

Kukorica genotípusok herbicid-tolerancia tapasztalatai a 2016-os csapadékos évben**Bónis Péter – Árendás Tamás – Sugár Eszter – Szőke Csaba – Darkó Éva – Marton L. Csaba**Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,
Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár
bonis.peter@agrar.mta.hu**ÖSSZEFOGLALÁS**

Martonvásáron kukorica gyomirtó szer érzékenységi kísérletben vizsgáltuk 49 martonvásári szülői komponens herbicid-toleranciájának mértékét a 2016. évben. A 12 gyomirtó kezelést az engedélyokiratokban javasolt normál, és azok kétszeres mennyiségében juttattuk ki. A korai posztemergensen alkalmazott készítményeket a kukorica 1–2 leveles, a posztemergens gyomirtó szereket pedig 7–8 leveles fejlettségi állapotban permeteztük ki. A kisparcellás kísérletet két ismétlésben állítottuk be. A korai posztemergens kezelések fitotoxikus hatását két, illetve négy hét elteltével, a posztemergens kezeléseket két héttel a kijuttatást követően értékeltük. Egyes vizsgált gyomirtó szerek használata vetőmag előállításban ugyan nem engedélyezett, azonban fontos ismernünk a kukorica szülői genotípusok reakcióját minden típusú gyomirtó szerre. A topramezone hatóanyagot a 2015-ös évben a forgalomból kivonták, a már eladott készletek felhasználhatósága miatt még 2016-ban szerepelt a kísérletben. A vizsgált készítmények a következők voltak: meotrion + S-metolaklor + terbutilazin; isoxaflutol + tienkarbazon metil + ciprozulfamid; isoxaflutol + ciprozulfamid; meotrion + terbutilazin; tembotrion + izoxidifen-etil; meotrion + nikoszulfuron; proszulfuron; nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba; bentazon + dikamba; nikoszulfuron; topramezone; foramszulfuron + izoxadifen-etil.

A korai posztemergensen alkalmazott gyomirtó szerek közül az isoxaflutol + ciprozulfamid okozta a legkisebb mértékű károsodást a vizsgált genotípusokon. A tavaszi bő csapadékos időjárás elősegítette a jól bevált, és vetőmag előállításban is rendszeresen használt S-metolaklor hatóanyag kukorica gyökérszónába történő bemosódását, ami az érzékeny beltenyészett törzsekben fitotoxikus tüneteket eredményezett az első felvételezés időpontjában. Ezen fitotoxikus tüneteket a tenyészidőszak folyamán a genotípusok kinőtték. Az átlagosnál hűvösebb tavasz a kukorica lassabb fejlődését és a gyomirtó szer hatóanyagainak vontatottabb fermentálódását is eredményezte, ezért a posztemergens készítmények mindegyike okozott látható tüneteket a genotípusok valamelyikén.

A genotípusok átlagában a legerőteljesebb károsodásokat a nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba, a nikoszulfuron, valamint a foramszulfuron + izoxadifen-etil kétszeres dózisa okozták.

Kulcsszavak: kukorica beltenyészett törzsek, posztemergens herbicid, fitotoxicitás

SUMMARY

The herbicide tolerance levels of 49 Martonvásár inbred parents were examined in Martonvásár in a herbicide susceptibility trial in 2016. The normal dosage recommended in the permit documentations and double dosage were used for the 12 small-plot herbicide treatments performed in two repetitions. Spraying of early post-emergent herbicides was carried out in the 1–2-leaf stage, while post-emergent treatments were applied in the 7–8-leaf stage of maize. The extent of phytotoxicity was scored for the early post-emergent herbicides two and four weeks after treatments and for the post-emergent herbicides two weeks after treatments, respectively. Some of the herbicides examined are not approved in seed production; however it is important to know the reaction of maize parent genotypes for every type of herbicides. The active agent topramezone was withdrawn from the market in 2015, but it was included in the trials as its usage was allowed until stocks run out in 2016. The herbicide agents were examined as follows: mesotrione + S-metolachlor + terbuthylazine; isoxaflutol + tienkarbazon methyl + cyprosulphamide; isoxaflutol + cyprosulphamide; mesotrione + terbuthylazine; tembotrione + isoxadifen-ethyl; mesotrione + nicosulfuron; prosulfuron; nicosulfuron + prosulfuron + dicamba; bentazone + dicamba; nicosulfuron; topramezone; foramsulfuron + isoxadifen-ethyl.

Among early post-emergent herbicides, isoxaflutol + cyprosulphamide caused the less phytotoxic damage in the genotypes. The large amount of precipitation during the spring facilitated the infiltration of the active ingredient S-metolachlor, used regularly and successfully also in seed production, into the root zone, resulting in phytotoxic symptoms on susceptible inbred lines at the time of the first inspection. These genotypes recovered by the end of the vegetation period. The spring weather was cooler than usual, retarding the development of maize and thus led to the slower fermentation of herbicide active ingredients, accordingly, all of the post-emergent herbicides caused visible phytotoxic symptoms on some of genotypes. The most severe damages were generally caused by the double dosage of nicosulfuron + prosulfuron + dicamba, nicosulfuron, and foramsulfuron + isoxadifen-ethyl.

Keywords: maize inbred lines, post-emergent herbicide, phytotoxicity

BEVEZETÉS

A kukorica vetőmag-előállítás technológiájában a kémiai gyomirtás jelentős szereppel bír. A nagyszámú kukoricában alkalmazható gyomirtó szer közül csak néhány használható biztonságosan a beltenyészett törzsek gyomirtására. Korábbi hazai és nemzetközi vizsgálatok is alátámasztják a kukorica vonalak rendkívül változatos gyomirtó szer toleranciáját (Shimabukuro et al. 1971, Eberlein et al. 1989, Harms et al. 1990, Green

és Ulrich 1993, Kang 1993, Widstrom és Dowler 1995, Green 1998, Bónis et al. 2004). A gyomirtó szer-kultúrnövény kölcsönhatást az évjáratok és más környezeti tényezők is jelentősen befolyásolják (Berzsenyi et al. 1997).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A martonvásári kukorica genotípusok herbicid-toleranciájának vizsgálatára szántóföldi kisparcellás kísér-

letet állítottunk be két ismétlésben Martonvásáron, erdőmaradványos csernozjom talajon.

A kísérletben korai posztemergens és posztemergens állapotban kijuttatott gyomirtó szerek látható fitotoxikus hatásának mértékét vizsgáltuk (1. táblázat).

A gyomirtó szerek technológiai leírásban javasolt maximális, valamint ezek kétszeres mennyiségét parcellapermetező géppel jutattuk ki 49 martonvásári szülői genotípusra. A korai posztemergens kezeléseket a kukorica 1–2 leveles fejlettségi állapotában (1–3. kezelés), a posztemergens készítményeket 7–8 leveles fejlettségű kukoricára permeteztük ki (4–12. kezelés). A korai posztemergens kezelések fitotoxikus hatását két, illetve négy hét elteltével, a posztemergens kezeléseket két héttel a kijuttatást követően értékeltük. A fitotoxi-

citás mértékét 0–100-ig terjedő százalékos skálán bíráltuk el. Minden herbicidhez tartozott egy kezeletlen kontroll is. A vizsgált gyomirtó készítmények egy részének használata vetőmag előállításban nem engedélyezett, ezek az isoxaflutol + tienkarbazon metil + ciprozulfamid (2), isoxaflutol + ciprozulfamid (3), nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba (8), bentazon + dikamba (9), nikoszulfuron (10) – bár ez a hatóanyag egyes készítményekben, formátumokban alkalmazható, foramszulfuron + isoxadifen-etil (12). Fontos azonban tudnunk a kukorica szülői genotípusok reakcióját minden típusú gyomirtó szerre, figyelembe véve az olyan szélsőséges eseteket is, amikor a gyomfertőzőttség esetleg megköveteli az alkalmazásukat.

1. táblázat

A herbicid tolerancia kísérlet kezelése (Martonvásár, 2016)

Kezelés szám(1)	Herbicid hatóanyagok(2)	Dózis (l, g hatóanyag × ha)(3)	
		Egyszeres(4)	Kétszeres(5)
0.	Kontroll(6)	–	–
1.	mezotrion + S-metolaklór + terbutilazin(7)	187,5 + 1875 + 625	375 + 3750 + 1250
2.	isoxaflutol + tienkarbazon-metil + ciprozulfamid(8)	99 + 39,6 + 66	198 + 79,2 + 132
3.	isoxaflutol + ciprozulfamid(9)	105,6 + 105,6	211,2 + 211,2
4.	mezotrion + terbutilazin(10)	115 + 749,8	230 + 1499,6
5.	tembotrion + izoxadifen-etil(11)	99 + 47,5	198 + 99
6.	mezotrion + nikoszulfuron(12)	150 + 60	300 + 120
7.	prozulfuron(13)	15	30
8.	nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba(14)	48 + 20 + 258,8	96 + 40 + 517,6
9.	bentazon + dikamba(15)	960 + 270	1920 + 540
10.	nikoszulfuron(16)	60	120
11.	topramezon(17)	50,4	100,8
12.	foramszulfuron + izoxadifen-etil(18)	56,25 + 56,25	112,5 + 112,5

Table 1: Treatments in the herbicide tolerance experiment (Martonvásár, 2016)

No. of treatments(1), Herbicide ingredients(2), Dosage (l, g a.i. × ha⁻¹)(3), Normal(4), Double(5), Control(6), Mesotrione + S-metolachlor + terbuthylazine(7), Isoxaflutol + thien carbazole-methyl + cyprosulfamide(8), Isoxaflutol + cyprosulfamide(9), Mesotrione + terbuthylazine(10), Tembotrione + isoxadifen-ethyl(11), Mesotrione + nicosulfuron(12), Prosulfuron(13), Nicosulfuron + prosulfuron + dicamba(14), Bentazon + dicamba(15), Nicosulfuron(16), Topramezone(17), Foramsulfuron + isoxadifen-ethyl(18)

A 2016. év tenyészidőszakának időjárása hűvös, csapadékos volt (2. táblázat). Az áprilisban és május első dekádjában lehullott csapadék mennyisége a 30 éves átlag alatt maradt, a későbbiekben azonban összességében 70 mm-rel több esett, mint a sokéves átlag. A hőmérséklet váltakozóan, hol a sokéves átlag alatt, hol a felett alakult, a tenyészidőszak átlagát tekintve azonban megközelítőleg azonos volt. A hőségnapok száma az átlag alatt maradt. A vetést (május 11.) követően lehullott bőséges csapadék mennyisége nagymértékben befolyásolta a korai posztemergensen kijuttatott gyomirtó szerek hatékonyságát is, és az érzékeny genotípusokon elősegítette egyes hatóanyagoknak (pl. S-metolaklór) a kukorica gyökeréhez mosódásával fitotoxikus hatások kialakulását.

EREDMÉNYEK

A korai posztemergensen kijuttatott gyomirtó szerek által okozott fitotoxikus károsodás mértékét két időpontban (kettő és négy héttel a kezeléseket követően)

felvételeztük. A két értékelés összehasonlítását a 49 genotípus átlagában az 1. ábrán mutatjuk be.

A mezotrion + S-metolaklór + terbutilazin (1) kezelésnél a fitotoxikus tünetek erőssége a 2. felvételezés időpontjára kismértékben növekedett. A tünetek megjelenési formája az érzékeny genotípusokon a klórace-tanilidekre jellemző kibomlatlan, csavarodott, visszahajlott, gyűrődött levelekben mutatkozott meg leginkább. Ez valószínűleg a csapadékos, hűvös időjárásban a gyökérszónába mosódott S-metolaklór hatásának huzamosabb ideig kitett gyökerek vegyszer-felvételezéséből adódott. Átlagos évjáratban a tünetek vagy meg sem jelennek, vagy gyorsan eliminálódnak. Ebben a kezelésben a vizsgált 49 martonvásári szülői genotípus 30%-án alakultak ki enyhe tünetek, amelyek a 3. számú beltenyészett törzs kivételével a tenyészidőszak előrehaladtával eltűntek. Az említett törzs alsó levelein a kétszeres dózis által okozott gyűrődések megmaradtak, bár a későbbi levélszintek a tünetet túlnőtték. A 2. ábrán minden vizsgált törzset feltüntetve mutatjuk be a 2. felvételezés eredményeit, ahol a 49 genotípusból 15-

Főbb csapadék és hőmérsékleti adatok a kukorica tenyészidőszakában (Martonvásár, 2016)

Hónap(1)	Dekád(2)	Csapadék (mm)(3)				Átlaghőmérséklet (°C)(4)			Hőségnap ($t_{max}>30\text{ °C}$)(5)	
		2016	30 éves átlag(6)	Δ	$\Sigma\Delta$	2016	30 éves átlag(6)	Δ	2016	1997–2015
IV.	1.	7,7	12	-4,3	-4,3	13,2	10,4	2,8	0	0
	2.	0,0	13	-13,0	-17,3	13,7	10,8	2,9	0	0
	3.	13,0	18	-5,0	-22,3	9,4	12,6	-3,2	0	0
V.	1.	37,7	18	19,7	-2,6	14,2	14,8	-0,6	0	1
	2.	38,7	16	22,7	20,1	13,7	17,0	-3,3	0	1
	3.	18,5	22	-3,5	16,6	19,1	17,3	1,8	0	1
VI.	1.	9,2	26	-16,8	-0,2	18,5	19,1	-0,6	0	2
	2.	41,9	22	19,9	19,7	19,2	19,5	-0,3	0	3
	3.	16,0	25	-9,0	10,7	23,5	20,6	2,9	4	3
VII.	1.	0,5	18	-17,5	-6,8	21,5	21,0	0,5	3	4
	2.	87,7	16	71,7	64,9	20,1	22,0	-1,9	2	5
	3.	31,7	19	12,7	77,6	23,2	21,5	1,7	4	5
VIII.	1.	7,1	18	-10,9	66,7	20,4	21,6	-1,2	1	5
	2.	3,1	15	-11,9	54,8	18,6	21,0	-2,4	0	4
	3.	24,6	13	11,6	66,4	20,0	19,6	0,4	2	3
IX.	1.	8,3	10	-1,7	64,7	20,0	18,8	1,2	1	1
	2.	37,5	14	23,5	88,2	19,4	16,4	3,0	3	0
	3.	0,2	17	-16,8	71,4	13,6	14,6	-1,0	0	0
Σ , illetve átlag(7)		383,4	312	–	–	17,9	17,7	–	20	38

Table 2: Rainfall and temperature data during the vegetation period of maize [Martonvásár (Middle Hungary), 2016]
 Month(1), Decade(2), Rainfall (mm)(3), Average temperature(4), Number of hot days(5), 30-year average(6), Σ or mean(7)

ön találtunk károsodásra utaló tüneteket, így látható a kétszeres dózis által kiváltott, az egyszeresnél erőteljesebb károsító hatás.

1. ábra: A korai posztemergens gyomirtó szer kezelések egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása beltenyészett kukorica törzsekre a törzsek átlagában két felvételezési időpontban

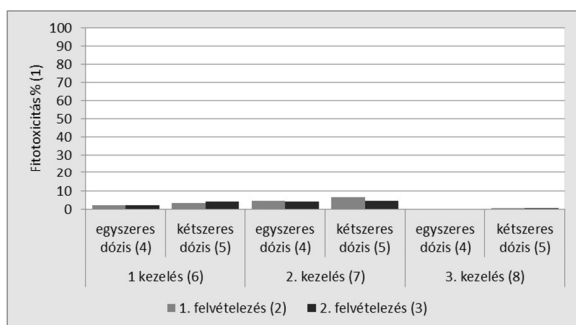


Figure 1: Effect of normal and double dosage of early post-emergent herbicides on maize inbred lines in two scoring date
 Phytotoxicity(1), 1st scoring date(2), 2nd scoring date(3), Normal dosage(4), Double dosage(5), 1st treatment(6), 2nd treatment(7), 3rd treatment(8)

Az izoxaflutol + tienkarbazon-metil + ciproszulfamid (2) kezelés mindkét korai posztemergens készítménynél kicsit erősebb tüneteket mutatott a törzsek átlagában (1. ábra), azonban a 3. ábrán jól látható,

hogy mindössze két beltenyészett törzs hiperérzékenysége befolyásolja az átlagadatokat, a többi genotípus (három kivétellel) gyakorlatilag tünetmentes volt.

Az izoxaflutol + ciproszulfamid hatóanyagú készítmény (3. kezelés) okozta a legenyhébb tüneteket a törzseken a korai posztemergensen kijuttatott herbicidek közül. Az egyszeres dózisu – a köztermesztésben alkalmazott – kezelés nem okozott tüneteket a genotípusokon, a kétszeres mennyiség két törzsen váltott ki igen enyhe károsodást (4. ábra).

A kukorica 1–2 leveles fejlettségi állapotában kijuttatott gyomirtó szerek közül tehát az izoxaflutol + ciproszulfamid (3) kezelést tolerálták legjobban a kukorica genotípusok. Az összes vizsgált herbicid hatását áttekintve (5. ábra) ehhez hasonló, szinte tünetmentes állapotot csak a topramezon (11) kezelés eredményezett, de a 4. (mezotrión + terbutilazin), az 5. (tembotrión + izoxadifen-etil), a 6. (mezotrión + nikoszulfuron) és a 7. (proszulfuron) kezeléseket is jól tolerálták a kukoricák.

A legnagyobb károsodásokat a 8. (nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba), a 10. (nikoszulfuron), és a 12. (foramszulfuron + izoxadifen-etil) kezelés kétszeres dózisa okozta. Ezen gyomirtó szerek genotípusokra gyakorolt hatását a 6–8. ábrán mutatjuk be, ahol látható, hogy a kétszeres dózissal ellentétben a gyakorlatban használt mennyiségek csak néhány beltenyészett törzs esetében mutattak jelentős fitotoxikus hatást.

2. ábra: A korai posztemergensen kijuttatott mezotrion + S-metolaklór + terbutilazin (1) kezelés egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása 49 kukorica genotípusra

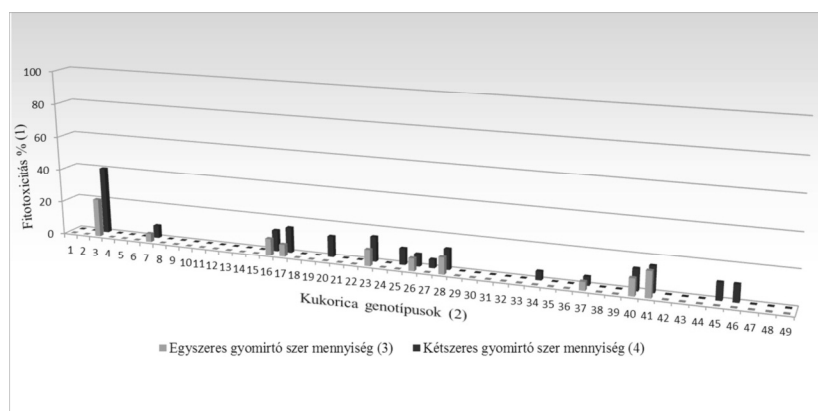


Figure 2: Effect of normal and double dosage of early post-emergent herbicide (mesotrione + S-metolachlor + terbuthylazine) on 49 maize inbred lines
Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

3. ábra: A korai posztemergensen kijuttatott izoxaflutol + tienkarbazon-metil + ciproszulfamid (2) kezelés egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása 49 kukorica genotípusra

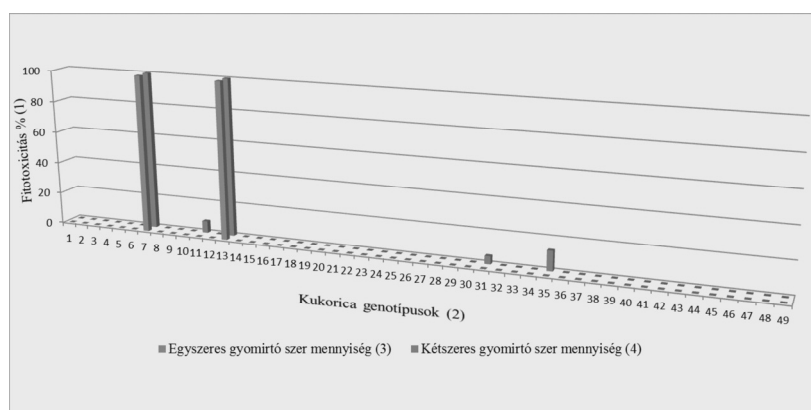


Figure 3: Effect of normal and double dosage of early post-emergent herbicide (isoxaflutol + thien carbazon-methyl + cyprosulfamide) on 49 maize inbred lines
Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

4. ábra: A korai posztemergensen kijuttatott izoxaflutol + ciproszulfamid (3) kezelés egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása 49 kukorica genotípusra

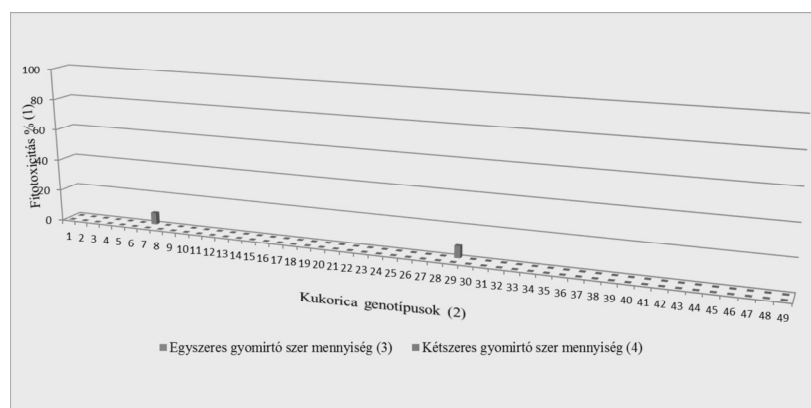


Figure 4: Effect of normal and double dosage of early post-emergent herbicide (isoxaflutol + cyprosulfamide) on 49 maize inbred lines
Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

5. ábra: A herbicid tolerancia kísérletben vizsgált gyomirtó szerek egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása kukorica beltenyészett törzsekre 49 martonvásári genotípus átlagában

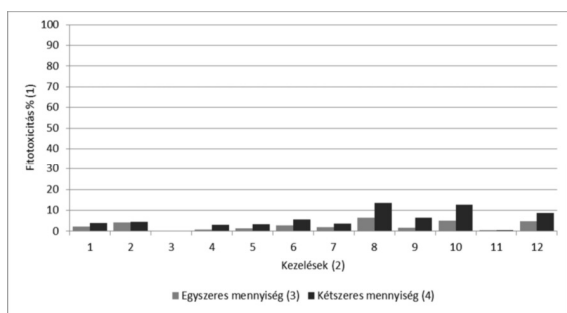


Figure 5: Effect of normal and double dosage of herbicides used in maize herbicide tolerance experiment on 49 maize inbred lines averaged over the parental genotypes from Martonvásár Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

KÖVETKEZTETÉSEK

A 2016-os hűvös, csapadékos tavaszi időjárási körülmények miatt lelassult életfolyamatok következtében a gyomirtó szereket a kukorica törzsek vonatkozásban tudták lebontani, közömbösíteni, ezért a látható herbicidek okozta tünetek hosszabb időn keresztül maradtak fenn, mint egy átlagos évjáratban. Ez a korai posztemergensen kijuttatott gyomirtó szerek közül a mezotrion + S-metolaklór + terbutilazin hatóanyag-tartalmú készítmény esetében volt jól megfigyelhető. Ebben a kezelésben a vizsgált 49 martonvásári szülői genotípus 30%-án alakultak ki a klóracetanilidekre jellemző fitotoxikus tünetek, amelyek a tenyészidőszak előrehaladtával – egy érzékeny beltenyészett törzs kivételével – eltűntek. A kísérletben a vizsgált genotípusokon a legnagyobb látható károsodásokat a nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba (8), a nikoszulfuron (10), és a foramszulfuron + izoxadifen-etil (12) kezelés kétszeres dózisa okozta.

6. ábra: Posztemergensen kijuttatott nikoszulfuron + proszulfuron + dikamba (8) kezelés egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása 49 kukorica genotípusra

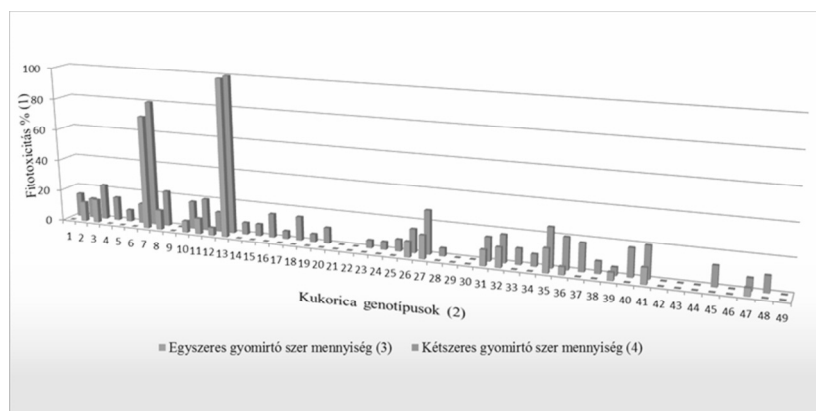


Figure 6: Effect of normal and double dosage of post-emergent herbicide (nicosulfuron + prosulfuron + dicamba) on 49 maize inbred lines Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

7. ábra: Posztemergensen kijuttatott nikoszulfuron (10) kezelés egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása 49 kukorica genotípusra

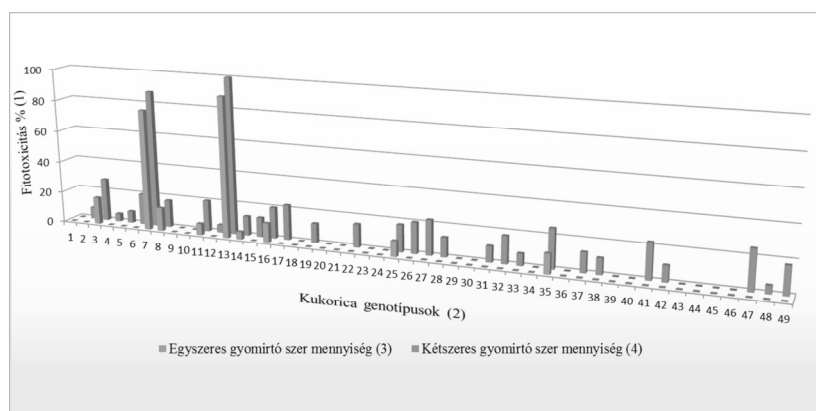


Figure 7: Effect of normal and double dosage of post-emergent herbicide (nicosulfuron) on 49 maize inbred lines Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

8. ábra: Posztemergensen kijuttatott foramsulfuron + izoxadifen-etil (12) kezelés egyszeres és kétszeres mennyiségének hatása 49 kukorica genotípusra

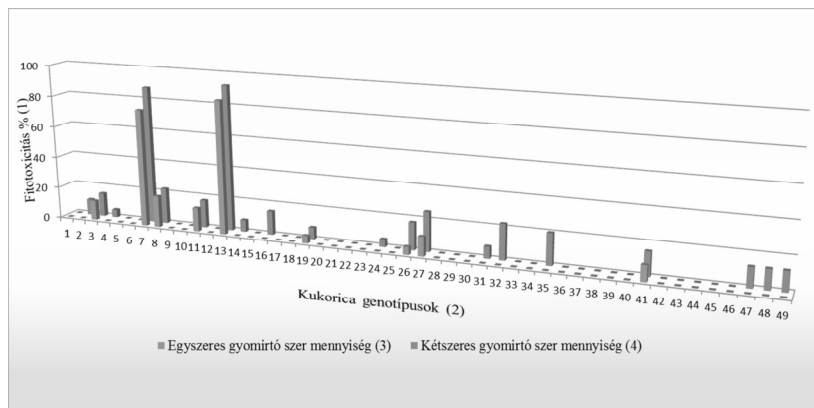


Figure 8: Effect of normal and double dosage of post-emergent herbicide (foramsulfuron + isoxadifen-ethyl) on 49 maize inbred lines Phytotoxicity(1), Maize genotypes(2), Normal dosage(3), Double dosage(4)

IRODALOM

- Berzsenyi, Z.–Gyórfy, B.–Árendás, T.–Bónis, P.–Lap, D. Q. (1997): Studies on the phytotoxicity of herbicides in maize (*Zea mays* L.) as affected by temperature and antidotes. *Acta Agron. Hung.* 45: 443–448.
- Bónis, P.–Árendás, T.–Berzsenyi, Z.–Marton, L. Cs. (2004): Herbicide tolerance studies on maize inbred lines. *Z. PflKrankh. PflSchutz Sonderh.* 19: 901–907.
- Eberlein, C. V.–Rosow, K. M.–Geadelmann, J. L.–Openshaw, S. J. (1989): Differential tolerance of corn genotypes to DPX-M6316. *Weed Sci.* 37: 651–657.
- Green, J. M. (1998): Differential tolerance of corn (*Zea mays*) inbreds to four sulfonylurea herbicides and bentazon. *Weed Technology.* 12: 474–477.
- Green, J. M.–Ulrich, J. F. (1993): Response of corn (*Zea mays*) inbreds and hybrids to sulfonylurea herbicides. *Weed Science.* 41: 508–516.
- Harms, C. T.–Montoya, A. L.–Privalle, L. S.–Riggs, R. W. (1990): Genetic and biochemical characterization of corn inbred lines tolerant to sulfonylurea herbicide primisulfuron. *Theor. Appl. Genet.* 80: 353–358.
- Kang, M. S. (1993): Inheritance of susceptibility of nicosulfuron herbicide in maize. *J. Heredity.* 84: 216–217.
- Shimabukuro, R. H.–Frear, D. S.–Swanson, H. R.–Walsh, W. C. (1971): Glutathione conjugation an enzymatic basis for atrazine resistance in corn. *Plant Physiology.* 47: 10–14.
- Widstrom, N. W.–Dowler, C. D. (1995): Sensitivity of selected field corn (*Zea mays*) to nicosulfuron. *Weed Technology.* 9: 779–782.