

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**Tebukonazol és protiokonazol hatóanyagok mennyiségének, transzlokációjának,  
bomlásának és kalászfuzáriózis elleni hatékonyságának vizsgálata búzában különböző  
kijuttatási módszereknél**

Lehoczki-Krsjak Szabolcs

Témavezető:

Prof. Dr. Mesterházy Ákos

Tudományos igazgatóhelyettes, MTA levelező tagja

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

Biológia Doktori Iskola

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft.

Szeged

2013

## BEVEZETÉS

A *Fusarium* gombák által okozott kalászfuzáriózis a búza (*Triticum aestivum* L.) egyik legfontosabb, élelmiszerbiztonsági és gazdasági kockázatokat jelentő betegsége. A fertőzés következményeképpen 10-40%-os termésveszteség mellett jelentős minőségromlás is bekövetkezhet, valamint emberre, állatra egyaránt súlyosan mérgező mikotoxinok halmozódhatnak fel a termésben. Az egyik legfontosabb *Fusarium* toxinból a dezoxinivalenolból (DON) feldolgozatlan búzában 1250 µg/g, gabonalisztben 750 µg/g, míg bébiételekben 200 µg/g a határérték az Európai Unióban. Ez mind a belföldi fogyasztásra szánt, mind az export tételek szempontjából fontos élelmiszerbiztonsági kritériumot jelent.

A kalászfuzáriózis ellen a leghatékonyabb védekezés az integrált növényvédelem, mely magában foglalja a legalább közepesen ellenálló fajták termesztését, a megfelelő elővetemény kiválasztását a vetésforgóban, a gombák túlélését biztosító növényi maradványok mennyiségének csökkentését, azaz a megfelelő agrotechnikát és a vegyszeres kalászvédelmet. Rezisztens fajták hiányában, járványos helyzetben az egyetlen igazán hatékony megoldás a vegyszeres védekezés marad, de ennek eredménye sem mindig garantált.

Az eltérő hatékonyságú gombaölő szerek használatától és a fajták biológiai tulajdonságaitól függően, valamint a környezeti és technológiai problémák miatt is a vegyszeres védekezés hatékonysága igen tág határok között mozog. A kalászvédelemben ajánlott és használt hatóanyagok közül a triazolok kiemelkedő hatékonyságát már több kísérletben és a gyakorlatban is bizonyították. A vegyületcsaládon belül kiemelkedő hatékonysággal bír a tebukonazol ami 1988-tól szerepel a növényvédőszer forgalomban és a protiokonazol ami egy „fiatal”, a kereskedelmi forgalomban 2004-óta szereplő hatóanyag. A kiemelkedő hatékonyság mellett azonban ennél a két vegyületnél is leírtak már a kezelést követő hatástalanságot, néhány esetben DON tartalom növekedést a termésben. Ezt – az egyébként más hatóanyag tartalmú szereknél is előforduló – jelenséget több esetben is a hatóanyagok szubletális dóziséval magyarázták, amely stressz faktorként hatva védekezési reakciót válthat ki a gombákból, amelyek így megnövekedett toxintermeléssel reagálhatnak. Azaz az egyes fungicidek hatékonyságát kémiai felépítésükön kívül nagymértékben befolyásolja, hogy milyen koncentrációban vannak jelen a védeni kívánt növényi részben.

A vegyszerek permetezés utáni sorsa leginkább környezetvédelmi okokból kutatott terület. Kevés információ áll rendelkezésre arról, hogy mi történik a hatóanyagokkal miután landoltak a védeni kívánt növény felszínén, és mi lesz a további sorsuk *in vivo* körülmények között. A hatóanyagokat aszerint, hogy felszívódnak-e illetve felszívódás után a növény belső

szöveiteiben milyen távolságra jutnak el a felszívódás helyétől több csoportra oszthatjuk. A tebukonazol és protikonazol az irodalmi adatok alapján szisztemikus, azaz a növényen belül transzlokálódhat. A lokális hatóanyagmozgás kiegyenlítheti a koncentráció különbségeket, és egyenletes védelmet biztosít, míg a hosszú távú, szervek közötti, transzlokáció előnyös lehet, ha a védeni kívánt növényi rész felé mozognak, azonban hátrányos, ha onnan eltávozik a hatóanyag

A kalászvédelem szempontjából – bár kevésbé kutatott tématerület – kiemelkedő jelentősége lehet a hatóanyagok mozgásának, ugyanis a nagyfelületű levélzethez képest a kalászok kisebb felületű és összetettebb felépítése és nagyjából függőleges állása megnehezíti az egyenletes vegyszeres fedettség kialakítását. A hagyományosan használt kalászpermetezési eljárásokat a búza lombvédelmére fejlesztették ki, ezért fúvókatípusonként eltérő szórásképpel ugyan, de a szórófejek függőlegesen lefelé permeteznek, hogy a levélzet minél nagyobb felületét védeni lehessen. Azonban ezzel a módszerrel a felülről kis felületet képező kalászok vegyszeres fedettsége sokkal gyengébb, mint az összefüggő felszint adó leveleké. Emiatt a permetezés során a kalászok vegyszeres borítottsága nem kielégítő, a hatóanyagok alacsonyabb koncentrációban lehetnek jelen, ezért a védekezés határfoka még pontos időzítés és technikai beállítások esetén is jelentősen elmaradhat a készítmények valós, optimális kalászborítottságnál mért hatásfokától.

A permetlé célzott kijuttatásának, és így a kalászok minél nagyobb fedettségének elérése és ezáltal a hatásosabb védelemhez szükséges nagyobb hatóanyag koncentráció elérése érdekében már több vizsgálatot végeztek. Olyan fúvókákat, illetve fúvóka kombinációkat kezdtek el kísérletképpen használni, melyek a függőlegetől eltérően valamilyen szögben előre, illetve hátra irányban permeteznek így növelve a kalászok permetleves fedettségét. Ezeket a vizsgálatokat azonban többnyire az adott ország permetezési technológiájához igazítva végezték el, ezért hazai körülményekhez adaptált eredmények eddig nem álltak rendelkezésre.

A hatóanyagok a kórokozók és a gazdanövény kapcsolatának és kölcsönhatásainak vizsgálatával, valamint a hatékonyabb vegyszer felhasználási és kijuttatási technológiák fejlesztésével, nemcsak az élelmiszerbiztonság növelhető, de a vegyszerek célzott kijuttatásával a környezeti terhelés is csökkenthető. Ehhez a kalászfuzáriózis elleni vegyszeres védekezésben leghatékonyabbnak talált triazol hatóanyagok közül, a tebukonazol és protikonazol hatóanyagokat választottuk modellként, hogy átfogóan vizsgáljuk a gazdanövény – kórokozó – gombaölő szer kölcsönhatások számos aspektusát, és a hatékonyabb vegyszer kijuttatás lehetőségeit.

## **CÉLKITŰZÉSEK**

- Üvegházi kísérleteinkben célul tűztük ki a protiokonazol és tebukonazol hatóanyagok növényen belüli hosszú távú transzlokációs képességének vizsgálatát virágzáskori kezelés után.
- Szántóföldi kiscellás kísérletekben vizsgálni kívántuk a kijuttatott hatóanyagok mennyiségének, növényi részekben belüli arányának alakulását, továbbá a növényben lévő hatóanyag mennyisége és hatékonysága közötti összefüggést a fajtákkal és környezeti tényezőkkel kapcsolatosan.
- Permetezés-technológia kísérletekben feladatul tűztük ki annak vizsgálatát, hogy a különböző fúvóka típusok és a permetlésugár iránya hogyan befolyásolja a kijuttatott hatóanyagok mennyiségét, növényi részekben belüli arányát, és a permetezés hatékonyságát.
- Tanulmányozni kívántuk a tebukonazol és protiokonazol hatóanyagok bomlását a búza virágzáskori permetezése után, valamint a hatóanyagok bomlásának sebességét befolyásoló tényezőket.

## **ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK**

### *Felhasznált fajták*

Mind az üvegházi, mind a szántóföldi kiscellás és permetezés-technológia kísérletekben ugyanazt a három fajtát használtuk: GK Kalász tar kalászu fogékony fajtát, GK Békés tar kalászu fogékony fajtát és a GK Fény tar kalászu mérsékelten rezisztens fajtát.

### *Felhasznált fungicid*

Mind az üvegházi, mind a szántóföldi kiscellás és permetezés technológiai kísérletekben 125 g/l protiokonazol és 125 g/l tebukonazol tartalmazó fungiciddel végeztük a kezeléseket.

### *Üvegházi transzlokáció vizsgálat*

A növényekre a permetszert a vizsgálni kívánt hatóanyagmozgás irányának megfelelően három különböző kezelési csoportban hordtuk fel három ismétlésben minden mintavételi időpontnak megfelelően. A bazipetális hatóanyagmozgás vizsgálatára a kalászokat, az akropetális hatóanyagmozgás vizsgálatára a zászlóslevelek lemezét kezeltük. A kaláson belüli hatóanyag vándorlás vizsgálatára a kalászok azonos oldalán lévő kalászkákat borítottuk be a vegyszerrel. Minden csoportban, mindhárom fajtáról a kezelés után 2 órával, 2, 4 és 8 nappal három ismétlésben gyűjtöttük a kalászt és a zászlóslevél levéllemezét. A kaláson belüli transzlokáció vizsgálatnál csak 2 órával, 2 és 4 nappal a kezelést követően gyűjtöttünk mintákat.

#### *Szántóföldi kisparcellás kísérletek*

A vegyszeres kezelést 2010-ben és 2011-ben a virágzás közepén végeztük a három ismétlésben véletlen blokk elrendezésben, 550-es csíraszámú vetett parcellákon, Szegeden. Az 5,2 m<sup>2</sup>-es parcellaméretre átszámolt 65 mg protiokonazol és 65 mg tebukonazol tartalmú vegyszer mennyiségét parcellánként 250 ml-es végtérfogatban kézi permetezővel juttattuk ki. A permetléshez a növény felületén való tapadást és felszívódást serkentő segédanyagokat nem adtunk. A kísérletben szereplő kontroll parcellákat vegyszerrel nem kezeltük.

A mesterséges inokulációhoz F.c. 12551 és F.c. 12375 *Fusarium culmorum* izolátumokat használtunk, melyeket Czapek-Dox tápoldaton szaporítottunk fel. A fertőzést teljes virágzáskor, két nappal a fungicid kijuttatása után végeztük mind a kezelt, mind a kontroll parcellákon, úgy, hogy 15-20 kalászt lazán összekötve, a kalászok minden oldalát permeteztük, csokronként 15-20 ml szuszpenziót használva. Inokuláció után minden kalászcsoportot 48 órára polietilén zacskóval takartunk le. A fertőzés után 12, 16, és 20 nappal értékeltük a tünetek kialakulását. A learatott kalászcsoportokat csépeztük majd a szemekből százalékosan értékeltük a szemfertőzöttséget és mértük a toxintartalmat

#### *Szántóföldi nagyparcellás permetezés-technológia kísérlet*

A kiszombori kísérletekben a vetést kukorica szármaradvánnyal borított magágyba végeztük 550-es csíraszámú a parcellaméretet a permetezőgép méretéhez igazítva egységesen 5,5 m széles parcellákba. A virágzás közepén 125 g/ha protiokonazol és 125 g/ha tebukonazol gyári formulációjú vegyszert juttattunk ki 250 l/ha permetlésben. A permetezést 8 km/h-s sebességgel végeztük. A 12 m munkaszélességű függesztett permetezőgépet (Agromechanika AGS 600 E) három különböző fúvókátípussal szereltük fel egymástól 50

cm-es osztással, úgy, hogy a szórókeret egyik oldalágába mindig azonos típusú fúvókákat helyeztünk. Három különböző szóráskepű és irányú fúvókát vizsgáltunk a kísérletekben. Függőleges irányú permetezésre állítottunk be XR TeeJet® megnövelt hatósugarú, lapos szórású fúvókákat. A függőlegestől eltérő szögben oldal irányból történő permetezés kivitelezésére Turbo TeeJet Duo® kettős polimer anyagú lapos szórású fúvókákat, melyek közepes cseppmérettel a függőleges síktól 45°-kal előre illetve hátra permeteznek, valamint Turbo FloodJet® széles kúpszögű, lapos szórású fúvókákat, melyek durva cseppmérettel a függőleges síktól 60°-kal előre illetve hátra permeteznek, szereltünk fel a szórókeretre.

A kalászfuzárium fertőzöttséget a permetezés után 20 nappal értékeltük.

A permetezés megkezdése előtt az állományba vízérzékeny papírokat (TeeJet, Spraying Systems Co., Wheaton, USA) rögzítettünk kalásmagasságban majd permetezés után pixel analízissel (GSA ImageAnalyser) értékeltük a fedettséget. A permetlébe fluorescens festéket kevertünk (0.2% 'Green S', Merck Chemical Ltd.), majd a parcellákról kalászokat gyűjtöttünk és 365nm hullámhosszú UV lámpa alatt vizuálisan értékeltük a kalászok permetszeres borítottságát.

### *Mintagyűjtés*

A hatóanyag mennyiségének meghatározásához mintákat gyűjtöttünk a permetezés után 2 órával, 2, 4 és 8 nappal. A véletlenül kiválasztott növényekről a kalászt a kalásztartó szártagot és a zászlóslevelet magában foglaló mintát vágunk le. Kisparcellás kísérletben minden fajta három ismétlésből parcellánként 10, a nagyparcellás kísérletekben parcellánként 30 növényt gyűjtöttünk be, melyeket később 10 kalásonként három ismétlésre osztottunk szét.

### *Hatóanyag és DON tartalom meghatározása*

A hatóanyag tartalom meghatározáshoz a liofilizált, darabokra vágott, illetve ledarált üvegházi és szántóföldi mintákat 12,5 cm<sup>3</sup>/g acetonitril/víz 8/2 (v/v %) arányú keverékével extraháltuk. A mintákhoz belső sztenderdet (imazalil) adtunk majd üvegszálás szűrőn HPLC-fiolába szűrtük. Külön kísérletben meghatároztuk az egyes hatóanyagok visszanyerési százalékát (recovery), amely 98-100%-nak adódott, fajtától, szervtől és hatóanyagtól függően.

A DON tartalom meghatározáshoz a szántóföldi mintákból származó szemek őrleményét acetonitril/víz 84/16 (v/v %) arányú keverékével extraháltuk, centrifugáltuk (10 000 rpm), majd Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/aktív szén keverékét tartalmazó szilárd fázisú extrakciós oszlopon engedjük át,

A hatóanyagtartalmat HP 1090 nagyhatékonyságú folyadékkromatográffal kapcsolt elektronporlasztásos Varian 500MS ioncsapdás tömegspektrométerrel (HPLC-ESI-MS), míg a DON tartalmat HP 1090 nagyhatékonyságú folyadékkromatográffal kapcsolt diódasoros detektorral (HPLC/DAD) határoztuk meg.

#### *Alkalmazott statisztikai módszerek:*

A statisztikai számításokat SPSS 19 (IBM Corporation, New York, USA) programmal végeztük. A fertőzöttségi adatok értékeléséhez három illetve négytényezős varianciaanalízist (ANOVA) használtunk Tukey *post hoc* teszt alkalmazásával, míg a hatóanyag tartalom adatok értékeléséhez két illetve háromtényezős ismételt méréses varianciaanalízist (RMANOVA) használtunk *post hoc* Bonferroni korrekció alkalmazásával. Minden esetben a  $P \leq 0,05$  értéket tekintettük szignifikáns különbségnek.

A hatóanyagok bomlási sebességét nulladrendű és elsőrendű kinetikával jellemeztük.

## **EREDMÉNYEK MEGBESZÉLÉSE**

### *Üvegházi transzlokációs kísérletek*

Az üvegházi kísérletekben, a három búzafajta zászlóslevélének tebukonazol és protiokonazol 1:1 arányú keverékével történő kezelése után, akropetális irányban, a kalászban nem találtunk mérhető mennyiségű protiokonazolt. A kezelés utáni első 8 napban a kalászban maximum 3,13% protiokonazol-deztiót és 0,5% tebukonazolt mutattunk ki az összes hatóanyagtartalom százalékában. A protiokonazol-deztio a protiokonazol legnagyobb arányban jelen levő bomlásterméke, amelyet ki tudtunk mutatni.

A kalász kezelése után bazipetális irányban, a zászlóslevélben protiokonazolt nem, de maximum 2,8% protiokonazol-deztiót és 4,9% tebukonazolt mértünk.

A kalász fél oldalának vegyszeres kezelése után ismét nem tapasztaltunk protiokonazol transzlokációt, azonban ennél a kísérletnél az első 4 napban 1,1-6,4% protiokonazol-deztiót és 2,2-19,8% tebukonazolt mértünk a zászlóslevélben az összes hatóanyag tartalom százalékában.

A kalász két oldala (az ellentétes oldalon lévő kalászkák) közti transzlokáció 7,1-15,5% protiokonazol-deztio és 3,2-9,2% tebukonazol tartalmat eredményezett az összhatóanyag tartalom százalékában a kezeletlen kalászkákban.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy nincs nagymértékű, a kalász és a zászlós levél közti esetleges permetezési egyenetlenségeket kiegyenlítő hatóanyag transzlokáció. Ebből az következik, hogy a minél nagyobb hatékonyságú kalászvédőanyag érdekében a hatóanyagokat közvetlenül a védendő szervre, azaz a kalászra kell juttatni úgy, hogy annak fedettsége minél egyenletesebb legyen.

#### *Szántóföldi kisparcellás kísérletek*

Szántóföldi kisparcellás kísérleteinkben kézi permetezést alkalmazva a hatóanyagok (száraztömegre vonatkoztatott) koncentrációja 2 órával a kijuttatás után a zászlóslevél levéllemezában a kalászban mért kétszerese volt, az összes hatóanyag mennyisége azonban a kalászban volt magasabb a kísérlet folyamán.

Még extrém erős, mesterséges inokulációval előidézett járvány helyzetben is 40% fölött volt a kalász-, szemfertőzöttség és DON tartalom csökkenése a kezelés után. Gyengébb erősségű, a termesztési gyakorlatban előforduló járványhelyzet esetén 80% fölötti kalászfertőzöttség és 90% fölötti szemfertőzöttség illetve DON tartalom csökkenést mértünk, a kalászban átlagosan 1.70 ( $\pm 0.41$ )  $\mu\text{g}$  kiindulási protiokonazol-deztio és 4.81 ( $\pm 1.43$ )  $\mu\text{g}$  kiindulási tebukonazol tartalomnál.

#### *Permetezés-technológia kísérletek*

Nagyparcellás permetezés-technológia kísérleteinkben az oldalirányból közepes cseppmérettel permetező Turbo TeeJet Duo fúvóka használata esetén átlagosan 1,4-szer nagyobb vegyszer koncentrációt mértünk a kalászban, mint a függőlegesen permetező XR TeeJet fúvókánál. A Turbo TeeJet Duo fúvóka a menet irány szerint előre és hátrafelé egyszerre permetező iker fúvóka, amely a függőleges síktól 45°-os szögben érkező közepes cseppméretű permetlésugarakkal oldal irányból éri a kalászokat.

A függőlegestől 60°-ban előre és hátra permetező Turbo FloodJet fúvókával a mérések átlagában változóan, leginkább fajta függően tudtuk növelni a fedettséget és a hatóanyagtartalmat. A nagy cseppméret és a vízszinteshez leginkább közelítő permetezési szög a szálkás fajta esetén, amely a kalászon lévő szálkák segítségével több permetlécseppet tud összegyűjteni, azonos hatékonyságot mutatott a közepes cseppmérettel oldal irányból permetező fúvókával. Ennél a fúvókánál átlagosan 1,2-szer nagyobb vegyszer koncentrációt mértünk a kalászban, mint a függőlegesen permetező XR TeeJet fúvókánál.



A különböző permtezés-technológiákat összehasonlítva a zászlóslevelek levéllemezében, ellentétben a kalással, a legnagyobb hatóanyag koncentrációkat a függőlegesen lefelé permtező XR TeeJet fúvókánál mértük, átlagosan 1,3-szer többet, mint a Turbo TeeJet Duo-nál és 1,6-szer többet, mint a Turbo FloodJet-nél.

A kalászban és a zászlóslevél levéllemezében mért együttes hatóanyag tartalom mennyisége a függőlegesen permtező XR TeeJet és a Turbo TeeJet Duo szórófej esetén kis különbségekkel egyező volt, míg a Turbo FloodJet fúvókánál a harmadával is kevesebb. Tehát a permtezés irányának változtatásával megváltoztatható a hatóanyagok növényen belüli eloszlása, a védeni kívánt kalásokban megnövelhető a hatóanyag tartalom.

A szántóföldi permtezés-technológiakísérletekben a 2010-es erősen járványos évben a kalászfertőzöttség átlagosan 87%-kal a szemfertőzöttség átlagosan 81%-kal és a DON tartalom átlagosan 75%-kal csökkent a gombaölőszeres kezelés után a kezeletlen kontrollhoz képest. A fúvókák közt a fertőzöttség csökkenése szempontjából nem találtunk szignifikáns különbséget. Mindhárom kijuttatási módnál egyaránt igen nagy vegyszerhatékonyságot találtunk.

#### *A hatóanyagok bomlása*

A hatóanyagok bomlási kinetikáját vizsgálva megállapítottuk, hogy az üvegházi kísérletekben a protiokonazol-deztio aránya a mintavételi időpontok előre haladtával folyamatosan nőtt a protiokonazolhoz képest, mind a teljes kalász, mind a kalász fél oldalának kezelése és a zászlóslevél levéllemezének kezelése után. A tebukonazol stabilabbnak bizonyult, mivel aránya a kezdeti 1:1 körüli érték után folyamatosan nagyobb volt, mint a protiokonazol és bomlásterméke aránya.

A szántóföldi kísérletekben már a kezelés után 2 órával gyűjtött mintákban is a kimutathatósági érték alatt volt a protiokonazol. Bomlásterméke, a protiokonazol-deztio mennyisége jóval kevesebb volt a tebukonazolénál, ezért valószínűsíthető, hogy más bomlástermékek is jelen lehettek a növényekben.

A bomlás sebessége a legtöbb esetben első rendű kinetika szerint zajlott. Emellett a néhány esetben előforduló nullad rendű kinetika valószínűleg a mérési idő relatív rövidege (8 nap) miatt fordult elő. A szántóföldi kísérletek során a kalászban a prothiokonazol-deztio felezési ideje legkevesebb 1,9 nap, míg a tebukonazol felezési ideje legkevesebb 5,3 nap volt. A zászlóslevél levéllemezében a protiokonazol-deztio felezési ideje legkevesebb 1,7, míg a tebukonazol felezési ideje legkevesebb 4,8 nap volt. Átlagban tehát, mind a zászlóslevélben,

mind a kalászban gyorsabban csökkent a már eleve bomlástermékként jelen levő protiokonazol-deztio mennyisége, mint a tebukonazolé, a zászlóslevelet és a kalászt összehasonlítva pedig mindkét hatóanyag bomlása gyorsabban ment végbe a zászlóslevélben, mint a kalászban.

A három fajta összehasonlításában mindkét évben, mindkét szervben tapasztalt hatóanyag bomlás szempontjából a GK Fény fajtában volt a leglassúbb a folyamat. Ezek az eredmények egy egészen új hatóanyag-fajta kölcsönhatást jelentenek, amely kihatással lehet a védekezés hatékonyságára is.

## **KONKLÚZIÓ**

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált hatóanyagok nem transzlokálódnak a növény szervei között olyan mértékben, amely jelentősen befolyásolná a hatóanyagok szervek közötti megfelelő eloszlását, ezért a permetszert a védeni kívánt növényi részre kell juttatni a kívánt mennyiségben. A vizsgált hatóanyag kombinációt tartalmazó gombaölőszer kiváló hatékonyságot mutatott a kalászfuzáriózis elleni védelemben, azonban a fajta ellenállóságának is kulcsszerepe van a fertőzöttség csökkentésében. A termesztési gyakorlatban közepes cseppmérettel oldal irányból permetező fúvókával jelentősebb anyagi ráfordítás nélkül növelhető a kalászok vegyszeres fedettsége, és ez által a kívánatos hatóanyag tartalom.

## AZ ÉRTEKEZÉS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ KÖZLEMÉNYEK

Lehoczki-Krsjak Sz., Varga M., Szabó-Hevér Á., Mesterházy Á. Translocation and degradation of tebuconazole and prothioconazole in wheat following fungicide treatment at flowering *Pest Management Science*, DOI 10.1002/ps.3486 (In press)

IF: 2,251

Ákos Mesterhazy, Beáta Tóth, Mónika Varga, Tibor Bartók, Ágnes Szabó-Hevér, László Farády and Szabolcs Lehoczki-Krsjak (2011) Role of Fungicides, Application of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol *Toxins*, 2011. 3(11), p 1453-1483.

Lehoczki-Krsjak Sz., Szabó-Hevér Á., Tóth B., Kótai Cs., Bartók T., Varga M, Farády L. and Mesterházy Á. (2010) .Prevention of Fusarium mycotoxin contamination by breeding and fungicide application in wheat *Food Additives and Conaminants A*; Volume 27, Issue 5 May 2010. p 616 – 628

IF: 2,230

## EGYÉBB KÖZLEMÉNYEK

Szabó-Hevér Á., Lehoczki-Krsjak S., Tóth B., Purnhauser L., Buerstmayr H., Steiner B., Mesterházy Á. Identification and validation of fusarium head blight and *Fusarium*-damaged kernel QTL in a Frontana/Remus DH mapping population *Canadian Journal of Plant Pathology*, 2012. 34(2) p 224-238

IF: 0,884

(Várható) összesített impakt faktor: 5,365

## Társszerzői nyilatkozat

Alulírott nyilatkozom, hogy a Jelölt, mint társszerző hozzájárulása a megnevezett közlemények fungicid hatékonyság és permetezés-technológia fejlesztés részéhez jelentős volt.

Kijelentem, hogy ezeket az eredményeket tudományos fokozat megszerzéséhez nem használtam fel, és a jövőben sem fogom felhasználni:

Ákos Mesterhazy, Beáta Tóth, Mónika Varga, Tibor Bartók, Ágnes Szabó-Hevér, László Farády and Szabolcs Lehoczki-Krsjak (2011) Role of Fungicides, Application of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol *Toxins*, 2011. 3(11), p 1453-1483.

**Lehoczki-Krsjak Sz.**, Szabó-Hevér Á., Tóth B., Kótai Cs., Bartók T., Varga M, Farády L. and Mesterházy Á. (2010) .Prevention of *Fusarium* mycotoxin contamination by breeding and fungicide application in wheat *Food Additives and Conaminants A*; Volume 27, Issue 5 May 2010. p 616 – 628

Prof. Dr. Mesterházy Ákos

Tudományos igazgatóhelyettes, MTA levelező tagja

2013. március 12.