

Reaction of *Ambrosia artemisiifolia* L. populations to herbicides – resistance or technological fault?

GABRIELLA KAZINCZI¹ – ÁKOS VARGA¹ – ILDIKÓ KEREPESI² – RICHÁRD HOFFMANN¹ – MARGIT NAGY³ – GABRIELLA BENÉCSNÉ BÁRDI⁴

¹Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Institute of Plant Science, Kaposvár

²University of Pécs, Faculty of Sciences, Pécs

³Szabolcs-Szatmár-Bereg County Government Office, District Office of Nyíregyháza, Division of Food Chain Safety, Plant Protection and Soil Conservation, Plant Protection Department, Nyíregyháza

⁴Neutex Bt., Gödöllő

Summary

The aim of our investigations was to search the reasons of survival of ragweed plants after herbicide treatments. Therefore ragweed achenes (later referred as seeds) were collected from those sunflower fields, which were treated with imazamox, tribenuron-methyl and glyphosate herbicides. TTC test was used to determine seed viability. Seed were sown under glasshouse conditions and their germination was evaluated continuously. Young ragweed plants were treated with normal and double dose rates of imazamox, tribenuron-methyl and glyphosate – with the same herbicides which were applied under field conditions before seed collection. Phenological and symptomatological observations were carried out continuously. 52 days after treatments the green biomass of ragweed plants was measured for each pots. It was stated that tribenuron-methyl – independently from the origin of ragweed seeds – significantly retarded the development of ragweed plants as compared to untreated control ones, but treated plants did not die. Ragweed populations showed sensitivity or moderate sensitivity to normal and double dose rates of imazamox. The effectivity of glyphosate was 100% in case of each ragweed population. Future investigations are necessary to collect seeds from the survived plants from more arable fields and to clear the reason of (partial) unefficiency of herbicides. Furthermore it is important to examine that – in case of partial unefficiency – the plants are able to flower and produce seeds which may play role in the transmission of resistance.

Keywords: *Ambrosia artemisiifolia*, imazamox, tribenuron-methyl, glyphosate, resistance

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Szántóföldjeink legelterjedtebb gyomnövénye az elmúlt több, mint két évtizedben az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) (Novák és mtsai, 2009). A növénytermesztésben okozott kártételén kívül humán egészségügyi problémákat is okoz a pollenjére érzékeny allergiásoknak (Szentés – Lehoczky, 2016). Továbbra is napraforgóban jelenti a legnagyobb problémát, ahol csak a herbicid ellenálló hibridekben tudunk ellene hatékonyan védekezni (Kazinczi 2015; Kádár 2016). A számtalan kampány, hatósági intézkedés, hazai és nemzetközi kutatások ellenére jelentősége még mindig nem csökkent. Több kiváló publikáció, összefoglaló tanulmány jelent meg az utóbbi időben, amely összefoglalja e faj ter-

jedésével, biológiájával kapcsolatos legfontosabb ismereteket és az ellene történő hatékony védekezési eljárások lehetőségét (Kazinczi és mtsai 2009; Pinke és mtsai, 2011; Kazinczi – Novák, 2014; Domonkos és mtsai, 2016). Közép-európai intenzív terjedésének köszönhetően a nemzetközi herbológiai kutatásoknak is homlokterében áll (Müller-Schärer és mtsai, 2014; Essl és mtsai, 2015; Lommen és mtsai, 2017).

Az egyoldalú herbicidhasználat következtében a világ számos pontján a herbicidellenálló gyom biotípusok megjelenése fenyegető problémává vált és új alapokra helyezi a gyomnövények elleni hatékony védelmet. A www.weedscience.org honlapon 70 ország – közülük 24 európai – herbicidellenálló gyom biotípusai szerepelnek (Heap 2017). A parlagfű herbicid ellenállóságát – a honlap szerint – közülük eddig csak Észak-Amerikában regisztrálták (USA, Kanada)*.

A herbicidellenálló biotípusok főleg kukoricában és szójában jelentek meg, és a hatóanyagok közül számos – pl. glifozát, imazamox, nikoszulfuron, flumioxazin, jodoszulfuron, oxifluorfen – hazánkban is engedélyezett és széles körben, több kultúrában is használt (1. táblázat).

1. táblázat: Rezisztens parlagfű biotípusok megjelenése Észak-Amerikában, különböző kultúrákban (forrás: www.weedscience.org)

Table 1: Appearance of herbicide resistant ragweed biotypes in North America, in different crops (source: www.weedscience.org)

Ország	Kultúra	Hatóanyag
Kanada	kukorica	atrazin
	sárgarépa	linuron
	szója	chlorimuron-ethyl, cloransulam-methyl, glifozát, imazethapyr
USA	kukorica	atrazin, acifluorfen-sodium simazin, cyanazin, cloransulam-methyl fomesafen, glifozát, imazethapyr, imazamox, lactofen, nikoszulfuron
	szója	acifluorfen-sodium, carfentrazone-ethyl, chlorimuron-ethyl, cloransulam-methyl, flumiclorac-pentyl, flumioxazin, fomesafen, glifozát, halosulfuron-methyl, imazamox, imazapyr, imazaquin, imazethapyr, iodosulfuron-methyl-sodium, lactofen, metsulfuron-methyl, oxyfluorfen, primisulfuron-methyl, pyraflufen-ethyl, pyriithiobac-sodium, prosulfuron, sulfentrazone, trifloxysulfuron-sodium
	gyapot	glifozát
	földimogyoró	diclosulam

Az utóbbi években hazánkban néhány esetben szabadföldi körülmények között egyes herbicidek parlagfűvel szembeni hatástalanságát figyelték meg a szakemberek. Azonban a hatástalanság oka a legtöbb esetben nem volt eldönthető, tekintettel arra, hogy a „túlélő” növényekkel kapcsolatosan további vizsgálatok nem történtek. Jelen kutatásainkban ezért célul tűztük ki a herbicid kezeléseket túlélő parlagfű növények további vizsgálatát.

*Az adatbázis valószínűleg nem teljes, hiszen jól tudjuk például, hogy hazánkban a parlagfű triazinrezisztens biotípusok már 1992-ben megjelentek.

Anyag és módszer

A kísérletben vizsgált parlagfű kaszattermés (továbbiakban: mag) minták olyan helyekről származtak, ahol a herbicid kezelések után a parlagfű növények nem pusztultak el, befejezték életciklusukat, és magot érleltek. Célunk az volt, hogy kiderítsük: mi volt az oka annak, hogy az egyes parlagfű növények nem vártak megfelelően reagáltak a gyomirtó szerekre. A lehetséges okok között több is számításba jöhetett: valamilyen technológiai hiba; a növény túlfejlettsége a kezelés idején; esetleg az, hogy a célnövény nem „találkozott” a levélherbiciddel. Ez utóbbi oka lehetett egy másik növény árnyékoló hatása, vagy a parlagfű kezelés utáni utókelése. Feltételezhető volt az is, hogy a parlagfű növény az adott herbiciddel szemben ellenálló képességet alakított ki.

A lehetséges okok – elsősorban az ellenállóképesség – igazolásának vagy kizárásának tisztázására – a herbicid kezeléseket túlélő parlagfű növényekről származó magvakat üvegházi körülmények között elvetettük és a fiatal növények gyomirtó szerekkel szembeni reakcióját dózis-hatás kísérletekben vizsgáltuk.

Maggyűjtés szabadföldön

Az ürmlevelű parlagfű magokat 2014 őszén különböző herbicid kezeléseket (tribenuron-metil, imazamox, imazamox + később glifozátos állományszárítás) kapott napraforgó táblákról betakarítás előtt gyűjtöttük. A magok olyan parlagfű növényekről származtak, amelyek a herbicid kezeléseket után életben maradtak és magot érleltek.

A magvak életképességét mintánként 4×50 mag felhasználásával TTC teszttel vizsgáltuk. A magokat 4 °C-on hűtőszekrényben tároltuk a 2016. 04. 14-i felhasználásig.

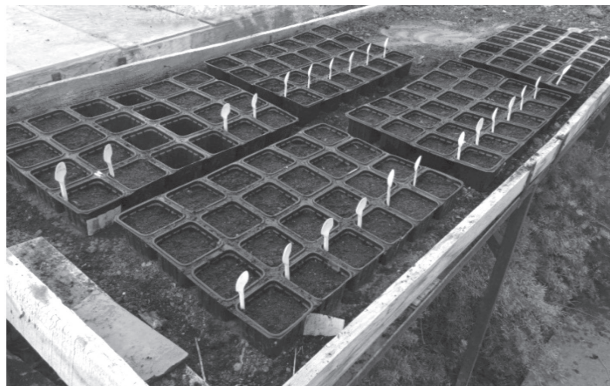
A minták származását, valamint hogy milyen herbiciddel hajtották végre a kezelést napraforgóban a szántóföldön, a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A parlagfű mag minták származási helye és a herbicid kezelése napraforgó táblákban
Table 2: Origin of ragweed seed samples and the herbicide treatments on sunflower fields

Mintaszám	Származási hely	Kezelés
1.	Vácrátót, Szódi-Agrárszövetkezet	Express 50 SX (50% tribenuron-metil) 45, 60, 90 g/ha + Trend 90 (90% etoxilált izodecil alkohol) 0,1V/V%
2.	Hatvan, Verseg Kft	Listego 40 SL (40 g/l imazamox) 1,0, 1,25, 2 x 1,25 l/ha + Dash HC (18,5% metiloleát + 18,5% metilpalmilát) 1.0 l/ha
3.	Hódmezővásárhely	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha
4.	Demecser-Kunyhók tábla	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha
5.	Demecser- Székely tábla	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha
6.	Demecser-Balázsi tábla	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha
7.	Demecser-Kunyhók tábla	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha + Glyfozat 480 SL (360 g/l glifozát) 3 l/ha
8.	Demecser- Székely tábla	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha + Glyfozat 480 SL (360 g/l glifozát) 3 l/ha
9.	Demecser-Balázsi tábla	Pulsar 40 SL (40g/l imazamox) 1,2 l/ha + Glyfozat 480 SL (360 g/l glifozát) 3 l/ha
10.	Kálmánháza	Glyfozat 480 SL (360 g/l glifozát) 5 l/ha
11.	Kaposvár	runderália (kezeletlen területről)

Üvegházi tenyészedenyes kísérletek

A parlagfű magvak vetése négy ismétlésben 2016. 04. 14-én üvegházban, műanyag tenyészedenyekbe történt (1. ábra). Tenyészedenyenként 50–50 magot vetettünk. A csírázás mértékét április végétől május végéig három naponta értékeltük (illetve gyakorlatilag addig, amíg a tenyészedenyekben kelést tapasztaltunk). A csíranövényeket megszámlálás után eltávolítottuk, tenyészedenyenként 4–4 csíranövény kivételével, amelyek később herbicid kezelésben részesültek.



1. ábra: Tenyészedenyek egy része a parlagfű vetése után (2016. április 14.) fotó: Kazinczi Gabriella
Figure 1: Pot experiments under glasshouse conditions (14. 04. 2016) photo: Gabriella Kazinczi

A különböző parlagfű minták esetében a 3. táblázatban szemléltetett herbicid kezeléseket alkalmaztuk. A tenyészedenyekben lévő növényeket imazamox, tribenuron-metil és glifozát hatóanyagú készítmények normál és dupla dóziséval kezeltük, aszerint hogy a parlagfű növények, amelyekről a magokat gyűjtöttük, milyen kezelést kaptak a szántóföldön. A kezeléseket kézi permetezővel, 2016. 05. 13-án, a parlagfű növények szik-4 leveles (BBCH: 10–14) állapotában végeztük 250 l/ha víz felhasználásával.

3. táblázat: Az üvegházi tenyészedenyes kísérletekben végzett herbicid kezelések
Table 3: Herbicide treatments of the different ragweed samples in glasshouse pot experiments

Minta száma	Kezelések jelölése	Kezelések sorszáma	Herbicid kezelések
1	1/1	1	Express 50 SX N ¹
	1/2	2	Express 50 SX D ²
	1/3	3	kezeletlen kontroll
2	2/1	4	Pulsar 40 SL N ³
	2/2	5	Pulsar 40 SL D ⁴
	2/3	6	kezeletlen kontroll
3	3/1	7	Pulsar 40 SL N ³
	3/2	8	Pulsar 40 SL D ⁴
	3/3	9	kezeletlen kontroll

A 3. táblázat folytatása
Table 3. (Continued)

Minta száma	Kezelések jelölése	Kezelések sorszáma	Herbicid kezelések
4	4/1	10	Pulsar 40 SL N ³
	4/2	11	Pulsar 40 SL D ⁴
	4/3	12	kezeletlen kontroll
5	5/1	13	Pulsar 40 SL N ³
	5/2	14	Pulsar 40 SL D ⁴
	5/3	15	kezeletlen kontroll
6	6/1	16	Pulsar 40 SL N ³
	6/2	17	Pulsar 40 SL D ⁴
	6/3	18	kezeletlen kontroll
7	7/1	19	Pulsar 40 SL N + Glyfozat 480 SL N1*
	7/2	20	Pulsar 40 SL D ⁴ + Glyfozat 480 SL D1*
	7/3	21	kezeletlen kontroll
	7/4	22	Glyfozat 480 SL N1
	7/5	23	Glyfozat 480 SL D1
8	8/1	24	Pulsar 40 SL N ³ + Glyfozat 480 SL N1*
	8/2	25	Pulsar 40 SL D ⁴ + Glyfozat 480 SL D1*
	8/3	26	kezeletlen kontroll
	8/4	27	Glyfozat 480 SL N1
	8/5	28	Glyfozat 480 SL D1
9	9/1	29	Pulsar 40 SL N ³ + Glyfozat 480 SL N1*
	9/2	30	Pulsar 40 SL D ⁴ + Glyfozat 480 SL D1*
	9/3	31	kezeletlen kontroll
	9/4	32	Glyfozat 480 SL N1
	9/5	33	Glyfozat 480 SL D1
10	10/1	34	Glyfozat 480 SL N2
	10/2	35	Glyfozat 480 SL D2
	10/3	36	kezeletlen kontroll
11	11/1	37	Express 50 SX N ¹
	11/2	38	Express 50 SX D ²
	11/3	39	Pulsar 40 SL N ³
	11/4	40	Pulsar 40 SL D ⁴
	11/5	41	Glyfozat 480 SL N1
	11/6	42	Glyfozat 480 SL N2
	11/7	43	Glyfozat 480 SL D1
	11/8	44	Glyfozat 480 SL D2
	11/9	45	kezeletlen kontroll

A 3. táblázat folytatása
Table 3. (Continued)

Minta száma	Kezelések jelölése	Kezelések sorszáma	Herbicid kezelések
Jelmagyarázat			
	¹ normál dózis		45 g/ha
	² dupla dózis		90 g/ha
	³ normál dózis		1,2 l/ha
	⁴ dupla dózis		2,4 l/ha
	N1		3 l/ha
	D1		6 l/ha
	N2		5 l/ha
	D2		10 l/ha
* amennyiben a növények a Pulsaros kezeléseket túlélték			

A herbicid kezelések értékelése

A herbicid kezeléseket követő 7, 10, 14, 21, 35. és 48. napon (DAT=days after treatments) fenológiai és szimptomatológiai megfigyeléseket végeztünk a herbicidekkel kezelt és a kezeletlen parlagfüveken. A kísérlet felszámolásánál (52 DAT) – ahol lehetséges volt – mértük a hajtások zöldtömegét is. Az eredményeket statisztikailag, egytényezős varianciaanalízis segítségével értékeltük.

Eredmények

Életképesség és csírázási vizsgálatok

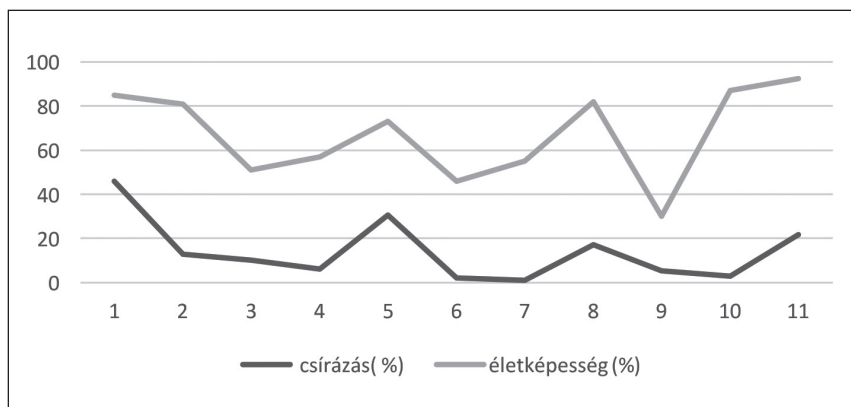
A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a parlagfű magvak életképességi adatai jóval meghaladják a csírázási adatokat. Ez annak köszönhető, hogy a magvak nagy része a vizsgálat ideje alatt nyugalmi állapotban volt. Ez megerősíti korábbi kísérletek eredményét (Kazinczi és mtsai, 2016 a,b). A tribenuron-metil (1. sz. minta) és az imazamox kezelés után (5. sz. mintánál) a parlagfű magok jobban csíráztak, mint a kezeletlen kontrollban, az adatok között szignifikáns különbség van. A többi herbicid kezelés jelentősen, vagy kevésbé jelentősen csökkentette a csírázás mértékét a kezeletlen kontrollhoz képest.

A herbicidek hatékonyságát illetően inkább az életképességi % alapján tudunk következtetni. A tribenuron-metil tartalmú Express (1.sz. minta) és a glifozátos kezelés (10.sz.minta) kivételével minden herbicid kezelés szignifikánsan csökkentette a parlagfű magvak életképességének mértékét a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. A legnagyobb mértékű – 62,5%-os csökkenést – a Pulsar + glifozát kezelés (9.sz.minta) eredményezte. A csírázás mértéke és az életképességi % között nincs szoros összefüggés: magas csírázási % járulhat alacsony életképességgel és fordítva: alacsony csírázási % mellé járulhat magas életképességi %. Ezen eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy a herbicid kezelések jelentősen befolyásolhatják a gyommagvak életképességét, ezáltal csökkenthetik a szántóföldi talajok életképes gyommag populációját (4. táblázat, 2. ábra).

4. táblázat: A különböző kezelésekben részesített parlagfű mag minták csírázási %-a és életképessége (%)

Table 4: The effect of herbicide treatments on the seed germination and seed viability of common ragweed

Minták száma											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Csírázás (%)											
	46 ^a	12,75 ^b	10,25 ^c	6,25 ^{cc}	30,5 ^d	2 ^{ef}	1 ^f	17,25 ^{bg}	5,25 ^{ef}	3 ^{ef}	21,75 ^g
SZD _{5%}	4,8434										
std error	2,37888										
Életképesség (%)											
	85 ^{af}	81 ^{ac}	51 ^{bd}	57 ^b	73 ^c	46 ^d	55 ^{bd}	82 ^{ac}	30 ^e	87 ^{af}	92,5 ^f
SZD _{5%}	9,2387										
std error	4,53772										



2. ábra. A kezelések hatása a parlagfű magvak csírázására és életképességére
Figure 2: Germination and viability of ragweed seeds due to herbicide treatments

Fenológiai és szimptomatológiai megfigyelések a kezelések után

Az 5. táblázat a parlagfű növények BBCH-skála szerinti fejlettségét mutatja az adott kezelések után eltelt napokon. A zárójelben lévő rövidítések a tünetekre utalnak, illetve arra, hogy a kezeléseket követően az adott tenyészében tapasztaltuk-e a parlagfű utókelését (ú).

5. táblázat: Parlagfű fejlődése a kezelések utáni napokon
 Table 5. Development of common ragweed after herbicide treatments

Kezelések sorszáma	Kezelések értékelésének ideje (DAT)						
	0	7	10	14	21	35	48
	A parlagfű növények fejlettsége a kezelések után a BBCH skála alapján						
1	10–12	10–12	10–12	12 (ú)	12	12–16	16–31
2	10–12	10–12	12	12 (ú)	12	12–14 (ú)	14–18 (ú)
3	10–14	10–14	10–16	14–16	14–16 (ú)	31	27–51*
4	10	10	10–12	10–12	10–12 (TN, H)	10–14 (TN, H)	12–18 (TN, ú)
5	10–14	10–14	10–14 (ú)	10–14 (TN)	10–14 (TN)	10–16 (TN)	10–18 (TN)
6	10–14	10–14	10–16 (ú)	10–18	14–18	18–31	31–39 (ú)
7	10–14	10–14	10–14 (TN)	12–14 (TN, H)	14 (TN, H)	14–16 (TN, H)	14–16 (TN)
8	14	14	14 (TN, ú)	14 (TN)	14 (TN)	14 (TN)	14–16
9	10–14	10–14	10–16 (ú)	14–18	14–18	18–39	31–39
10	10–12	10–12	10–12 (ú)	10–14 (TN, H)	10–14 (TN)	10–14 (TN)	14–16
11	10–12	10–12	10–12	10–14 (TN)	D	D	D
12	10–14	10–14	10–16 (ú)	10–18 (ú)	12–18	29–31	31–39
13	10–12	10–12	10–12 (ú)	10–12 (TN, H)	10–12 (TN, H)	12–14 (TN, H)	12–14 (TN)
14	10–12	10–12	12–14 (ú)	12–14	12–14 (TN, ú)	12–14 (TN)	D, ú
15	10–14	10–14	10–14 (ú)	14–16	14–18	29–35	31–37
16	10	10	10	10	10	10–14 (TN, H)	10–14 (TN, H)
17	10	10	10	D	D	D	D
18	10–14	10–14	10–16	10–16	12–16	31	35–37
19	10	10 (CHL)	D	D	D	D	D
20	10	10 (TN)	D	D	D	D	D
21	14	16	14–18	18–20	18–24	39	51*
22	14	14 (CHL)	D	D	D	D	D
23	14	14 (TN)	D	D	D	D	D
24	10–14	10–14 (CHL)	D, ú	D	D	D	D
25	12–14	12–14 (CHL)	D, ú	D	D	D	D
26	10–14	12–16	14–18 (ú)	16–22 (ú)	18–24 (ú)	29–37	31–39
27	10–14	10–14 (CHL)	D, ú	D	D	D, ú	D
28	10–14	10–14 (TN)	D, ú	D, ú	D, ú	D, ú	D
29	10–12	10–12 (CHL)	D	D	D	D	D
30	12	12 (CHL)	D	D	D	D	D
31	14	16	16–18	18–20	18–24	39	51*

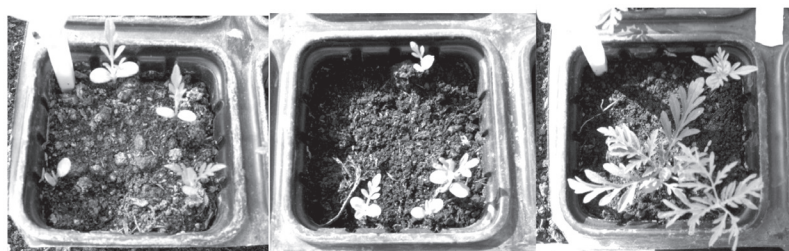
Az 5. táblázat folytatása
Table 5. (Continued)

Kezelések sorszáma	Kezelések értékelésének ideje (DAT)						
	0	7	10	14	21	35	48
	A parlagfű növények fejlettsége a kezelések után a BBCH skála alapján						
32	10–12	10–12 (TN)	D	D, Ú	D	D	D
33	10–14	10–14 (TN)	D	D, Ú	D	D	D, Ú
34	10	10	10	D, Ú	D	D	D
35	10–12	D	D	D	D	D, Ú	D
36	10	12	12	18	18	29	39
37	10–12	10–12	10–12 (Ú)	12–16 (Ú)	12–16 (Ú)	14–18 (Ú)	16–21 (Ú)
38	10–12	10–12	10–12	12 (Ú)	12	12–16 (Ú)	14–18 (Ú)
39	10–14	10–14 (CHL)	D, Ú	D	D	D	D
40	10–14	10–14 (CHL)	D, Ú	D	D, Ú	D, Ú	D
41	10–14	10–14 (CHL, CN)	D, Ú	D, Ú	D, Ú	D	D
42	10–14	10–14 (CHL, TN)	D, Ú	D, Ú	D, Ú	D	D
43	10–14	10–14 (TN)	D, Ú	D, Ú	D	D, Ú	D
44	10–14	10–14 (TN)	D, Ú	D, Ú	D	D, Ú	D
45	10–14	12–16	14–18 (Ú)	18–20 (Ú)	20–22	29–39	31–51*

–: nincsen csíranövény a kezelések idején; CHL: klorózis; TN: csúcsnekrózis; D: a növény teljes pusztulása; H: levél keskenyedés, a levél hegyesszögben felfelé áll; Ú: új csíranövények megjelenése a kezelések után; *: a porzós virág megjelent

A tribenuron-metil (Express 50 SX) normál és dupla dózisának hatása a parlagfű növények fejlődésére

A tribenuron-metil normál és dupla dózisával kezelt parlagfű növények nem pusztultak el, de sokkal vontatottabban fejlődtek, mint a kezeletlen kontroll növények (3. ábra).



3. ábra: Balra: tribenuron-metil normál; középen: tribenuron-metil dupla dózisával kezelt növények két héttel a kezelés után; jobbra: kezeletlen kontroll (fotó: Kazinczi Gabriella)
Figure 3: Left: ragweed plants treated with tribenuron-methyl normal dose rate (14 DAT); middle: ragweed plants treated with tribenuron-methyl double dose rate (14 DAT); right: untreated ragweeds (photo: Gabriella Kazinczi)

A kezelést követő 48. napon a kezelt növények többsége 4–8 leveles állapotban volt, a kezeletlen kontroll növényeken pedig a porzós fészkek már megjelentek. Ez az állítás igaz volt akkor is, amikor a kísérletben használt parlagfű magvak a szántóföldi tábláról a tribenuron-metil kezelést túlélő növényekről származtak és akkor is, amikor a magok kezeletlen parlagfű növényekről származtak. Ez utóbbi esetben nem feltételezhető a herbicidellenálló képesség kialakulása, ezért úgy gondoljuk, hogy a csökkent hatékonyságú reakció valószínűleg a herbicid hatóanyag tulajdonsága, ami más ALS gátló esetében is tapasztalható. Több esetben is megfigyelték azt a jelenséget, hogy az üvegházi tesztek kevésbé hatékonyak, mint a herbicidek szabadföldi hatása. Ez azzal magyarázható, hogy szabadföldön a herbicidhatáshoz hozzáadódik a kultúrnövény gyomelnyomó képessége is, emiatt itt jobb a hatékonyság, mint a tenyészedényes kísérletben, ahol csak a gyomnövény van jelen. A jobb hatékonyság elérése érdekében ma már az ALS gátlókat több esetben kombinációban használják, és további kombinációk piacra kerülése is várható (4. ábra, 5. táblázat).



4. ábra: A tribenuron-metil normál dózisével kezelt parlagfű magvak a kezelés után 48 nappal (2016. július 5.). Balra: a parlagfű magvak tribenuron-metillel kezelt szántóföldi tábláról származtak; jobbra: a parlagfű magvak kezeletlen parlagfű növényekről származtak (fotó: Kazinczi Gabriella)

Figure 4: The effect of tribenuron-methyl normal dose rate 48 DAT (05. 07. 2016). Left: ragweed seeds derived from arable fields treated with tribenuron-methyl; right: ragweed seeds derived from untreated fields (photo: Gabriella Kazinczi)

Az imazamox (Pulsar 40 SL) normál és dupla dózisének hatása a parlagfű növények fejlődésére

A 2-es és 3. sz. magmintákból fejlődő parlagfű növények túléltek az imazamox kezeléset, bár a kontroll növényekhez képest vontatottabb volt a fejlődésük. A 4., 5. és 6. sz. mintáknál dózishatást figyeltünk meg, vagyis a növények az imazamox normál dózisével túléltek, míg a dupla dózistól elpusztultak. A 11. sz. minta esetében az imazamox normál és dupla dózisa egyaránt a növények pusztulását okozta. A kezeléseket követő 10. nap után általában levél keskenyedést és csücsnekrózist figyeltünk meg.

A 7., 8. és 9. sz. mintáknál (ahol a parlagfűvek a szántóföldön először imazamox kezelést kaptak napraforgóban, majd betakarítás előtt glifozátos állományszárításban részesültek) az

imazamox normál és dupla dózisától az üvegházban elpusztultak a parlagfű növények, ezért a glifozátos kezeléseket nem tudtuk az imazamox kezeléseket követően az üvegházban elvégezni (5. ábra, 5. táblázat).

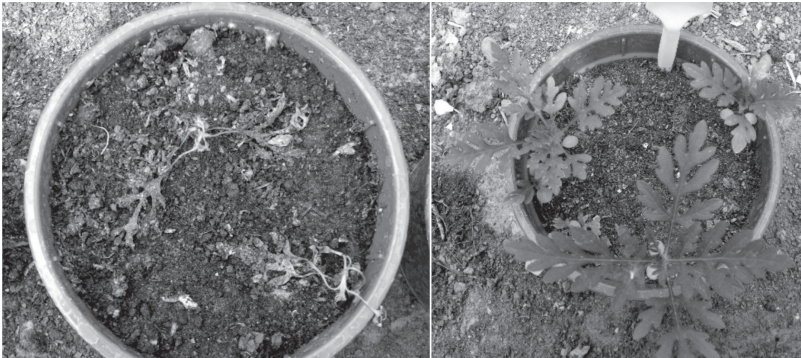


5. ábra: Balra: kezeletlen kontroll; jobbra: imazamox normál dóziséval kezelt parlagfű kezelés után két héttel (7. sz. minta) (fotó: Kazinczi Gabriella)

Figure 5: Left: untreated control; right: ragweed development 14 DAT after imazamox treatment at normal dose rate (sample number: 7). (photo: Gabriella Kazinczi)

A glifozát (Glyfozat 480 SL) normál és dupla dózisának hatása a parlagfű növények fejlődésére

A glifozátos kezelésektől – dózistól függetlenül – minden esetben elpusztultak a növények (6. ábra, 5. táblázat). A kezeléseket követően egy héttel általában klorózist és csúcsnekrózist figyeltünk meg.



6. ábra: Parlagfű a glifozátos kezelés utáni 10. napon (balra), illetve a kezeletlen kontroll növények (jobbra). (2016. május 23.) (fotó: Kazinczi Gabriella)

Figure 6: Ragweeds 10 DAT with glyphosate (left); right: untreated control plants (23. 05. 2016) (photo: Gabriella Kazinczi)

A különböző herbicid kezeléseknél többségénél megfigyelhető volt a parlagfű herbicid kezeléseket követő utókelése (7. ábra). Ez a jelenség is oka lehet szabadföldön a parlagfű elleni levélherbicides kezeléseknél hatástalanságának, hiszen ebben az esetben a parlagfű levél-

zete nem kerül kapcsolatba a tartamhatás nélküli levélherbicidekkel, így „megmenekül” a herbicidhatástól (Kazinczi – Novák, 2014).

A kezeletlen kontroll növények egy részénél a kísérlet végén már megjelentek a parlagfű porzós fészkei (5. táblázat).



7. ábra: Glifozátos kezelés utáni utókelés (2016. május 23.) (fotó: Kazinczi Gabriella)
 Figure 7: Ragweed emergence after glyphosate treatments (23. 05. 2016) (photo: Gabriella Kazinczi)

Zöldtömeg

A kísérlet felszámolására illetve a növények zöldtömegének mérésére 2016. július 5-én (a herbicid kezeléseket követően 52 nap múlva) került sor (6. táblázat).

6. táblázat: A parlagfű hajtások zöldtömege a kísérlet végén 52 DAT
 Table 6: Fresh weight of ragweed shoots 52 DAT

Minta száma	Kezelések jelölése	Kezelések sorszáma	Herbicid kezelések	Zöldtömeg (g/tenyészedény)
1	1/1	1	Express 50 SX N ¹	3 ^a
	1/2	2	Express 50 SX D ²	0,375 ^b
	1/3	3	kezeletlen kontroll	10,625 ^c
SZD _{5%} = 1,991 std error= 0,880				
2	2/1	4	Pulsar 40 SL N ³	1,05 ^a
	2/2	5	Pulsar 40 SL D ⁴	0,3 ^a
	2/3	6	kezeletlen kontroll	10,225 ^b
SZD _{5%} = 2,135 std error= 0,943				
3	3/1	7	Pulsar 40 SL N ³	0,1 ^a
	3/2	8	Pulsar 40 SL D ⁴	0,075 ^a
	3/3	9	kezeletlen kontroll	13,675 ^b

A 6. táblázat folytatása
Table 6. (Continued)

Minta száma	Kezelések jelölése	Kezelések sorszáma	Herbicid kezelések	Zöldtömeg (g/tenyészedény)
SZD _{5%} = 3,403 std error = 1,504				
4	4/1	10	Pulsar 40 SL N ³	0,065
	4/2	11	Pulsar 40 SL D ⁴	0
	4/3	12	kezeletlen kontroll	21,5
5	5/1	13	Pulsar 40 SL N ³	0,1
	5/2	14	Pulsar 40 SL D ⁴	0
	5/3	15	kezeletlen kontroll	8,3
6	6/1	16	Pulsar 40 SL N ³	0,187
	6/2	17	Pulsar 40 SL D ⁴	0
	6/3	18	kezeletlen kontroll	11,15
7	7/1	19	Pulsar 40 SL N + Glyfozat 480 SL N1*	0
	7/2	20	Pulsar 40 SL D ⁴ + Glyfozat 480 SL D1*	0
	7/3	21	kezeletlen kontroll	18,25
	7/4	22	Glyfozat 480 SL N1	0
	7/5	23	Glyfozat 480 SL D1	0
8	8/1	24	Pulsar 40 SL N ³ + Glyfozat 480 SL N1*	0
	8/2	25	Pulsar 40 SL D ⁴ + Glyfozat 480 SL D1*	0
	8/3	26	kezeletlen kontroll	16,875
	8/4	27	Glyfozat 480 SL N1	0
	8/5	28	Glyfozat 480 SL D1	0
9	9/1	29	Pulsar 40 SL N ³ + Glyfozat 480 SL N1*	0
	9/2	30	Pulsar 40 SL D ⁴ + Glyfozat 480 SL D1*	0
	9/3	31	kezeletlen kontroll	17,075
	9/4	32	Glyfozat 480 SL N1	0
	9/5	33	Glyfozat 480 SL D1	0
10	10/1	34	Glyfozat 480 SL N2	0
	10/2	35	Glyfozat 480 SL D2	0
	10/3	36	kezeletlen kontroll	16,55
11	11/1	37	Express 50 SX N ¹	0,925 ^a
	11/2	38	Express 50 SX D ²	0,425 ^a
	11/9	45	kezeletlen kontroll	17,9 ^b

A 6. táblázat folytatása
Table 6. (Continued)

Minta száma	Kezelések jelölése	Kezelések sorszama	Herbicidek kezelése	Zöldtömeg (g/tenyészedény)
SZD _{5%} = 1,013 std error = 0,448				
11	11/3	39	Pulsar 40 SL N ³	0
	11/4	40	Pulsar 40 SL D ⁴	0
	11/5	41	Glyfozat 480 SL N1	0
	11/6	42	Glyfozat 480 SL N2	0
	11/7	43	Glyfozat 480 SL D1	0
	11/8	44	Glyfozat 480 SL D2	0
	11/9	45	kezeletlen kontroll	17,9

¹normál dózis (45 g/ha); ²dupla dózis (90 g/ha); ³normál dózis (1,2 l/ha); ⁴dupla dózis (2,4 l/ha); N1: 3 l/ha; D1: 6 l/ha; N2: 5 l/ha; D2: 10 l/ha

A tribenuron-metil normál és dupla dózisu kezelése az 1. és a 11. sz. mintánál szignifikánsan csökkentették a parlagfű növények zöldtömegét a kezeletlen kontroll növényekhez képest. Dózishatást csak az 1. sz. minta esetében figyeltünk meg.

A 2. és a 3. sz. mintánál az imazamox kezelése a parlagfű zöldtömegében szintén jelentős – 89–99%-os – csökkenést okoztak a kezeletlen kontroll növényekhez képest. Szignifikáns dózishatást nem figyeltünk meg.

A 4., 5. és 6. sz. mintánál az imazamox normál dózisa jelentős – 98–99%-os – csökkenést okozott a parlagfű zöldtömegében, míg ugyanezen mintánál a dupla dózis a kezelt növények teljes pusztulását okozta.

A 7. 8., 9. és 11. sz. mintánál az imazamox normál és dupla dózisa a növények teljes pusztulását okozta, így zöldtömeget nem tudtunk mérni (6. táblázat).

A glifozát kezelése esetében valamennyi kezelt mintánál (7–11. sz. minták) a parlagfű zöldtömege nem volt mérhető, a parlagfű növények teljes pusztulása miatt, azaz 100%-os volt a hatékonyság (6. táblázat).

Következtetések

A parlagfű magok nagy része a csírázási vizsgálatok idején nyugalmi állapotban volt, ezért az életképességi adatok jelentősen nagyobb értéket mutattak a csírázási adatoknál. A herbicidek eltérő módon befolyásolták a parlagfű magvak csírázási és életképességi %-át, a két érték között nem volt szoros összefüggés. Egyes herbicidek életképességi %-ra gyakorolt jelentős gátló hatása hozzájárulhat a talajok életképes gyommag készletének csökkentéséhez (Kazinczi és mtsai, 2016 a,b).

A tribenuron-metil hatóanyagú kezelése hatékonysága nem volt megnyugtató. Valamennyi – még a kezeletlen területről származó növények is – túléltek a normál és dupla dózisu kezelést. A részleges hatástalanság okának kiderítéséhez további vizsgálatok szükségesek. E hatóanyaggal szemben rezisztens parlagfüvet – tudásunk szerint – eddig még nem írtak le. Esetünkben a részleges hatástalanság oka valószínűleg a hatóanyag tulajdonságával magyarázható (a herbicidek kezelésben nem részesült területekről gyűjtött magvakból

fejlődött parlagfűvek esetében is megfigyelhető volt a csökkent hatékonyság), és azzal, hogy üvegházban a herbicidhatáshoz nem adódik hozzá a kultúrnövény gyomelnyomó hatása, ami szabadföldön jól érvényesül és növeli a herbicid hatékonyságát.

A kultúrnövény árnyékoló, gyomelnyomó képessége egyes herbicidek hatását befolyásolja, így előfordul, hogy egy sűrű, jó gyomelnyomó képességű kultúrában biztosított jó hatás egy gyengébb növekedésű, tágabb térállású állományban nem érvényesül. Így ha a kísérletben egyes herbicidek hatékonysága gyengébb, mint az elvárt, az azzal is magyarázható, hogy a jó hatáshoz szükséges a kultúrnövény segítsége is. A gyomok ilyenkor a gyomelnyomó, árnyékoló hatás miatt nem tudnak felülkerekedni a herbicid kezelés okozta stresszen (Sárfalvi, 2006).

Az imazamox kezelés esetében – a mintáktól függően – 100%-os hatékonyságot, valamint részleges hatástalanságot figyeltünk meg. Hazánkban még nem, de Észak-Amerikában már írtak le imazamox rezisztens parlagfűvet.

A glifozát a parlagfű ellen 100%-os hatékonyságot biztosított, így vizsgálataink alapján kijelenthetjük, hogy ezzel a hatóanyaggal szemben – a vizsgált minták esetében – nem áll fenn rezisztencia, ellentétben az észak-amerikai adatokkal (7. táblázat). Mivel ott a génmódosított glifozát rezisztens kultúrnövények termesztése nagyarányú, a rezisztencia a glifozáttal szemben az egyoldalú herbicid használat következtében könnyen kialakulhatott.

A 11 parlagfű minta vizsgált herbicidekkel szembeni érzékenységét a 7. táblázat mutatja.

7. táblázat: A különböző parlagfű populációk reakciója a herbicidekkel szemben
Table 7: Reaction of ragweed populations to different herbicides

Minta száma	Hatóanyagok		
	tribenuron-metil	imazamox	glifozát
1	MS	–	–
2	–	MS	–
3	–	MS	–
4	–	S	–
5	–	S	–
6	–	S	–
7	–	S	S
8	–	S	S
9	–	S	S
10	–	–	S
11	MS	S	S

– nem vizsgált; S: érzékeny; MS: mérsékelten érzékeny

Tekintettel arra, hogy a kísérleteket a kezeléseket követő 52. nap után felszámoltuk, azt nem tudtuk vizsgálni, hogy a „túlélő” parlagfűvek virágoznak-e és hoznak-e a későbbiekben magot, ami átörökítője lehet az esetleges herbicid ellenálló képességnek. A kezeletlen növényeken a kezeléseket követő 52. napon már megjelentek a porzós fészkek. A kezeléseket

túlélő növényeken ez időben ezt még nem tapasztaltuk, de nem zárhatjuk ki annak lehetőségét, hogy a „túlélő” parlagfűvek az őket ért abiotikus stressz hatására a későbbiekben nem kerülnek generatív fázisba. Ezért további kutatások tárgyát képezi a részleges hatástalanság esetében annak vizsgálata, hogy a kezeléseket túlélő növények tudnak-e virágozni és magot hozni, amivel generatív úton (pollennel és maggal) tovább vihetik az esetleges herbicid ellenálló képességet.

Kiemelten fontosnak tartjuk a vizsgálatok további folytatását, további termőhelyekről a herbicid kezelést túlélő növényekről a parlagfű magok begyűjtését és dózis-hatás kísérletekben az esetleges hatástalanság okának felderítését, a rezisztencia kizárását vagy bizonyítását. További kutatások tárgyát képezheti az esetleges keresztrezisztencia vizsgálata is.

A herbicidrezisztencia tanulmányozására klasszikusnak számító dózis-hatás vizsgálatokon kívül ma már egyéb, modernebb módszerek is rendelkezésünkre állnak. Mátyás és mtsai (2014) a rezisztencia detektálására kifejlesztettek egy molekuláris gyorstesztet, a későbbiekben pedig a parlagfű elleni védekezések szempontjából fontos herbicid csoportok célgénjeinek, alléljainak és izoformáinak azonosítását és molekuláris jellemzését végezték el, amellyel a hatáshely rezisztencia gyors kimutatása válik lehetővé (Taller és mtsai, 2016).

Amennyiben a rezisztencia bizonyítást nyer, elsődleges feladat a rezisztens biotípusok továbbterjedésének megakadályozása. Ismert, hogy az ALS gátlókkal szemben más herbicidcsoportokhoz képest hamarabb (akár 3–5 év alatt is) ki tud alakulni az ellenálló képesség. Ennek oka az, hogy az ALS rezisztenciát sejtmaggén kódolja és a rezisztencia a pollen segítségével gyorsan terjedhet (Hunyadi és mtsai, 2011). Hazánkban a fenyércirok ALS-gátlókkal szembeni rezisztens biotípusai már több mint egy évtizede ismertek (Kazinczi–Torma, 2016), és a parlagfű esetében sem zárhatjuk ki rezisztens biotípusok megjelenését. Különös figyelmet kell fordítani a tribenuron-metil és az imazamox toleráns kultúrnövény hibridekben – elsősorban napraforgóban – e hatóanyagú gyomirtó szerek körültekintő és szakszerű használatára, a szükséges vetésforgó betartására.

A rezisztencia megelőzését szolgáló herbicid tankkeverékek alkalmazásával a nemkívánatos folyamatot lassítani/megszüntetni tudjuk.

Ha a hatástalanság oka nem a herbicidrezisztencia, úgy különböző technikákkal el lehet érni pl. azt, hogy a herbicid „találkozzon” a gyomnövényvel. A napraforgó árnyékában kelő és agresszíven növő gyomnövények ellen látványos eredményeket lehet elérni a glifozát levél alá történő permetezésével (Hoffmanné Pathy, 2005).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – hazai hallgatói illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A publikáció/prezentáció/poster elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Domonkos Zs. – Szabó Szigeti V. – Farkas A. – Pinke Gy. – Reisinger P. – Enzsöl E. – P. Tóth (2016): Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedésének vizsgálata Csallóközben és Szigetközben 2015-ben. Magyar Gyomkutatás és Technológia 17 (1): 17–27.
- Franz Essl, F. – Bíró, K. – Brandes, D. – Broennimann, O. – Bullock, JM. – Chapman, DS. – Chauvel, B. – Dullinger, S. – Fumanal, B. – Guisan, A. – Karrer, G. – Kazinczi, G. – Kueffer, C. – Laitung, B. – Lavoie, C. – Leitner, M. – Mang, T. – Moser, D. – Müller-Schärer, H. – Petitpierre, B. – Richter, R. – Schaffner, U. – Smith, M. – Starfinger, U. – Vautard – Vogl, G. – von der Lippe, M. – Follak, S. (2015): : Biological Flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. Journal of Ecology 103 (4): 1069–1098.
- Heap, I. (2017): The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. www.weedscience.org
- Hoffmanné Pathy Zs. (2005): A napraforgó vegyszeres gyomirtása. Növényvédelem 41 (7): 334–337.
- Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G. (2011): Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Kádár A. (szerk.) (2016): Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás. Kádár Aurél, 2016.
- Kazinczi G. – Torma M. (2016): Különböző fenyércirok [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] populációk reakciója szulfonilurea herbicidekkel szemben. Magyar Gyomkutatás és Technológia 17 (2): 35–47.
- Kazinczi G. (2015): A napraforgó-gyomirtás kihívásai. Magyar Mezőgazdaság 70 (27): 22–23.
- Kazinczi G. – Béres I. – Novák R. – Karamán J. (2009): Újra fókuszban az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Növényvédelem 45: 389–403.
- Kazinczi, G. – Máté, S. – Pál-Fám, F. – Kerepesi, I. (2016a): Effects of different herbicide treatments on common ragweed on wheat stubble (Hungary). Julius Kühn Archiv 455: 181–182.
- Kazinczi, G. – Novák, R. – Kerepesi, I. (2016b): Effects of different herbicide treatments on common ragweed in maize (Hungary). Julius Kühn Archiv 455: 179–180.
- Kazinczi, G. – Novák, R. (eds.), (2014): Integrated methods for suppression of common ragweed. National Food Chain Safety Office, Directorate of Plant Protection Soil Conservation and Agri-environment, Budapest, 226 pp.
- Lommen, S. – Hallmann, C. – Jongejans, E. – Chauvel, B. – Leitsch-Vitalos, M. – Aleksanyan, A. – Tóth, P. – Preda, C. – Šćepanović, M. – Onen, H. – Tokarska-Guzik, B. – Anastasiu, P. – Dorner, Z. – Fenesi, A. – Karrer, G. – Nagy, K. – Pinke, Gy. – Tiborcz, V. – Zagyvai, G. – Zalai, M. – Kazinczi, G. – Levkovšek, R. – Stešević, D. – Fried, G. – Kalatozishvili, L. – Lemke, A. – Müller-Schärer, H. (2017): Explaining variability in the production of seed and allergenic pollen by invasive *Ambrosia artemisiifolia* across Europe. Biological Invasions 20: 1–17.
- Mátyás, K. – Kolics, B. – Csép, A. – Nagy, E. – Taller, J. (2014): Isolation and preliminary analysis of the variability of ALS (Acetolactate synthase) gene from common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). 20th Youth Scientific Forum. University of Pannonia, Georgikon Faculty, pp. 386–396.

- Müller-Schärer, H. – Lommen, S. T. E. – Rossinelli, M. – Bonini, M. – Boriani, M. – Bosio, G. – Schaffner, U. (2014): *Ophraella communa* the ragweed leaf beetle has successfully landed in Europe: Fortunate coincidence or threat? *Weed Research* 54 (2): 109–119.
- Novák R. – Dancza I. – Szentey L. – Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007–2008). FVM, Budapest.
- Pinke, Gy. – Karácsony, P. – Czúcz, B. – Botta-Dukát, Z. (2011): Environmental and land-use variables determining the abundance of *Ambrosia artemisiifolia* in arable fields in Hungary. *Preslia* 83 (2): 219–235.
- Sárfalvi B. (2006): Acetolaktát-szintetáz gátló herbicidek hatásának értékelése különböző módszerekkel kultúr- és gyomnövényeken. PhD értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Szentes D. – Lehoczky É. (2016): Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedése, biológiája, mezőgazdasági és humánegészségügyi kártétele. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 17 (2): 3–24.
- Taller J. – Nagy E. – Decsi K. – Kutasy B. – Mátyás K. – Farkas E. – Kolics B. – Barta E. – Virág E. (2016): A transzkriptomika hasznosítása a gyomkutatásban. Esettanulmány a legelterjedtebb gyomnövényünkkel, az ürömlevelű parlagfűvel (*Ambrosia artemisiifolia* L.), *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 17 (1): 5–15.

A szerzők levélcíme – Address of the authors

Kazinczi Gabriella¹ – Varga Ákos¹ – Kerepesi Ildikó² – Hoffmann Richárd¹ – Nagy Margit³ – Benécsné Bárdi Gabriella⁴

¹Kaposvári Egyetem, AKK, Növénytudományi Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Pécsi Tudományegyetem, TTK, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

³Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Kormányhivatal Nyíregyházi Járási Hivatala, Élelmiszerlánc-biztonsági, Növény- és Talajvédelmi Főosztály, Növényegészségügyi Osztály, 4401 Nyíregyháza, Kótaji u. 33.

⁴Neutex Bt., 2100 Gödöllő, Blaháné u. 50.

e-mail: kazinczi.gabriella@ke.hu