

Látóképi kísérletekből származó búzaminták penészgomba-, *Fusarium*- és DON toxin szennyezettségének alakulása

Kovács Csilla¹ – Pepó Péter² – Csajbók József² – Borbélyné Varga Mária³ – Szilágyi Szilárd³ – Sándor Erzsébet¹ – Peles Ferenc¹

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,

¹Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet

²Növénytudományi Intézet

³Agrárműszer Központ

pelesf@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A gabonafélék alapvető élelmiszerforrásnak számítanak már az ősidők óta. A búza a második legnagyobb területen termesztett haszonnövény Magyarországon. A gabonafélék összetételüknél fogva kiváló tápanyagforrást jelentenek a gombáknak. A gabonaféléken elszaporodó penészgombák jelentős károkat okozhatnak. Egyrészt rontják az élvezeti és tápértékét a belőle készült terméknek, másrészt egészségre káros mikotoxinokat is termelhetnek. A lakosság nagy mennyiségű gabona alapú termékeket fogyaszt, ezért szükséges a penészgombák számának a meghatározása, illetve az általuk termelt mikotoxinok kimutatása. Hazánkban a gabonafélék esetén az egyik leggyakrabban előforduló toxin a *Fusarium* fajok által termelt deoxinivalenol (DON) toxin.

Kutatómunkánk során azt vizsgáltuk, hogy van-e összefüggés az eltérő vetésforgó, növényvédelmi kezelés, nitrogén műtrágya adag, valamint a búzaminták penészgombaszáma, *Fusarium* fertőzöttsége és DON toxin tartalma között.

A vetésforgó, növényvédelem és nitrogén műtrágya adag és a búza *Fusarium* fertőzöttsége közötti összefüggést vizsgálva csak az eltérő növényvédelmi kezelések esetén tapasztaltunk szignifikáns különbséget. Az intenzív (háromszori fungicides) kezelés esetén ugyanis szignifikánsan alacsonyabb fertőzöttségi értéket kaptunk.

A búzaminták DON toxin tartalma, valamint a *Fusarium* fertőzöttsége között nem tapasztaltunk egyértelmű egyenes arányos összefüggést.

SUMMARY

Grains are basic food sources since ancient times. Wheat is cultivated on the second largest areas in Hungary. Cereals are excellent nutrient sources for fungi due to their composition. Moulds which are proliferating on the cereals can cause significant damages. On the one hand they deteriorate the sensory and the nutritional value of the products, and on the other hand they can also produce mycotoxins which are harmful to health. The population consumes large amounts of cereal-based products; therefore it is necessary to determine the number of moulds, and the detection of mycotoxins produced by them. Deoxynivalenol (DON) toxin, produced by *Fusarium* species, are one of the most frequently occurring mycotoxins in cereals, in Hungary.

During this study, we investigated whether there was any correlation between the different crop rotation, plant protection, nitrogen fertilizer dose and the mould count, *Fusarium* infection and DON toxin content of wheat sample.

During the examination of relationship between the crop rotation, plant protection, nitrogen fertilizer dose and the *Fusarium* infection of wheat, we found significant difference only in case of different plant protection treatments. In case of intensive (three times fungicide) treatment significantly lower infection values were obtained.

We did not observed clearly linear proportional relationship between the DON toxin content and the *Fusarium* contamination of wheat samples.

Kulcsszavak: búza, penészgombaszám, *Fusarium*, DON toxin, vetésforgó, növényvédelem, nitrogén műtrágya

Keywords: wheat, mould count, *Fusarium*, DON toxin, crop rotation, plant protection, nitrogen fertilizer

BEVEZETÉS

A gabonafélék alapvető élelmiszerforrásnak számítanak már az ősidők óta. A búza vetésterületét tekintve a kukorica után második legnagyobb területen termesztett haszonnövényünk. A gabonafélék összetételüknél fogva kiváló tápanyagforrást jelentenek a gombáknak. A gabonaféléken elszaporodó penészgombák jelentős károkat okozhatnak, mivel egyrészt rontják a belőle készült termék élvezeti és tápértékét, másrészt egészségre káros mikotoxinokat is termelhetnek. A mikotoxinok a penészgombák által termelt extracellulárisan kiválasztódó másodlagos anyagcseretermékek. Szeitzné és mtsai. (2009) szerint a penészgombák jelenléte csökkenti a terméshozamot és az értékesíthető mennyiséget.

A potenciálisan toxintermelő gombák jelen lehetnek a termőföldön, a silókban, valamint a raktárakban egyaránt. Ezek a mikroszkopikus élőlények rontják a búza minőségét, a magvakon megfigyelhető elváltozásokat és csírázóképeség csökkenést eredményeznek.

A toxintermelő penészek közül a *Fusarium* nemzetségbe tartozó fajok okozzák a legtöbb problémát a mezőgazdasági termesztésben. Ez az egyik legjelentősebb és legfajgazdagabb genus. Kifejezetten polifágok. Rendszerezésük nem egyszerű feladat, mely a nagyfokú heterogenitásuknak, morfológiai és fiziológiai változékonyságuknak köszönhető. Rendszertanilag a gombák teleomorf alakját sorolják be, mely a *Fusarium* esetén a *Gibberella* nemzetség. A *Gibberella* nemzetség a *Fungi* országba, *Dicarya* alországba, *Ascomycota*

törzsbe, *Pezizomycotina* altörzsbe, *Sordariomycetes* osztályba, *Hypocreales* rendbe, *Nectriaceae* családba tartozik (Internet1). Párás, meleg időben telepednek meg a gabonánövényen. A *Fusarium* fajok szinte mindenhol megtalálhatók, azonban zömmel talajlakók, de szaprotrófok is lehetnek, azaz elhalt növényi maradványokon élhetnek, továbbá primer parazitaként is jelen lehetnek. Laza szerkezetű felületi micélium szövedéket képeznek, amelyek fejlődésük során szennyes fehér, sárga, rózsaszínű (piros) pigmenteket tartalmaznak. Ezen fajok jelentik a legnagyobb élelmiszerbiztonsági- és takarmánybiztonsági kockázatot. Sohár (2007) szerint a jelétükkel rontják a búza tápértékét, eltarthatóságát, és az érzékszervi tulajdonságokat is megváltoztatják. A gombák számára a magvak szubsztrátként szolgálnak, hiszen tartalmazzák a növekedésükhöz szükséges tápanyagokat.

Az élő penészek izolálására és számolására évekig a lemezöntéses módszert, illetve a mikroszkópos vizsgálatot alkalmazták szelektív vagy nem szelektív táptalajon (Kiskó, 1999). Szükség van azonban újabb gyors módszerek fejlesztésére és alkalmazására ilyen például a kémiai módszerek közül a kitintartalom meghatározása vagy az ergoszterin mérése (Kiskó, 1999).

A fuzáriózis napjainkban nagyon elterjedt, a gabonaféléket megbetegítő betegség. Országos felmérések már az 1970-es évek elejétől rendelkezésre állnak. Évről-évre vizsgálják a fertőzöttség alakulását. Halász és Tóth (2011) cikkében a 2010-ben végzett vizsgálat során megyénként 16-77 darab búzamentát vizsgáltak meg. A *Fusarium* fertőzöttség 22,5 és 100% között alakult, a megyei átlag 73,7%, az országos átlag 24,6% volt. A többi megyéhez viszonyítva itt a volt a szennyezettség mértéke a legmagasabb. Halász és Valovics (2012) 62 db mintát vizsgáltak meg *Fusarium* szennyezettség megállapítása céljából. Eredményeik alapján 2011-ben Hajdú-Bihar megyében 2,0 és 63,5% között alakult a szennyezettség mértéke. A megyei átlag 14,50% volt, míg országos szinten 9,22% volt az átlag. Megfigyelhető, hogy 2011-ben alacsonyabb volt a fertőzöttség mértéke.

A *Fusarium* fajok mindig jelen vannak a környezetben. Kedvezőtlen hatásuk csupán attól függ, hogy az adott évben milyen időjárási viszonyok uralkodnak, illetve mennyire valósulnak meg a fertőzés mértékét csökkentő megfelelő agrotechnikai lehetőségek (vetésforgó, rezisztens fajta/hibrid választás, talaj adottság, tápanyagellátás, növényvédelem, öntözés).

Tóth (2009) és Halász és Valovics (2012) tanulmányuk szerint a *Fusarium* fertőzöttség a búzán nem egyenesen arányos a toxintartalommal. Sohár (2007) és Scudamore (1993) hasonló megállapításra jutott. Előfordulhat, hogy alacsonyabb fertőzöttség esetén ellentétes hatás következik be, vagyis a toxin mennyisége magasabb. Kedvezőtlen körülmények esetén a gombák elpusztulhatnak, azonban az általuk termelt mikotoxinok továbbra is jelen lesznek.

Szeitzné és mtsai. (2009) vizsgálataik szerint a kalászfuzáriózis az őszi búza leggyakoribb és egyben legsúlyosabb betegsége is, melynek élelmiszerbiztonsági szempontból számottevő jelentősége van az egész világon. Mesterházy (2007) vizsgálata szerint hazánkban túlnyomó részt a *Fusarium graminearum* és a *Fusarium culmorum* okozzák a gabonák fuzáriumos megbetegedését. 15 faj vizsgálata alapján jutott arra a megállapításra, hogy az említett két faj a legfertőzőképesebb és a járványok többségét is ezen fajok okozzák, de Halász és Tóth (2011) szerint jelen lehet a *F. avenaceum*, *F. nivale*, *F. sporotrichoides*, *F. poae* is. A *Fusarium* fajok főként betakarítás előtt, virágzáskor támadják meg a gabonaféléket, mely során a magház és a termés fertőződik meg, ezt elsődleges fertőzésnek nevezzük. A csapadékos időjárás, valamint a magas páratartalom pedig másodlagos fertőzés kialakulásához vezethet. A *F. graminearum* a DON, zearalenon és a nivalenol toxinokat termel. Ez a legelterjedtebb toxintermelő faj, mely 24-26 °C között képes növekedni (Sweeney és Dobson, 1998). A kalászfertőzés az alacsonyabb búzákon jelentősebb, mivel a levélszintek közelebb vannak egymáshoz, mint a kalásztartó szártaggal rendelkező búzák, melyek kevésbé fertőződnek (Kovács, 1998).

A penészgomba fajok nemcsak a gabonaszemeken belül, illetve a külső felületen találhatók meg, hanem a száron, a talajban és a talaj felületén is. A legnagyobb fertőzőforrást azonban a termőföldön maradó növényi maradványok jelentik. Az előbbieken már említett sok csapadék (tavasz és nyár eleji csapadékmennyiség) hatására a gabona szára megdőlhethet, így érintkezik a talajjal, mely lehetőséget teremt a talajban élő, illetve a növényi maradványokon lévő gombák elszaporodására. A gombák klamidospóráik segítségével ivartalan módon szaporodva évről-évre újabb járványok kialakulását biztosítják. A szennyezettség mértékét növeli, ha a fertőzött szemek bekerülnek a talajba. A fertőzött magból kikelő növény szárán függőleges irányban sötét elváltozások láthatók. A fertőzés gyors terjedését elősegíti a konídiumok szétszóródása is, mely során tipikus tünetként megjelenik a kalász kivilágosodása. A kaláson szembetűnő jelenség a fehéres-vöröses árnyalat megjelenése, mely a gombák micéliumainak jelenlétéről árulkodik.

A kalászfuzáriózis megjelenését, valamint a mikotoxin szennyezettség mértékét az uralkodó időjárási viszonyok mellett számottevően befolyásolja az alkalmazott agrotechnikai eljárás is. A vetésváltás során az elővetemény betakarítása után történő talajműveléssel (a növényi maradványok talajba dolgozásával) csökkenthető a fuzáriumos fertőzés mértéke. Edwards (2007) szerint a búza után termesztett kukorica minimális talajművelése (minimum tillage) esetén ötször nagyobb volt a DON toxin mennyisége. A megfelelő fajta/hibrid kiválasztása lényeges a fuzariózissal szembeni védekezésben. Olyan fajtákat érdemes vetni, melyek a hazai éghajlati viszonyokhoz alkalmazkodnak és ellenállóak. Mesterházy (2007) szerint elsősorban a fajták és a hibridek nagymértékű fogékonysága okozza a hazai és a külföldi gabonák *Fusarium* szennyezettségének kialakulását. Véleménye szerint a hazai búzafajták érzékenysége a járványok során megállapított mértékét jóval túllépi. A rezisztens fajták esetén számottevő fertőződés nem következik be még a mikotoxin termelésnek kedvező körülmények esetén sem, azonban a nagyon, vagy kiemelten fogékony fajták jelentős fertőzöttséget mutathatnak. A harmonikus tápanyagellátás, vagyis a helyes NPK-arány megvalósítása is lényeges (Pepó, 2003,

2004). Nem megfelelő arány esetén egyrészt a fertőzés kialakulására nagyobb az esély, másrészt a túlzott nitrogén mennyiség terméscsökkenést okoz (Racskó, 2005).

Az optimális időben történő betakarítás előnye, hogy a minőségromlás mértéke is csökken (Kovács, 1998). *Talaj* esetében, olyan területre érdemes vetni, mely nem szikes, illetve jó vízellátottságú. Az *öntözés* során fontos, hogy virágzás előtt egyenletesen történjen, a vegetációs időszak alatt, mert virágzáskor kedvező körülmények lesznek a penészgombák elszaporodására. A fajtaspecifikus *növényvédelem* megvalósításával a fertőzöttség mértéke is csökken, illetve ez az eljárás költséghatékonyak is minősül. A gabonátábla folyamatos figyelemmel kísérése során ellenőrizni kell, hogy az adott fertőzöttségi küszöböt elérte a fertőzés. Mesterházy és mtsai. (2003) kutatásaik során bebizonyították, hogy a fungicidekkel kezelt táblákon a kezeletlen táblákkal összevetve alacsonyabb volt a szennyezettség mértéke.

Mesterházy (2007) a *Fusarium* fajok által okozott szennyezettség csökkentése érdekében a minél gyorsabb rezisztencia nemesítést, a hatékony növényvédelmi lehetőségek felkutatását, a kalászfuzáriózis mértékének mérését szolgáló felügyelő rendszer kiépítését, valamint az előbb említett rendszer kibővítését szorgalmazza a mikotoxintartalom vizsgálatára.

A mikotoxinok a penészgombák anyagcseretermékeként képződött szekunder metabolitok. Táplálékláncbeli előfordulása nagyon gyakori. Teljes számuk nem ismert, azonban több mint 300-at azonosítottak már. Az általuk kiváltott betegség a mikotoxikózis. Tized mg/kg-nyi mennyiségben is képes súlyos betegségeket kiváltani, mely a fogyasztó egészségét károsítja, ezért nagyon fontos a vizsgálatuk (Ácsné és mtsai., 2007). Ezek a természetes úton képződött legveszélyesebb mérgeanyagok a szervezetbe növényi és állati eredetű élelmiszerekkel kerülnek be, ahol akut vagy krónikus hatásokat válthatnak ki. Mérgező hatásukat az emésztőrendszerben fejtik ki (Érsek és Gáborján, 1998).

A gabonaféléket megtámadó mikotoxin termelő *Fusarium* fajok közül a DON toxint termelők a jellemzőbbek. A DON toxin trichotecén vázas vegyület. Kémiailag a legváltozatosabb mikotoxinok (Sweeney és Dobson, 1998). A DON toxin 3-acetil és 15 acetil-deoxinivalenol formában fordul elő. Biológiai hatásuként ismert, hogy idegrendszer, immunrendszer károsítók, fehérjeszintézist, bőrt is károsítja (bőrön megjelenő piros foltok), lovak esetében megfigyelték a toxin takarmányelutasító hatását is. Ezen toxikus hatásokat Sweeney és Dobson (1998) is leírták. A takarmányban egyidejűleg több trichotecén toxin is lehet, melyek szinergens hatást fejthetnek ki, vagyis egymás hatását erősítik. Mesterházy (2007) szerint a mikotoxinok közül a dezoxinivalenolnak búzák esetén már az aratáskor jelentős koncentrációja lehet. Sohár (2007) szerint a *Fusariumok* számára kedvező időjárási feltételek esetén a DON mennyisége 10 mg/kg-os nagyságrendet is elérheti. A toxin vízben oldódik, raktározás és őrlés alatt nagyon stabil, viszonylag hőtüro.

A DON leggyakoribb neve a vomitoxin, mivel hányást vált ki, de emellett hasmenést, vérképzési panaszokat, immunrendszeri megbetegedéseket végül pedig halált is okozhat mind emberi és állati szervezetben egyaránt, mely már kis koncentráció esetén is bekövetkezik (Internet2). Az akut mérgezés tünetei az étkezést követően 30 percen belül jelentkeznek (Sohár, 2007).

Kimutatásukra többféle módszer is alkalmas. Ismert módszerek az ELISA /Enzyme-Linked Immunosorbent Assay/ immunológiai módszer, ahol antitest és antigén kapcsolódik egymáshoz kovalensen, másik közismert módszer a nagy hatékonyságú folyadék kromatográfia (HPLC). Ismeretes még a vékonyréteg (TLC), túlnyomásos rétegekromatográfia (OPLC) és a gázkromatográfia segítségével megvalósított mikotoxin-tartalom mérés is (Ácsné és mtsai., 2007). A toxinok már kis koncentrációban is jelentős károkat okoznak, ezért szükséges, hogy minél nagyobb érzékenységgű módszereket alkalmazzunk kimutatásukra (Internet2). A mikotoxin kontamináció meghatározásához olyan mérés technikái eszközöket használnak, melyek ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) nagyságrendben pontos mérést tesz lehetővé (Ácsné és mtsai., 2007).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti beállítások

Kutatómunkánk során azt vizsgáltuk, hogy van-e összefüggés az eltérő vetésforgó, növényvédelmi kezelés, nitrogén műtrágya dózis illetve a vizsgált búzaminták penészgomba-, *Fusarium*-, valamint DON toxin szennyezettsége között. A kísérleteket a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet munkatársai állították be a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén, mészlepedékes csernozjom talajtípuson. A kísérleti beállítások az *1. táblázatban* találhatóak. Az intenzív növényvédelmi kezelés esetén három alkalommal, az átlagos esetén egy alkalommal, az extenzív esetén pedig nem történt fungicid kezelés.

Mikrobiológiai vizsgálatok

A mikrobiológiai vizsgálatokat az Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet Mikrobiológiai laboratóriumában végeztük el.

Penészgombaszám meghatározása

A búza minták penészgombaszámának a meghatározásához az érvényben levő MSZ ISO 7954:1999 szabványnak megfelelően élesztőkivonat-glükóz-chloramphenicol-agar táptalajt használtunk. Az inkubálás 25°C-on 5 napon keresztül történt aerob körülmények között. Kísérleti beállításonként 5 párhuzamos vizsgálatot végeztünk.

Búzaszemek *Fusarium* fertőzöttségének vizsgálata

A búzaszemek belső fertőzöttségének a vizsgálatához a Szécsi és Mesterházy (1998) által alkalmazott módszert használtuk, mely során mintánként 2×100 db búzaszem (kísérleti beállításonként két párhuzamos vizsgálat) felületét 1%-os neomagnolos oldatban történő 10 perces tartó áztatás segítségével fertőtlenítettük. Ezt követően kétszer steril desztillált vízzel átmostuk, majd a 2×100 db búzaszemet Papavizas-féle szelektív táptalajra (Booth, 1971) helyeztük. Az inkubálás 25 °C-on 10-12 napig tartott, mely során folyamatosan néztük a *Fusarium* megjelenését. A kiértékelés során külön-külön megszámoltuk a fehér és a piros pigmentet termelő *Fusarium*ok számát.

1. táblázat

Kísérleti beállítások			
Beállítás sorszáma(1)	Vetésforgó(2)	Növényvédelem(3)	Nitrogén műtrágya adag (kg/ha)(4)
1	bikultúra(5)	intenzív(7)	0
2	bikultúra	intenzív	50
3	bikultúra	intenzív	150
4	bikultúra	átlagos(8)	0
5	bikultúra	átlagos	50
6	bikultúra	átlagos	150
7	bikultúra	extenzív(9)	0
8	bikultúra	extenzív	50
9	bikultúra	extenzív	150
10	trikultúra(6)	intenzív	0
11	trikultúra	intenzív	50
12	trikultúra	intenzív	150
13	trikultúra	átlagos	0
14	trikultúra	átlagos	50
15	trikultúra	átlagos	150
16	trikultúra	extenzív	0
17	trikultúra	extenzív	50
18	trikultúra	extenzív	150

Table 1: Experimental settings

Number of setting(1), crop rotation(2), plant protection(3), nitrogen fertilizer dose(kg ha⁻¹)(4), bicultré(5), trikultúra(6), intensive(7), average(8), extensive(9)

Őszi búza minták DON toxin szennyezettségének vizsgálata

A DON toxin mennyiségének meghatározásához RIDA®QUICK DON tesztet és RIDA®QUICK SCAN készüléket használtunk.

A vizsgálat során először megőröltük a búzamintákat, majd 1 g-ot jól zárható műanyag centrifugacsőbe mértünk. Ezt követően 15 ml extrakciós folyadékot hozzámértünk, majd 3 percig intenzíven ráztuk. Az oldatot 3-5 percig hagytuk ülepedni. A 3-5 perc letelte után a teszt applikációs területére az oldat tisztájából 100 µl-t pipettáztunk. 5 perc elteltével szabad szemmel is látható volt, hogy pozitív vagy negatív a teszt eredménye. Ezt követően 5 csepp (100 µl) stop oldatot tettünk a reakciós felület membránjára a reakció leállítására. Végül a tesztet a készülékbe helyeztük és leolvastuk a pontos értéket. A kimutatási határ hígítástól függően (15 vagy 40 ml extrakciós folyadék) 500 vagy 1250 µg/kg.

Kiértékeléshez használt statisztikai módszerek és programok

A statisztikai számítások elvégezhetősége érdekében az értékeket átalakítottuk tízes alapú logaritmus értékekké. A vizsgálati adatokból átlagértéket és szórást számoltunk, továbbá meghatároztuk a szélső értékeket. A mikrobiológiai paraméterek és az egyes tényezők közötti összefüggés statisztikai vizsgálatához két változó esetén t-próbát és nem paraméteres Mann-Whitney próbát, három vagy annál több változó esetén pedig

varianciaanalízist és Tukey-tesztet, illetve nem paraméteres Kruskal-Wallis próbát és Dunn-féle összehasonlító tesztet alkalmaztunk. 5%-os P-érték alatt tekintettük a próbákat szignifikánsnak. Az eredmények kiértékeléséhez Microsoft Excel programot, valamint SPSS v.13.0 és GraphPad Prism 3.02 (Motulsky, 1999) statisztikai programokat használtunk.

EREDMÉNYEK

Penészgombaszám alakulása

A 18 kísérleti beállítás során az átlag penészgombaszám $1,1 \times 10^3$ és $9,4 \times 10^3$ ($3,0$ és $4,0 \log_{10}$) TKE/g között változott (1. ábra). A statisztikai értékelés során azt tapasztaltuk, hogy a 6., 7., 8., 9., 14., 15., 17. és 18. kísérleti beállítások esetén szignifikánsan nagyobb ($P < 0,05$), míg az 1., 2. és 5. beállítások esetén szignifikánsan kisebb ($P < 0,05$) átlagértékeket tapasztaltunk.

1. ábra: Búzaminták penészgombaszámának alakulása

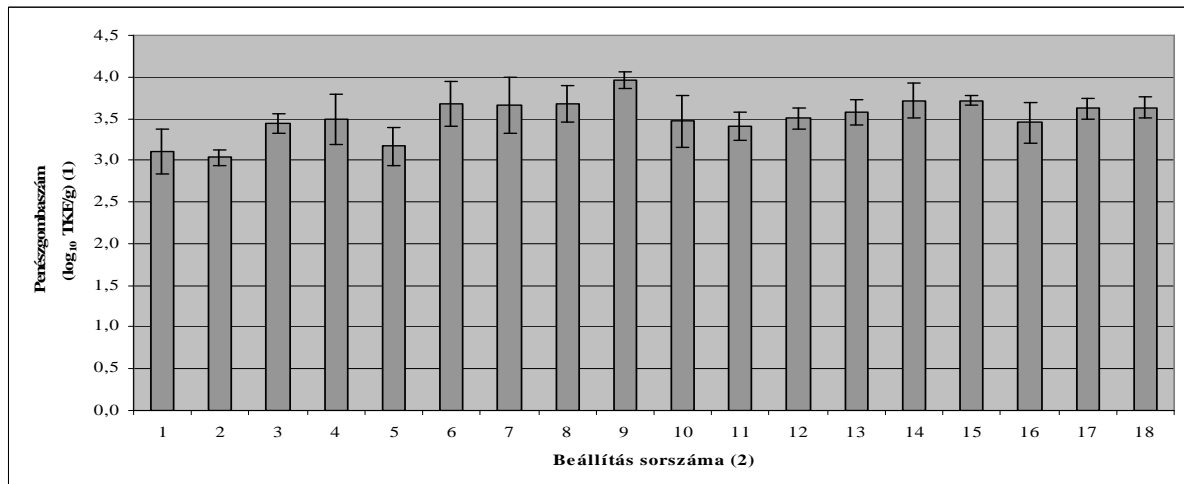


Figure 1: Mould plate count of wheat samples

Mould plate count (\log_{10} CFU g^{-1})(1), number of setting(2)

Búzaszemek belső Fusarium fertőzöttségének alakulása

A 18 kísérleti beállítás során a búzaminták belső *Fusarium* fertőzöttsége 80 és 100% között ingadozott (2. ábra). A legkisebb értékeket a 2., 10. és 12. kísérleti beállításoknál tapasztaltuk. Az összes *Fusarium*on belül a fehér micélium telepet képző *Fusarium*ok előfordulása 48 és 83% között, míg a piros pigmentet termelő *Fusarium*ok előfordulása 14 és 48% között változott.

2. ábra: Búza minták belső Fusarium fertőzöttsége

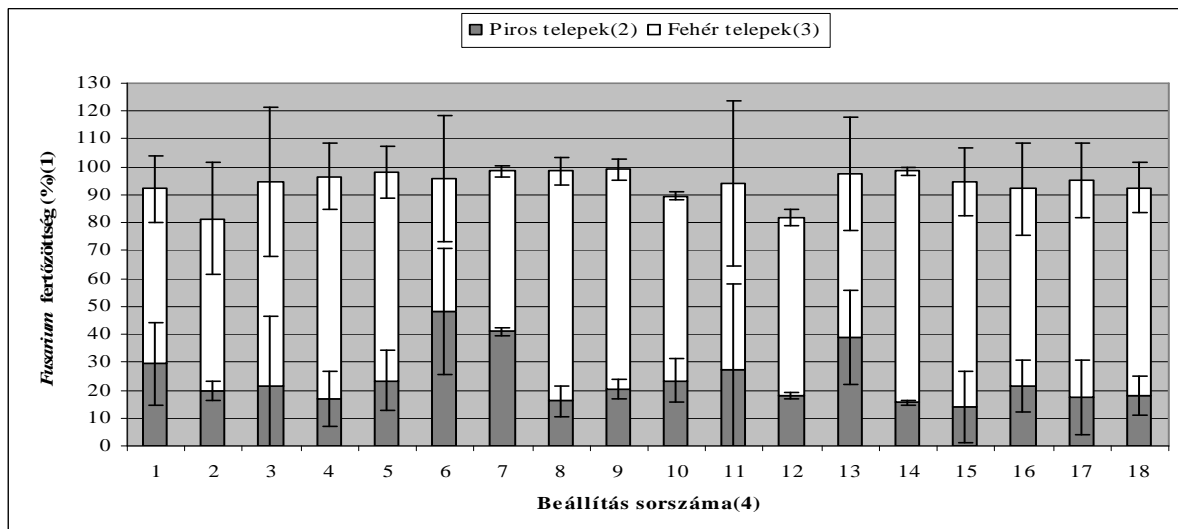


Figure 2: Internal Fusarium infection of wheat samples

Fusarium infection (%) (1), red colony (2), white colony (3), number of setting (4)

Az eltérő vetésforgó és a búza *Fusarium* fertőzöttsége közötti összefüggést vizsgálva az eredményeink alapján az állapítható meg, hogy nincs szignifikáns különbség közöttük. Ahogy az a 3. ábrán is látható a bikultúra (kukorica - búza) és trikultúra (kukorica - borsó - búza) esetén a *Fusarium* fertőzöttség nagyon hasonlóan alakult.

3. ábra: Vetésforgó hatása a búza minták belső *Fusarium* fertőzöttségére

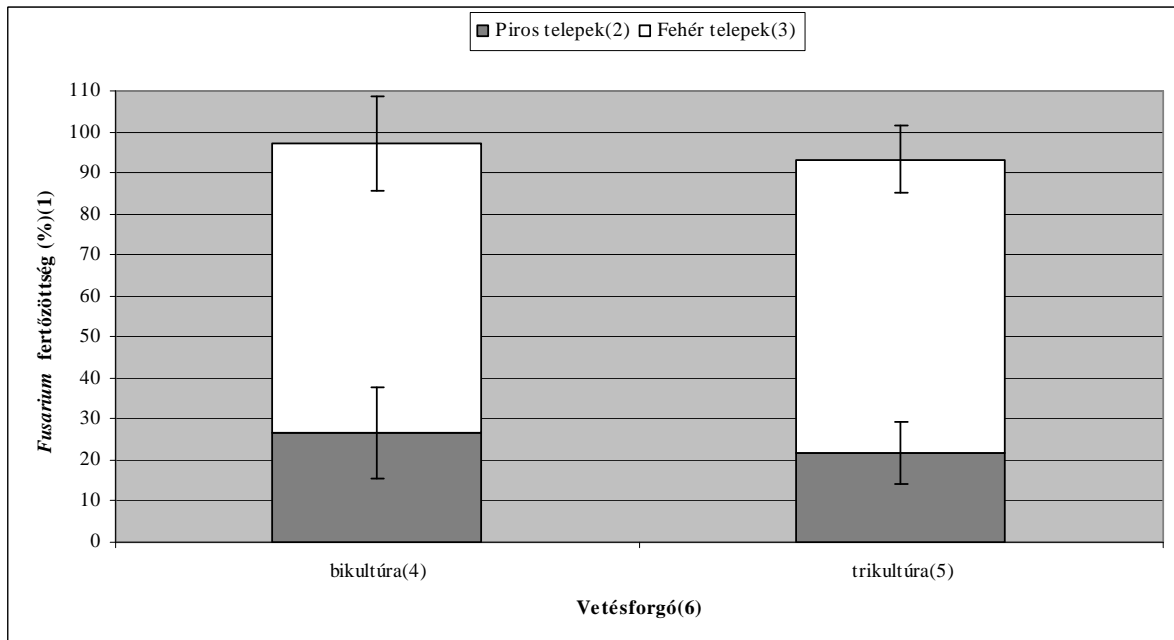


Figure 3: Effect of crop rotation on the internal *Fusarium* infection of wheat samples

Fusarium infection (%) (1), red colony (2), white colony (3), biculture (4), triculture (5), crop rotation (6)

A különféle intenzitású növényvédelmi kezelések és a búza *Fusarium* fertőzöttsége közötti összefüggést vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy az extenzív (3 alkalommal történő fungicid kezelés) növényvédelmi kezelés esetén szignifikánsan kisebb ($P < 0,05$) volt a búzaszemek *Fusarium* fertőzöttsége, mint az extenzív és az átlagos kezelés esetén. Bár még ez az alacsonyabb érték is nagyobb, mint 90% (4. ábra).

4. ábra: Növényvédelem hatása a búza minták belső *Fusarium* fertőzöttségére

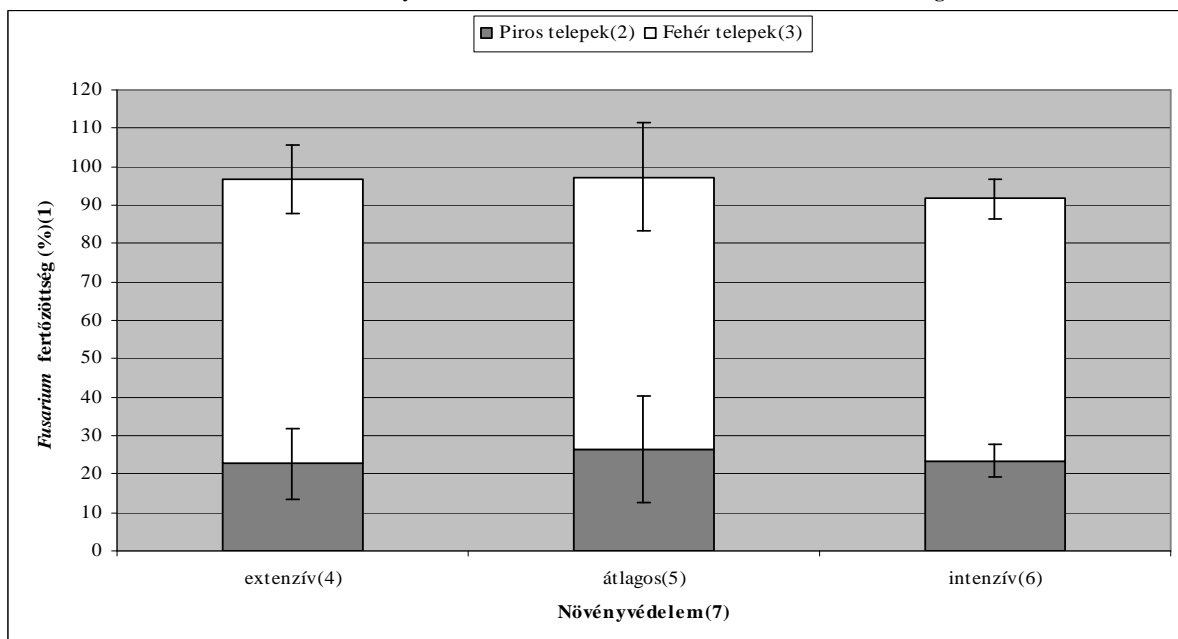


Figure 4: Effect of plant protection on the internal *Fusarium* infection of wheat samples

Fusarium infection (%) (1), red colony (2), white colony (3), extensive (4), average (5), intensive (6), plant protection (7)

Az eltérő nitrogén műtrágya adagok hatását vizsgálva, arra a megállapításra jutottunk, hogy a fertőzöttség szempontjából nem volt szignifikáns különbség a három dózis között. Ebben az esetben is 90% felett volt mind a három beállítás esetén a búzaszemek *Fusarium* fertőzöttsége (5. ábra).

5. ábra: Nitrogén műtrágya hatása a búza minták belső *Fusarium* fertőzöttségére

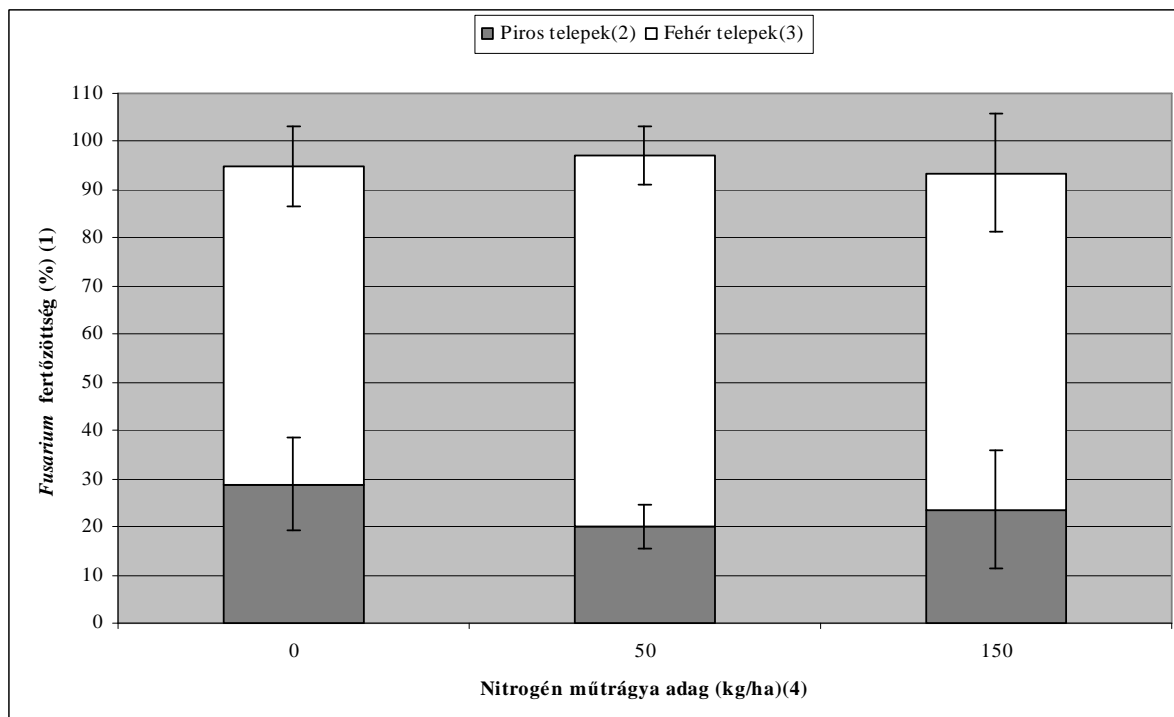


Figure 5: Effect of nitrogen fertilizer on the internal *Fusarium* infection of wheat samples
Fusarium infection(%)(1), red colony(2), white colony(3), nitrogen fertilizer dose (kg ha⁻¹)(4)

Búzaminták DON toxin szennyezettségének alakulása

A búzaminták DON toxin szennyezettségére vonatkozóan az Európai Unió 500 µg/kg alatti határértéket ír elő. Vizsgálataink során a 18 kísérleti beállítás közül csupán egy esetben (6. beállításnál 650 µg/kg) tapasztaltunk határérték fölötti eredményt. A többi beállításból származó minták esetén határérték alatt volt a DON toxinok mennyisége (2. táblázat).

2. táblázat

Búzaminták DON toxin szennyezettségének alakulása

Beállítás sorszáma(1)	DON (µg/kg)(2)	Beállítás sorszáma(1)	DON (µg/kg)(2)	Beállítás sorszáma(1)	DON (µg/kg)(2)
1	<500	7	<500	13	<500
2	<500	8	<500	14	<500
3	<500	9	<500	15	<500
4	<500	10	<500	16	<500
5	<500	11	<500	17	<500
6	650	12	<500	18	<500

Table 2: DON toxin contamination of wheat samples
Number of setting(1), DON (µg kg⁻¹)(2)

KÖVETKEZTETÉSEK

A 18 kísérleti beállítás esetén a búzaminták penészgombaszámát illetően elmondható, hogy a búza mintákon 10³ TKE/g nagyságrendben találhatóak penészgombák. Az egyes beállítások között szignifikáns különbségeket tapasztaltunk. A legnagyobb penészgombaszámot a 9. beállítás (bikultúra – extenzív növényvédelem – 150 kg/ha nitrogén műtrágya adag) esetén tapasztaltuk.

A búzaminták belső *Fusarium* fertőzöttségét vizsgálva igen magas (80 és 100% közötti) értékeket kaptunk. A fehér színű micélium telepet képző *Fusariumok* jóval nagyobb arányban fordultak elő, mint a piros pigmentet termelők.

A vetésforgó, növényvédelem és nitrogén műtrágya adag és a búza *Fusarium* fertőzöttsége közötti összefüggést vizsgálva csak az eltérő növényvédelmi kezelések esetén tapasztaltunk szignifikáns különbséget. Az intenzív (háromszori fungicides) kezelés esetén ugyanis szignifikánsan alacsonyabb fertőzöttségi értéket kaptunk.

A búzaminták DON toxin tartalma, valamint a penészgombaszáma és *Fusarium* fertőzöttsége közötti összefüggést vizsgálva, a szakirodalmi adatokhoz hasonlóan, a mi kutatási eredményeink is alátámasztották azt az állítást, hogy a búza mikotoxin tartalma nem egyenesen arányos a penészgombaszámmal és a *Fusarium* fertőzöttséggel.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú, a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007 számú és a HURO/1001/323/2.2.2. számú projekt támogatta.

IRODALOM

- Ácsné Kovacsics L.- Búza L. (2007): Mikotoxin vizsgálati eredmények a hazai élelmiszerekben. Élelmiszervizsgálati Közlemények, 53. 83-86.
- Booth, C. (1971): The genus *Fusarium*. C.M.I. Kew. Surrey. 237.
- Edward, S.G. (2007): Impact granony on mycotoxin contamination of wheat and oats. SUSWAR proceedings.- *Fusarium* workshop. *Fusarium* diseases in cereals. 14.
- Érsek T.-Gábotján R. (1998): Növénykórokozó mikroorganizmusok. ELTE Eötvös Kiadó Kft. Budapest. 288.
- Halász Á.-Tóth Á (2011): A hazai őszi búza tétélek *Fusarium* fertőzöttsége 2010-ben. Agrofórum extra, 41. 43-46.
- Halász Á.-Valovics A. (2012): A magyarországi őszi búza tétélek *Fusarium*-fertőzöttség felmérésének eredményei 2011-ben. Agrofórum. 28-31.
- Kiskó G. (1999): A penésztartalom meghatározására alkalmas módszerek I. Tenyésztéses mikrobiológiai és mikroszkópos módszerek. Élelmiszervizsgálati Közlemények, 45. 9-16.
- Kovács F. (1998): Mikotoxinok a táplálékláncban. Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományok Osztálya. Budapest. 160.
- Mesterházy Á. (2007): Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás. Élelmiszerbiztonsági Közlemények, 53. 38-48.
- Mesterházy Á.-Bartók T.-Lamper Cs. (2003): Influence of cultivar resistance, epidemic severity, and *Fusarium* species on the efficacy of fungicide control of *Fusarium* head blight in wheat and deoxynivalenol (DON) contamination of grain. *Plant Disease*, 87. 1107-1115.
- MSZ ISO 7954: 1999. Mikrobiológia. Általános útmutató élesztők és penészek számlálásához. Telepszámlálási technika 25 °C-on
- Motulsky, H.J. (1999): Analyzing Data with GraphPad Prism. GraphPad Software Inc., San Diego CA.
- Pepó P. (2003): A műtrágyázás hatása az őszi búza fajták minőségére hajdúsági csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 52. 5. 521-534.
- Pepó P. (2004): Őszi búza fajtaspecifikus tápanyag-reakciójának vizsgálata tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 53. 4. 329-338.
- Racskó J. (2005): A tápanyagellátás és a termésmínőség összefüggése az őszi búza esetén. *Agrárágazat*, 6. 2. 32-34.
- Scudamore, K.A. (1993): Occurrence and significance of mycotoxin in cereals grown and stored in the United Kingdom. *Aspects of Applied Biology*. 36. Cereal Quality III. 361-373.
- Sohár P.né. (2007): Mikotoxinok az élelmiszerláncban. Élelmiszervizsgálati Közlemények, 53. 60-67.
- Szécsi Á.-Mesterházy Á. (1998): Szelektív táptalaj alkalmazása *Fusariumok* izolálására és azonosítására gabona- és kukoricaszemekből. *Növényvédelem*, 34. 2. 61-66.
- Szeitzné Szabó M.-Ambrus Á.-Cseh J.-Hámos A.-Szerleticsné Túri M. (2009): Gabonaalapú élelmiszerek *Fusarium* toxin szennyezettségének csökkentési lehetőségei. *MÉBIH*. 33.
- Sweeney, M.J.-Donson, A.D. (1998): Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *International Journal of Food Microbiology*, 43. 141-158.
- Tóth Á. (2009): A hazai búzátétélek fuzáriumos fertőzöttségének alakulása az utóbbi években. *Növénytermesztés*, 44. 46-47.
- Internet1: Rendszertani besorolás. <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>
- Internet2: Összefogással a Fuzárium toxinok ellen. <http://www.agroinform.com/aktualis/Agroinform-Hirszolgalat-Osszefogással-a-Fuzarium-toxinok-ellen/20091203-10433/>

**Mould-, *Fusarium*- and DON toxin contamination of wheat samples from Látókép,
Hungary**