hybrids in the average of 6 locations (2013)  
Hybrids (1), frequency of Fusarium spp. in the stalk

A termőhelyekről 2013-ban begyűjtött csőmintákról izolálást követően morfológiai jegyek alapján meghatároztuk a területen jelenlévő *Fusarium* fajokat (3. ábra). Bicsérden, Debrecenben, Kabán és Keszthelyen a *F. verticillioides* faj volt a domináns. Ez alól csak a sárhatvani terület kivétel, ott ugyanis a *F. proliferatum* volt az uralkodó faj. Ez a faj a többi termőhelyen is a második nagyobb arányban fordult elő. Ezekben a fajokon túl izoláltunk még *F. sporotrioides* és *F. graminearum* fajt is. Adatainkat összevetve a régebbi publikációkban megjelentekkel az látható, hogy a *F. graminearum* aránya csökkent, míg a *F. verticillioides* fajtáé nőtt.

Véleményünk szerint ennek egyik magyarázata az lehet, hogy ez a faj melegigényesebb az eddig kukoricát károsító *Fusarium* fajoknál, így a melegedő éghajlatunk segíti elterjedését. Ezeket az információkat a betegséggel szembeni rezisztencia-nemesítésnél érdemes figyelembe venni. Ahhoz, hogy megállapítsuk, hogy a *F. verticillioides* faj előfordulásának növekedése tendencia, vagy csak az adott évszázad hatása, további vizsgálatok szükségesek, ezért 2014-ben újabb mintákat gyűjtünk be.

3. ábra: A mikroszkópus *Fusarium* fajok %-os megoszlása az egyes termőhelyeken (2013)

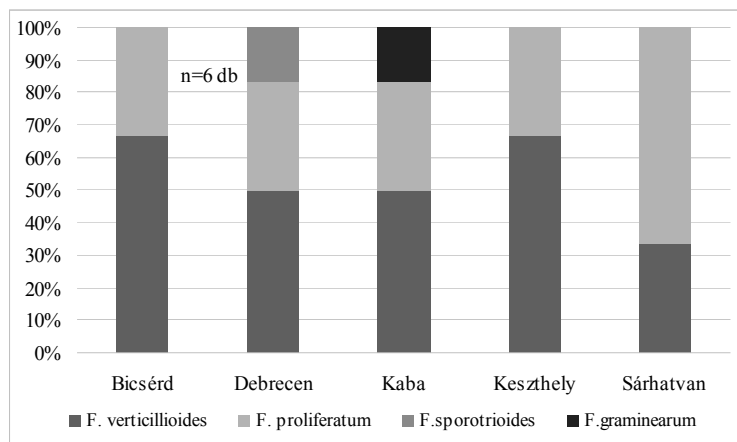


Figure 3: Ratio of microscopic Fusarium species by locations (2013)

Ismerve a szántóföldről begyűjtött kukoricacsöveket fertőző *Fusarium* fajokat, célirányosan a szemek fumonisin B1 toxin tartalmát határoztuk meg (4. ábra). Mindegyik termőhelyen igen magas FB1 toxintartalmat mértünk, a két legmagasabb értéket a keszthelyi (1099,43 µg/kg) és a sárhatvani (1061,37 µg/kg) minták esetében kaptuk. 2013-ban egyik helyen sem volt magas csőfuzárium fertőzöttség, a termőhelyek közül a legnagyobb csőpenészesedést Bicsérden (2,12%) felvételeztük. Ezt követte a debreceni (1,65%), kabai (1,08%), a martonvásári (0,54%), a sárhatvani (0,46%) csőpenészesedés, a legalacsonyabb értéket a keszthelyi (0,05%) termőhelyen mértük. A termőhelyenkénti csőfuzárium előfordulása ezeknél az értékeknél magasabb volt: a legmagasabb Bicsérden (44,68%), míg a legalacsonyabb Keszthelyen (2,72%). A kabai termőhelyen 26,04%, a debrecenin 23,78%, a martonvásárin 21,79%, míg a sárhatvanin 14,64% volt a fuzáriumos csőpenészesedés előfordulása. Összevetve a fuzáriumos csőfertőzés nagyságát és annak előfordulási gyakoriságát az FB1 toxintartalommal, azt látjuk, hogy fertőzés nagysága és annak gyakorisága nem minden esetben függ egymástól, a két legmagasabb FB1 toxintartalmat a két legkevésbé fertőzött területen mértük.

4. ábra: A szántóföldről begyűjtött kukoricacsó minták fumonisin B1 toxintartalma (2013)

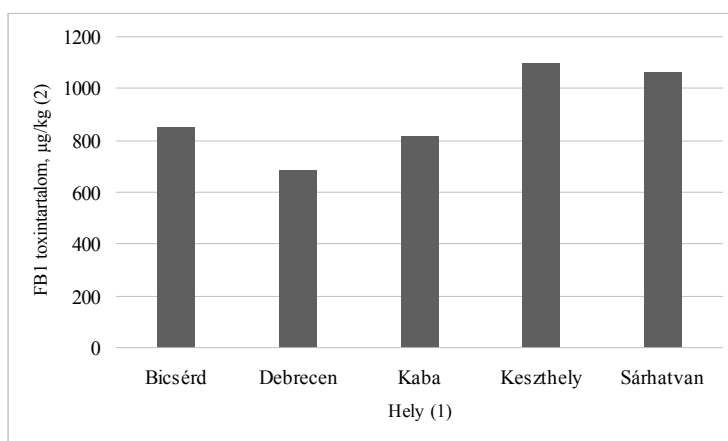


Figure 4: Fumonisin B1 toxin content of maize ear samples collected from the field (2013)  
Locations (1), Fumonisin B1 toxin content (2)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Több termőhelyen végzett, nagy genotípus számmal beállított kísérleti eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a cső- és szárfuzáriummal szembeni rezisztencia-nemesítéshez a csak természetes fertőzésre alapozott szelekció nem elég hatékony, mivel az évjárat nagyban befolyásolja a fertőzés kialakulását. A gomba számára kedvezőtlen időjárási tényezők mellett nem alakul ki olyan mértékű fertőzési nyomás, ami megfelelő differenciálást tenne lehetővé a nemesítési alapanyagok között.

A modern kukorica hibridek megfelelő szárszilárdságuknak köszönhetően még erős szárfuzáriumos fertőzés esetében sem dőlnek meg. Azonban a szárfuzáriummal szembeni rezisztencianemesítésnek ettől a tényőtől eltekintve is nagy jelentősége van. A sok esetben teljes egészében szétrohadt bélszövet a növény életfolyamataira teljesen egyértelműen kedvezőtlen hatással van, de ezen túl egy kedvezőtlen külső behatás következményeként (erős kukoricamolylet, vagy szélörpítés) a héjkéreg egymagában nem tudja megtartani a növényt.

Felvételezéseink szerint 2013-ban nagyobb számban voltak jelen a melegigényesebb *Fusarium* fajok (pl.: *F. verticillioides*). Ahhoz, hogy megállapítsuk, hogy a melegigényesebb *Fusarium* fajok előfordulásának növekedése tendencia, vagy csak az adott évjárat hatása, további vizsgálatok elvégzése szükséges.

A toxintartalom nem mindig függ össze a növény fertőzöttségével. Eredményeinkből arra következtethetünk, hogy akár igen alacsony – néhány pár szemes fuzárium fertőzés – fertőzöttség is elég ahhoz, hogy jelentős mikotoxin szennyezettség alakuljon ki.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## IRODALOM

Bartók, T. – Tölgyesi, L. – Szekeres, A. – Varga, M. – Bartha, R. – Szécsi, Á. – Bartók, M. – Mesterházy, Á. (2010): Detection and characterization of twenty-eight isomers of fumonisin B1 (FB1) mycotoxin in a solid rice culture infected with *Fusarium verticillioides* by reserved phase high-performance liquid chromatography/electro spray ionization time-of-flight and ion trap mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24: 35-42.

- Fischl G.-Halász L. (1990): A kukorica szárkorhadásában résztvevő mikroszkopikus gombák azonosítása hazánkban. *Növényvédelem* 26: 433-441.
- Gatch E. W.-Hellmich R.L.-Munkvold G.P. (2002): A comparison of maize stalk rot occurrence in Bt and non-Bt hybrids. *Plant Dis.* 86: 1149-1155.
- Keszthelyi S.-Varga Zs.-Pál-Fám F. (2008): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) által károsított kukoricaszár mikrogombás fertőzöttsége. *Növénytermelés* 57: 105-112.
- Kizmus, L., Marton, L.C.- Krüger, W. – Müller, D. – Drimal, J. – Pronczuk, M. – Zwatz, B. – Craicu, D.S. (2000): Data on the distribution in Europe of *Fusarium* species causing root and stalk rot in maize. In: Bedő Z (ed.), 50th Anniversary of the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. Scientific Meeting (June 2–3, 1999), Martonvásár, 170–176.
- Krska, R. – Welzig, E. – Boudra, H. (2007): Analysis of *Fusarium* toxins in feed. *Animal Feed Science and Technology* 137, 241-264.
- Leslie, J. F. – Summerell, B.A. (2006): *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing Ltd, UK, 387 pp.
- Logrieco A. – Mulè, G. – Moretti, A. – Bottalico, A. (2002): Toxicogenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology* 108: 597–609.
- Löffler, M. – Kessel, B. – Ouzunova, M. – Miedaner, T. (2010): Population parameters for resistance to *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* ear rot among large sets of early, mid-late and late maturing European maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Theor. Appl. Genet.* 120: 1053-1062.
- Manczinger L. - Pócsi I. - Vetter J. (2003): Gombaélettan. 139–195. p. In: Jakucs E. Vajna L. (Szerk.): *Mikológia*. Budapest: Agroinform Kiadó, 477 p.
- Mesterházy Á. - Tóth B. - Varga M. - Toldiné Tóth É. (2013): Kukoricáink csőpenész rezisztenciája. *GabonaKutató Híradó* 27: 12-13.
- Pálfy Cs. (1983): A kukoricamoly és kártétele. *Növényvédelem* 19: 515-517.
- Perkowski, J. – Pronczuk, M. – Chelkowski, J. (1997): Deoxynivalenol and acetyldeoxynivalenol accumulation in field maize inoculated by *F. graminearum*. *J. Phytopathol.* 145: 113-116.
- Pestka, J.J. (2010): Toxicological mechanisms and potential health effects of deoxynivalenol and nivalenol. *World Mycotoxin Journal* 3: 323-347
- Szécsi Á. (1994): A *Liseola* szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991 és 1992. évben. *Növényvédelem* 30: 313-318.
- Szécsi Á. (2004): Szelektív táptalajok *Fusarium* fajok izolálására és megkülönböztetésére. *Növényvédelem* 40: 339–342.
- Szőke, C. – Zsubori, Z. – Pók, I. – Rácz, F. – Illés, O. – Szegedi, I. (2002): Significance of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hübn.) in maize production. *Acta Agronomica Hungarica* 50: 447-61.
- Toldi, E. – Bartók, T. – Varga, M. – Szekeres, A. – Tóth, B. – Mesterházy, Á. (2008): The role of breeding in reducing mycotoxin contamination in corn. *Cereal Res. Commun.* 36: 175-177.