

# A FAJTAMINŐSÍTÉS KÉRDÉSE GABONAFÉLÉKBEN TOXIKUS GOMBÁKKAL SZEMBEN. A TERMÉS NEM MINDEN

*Mesterházy Ákos\* - Szabó Balázs - Berényi Attila - Meszlényi Tamás - Tóth Beáta*  
*Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft.*

*\*[akos.mesterhazy@gabonakutato.hu](mailto:akos.mesterhazy@gabonakutato.hu)*

## **Összefoglalás**

Mára a hazai és nemzetközi kutatás létrehozta azokat a kísérleti technikákat és módszereket, amelyekkel az adott növényfajta toxinkockázata mérhető. Mivel a gombabetegségekre fogékony gabonafajták toxikus gombákkal szembeni megbízható védelme sem növényvédőszeres, sem agrotechnikai úton nem oldható meg, kukoricában pedig hatásos fungicid technológia nem áll rendelkezésre, így a legfontosabb lehetőség egy legalább közepes növényi ellenállóság. Ilyen tulajdonsággal rendelkező fajták minden kalászosban és kukorica esetében is vannak a piacon. A genotípusok közötti ellenállóság különbségek legalább tízszeresek, így a fogékony genotípusok selejtezésével az élelmiszer- és takarmánybiztonság lényegesen javítható.

Kulcsszavak: fajtaminősítés, gabonafélék, mikotoxin

### Abstract

Sophisticated experimental technics and methods are exist, which are suitable to determine the toxin risk of different crops. As protection of susceptible varieties or hybrids are could not be solved by chemical and agronomical approaches, cultivation of crops with at least moderate resistance can be the solution. Several varieties and hybrids with this property are on the market. Differences in resistance between genotypes may be tenfold or more, so selection of more resistant lines substantially could improve the food and feed safety.

Keywords: cultivar registration, cereals, mycotoxin

### Bevezetés

A toxikus gombák járványos években akár 50 - 100 milliárd forintos kárt is tudnak okozni a magyar termelőknek, részben a megtermelt termés részben vagy egészében elveszett értéke miatt, részben az állattenyésztés során tapasztalt szaporulat csökkenése, annak rossz minősége, az elhullás növekedése és különböző járványok miatt, amelyek a meggyengült immunválasz miatt következnek be. Ide tartozik a folyamatos antibiotikum és a toxinkötők használatának költsége, de a különféle tisztítási eljárások is, amelyek jelentős feldolgozási veszteséggel járnak, és műveleti költségei is nagyon magasak.

Az elmúlt évek tapasztalatai alapján búzában 10 évenként van 3-4, az ország jelentős területeire kiterjedő járvány. A fő kórokozó a *F. graminearum*, de az ezzel a gombával szembeni ellenállóság több *Fusarium* fajjal szemben is védelmet ad, vagyis ez az ellenállóság nem fajspecifikus. Kukoricában a DON (*F. graminearum*), a fumonizin (FUM B1 és B2, *F. verticillioides*), és az aflatoxin (AFB1, *A. flavus*) szennyezettség gyakori. Az aflatoxin szinte minden második évben kimutatható a terményből, többnyire a határérték alatt. A szántóföldi eredet egyértelmű igazolása hazánkban még hátra van, ami az USA-ban, vagy Afrika jelentős

részen, de máshol is ténykérdés. Az is előfordul, hogy egyszerre mind a három toxin messze határérték felett van egyes hibridekben, ez az ország déli és keleti kb. 100 km-s sávjában gyakoribb, máshol ritkább, de biztonságban senki sincs. A toxinok jelentős előfordulása járványokhoz kötött, azaz a kórokozókkal szembeni nem kielégítő növényi ellenállóság a fő ok. Kimutattuk, hogy az adott genotípus kórokozó betegség és toxin rezisztenciája a különböző kísérletek átlagaként nagyjából 20 %-ban eltér, ebből az a variáns a legveszélyesebb, amelynél az alacsony fertőzöttség magas toxinfelhalmozással párosul. Ezért toxin kontroll nélkül a fajtát köztermesztésbe engedni nem szabad. Kiderült továbbá, hogy a búzában ugyanazon QTL-ek minden vizsgált *Fusarium* fajjal szemben védelmet adtak, míg a kukoricában az ellenállóság függetlenül alakul, ezért mindegyiket külön kell tesztelni

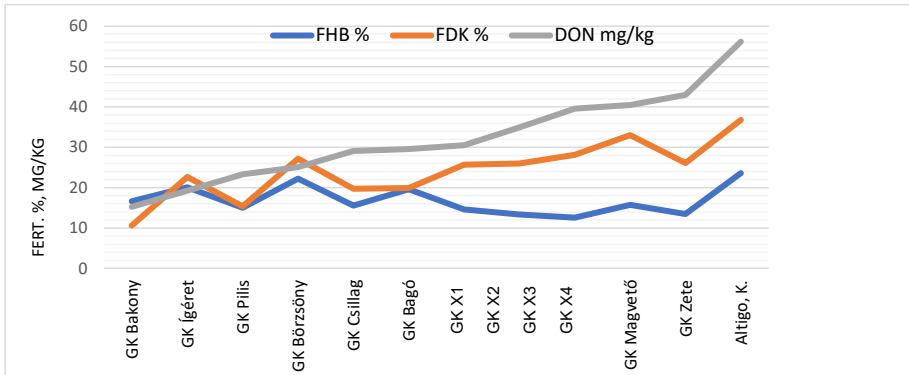
### Anyag és módszer

Az őszi búzák mesterséges inokulációját négy *Fusarium* izolátummal végeztük 2-2 ismétlésben. A kalászfertőzöttség (FHB) és a szemfertőzöttség (FDK) mellett vizsgáltuk a minták DON toxin szennyezettségét is (Mesterházy, 2020). A négy izolátum csokortermésének 10 %-át vettük ki és egyesítettük, így minden évben egy fajtáról két toxinadat állt rendelkezésre. Kukorica esetében a módszereket illetően Mesterházy és mtsai (2020), valamint Szabó és mtsai (2018) által közölt cikkek a mérvadók.

### Eredmények és értékelésük

A szegedi **búza**fajták mesterséges fuzárium tesztekben mutatott négyéves átlageredményeit az 1. ábra mutatja be. Az adatok egyértelműen mutatják a kalásztünetek alkalmatlanságát a toxintartalom előre jelzésére. Ugyanerre a szemfertőzöttség sokkal alkalmasabb. Ezért logikus az szándék, hogy a fajtaminősítésnél a kalásztüneteket bár fel kell vételezni, de ezek alapján

döntést nem lehet hozni. A három adat egyébként csak a GK Bakony, GK Ígéret és GK Börzsöny esetében fedí egymást, a többinél már más a helyzet.



1. ábra Szegedi búzafajták kalász- és szemfertőzöttsége, valamint DON tartalma kalászfuzárium rezisztenciatesztekben, 2017-2020. Négy év átlagadatai négy izolátum és két ismétlés tekintetében

Az 1. táblázatban a négy éves toxineredmények találhatóak. Az első következtetés az, hogy az Altigo-nál az összes szegedi fajta ellenállóbb. A legellenállóbb GK Bakony toxinszennyezettségi átlaga negyede csak az Altigóénak. Hol van az érzékenységi határ? Itt abból indulunk ki, hogy a GK Csillag természetes fertőzéses körülmények között az átlagosnál jobb toxinreakcióval rendelkezve, súlyos járványos feltételek között (2010) is legfeljebb minimális tisztítást igényelt. A nagyüzemi megfigyelések és tapasztalatok a GK Pilisnél és GK Bakonynál is hasonlóak voltak. A DON SZD 5%-a 8,30 volt, eszerint az Altigóié a második legfogékonyabb fajtánál is szignifikánsan fogékonyabb volt. Eszerint a GK Bakony, GK Ígéret, a GK Pilis és a GK Börzsöny tartozik egy csoportba. A következő csoport a GK Csillag, GK Bagó és a GK Körös. A további csoport négy tagja között nincs szignifikáns eltérés, és az Altigo, mint említettük, egyedül áll a fogékonysági piramis csúcsán.

## 1. táblázat Őszi búzafajták DON szennyezettsége mesterséges fertőzéses rezisztenciakísérletek során, Szeged,

2017-2020

Fajta	Év, mg/kg				Átlag	Variancia
	DON 2017	DON 2018	DON 2019	DON 2020		
GK Bakony	9,80	29,70	6,80	14,62	<b>15,23</b>	103,4
<b>GK Ígéret</b>	16,10	13,50	4,29	43,06	<b>19,24</b>	277,9
<b>GK Pilis</b>	22,00	34,20	7,07	29,99	<b>23,32</b>	142,9
GK Börzsöny	21,69	50,70	1,81	26,26	<b>25,11</b>	403,6
<b>GK Csillag</b>	17,30	39,80	11,60	47,68	<b>29,10</b>	301,7
<b>GK Bagó</b>	29,90	32,80	19,41	36,12	<b>29,56</b>	52,2
<b>GK Körös</b>	20,80	43,70	11,25	46,20	<b>30,49</b>	295,1
X1	16,50	61,00	6,40	55,88	<b>34,95</b>	757,4
X2	25,91	61,70	2,16	68,45	<b>39,56</b>	970,0
X3	37,70	62,60	7,71	53,88	<b>40,47</b>	583,5
X4	25,60	49,00	10,82	86,53	<b>42,99</b>	1089,7
Altigo, Kontr.	<b>32,04</b>	<b>76,50</b>	<b>14,12</b>	<b>101,89</b>	<b>56,14</b>	1618,0
Átlag	22,95	46,27	8,62	50,88	<b>32,18</b>	396,1
SZD 5%					8,30	

	DON 2017	DON 2018	DON 2019	DON 2020
DON 2018	0,5800*			
DON 2019	0,3528	0,0144		
DON 2020	0,5277	0,6761**	0,2499	
Átlag	0,7239***	0,8578***	0,3151	0,9284***

<sup>x</sup>P = 0.1, \* P = 0.05, \*\* P = 0.01, \*\*\* P = 0.001

A GK Csillag kiugró toxintoleranciája a 2010-es országos fuzárium járványnál egyértelmű. Hasonló tapasztalat volt a Körös esetében is, bár kisebb mértékben. Tehát valahol ebben a régióban szükséges meghúzni az érzékenységi határt. Fontos további szempont, hogy a

variancia az átlag adatokénál kisebb legyen. Ezen a fajták neveit vastagítottan szedtük. A Börzsöny határeset, mivel variancia értéke alig valamivel nagyobb az átlagnál. Nyilván, ezeknél a fungicidhatást is célszerű kimérni, ahogy a Csillagnál tettük. Érdemes a Bagóra külön is felhívni a figyelmet a stabilitása miatt, bár DON tartalma kétszerese a GK Bakonyénak, de értéke megfelel a GK Csillagénak. Az évenként igen eltérő DON felhalmozására képes fajtáktól pedig érdemes megvárni.

Mint ahogy a tervezett fajtaminősítési kísérletekben a toxinmérés minden izolátumra külön tesztelés lesz, az ismétlések száma is 3 vagy 4 és minimálisan évente két termőhelyet tervezünk, a fajták kockázati értékét jó vagy igen jó megközelítéssel mérni fogjuk tudni azon a szinten, amit a minősítéstől el lehet várni. Jelenleg ez a legpontosabb metodika a világon. Természetesen ezeknél pontosabb adatokhoz is lehet jutni a termőhelyek és évek növelésével, de itt már egy nem szakmai, hanem gazdasági korlát is belép. Egyszerű példa. Ha az ismétlésszám növelését megnézzük pl. a terméseredmények pontosságára, akkor 4-6 ismétlésen felül az eredmény pontosságának javulása már nem arányos a plusz ráfordítással (Sváb 1981). Gyakorlatilag az összes kisparcellás termésösszehasonlító kísérlet négy ismétlést használ, ennél többet inkább csak speciális kutatási feladatokhoz alkalmaznak. Ha ezt szeretnénk, érdemes a vizsgálati helyek számát növelni.

A **kukorica** kockázatelemzése ennél sokkal bonyolultabb. Itt három fő, toxintermelő gombafajjal kell legalább számolnunk. Mivel a kísérlet a Magyar Kukorica Klub szervezésében zajlott, és ennek adatai a Klub honlapján nyilvánosak, így a hibridnevek itt is szerepelnek. Korábban a természetes fertőződés alapján végezték a szelekciót és a fajtaminősítést is. Egy kisebb superfogékony hibridhányadot sikerült a termelésen kívül tartani, az időnként fellépő súlyos járványok azonban azt igazolták, hogy ez nagyon kevés. Ezt a 2010-es NÉBIH adatok is igazolták (Szabó et al. 2018). Két éven keresztül vizsgáltuk 18 hibrid ellenállóságát és toxinrezisztenciáját a három gombafajjal szemben, 2-2 izolátummal fajonként. A 2. táblázat

minden oszlopának adatait az átlagtól felfelé és lefelé két csoportra osztottuk, az alsó 25 % minősült a legjobbnak, itt a cellazín az eredeti fehér maradt. A világosszürke a 25-50 %-ig terjedő értékeket jelöli. Közepes szürke kiemelést kapott az 50 és 75 % közötti hibridrész, és az összes többi sötétszürke árnyalatot kapott. Olyan hibrid egy sem volt, amelynek összes adata a legjobb kategóriába tartozott volna. Két olyan hibridet azonosítottunk, amelyek az összes hibridből kiemelkedett toxin szinten (vastag szedés a hibridnévénél) de az egyébként nagyon alacsony természetes fertőzöttség valamivel átlag fölötti lett. Nekünk a toxinadat a fontosabb. Öt hibridet találtunk, amely 100 µg/kg aflatoxin szennyezést mutatott természetes fertőződésnél, viszont hat hibridnél a kimutathatósági határt nem haladta meg. Ennek a tejgazdaságban van jelentősége. Olyan hibrid is van, ahol vizuális tünet nem volt, de magas aflatoxin szint viszont igen. Itt számos okot meg lehet nevezni, a lényeg azonban az, hogy épp az ilyen esetek miatt a toxinszint mértéke a fontosabb paraméter.

Ha a kockázatelemzést el akarjuk végezni, akkor ehhez szükség van mindhárom fajjal szembeni külön adatsorokra, mind fertőzöttség, mind toxintartalom szempontjából. Ugyanez érvényes a természetes fertőződésre és az ott kimutatható toxinokra is. Ha a természetes és mesterséges toxinadat összefügg, az erősíti a besorolást, de olyan is van, ahol a mesterséges fertőzésnél az aflatoxin magas, míg a természetesnél nulla, vagy éppen fordítva van (Koregráf). A Korimbos volt a kísérlet rezisztens kontroll hibridje. Ez következetesen így van évek óta. Ezzel szemben ennek a hibridnek a mintái tízszer annyi DON toxint tartalmaztak, mint az ugyanolyan fertőzöttségű Sy Talismané. Legalább ilyen eltérés van a 21,9 %-os fertőzöttségű Kathedralis 13 mg/kg-os és a 22,1 %-os fertőzöttségű P9718 101 mg/kg-os DON adatai között.

2. táblázat Kukorica hibridek rezisztencia tesztje, 2019-2020

Hibrid	Fertőzöttség			Toxin tartalom			Fertőzöttség kontroll			Toxin tartalom kontroll			FAO No.
	Fg* %	Fv %	Af %	DON mg/kg	FUM B1+B2 mg/kg	AFB1 µg/kg	Fus. kontr.	Asp. kontr.	DON mg/kg	FUM B1+B2 mg/kg	AFB1 µg/kg		
Konfites	10.1	0.6	0.3	18.1	3.5	53	0.21	0.000	1.70	1.88	2	430	
<b>ES</b>													
<b>Harmonium</b>	11.5	0.2	0.2	37.6	2.1	62	0.25	0.000	0.13	0.81	4	380	
<b>Sy</b>													
<b>Talisman</b>	13.5	0.4	0.3	7.5	1.8	71	0.27	0.000	0.72	0.54	2	250	
Korimbos	14.4	0.1	0.1	76.1	5.7	44	0.08	0.000	3.49	0.30	408	575	
P0725	15.9	0.4	0.1	28.6	4.1	613	0.17	0.005	0.00	0.12	794	560	
Koregraf	16.6	0.4	0.2	30.7	2.5	37	0.10	0.000	0.00	0.30	352	410	
DKC 5830	17.1	0.5	0.4	47.0	3.2	245	0.17	0.000	2.18	5.63	0	560	
ES Lagoon	19.8	0.3	0.2	38.9	3.1	896	0.19	0.005	0.00	2.23	20	460	
Armagnac	19.8	0.2	0.1	25.3	0.9	98	0.13	0.005	2.33	1.58	9	490	
Illango	19.9	0.5	0.4	46.8	2.6	1068	0.18	0.008	0.05	0.75	1143	530	
P9718E	21.9	0.5	0.2	101.0	1.5	638	0.09	0.000	0.17	1.17	3	390	
Kathedralis	22.1	0.7	0.6	13.4	3.8	361	0.21	0.000	0.27	1.73	0	490	
DKC 4541	24.6	1.6	0.5	48.8	4.0	174	0.30	0.005	3.59	3.06	0	370	
Valkür	28.8	0.1	0.1	82.6	1.5	205	0.05	0.000	1.28	0.81	0	731	
P9415	32.0	0.6	0.3	49.1	1.4	38	0.24	0.000	0.58	2.32	0	350	
SY Zephir	33.9	0.4	0.2	28.4	1.8	160	0.16	0.005	0.63	2.36	4	390	
Kleopatras	35.0	0.4	0.1	74.2	1.8	310	0.16	0.000	0.35	2.31	114	630	
Sy Zoan	35.4	0.5	0.2	96.3	6.7	1258	0.18	0.008	0.00	1.65	0	560	
Mean	21.79	0.48	0.25	47.24	2.88	352	0.17	0.002	0.97	1.64	159		
LSD 5%	8.60	0.55	0.15				0.08						

Fg = *F. graminearum*, Fv = *F. verticillioides*, Af = *A. flavus*



Az adatok azt is mutatják, hogy 1% vizuális fertőzésre akár tízszeres toxinkülönbség is lehet, aminek oka ismeretlen, de a genetikai háttér eltérései valószínűek. Ahogy a búzánál elmondtuk, itt is igaz, a tervezett fajtaminősítési vizsgálatok három izolátummal fognak folyni kórokozóként, két termőhelyen biztosan, de ha szükség lesz egy harmadikra is, akkor azt is létrehozuk.

Mind a búzában, mind a kukoricában a fent bemutatott mesterséges inokulációs módszereken alapul az eddigi legalaposabb módszertani protokoll. Azt hozzá kell tenni, hogy immunitás szintű ellenállóságot még egyik gabonafélében sem találtak. Következetes nemesítő munkával azonban lényeges további javulás érhető el. Az már igen jelentős eredmény lenne, ha a magyar termelésben hosszú távon nem lenne fogékonyabb fajta, mint pl. a GK Pilis, és nem lenne fogékonyabb kukorica, mint a Talisman. A kockázati felméréshez a toxintartalom a fontosabb, a kötelező és ajánlott határértékek erről szólnak. A toxin adatok értékelése viszont akkor lehet csak megbízható, ha a fertőzéses adatok jelentős és szignifikáns fajtakülönbségeket mutatnak, vagyis szakmailag jól tervezett, kivitelezett és sikeres kísérletekből származnak.

Mi a nemesítői érdek? A sok évtizedes tapasztalat az, hogy kivétel nélkül minden cég fajtái igen jelentős variabilitást mutatnak. Pl. a vártnál lényegesen több jó ellenállóságú hibridet találtunk a szegediek között. Vagyis egyetlen céget sem fog padlóra küldeni ennek az eljárásnak a bevezetése. Viszont ezeket az adatokat igen jól tudják majd hasznosítani a globális marketing tevékenységben, és ami a legfontosabb, mind a magyar vagy más országbeli termelők a jelenleginél sokkal jobb jövedelmi pozíciókkal fognak rendelkezni. Ezen túl a melegebb klímához való alkalmazkodást is segíti, és a melegebb időjárás ellenére még aflatoxin és fumonizin szennyezés csökkenés is bekövetkezhet. Ha a piac díjazni fogja az ellenállóbb fajtákat, nagyobb lehet a gazdák jövedelme, mint a bőtermő, de igen fogékony és magas toxintartalmuk miatt értéktelen termést adó fajtákkal. Ezért a fajtaminősítés reformja a

legfontosabb lépés, ez az, ami a nemesítő cégeket meggyőzi arról, hogy érdemes itt beruházni, és az egyoldalú termésközpontú szemléletet meg lehet és kell haladni. Azt gondoljuk, hogy a nemesítő cégek is a termelők sikerében érdekeltek.

Ahhoz, hogy a jelenlegi rezisztenciális csúcsfajták járványos években is jól teljesítsenek, fontos a meglévő ellenállóság támogatása megfelelő agrotechnikával, megfelelő előveteménnyel, talajműveléssel, fungicid technológiával, hogy a bennük lévő ellenállóság sokáig szolgálhasson minket. Természetesen az is fontos dolog, hogy a szakmában kezd kialakulni egy egyetértés. Legalább olyan fontos az is, hogy megfelelő pénzügyi háttér is legyen. Mindannyian abban reménykedünk, hogy ez a probléma van olyan nemzetgazdasági fontosságú és olyan fontos versenyképesség fokozó tényező, hogy megvalósítása kiemelkedően gazdaságos lesz és sokszorosan visszafizeti a beruházott fejlesztési költséget.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatásainkat az ITM TKP2020-NKA-21 projekt támogatta.

### **Irodalom**

Mesterhazy, A. 2020. Updating the Breeding Philosophy of Wheat to Fusarium Head Blight (FHB): Resistance Components, QTL Identification and Phenotyping- a review. *Plants*. **9**. 1702. doi:10.3390/plants9121702.

Mesterhazy, A., Toldine Toth, E., Szel, S., Varga, M. and Toth, B. 2020. Resistance of maize hybrids to *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, and *F. verticillioides* ear rots with toothpick and silk channel inoculation, as well as their toxin production. *Agronomy*. **10**. 1283. doi:10.3390/agronomy10091283

Szabo, B., Toth, B., Toth Toldine E., Varga M., Kovacs N., Varga J., Kocsube, S., Palagy, A., Bagi F., Budakov, D., Stojšin, V., Lazic, S., Bodroža-Solarov M., Colovic, R., Bekavac, G.,

Purar, B., Jockovic, D. and Mesterházy, A. 2018. A New Concept to Secure Food Safety Standards against Fusarium Species and Aspergillus Flavus and Their Toxins in Maize. *Toxins*.

**10.** 372. doi:10.3390/toxins10090372

Sváb J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban, 3. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest,. 557. ISBN 963 231 0136.