

Kukorica csőpenész borítottság értékelése mesterséges fertőzési kísérletekben

*Mesterházy Ákos, Toldiné Tóth Éva, Szabó Balázs, Kovács Nándor, Varga Mónika,
Tóth Beáta, Szieberth Dénes
(Kivonat)*

2. sz. Melléklet: Gyakorlati értékelés és vizuális bemutatás

Az értékeléshez felhasznált kísérleti eredmények:

A gyakorlati értékeléshez a 2014-ben lefolytatott kísérletek eredménytáblái közül az összevont értékeket tartalmazó 8., és az azt statisztikailag kiértékelő 9. táblázatot választottuk. A táblázat megmutatja, hogy a 2014. év időjárása a *Fusarium graminearum* csoportot juttatta domináns szerephez, s ez megmutatkozik a mesterséges fertőzések nyomán kiteljesedő fertőzési mértékekben is. Úgy találtuk, hogy az egyes fertőzési átlagok mellett ki kell értékelni a különböző fajokat külön-külön is. Jellemzőnek találtuk az *Aspergillus flavus* felülfertőződést a másik két fajjal fertőzött csöveken, ezért a felülfertőződést is felvételeztük, s az adatokat összevontuk a fertőzési sor adataival.

8. táblázat. MKK kísérlet, csőfuzárium összes fertőzöttség, 2014. Csőpenészfertőzöttség %

Hibrid	Kísérleti kód	Toxikus faj				Átlag
		Fg	Fv	Af*	K	
DKC4717	9	9,95	2,13	2,30	1,61	4,02
P9528	22	10,48	1,19	2,63	0,96	4,15
Korimbos	13	13,38	2,28	1,71	0,72	4,58
DKC4631	5	18,36	1,21	3,99	0,19	5,99
Siloking	19	18,71	0,88	2,49	2,90	6,28
DKC4025	1	17,26	2,65	5,00	1,26	6,65
GKT372	28	23,72	1,68	1,28	0,27	6,71
Janett	27	23,11	0,71	1,50	1,12	6,74
Kamaria	20	19,87	2,34	3,81	1,97	7,00
Sy Octavius	10	23,49	1,28	3,80	0,31	7,28
Phylleaxx	7	21,20	1,86	4,40	2,68	7,56
AXXYS	2	23,06	2,82	4,91	0,69	7,71
DKC5007	12	31,88	1,06	2,07	0,50	8,89
PO412	24	28,16	2,73	5,74	0,52	9,41
DKC4590	4	33,35	1,47	2,98	0,71	9,63
PR38A24	21	35,62	1,13	2,98	0,84	10,12
DKC4541	3	35,38	1,77	4,56	1,33	10,69
LG30491	15	37,78	2,23	3,33	0,28	10,85
Ferarixx	8	40,99	1,44	3,32	1,18	11,73
DKC5276	18	42,11	2,18	2,81	1,37	11,96
DKC6031	17	43,55	2,45	4,24	0,46	12,73
P0216	26	39,77	2,39	9,31	1,85	13,09
PR37N01	6	47,25	1,61	4,13	0,87	13,40
P9915	23	48,21	3,71	2,88	0,67	13,77
PR37F73	11	50,78	2,65	4,92	1,81	14,94
LG35.35	16	55,65	1,32	3,87	0,46	15,40
LG3475	14	56,36	2,90	6,14	1,31	16,68
P1114	25	61,65	4,42	9,35	1,47	19,04
GKT376	29	47,64	2,15	4,15	1,39	19,57

Átlag	33,06	2,02	3,95	1,09	10,23
SZD 5%					3,08

9. táblázat. A 8. táblázat adatainak varianciaanalízise, 2014

Var. forrás	SS	df	MS	F	SZD 5 %
HibridA	10810,49	28	386,0888	13,1144296	3,085635
Tox. Faj B	123765,7	3	41255,23	1401,33251	1,145976
Izol C	11709,7	1	11709,7	397,74794	0,810327
AxB	25907,85	84	308,4268	10,4764552	
AxC	3427,366	28	122,4059	4,15781002	
BxC	52304,22	4	13076,05	444,159465	
AxBxC	12542,07	84	149,3103	5,07168261	
Within	13660,03	464	29,43972		
Total	254127,4	696			

A kukorica toxikus csőbetegségeivel kapcsolatos fontosabb tények:

Fontosnak tartjuk, hogy a kukorica toxikus csőfertőződési tulajdonságairól jelenleg rendelkezésre álló főbb, a gyakorlat számára is fontos ismereteket röviden összefoglaljuk, s az értékelés előtt, annak teljesebb megértéséhez közreadjuk:

1. A fertőzésben 3 fő típust különböztetünk meg, amelyeket vizsgálataink során a nekik megfelelő gombafajokkal jellemezünk (*Fusarium graminearum*, *Fusarium verticilloides*, *Aspergillus flavus*)
2. Mindegyik gombafaj többféle toxint is termelhet, de van egy rá jellemző toxin
3. Az egyes gombafajoknak különböző fertőző és toxintermelő képességű rasszaik vannak
4. A gombafajoknak általában, és ezen belül a rasszoknak is eltérő klímaigényük van
5. A 3 fő típus eltérő klímaigénye befolyásolja, hogy mely évjáratban mely fertőző típusnak van domináns szerepe
6. Mindhárom fő típusra jellemző, hogy a virágzás tájékán csapadékos, mérsékelt meleg idő kedvez a fertőzés létrejöttének
7. A *Fusarium graminearum*-mal jellemzett csoport a fertőzést követően közepesen meleg-meleg, párás, csapadékos időjárásban okoz megbetegedést (Atlanti típus)
8. A *Fusarium verticilloides*, ill. a vele jellemzett csoport a fertőzés után akkor fejlődik ki, s okoz nagyobb kiterjedésű fertőzést, ha az időjárás száraz és forró (Mediterrán típus)
9. Az *Aspergillus flavus* jelentős fellépése tartós hőségperiódust feltételez (Szubtrópusi típus)
10. A növény-gomba kapcsolatban fontos szerepe van a fertőzéses nyomásnak, a növény fejlettségi stádiumának, fiziológiai állapotának, az időjárás jellegének, a fertőzést kezdeményező egyéb körülményeknek, s ezek egyidejűségének
11. Jelenleg nem ismertek olyan kukorica fajták, amelyekről határozottan lehetne állítani, hogy valamely gombafajjal, vagy annak valamely rasszával (izolátumával) szemben rezisztensek
12. A különböző kukoricatermesztési módszerek eltérően segítik, vagy fékezik a fertőzés kialakulását
13. A fizikai környezeten kívül az élő környezet is hatással van a fertőzés kialakulására (rovarok szerepe a fertőzés kialakulásában és terjesztésében)
14. A kukoricafajták ellenállósági (érzékenységi) szintjeit több gén határozza meg, amelyek lehetnek biokémiai, szövettani, vagy morfológiai tulajdonságokat meghatározók
15. Növényvédelmi védekezési eljárások segítségével lehetőség van a fertőzés mértékét csökkenteni
16. A kockázatok csökkentése komplex, térségi, következetes intézkedési és cselekvési folyamat eredménye lehet

17. A kukoricaszár és a cső fertőződése között nincs összefüggés
18. A csutka, nagyobb és időben kinyúló nedvességtartalma miatt, jelentős veszélyforrás a szemfertőződés és toxinszennyezés szempontjából

Gyakorlati értékelés:

Az alábbi 9 ábrában a kísérletbe bevont hibrideket csoportosítottuk a Kísérleti jelentés 8. sz. táblázatában bemutatott összevont fertőződési és fertőzöttségi értékek alapján.

Jelmagyarázat: Lásd a táblázatok után

A csoportosításnál tekintettel voltunk arra a körülményre, hogy 2014-ben a *Fusarium graminearum* (továbbiakban: Fg) fertőzés volt domináns. A szűrés alapját szolgáló alaptáblázatban ezért a hibrideket az Fg értékek alapján rangsoroltuk (elsődleges rangsorolás). *Fusarium verticilloides* (Fv) és *Aspergillus flavus* (Af) fertőzési eredményei a nevezett gombafajok kisebb fertőzési erélyt képviselő tulajdonságaikból és az évjárat hatásától fakadóan elmaradtak az ebben az évben fő fertőző fajnak számító Fg inoculumokkal végzett fertőzések eredményeitől. Jóllehet a fertőzési értékeket az átlag százalékában kifejezve nagyságrendileg közös szintre hoztuk, a csoportosításnál nem feledkeztünk meg a nagyobb bizonytalansági tényezőt magában rejtő (átlag 2x-es értéke) eltérésről. A táblázatokban foglalt értékeket úgy kaptuk meg, hogy a 8-as számú táblázat értékeit az átlag százalékában fejeztük ki, majd a kapott értékekből kivontunk 100-at az átlagtól való eltérés, mint az alapértékelés hatásosabb vizuális bemutatására. Ezután az átlagtól eltérést megszoroztuk (-1) –gyel, hogy a pozitív tulajdonságnak értékelt kisebb fertőződési értékeket helyezzük a számok pozitív tartományába úgy, hogy a nagyobb ellenállósági szintet nagyobb szám fejezze ki. Erre törekedtünk akkor is, amikor a pozitív tulajdonságot képviselő értékeket fekete, a negatívokat piros színezéssel láttuk el. Ezután 50 %-os szélességű érzékenységi sávokat állapítottunk meg (T1, T2, S1, S2, S3), s külön kategóriát jelöltünk meg a kiugró (az átlag kétszeresét meghaladó) fertőződési/fertőzöttségi értékeknek. Az Fg értékek szerinti elsőrendű sávbesorolásnál az erős (S3, S3+) Fv és Af értékeket besorolási korlátként vettük figyelembe, s rájuk külön csoportokat állapítottunk meg. Az elsőrendű sávbesorolásnál nem vettük figyelembe sem a kontroll (K) fertőzöttséget, sem a fertőzési átlagot (Átlag), viszont a valóság teljesebb bemutatásával szembeni követelménynek eleget téve ezeket az értékeket külön csoportokban is bemutatjuk. A táblázatok jobb szélső oszlopában látható mini-diagramok összehasonlítják a hibridek saját fertőzöttségi értékeit, szemléltetik a hibrid egyes fertőzésre használt inokulumokkal elért viszonylagos fertőződését és spontán fertőzöttségét. Felhívják a figyelmet a kiugró értékekre, utalnak az adott hibrid erősségére és/vagy gyengeségére.

1. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
DKC4717	69,9	-5,4	41,8	-47,2	60,2	
P9528	68,3	41,1	33,4	11,9	62,0	
Korimbos	59,5	-12,6	56,9	34,3	54,9	

1. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a (Fg) mesterséges fertőzés szempontjából Toleráns1, a (Fv) és (Af) szempontjából Toleráns1,2 vagy kis és közepes fertőzöttségi szintű (S1, S2) hibridek, a kontroll fertőzésre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

A csoport tagjai mutatták a Fg inokulummal szembeni legkisebb szemrevételezéssel megállapított fertőződést. A P9528 hibrid az Fv, a Korimbos az Af-fel szemben kapta a legkedvezőbb megfigyelési eredményt, míg a DKC4717 K mutatója gyengébb mint csoporttársaié.

Besorolások:

DKC4717	T1	S1	T2	S2
P9528	T1	T2	T2	S1
Korimbos	T1	S1	T1	T2

2. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
DKC4025	47,8	-31,1	-26,4	-15,5	34,8	
DKC4631	44,5	40,2	-1,0	82,9	40,8	
Siloking	43,4	56,7	37,0	-165,4	37,8	
Kamaria	39,9	-15,8	3,6	-80,2	30,2	
Phileaxx	35,9	7,8	-11,3	-145,2	24,9	
AXXYS	30,2	-39,7	-24,3	36,9	21,5	
Janett	30,1	65,0	62,0	-2,6	34,1	
Sy Octavius	28,9	36,7	3,9	71,8	28,0	
GKT372	28,3	17,0	67,5	75,7	32,8	

2. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a (Fg) mesterséges fertőzés szempontjából T2, a (Fv) és (Af) szempontjából Toleráns_{1,2} vagy kis és közepes fertőzősségi szintű (S1, S2) hibridek, a kontroll fertőzésre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

A csoportba a mesterséges fertőzési toleranciaszint szerinti második sávba tartozó hibridek közül azok kerültek, amelyek Fv és Af fertőződési szintje nem érte el az erős (S3, S3+) szintet. Közülük a Janett Fv és Af megfigyelési szintjei a legkedvezőbbek, míg ugyanezekre az ágensekre az Axxis kapta a legkevésbé kedvezőket. A Kamaria kontroll megfigyelési értéke az erős érzékenységi sávba (S3), míg Siloking és a Phileaxx értékei az erős (S3+) sávba sorolhatók. A csoporttagok közül az Octavius és a GKT373 minden megfigyelési értéke a pozitív sávban helyezkedik el, míg a Siloking és a Janett mesterséges fertőzési értékei esnek ebbe a tartományba.

Besorolás:

DKC4025	T2	S2	S2	S1
DKC4631	T2	T2	S1	T1
Siloking	T2	T1	T2	S3+
Kamaria	T2	S1	S1	S3
Phileaxx	T2	S1	S1	S3+
AXXYS	T2	S2	S1	T1
Janett	T2	T1	T1	S1
Sy Octavius	T2	T2	S1	T1
GKT372	T2	S1	T1	T1

3. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
P0412	14,8	-35,2	-45,3	52,8	7,4	
DKC5007	3,6	47,7	47,7	54,4	11,5	
DKC4590	-0,9	27,5	24,6	34,7	4,0	
DKC4541	-7,0	12,5	-15,4	-22,1	-7,3	
PR38A24	-7,7	44,0	24,7	22,6	-1,1	
LG 30.491	-14,3	-10,3	15,7	74,6	-8,7	
P0216	-20,3	-18,4	-135,6	-69,5	-32,9	
Ferarixx	-24,0	28,9	15,9	-7,9	-17,0	

3. ábra: Kukorica hibridek csöpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a (Fg) mesterséges fertőzés szempontjából kis fertőzöttségi szintű (S1), a (Fv) és (Af) szempontjából Toleráns1,2 vagy kis és közepes fertőzöttségi (S1,S2) szintű hibridek, a kontroll fertőzésre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

A csoportban a Fg mesterséges fertőzéssel szembeni átlag körüli érzékenységet mutató, S1 besorolású hibridek találhatók. Közülük a DKC5007-es, a DKC4590-es és a PR38A24Fv, Af, és K adatai pozitívak. Az utóbbi fertőzési értékek közül a DKC5007 mindegyikkel a csoport élén áll (T2, T2, T1),

míg a P0412 a Fg és Av értékek tekintetében a csoport legerősebben fertőződő tagja (S1-S2 értékek), ám K értékét tekintve T1) megközelíti a legjobbat.

Besorolás:

P0412	S1	S2	S2	T1
DKC5007	S1	T2	T2	T1
DKC4590	S1	T2	S1	T2
DKC4541	S1	S1	S1	S1
PR38A24	S1	T2	S1	S1
LG 30.491	S1	S1	S1	T1
Ferarixx	S1	T2	S1	S1

4. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
DKC5276	-27,4	-7,7	28,8	-25,1	-20,8	
DKC6031	-31,7	-21,1	-7,4	57,8	-26,4	
PR37N01	-42,9	20,2	-4,4	20,7	-34,2	
GKT376	-44,1	-6,1	-5,1	-27,1	-37,9	
P9915	-45,8	-83,3	27,2	39,0	-38,2	

4. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a (Fg) mesterséges fertőzés szempontjából közepes fertőzöttségi szintű (S2), a (Fv) és (Af) szempontjából kis vagy közepes fertőzöttségi szintű (S1, S2) hibridek, a kontroll fertőzésre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

Ebbe a csoportba azok a *Fusarium graminearum* szemben közepesen erős fertőződési hajlamot mutató hibridek kerültek, amelyeknek Fv és Af fertőződésük is az erős szint alatt maradt. Amíg a DKC5276 közepes Af fertőződképességet (T2) mutatott, a DKC6031 spontán fertőzöttségi szintje sorolható a leggyengébb fertőződésű (T1) sávba. A PR37N01 és a GKT376 a mesterséges fertőzésekkel szemben enyhe fogékonyságú, az utóbbi mindegyik tulajdonági mutatója átlag alatti. A DKC5276 és a GKT376 kontroll sorai közepes fogékonysági sávba (S2) esett.

Besorolás:

DKC5276	S2	S1	T2	S2
DKC6031	S2	S1	S1	T1
PR37N01	S2	S1	S1	S1
GKT376	S2	S1	S1	S2

5. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
P9915	-45,8	-83,3	27,2	39,0	-38,2	

5. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a (Fg) mesterséges fertőzés szempontjából közepes fertőzöttségi szintű (S2), a (Fv) és (Af) szempontjából erős fertőzöttségi szintű (S3) hibridek, a kontroll fertőzésre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

A P9915 azért került ebbe a csoportba, mert mesterséges Fv érzékenysége az erős (S3) sávba esik. Af és K mutatói ennél kedvezőbbek, egyaránt közepes toleranciát mutatnak.

Besorolás:

P9915	S2	S3	T1	T1
-------	----	----	----	----

6. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
PR37F73	-53,6	-31,3	-24,6	-66,2	-50,0	
LG 35.35	-68,4	34,7	2,2	58,2	-52,8	
LG 34.75	-70,5	-43,5	-55,3	-19,9	-66,3	

6. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a (Fg) mesterséges fertőzés szempontjából erős fertőzöttségi szintű (S3), a (Fv) és (Af) szempontjából kis vagy közepes fertőzöttségi szintű (S1,2) hibridek, a kontroll fertőzésre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

Ebbe a csoportba azokat a hibrideket soroljuk, amelyek Fg-re erős érzékenységet tanúsítanak (S3), de a további fertőzési mutatóik sem érik el az S3+ szintet. Az LG 35.35 többi mutatója a pozitív tartományba esik, míg a PR37F73 és az LG 34.75 minden mutatója átlag alatti megfigyelési eredményekből származik. A PR37F73 spontán fertőződése erős volt (S3).

Besorolás:

PR37F73	S3	S2	S1	S3
LG 35.35	S3	T2	S1	T1
LG 34.75	S3	S2	S3	S1

7. csoport

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
P0216	-20,3	-18,4	-135,6	-69,5	-32,9	
P1114	-86,5	-118,5	-136,5	-34,2	-91,6	

7. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai legalább egy, bármely mesterséges fertőzés szempontjából a fajra jellemző átlag 2x-esét meghaladó fertőzési szintű (S3+) hibrid, a többi és a kontroll fertőzöttségre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

Ebbe a csoportba azokat a hibrideket gyűjtöttük össze, amelyek legalább egy mesterséges fertőzési anyaggal szemben erős (S+) szintű fertőzési reakciót mutattak fel. Jellemző a csoport tagjaira, hogy minden mutatójuk tekintetében átlag alattiak a megfigyelési eredményeik. Addig, amíg a P0216-nak csupán az Af eredménye haladja meg az átlag kétszeresét, a P1114 mindegyik mesterséges fertőzöttségi értéke az erős sávban foglal helyet.

Besorolás:

P0216	S1	S1	S3+	S3
P1114	S3	S3+	S3+	S2

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
Siloking	43,4	56,7	37,0	-165,4	37,8	
Kamaria	39,9	-15,8	3,6	-80,2	30,2	
Phileaxx	35,9	7,8	-11,3	-145,2	24,9	
P0216	-20,3	-18,4	-135,6	-69,5	-32,9	
PR37F73	-53,6	-31,3	-24,6	-66,2	-50,0	

8. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai a kontroll szempontjából erős fertőzési szintű hibridek (S3, S3+), a többi fertőzöttségre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

A csoport tagjai azért érdemelnek figyelmet, mert spontán fertőződésük a S3 vagy S3+ sávba sorolja őket, függetlenül a mesterséges fertőzési besorolástól.

Hibrid	Fg	Fv	Af*	K	Átlag	Fg - Fv - Af* - K
PR37F73	-53,6	-31,3	-24,6	-66,2	-50,0	
LG 35.35	-68,4	34,7	2,2	58,2	-52,8	
LG 34.75	-70,5	-43,5	-55,3	-19,9	-66,3	
P1114	-86,5	-118,5	-136,5	-34,2	-91,6	

9. ábra: Kukorica hibridek csőpenész borítottsága, összesített adatokkal: százalékos eltérés a fajra jellemző átlagtól. A csoport tagjai az átlagos fertőzés szempontjából erős fertőzési szintű hibridek (S3, S3+), az egyes gombafajokra mutatott fertőzöttségi szintre tekintet nélkül. Szeged, 2014

Csoportjellemezés:

Minthogy a fertőzési átlagokra gyakorlatilag a *Fusarium graminearum* fertőzöttségi mértéke gyakorol domináns hatást, az átlagok alapján történő külön értékelésnek nincs új szakmai tartalma.

Kiegészítés:

Színmagyarázat: piros – a hibrid számsorában legkisebb érték; világos piros – a hibrid sorában negatív értékek; zöld – a hibrid számsorában legnagyobb érték; halványzöld – köztes pozitív értékek

A mesterséges fertőzés oszlopait a jellemző inoculum keverék éghajlati igénye alapján színeztük kézzel (meleg humid), sárgával (kontinentális), és narancs színűvel (száraz-trópusi)

Fertőzöttségi szintek: T1 – 50-es (legkevésbé fertőződő) szint felett; T2 – 50 és 25 (közepesen fertőződő) szint között; S1 (gyenge fertőződés) - 25 és -25 között; S2 (közepesen erős fertőződés) - -25 és -50 között; S3 (erős fertőződés) - -50 felett; S3+ - (kifejezetten erős fertőződés) – a csoport átlagát annak legalább 2x-esével meghaladó fertőződés