

MNT Növényvédelmi Klubjának 431.ülése  
2023.11.06. – Bp., NÉBIH Növényvédelmi és Borászati  
Igazgatóság

# A herbicid rezisztencia helyzete a világban és itthon

**Benécsné Bárdi Gabriella Ph.D.**

*c. egyetemi docens, MATE*

*Neutex Bt., Gödöllő*



## Tolerancia és rezisztencia elkülönítése

**Tolerancia:** „*the normal variability of response to herbicides present among plants species*” (Holt-Le Baron, 1990)

egész fajra jellemző, öröklődő tulajdonság, morfológiai és anatómiai és/vagy fiziológiai sajátosságokon alapul (pl. keskeny, szálas, viaszos levél, csúcsmerisztéma védettsége, vastag kutikula, kevés, védett sztóma, gyors lebontási képesség stb.)

**Nem herbicid nyomás, vagy szelekció hatására alakul ki, attól függetlenül, természetesen létezik!**

- Tulajdonképpen ez az alapja a szelektivitásnak is a herbicidek használatánál.

pl. ebszékfű, ragadós galaj – 2,4-D









1. táblázat

Különbségek a *C. arvense* biotípusainak kutikulavastagságában

Bio-típus	Felső epidermiszen											
	Kutikulavastagság (µm)											
	S-rozetta			S-virágzó			R-rozetta			R-virágzó		
	3. levél	6. levél	9. levél	3. levél	6. levél	9. levél	3. levél	6. levél	9. levél	3. levél	6. levél	9. levél
var. arvense	0,12	0,15	0,16	0,25	0,34	0,38						
var. horridum							0,28	0,36	0,39	0,40	0,45	0,50
var. vestitum							0,26	0,36	0,39	0,39	0,39	0,40

Különbségek a *C. arvense* biotípusainak sztómaszámában

Bio-típus	Felső epidermiszen											
	Sztómaszám (mm <sup>2</sup> )											
	S-rozetta			S-virágzó			R-rozetta			R-virágzó		
	3. levél	6. levél	9. levél	3. levél	6. levél	9. levél	3. levél	6. levél	9. levél	3. levél	6. levél	9. levél
var. arvense	185	150	100	207	177	150						
var. horridum							110	70	52	124	86	66
var. vestitum							112	74	58	130	90	71

ún. **felbontó** (diszruptív) **kiválogatódás** jelensége adott populációban:

Az erőteljesebb toleranciával rendelkező egyedek mindig jelen vannak a populációban, és az intenzíven művelt területeken tapasztalt egyre magasabb toleranciaszint a szelekciós folyamat eredménye **(rendszeres, egyoldalú herbicid-használat következménye a diszruptív kiválogatódás).**

**Az alkati tolerancia a herbicidek formulációinak fejlesztésével és a kijuttatás-technológia javításával esetenként és részben leküzdhető (pl. észter formulációjú 2,4-D, apró cseppes kijuttatás, adjuvánsok stb.)**

## Weed species susceptibility

EU-scale for Zonal BAD & Zonal Labels

*SANCO/10055/2013 Rev.4 Guidance Dokument*

- 95-100 % Highly susceptible **HS**
- 85-94,9 % Susceptible **S**
- 70-84,9 % Moderately susceptible **MS**
- 50-69,9 % Moderately tolerant **MT**
- 0-49,9 % Tolerant **T**



# SUPERWEED (WSSA definition)


- **Superweed:** Slang used to describe a weed that has evolved characteristics that make it more difficult to manage due to **repeated use of the same management tactic. Over-dependence on a single tactic** as opposed to using diverse approaches can lead to such adaptations.

The most common use of the slang refers to a weed that has become resistant to one or more herbicide mechanisms of action ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)) due to their repeated use in the absence of more diverse control measures. **Dependence on a single mechanical, biological, or cultural management tactic has led to similar adaptations.**

- e.g. hand-weeded barnyardgrass mimicking rice morphology, dandelion seed production in a regularly mowed lawn, **knapweed resiliency to gall fly biocontrol**

*Acroptilon repens* (Russian knapweed) –  
*Jaapiella ivannkovi* (gall fly)- biocontrol





**Rezisztencia:** szerzett sajátosság, egy vagy több öröklődő mechanizmus működésén alapuló képessége a növénynek (adott biotípusnak, adott populációnak), hogy túlélje azt a herbicid dózist és kezelést, amely a faj normál populációjának egyedeit megfelelően irtja.

**Resistance Action Committee (HRAC):**

**herbicide resistance** is defined as *“the naturally occurring inheritable ability of some weed biotypes within a given weed population to survive a herbicide treatment that would, under normal use conditions, effectively control that weed population”*.

The European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) guidelines on resistance risk analysis precisely distinguish between the resistance selected in the laboratory and that observed under agricultural conditions, introducing the concept of practical resistance: *“Although resistance can often be demonstrated in the laboratory, this does not necessarily mean that pest control in the field is reduced, and this is particularly true with fungicides. Practical resistance is the term used for loss of field control due to a shift in sensitivity” (EPPO, 1988).*

*It is widely accepted that a weed population is considered affected by **practical resistance** when at least 20% of the plants, originated from seeds collected from plants that escaped a herbicide treatment in a field, are not controlled by a treatment done with the same herbicide at the recommended field dose.*

**Adott táblán egy adott herbicid kezelést túlélő egyedekről gyűjtött magvakból nevelt növények legalább 20 %-a túléli ugyanezen herbicid normál, ajánlott dózisú kezelését → megalapozott a gyanúja a herbicid rezisztencia valamilyen fokú jelenlétének, érdemes és kell tovább vizsgálni!**



# Információ források a herbicid rezisztencia témájához

GUIDANCE DOCUMENT ON THE EFFICACY COMPOSITION OF **CORE DOSSIER AND NATIONAL ADDENDA** SUBMITTED TO SUPPORT THE AUTHORIZATION OF PLANT PROTECTION PRODUCTS UNDER REGULATION (EC) NO 1107/2009 OF THE EU PARLIAMENT AND COUNCIL ON PLACING OF PLANT PROTECTION PRODUCTS ON THE MARKET (EU SANCO/10055/2013 rev.4)

**Information on the occurrence or possible occurrence of the development of resistance (6.3)**

- [https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/pesticides\\_ppp\\_app-proc\\_guide\\_efficacy\\_ppp.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_efficacy_ppp.pdf)

**EPPO Efficacy evaluation of plant protection products (EPPO PP1 Standards-General st.):**

*PP 1/2013 (4) Resistance risk analysis*

- <https://pp1.eppo.int/standards/PP1-213-4>

**EPPO Database on Resistance Cases**

- <https://resistance.eppo.int/>

**INTERNATIONAL HERBICIDE-RESISTAND WEED DATABASE**

- <http://www.weedscience.org>

**Herbicide Resistance Action Comittee (HRAC)**

- <https://www.hracglobal.com/>
- <https://www.hracglobal.com/europe/>

<http://www.weedscience.org> - International herbicide-resistant weed database  
<https://www.hracglobal.com>

2023. november 2-án:

**523 rezisztens gyombiotípus,**

269 faj: 154 kétszikű

115 egyszikű faj

21-féle hatásmód (az ismert 31-ből)

**167 hatóanyaggal szemben**

99-féle termesztett növénynél

72 országban

ALS-gátlók:	172
PSII-inhibitorok:	87
EPSP-szintetáz gátló:	58
Acetyl CoA-karboxiláz gátlás:	51
Szint. auxinok:	43
PSI-elektron transzport eltérítők:	32
Protox-gátlók:	15
Hosszú szénláncú zsírsavszint. gátlás:	13
Tubulin átrend.gátlás:	12
.....stb.	

## Herbicide-Resistant Weeds by Site of Action

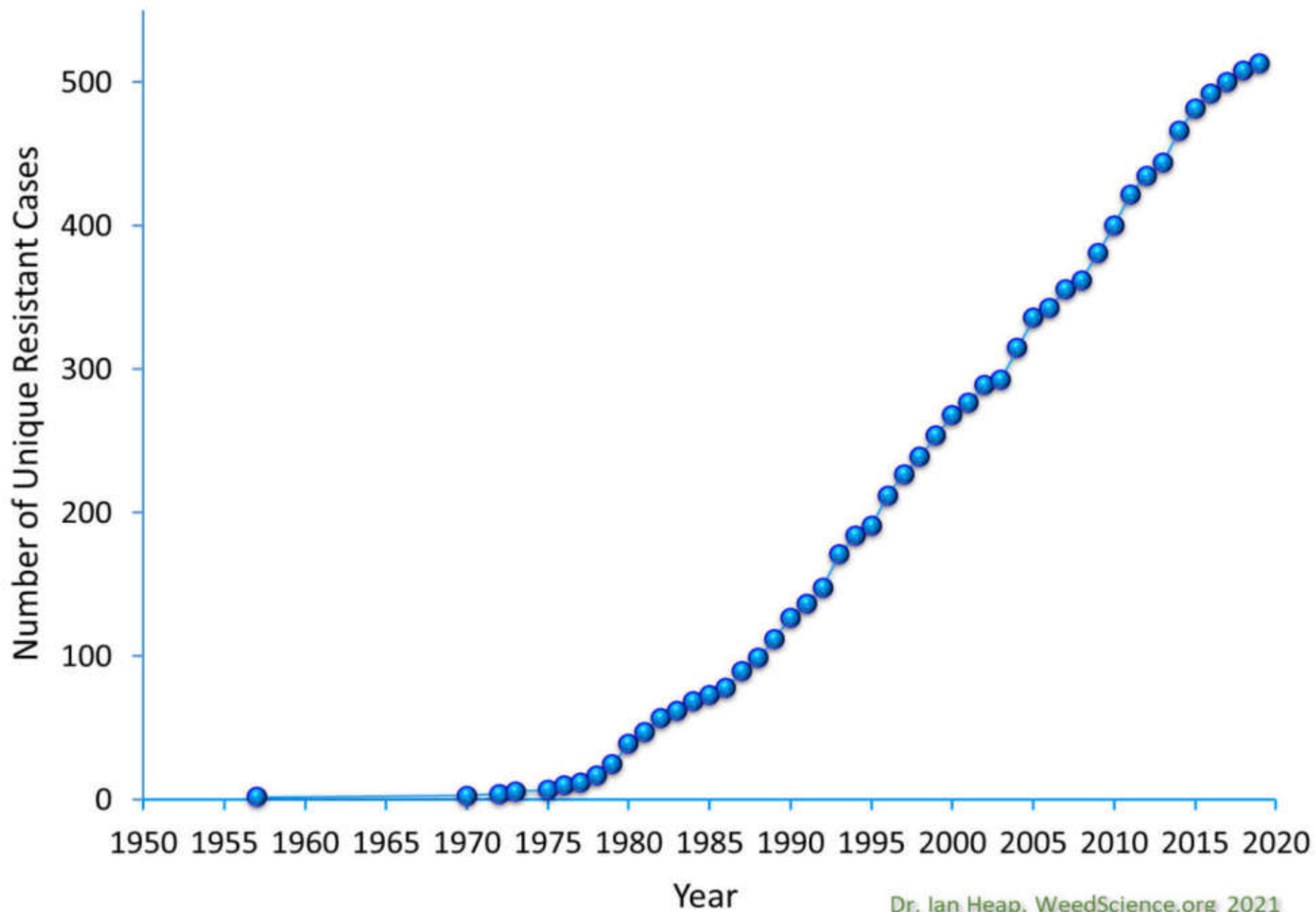
This table lists the number of species resistant to each site of action. Please note that **many species have evolved resistance to more than one site of action**, so the grand total represents unique cases of resistance, not the number of species.  
(click on a column header to sort, hover mouse over links for more information or click on a links for details)

HRAC Group	Legacy HRAC Group	Site of Action	Example Herbicide	Dicots	Monocots	Total
2	B	<a href="#">Inhibition of Acetolactate Synthase</a>	<a href="#">Chlorisulfuron</a>	105	67	172
5	C1 C4	<a href="#">PSII inhibitors - Serine 264 Binders</a>	<a href="#">Chlorotoluron</a>	53	34	87
9	G	<a href="#">Inhibition of Enolpyruvyl Shikimate Phosphate Synthase</a>	<a href="#">Glyphosate</a>	28	30	58
1	A	<a href="#">Inhibition of Acetyl CoA Carboxylase</a>	<a href="#">Sethoxydim</a>	0	51	51
4	D	<a href="#">Auxin Mimics</a>	<a href="#">2,4-D</a>	34	9	43
22	D	<a href="#">PS I Electron Diversion</a>	<a href="#">Paraquat</a>	22	10	32
14	E	<a href="#">Inhibition of Protoporphyrinogen Oxidase</a>	<a href="#">Oxflufenop</a>	11	4	15
15	K3 N	<a href="#">Very Long-Chain Fatty Acid Synthesis Inhibitors</a>	<a href="#">Butachlor</a>	2	11	13
3	K1	<a href="#">Inhibition of Microtubule Assembly</a>	<a href="#">Trifluralin</a>	2	10	12
34	F3	<a href="#">Inhibition of Lycopene Cyclase</a>	<a href="#">Amitrole</a>	1	5	6
10	H	<a href="#">Inhibition of Glutamine Synthetase</a>	<a href="#">Glufosinate-ammonium</a>	1	5	6
6	C3	<a href="#">PSII inhibitors - Histidine 215 Binders</a>	<a href="#">Bromoxynil</a>	4	1	5
12	F1	<a href="#">Phytoene Desaturase Inhibitors</a>	<a href="#">Diflufenican</a>	4	1	5
27	F2	<a href="#">Inhibition of Hydroxyphenyl Pyruvate Dioxygenase</a>	<a href="#">Isoxaflutole</a>	4	0	4
29	L	<a href="#">Inhibition of Cellulose Synthesis</a>	<a href="#">Dichlobenil</a>	0	4	4
13	F4	<a href="#">Inhibition of Deoxy-D-Xylulose Phosphate Synthase</a>	<a href="#">Clomazone</a>	0	3	3
0	Z	<a href="#">Antimicrotubule mitotic disrupter</a>	<a href="#">Flamprop-methyl</a>	0	3	3
23	K2	<a href="#">Inhibition of Microtubule Organization</a>	<a href="#">Propham</a>	0	1	1
0	Z	<a href="#">Nucleic acid inhibitors</a>	<a href="#">MSMA</a>	1	0	1
0	Z	<a href="#">Unknown</a>	<a href="#">Endothal</a>	0	1	1
0	Z	<a href="#">Cell elongation inhibitors</a>	<a href="#">Difenzoquat</a>	0	1	1

272 251 523

Overview	Filter Data	Charts	Maps	Mutations
Herbicides	Weeds	Crops	Papers	Resources

## Global Increase in Unique Resistant Cases







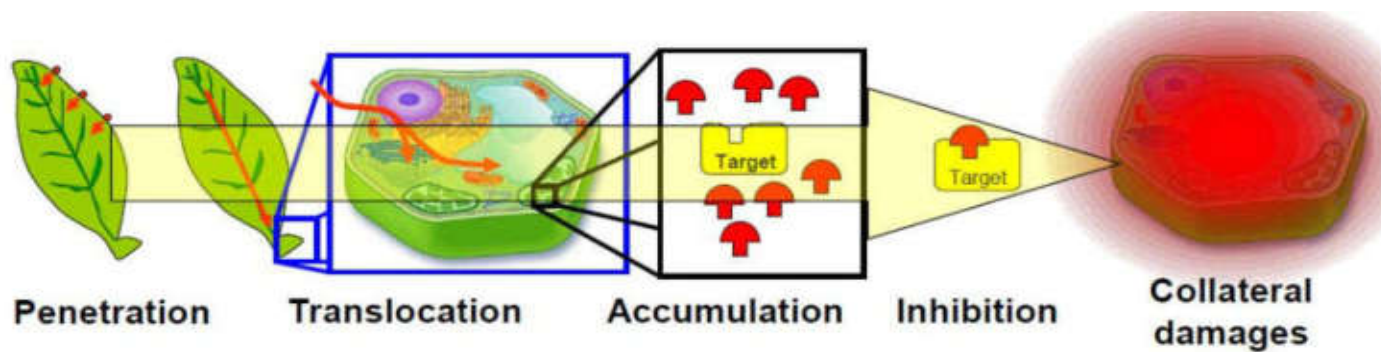
**Kategóriái: támadáspont**  
(*target site*) **rezisztencia/TSR**

egyoldalon ható /”kulcs-  
zár modell”/

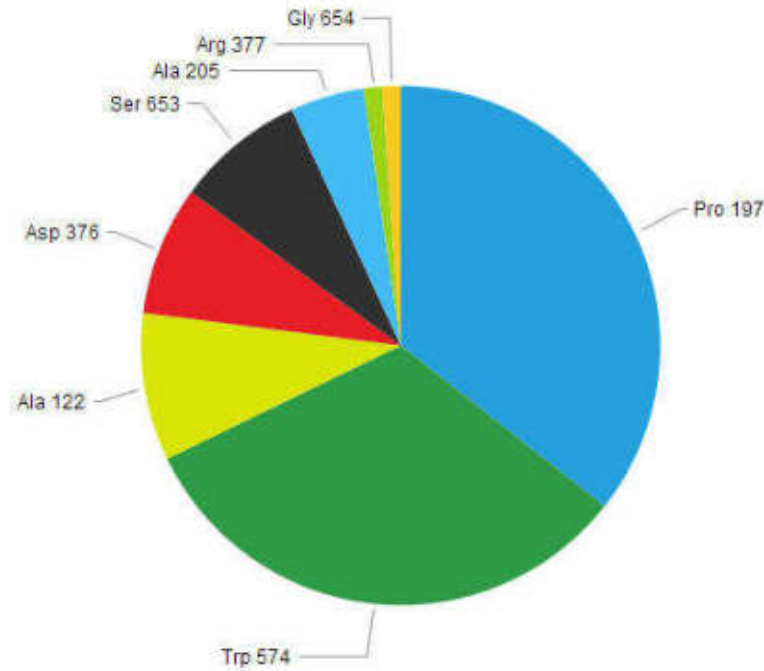
és több  
oldalon/hatáshelyen  
működő /*mennyiségi*  
*kérdés csap át*  
*minőségibe*”/ herbicidek  
rezisztenciájának  
különбözősége!

# TARGET SITE

- „Modifications at the herbicide binding (one or more gene (s) mutated) site, which preclude the herbicide from binding, usually to an enzyme or to a cellular receptor”



# Hatáshely-rezisztencia az ALS-gátlóknál

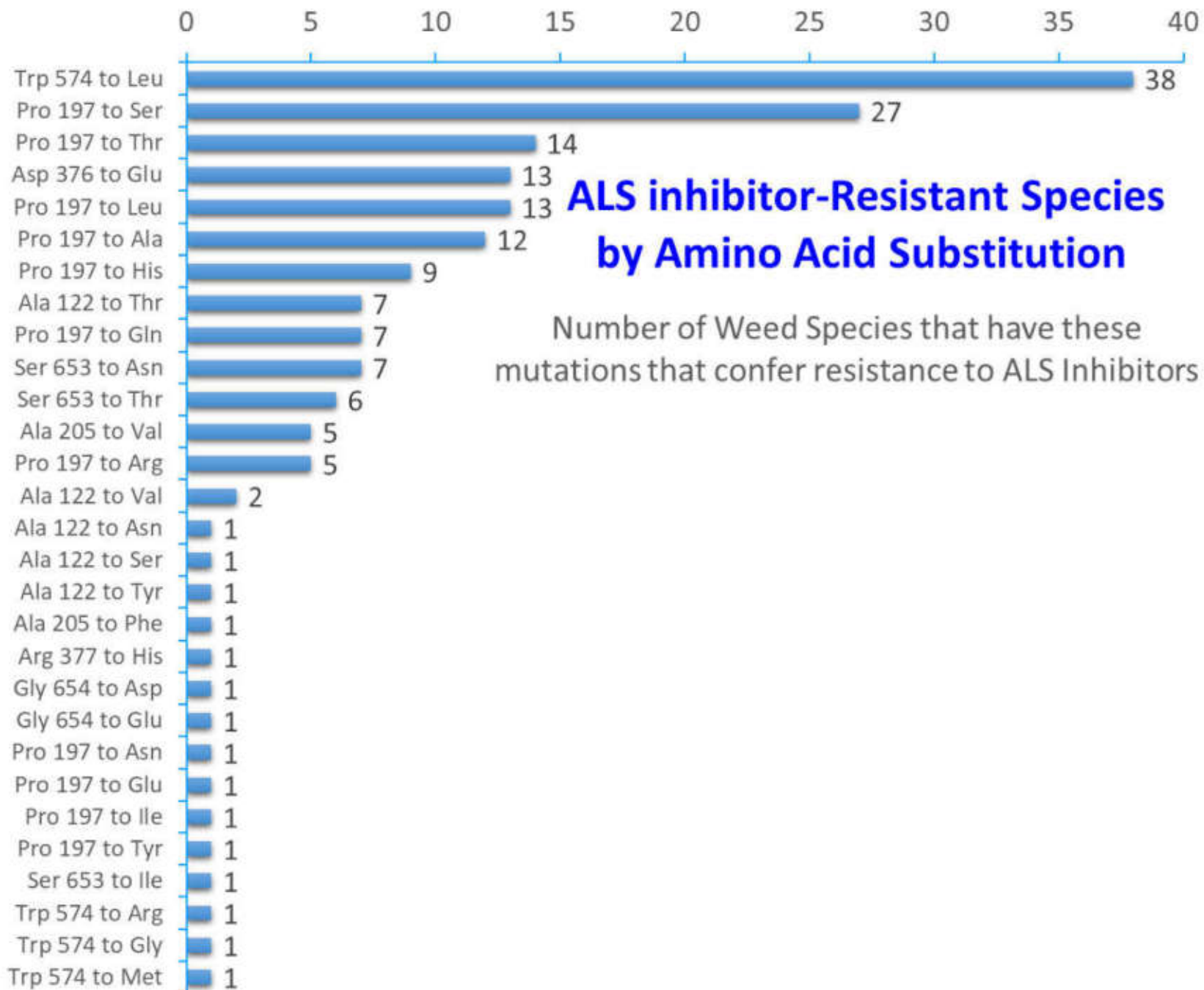


©2013 WeedScience.org, Dr. Ian Heap 01/26/2014



[http://www.herbicideresistanceconference.com.au/files/files/127\\_Jenna\\_Malone\\_GHRC.pdf](http://www.herbicideresistanceconference.com.au/files/files/127_Jenna_Malone_GHRC.pdf)

Amino Acid Substitutions





- Pl. **triazin rezisztencia**: célgénje a psbA gén (konzervatív gén) a kloroplasztisz genomában, nem rekombinálódik, mutáció ritkán ( $10^{-10}$ ), nincs herbicid kötődés a célhelyen, csak anyai úton öröklődik, maggal terjed, rezisztens biotípus alacsonyabb relatív fitnessze
- Pl. **ALS-gátló rezisztencia**: célgénje az ALS-enzimet kódoló gén/gének (számos fajnál többgénes meghatározottság), rendkívüli variabilitás és nagy rekombinációs gyakoriság, nagy mutációs gyakoriság ( $10^{-6}$ ), sejtmagban található, maggal és pollennel is terjed, a rezisztens tulajdonság ált. domináns az érzékeny felett, rezisztens biotípus ugyanolyan vagy nagyobb relatív fitnessszel rendelkezik, mint az érzékeny
- Hatáshely megváltozás (egy- és többszörös génmutációk a katalitikus alegységnél vagy a szabályozó alegységnél: nincs vagy különböző mértékben gyengült kötődés)

- **SU:** az enzimfehérje 16 aminosav része érintett a kötődésben, ebből 4 szerepe attól függ, melyik hatóanyag kapcsolódik
- **IMI:** 12 aminosavat érintő résszel kapcsolódnak, ebből csak kettő nem azonos az SU-nál szereplőkkel, a többi ugyanaz!
- Következmény: gyakori a **keresztrezisztencia** !

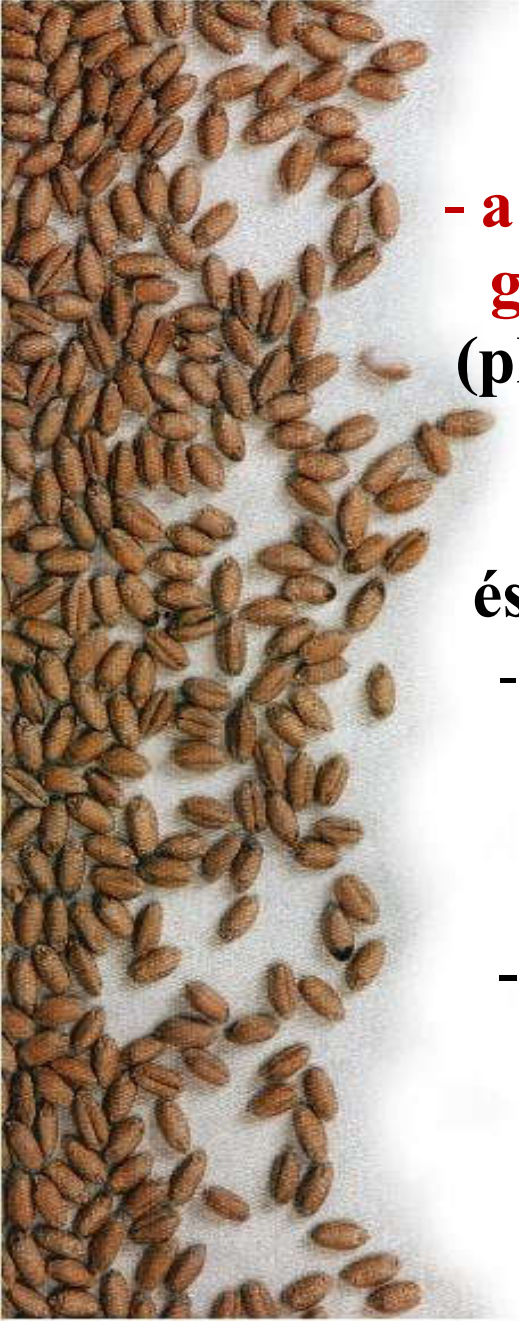


A rezisztencia kategóriái:

**fiziológiai, nem hatáshely**

**(*non target site* ) rezisztencia/NTSR**

- **megnövelt lebontó aktivitás** (pl. glutation-S-transzferáz, citokróm P<sub>450</sub>-monooxygenáz, nem enzimatis hidroxiláció, N-dealkiláció stb.)  
ún. *metabolikus rezisztencia*
- **„*gene overexpression*”, „overproduction of target proteins”**

- 
- **a herbicid felvételének, transzlokációjának gátlása, csökkentése**  
(pl. sejtmembrán átjárhatóságának változása, sejtfal glycoproteinhez kötés, *„sequestration”*)

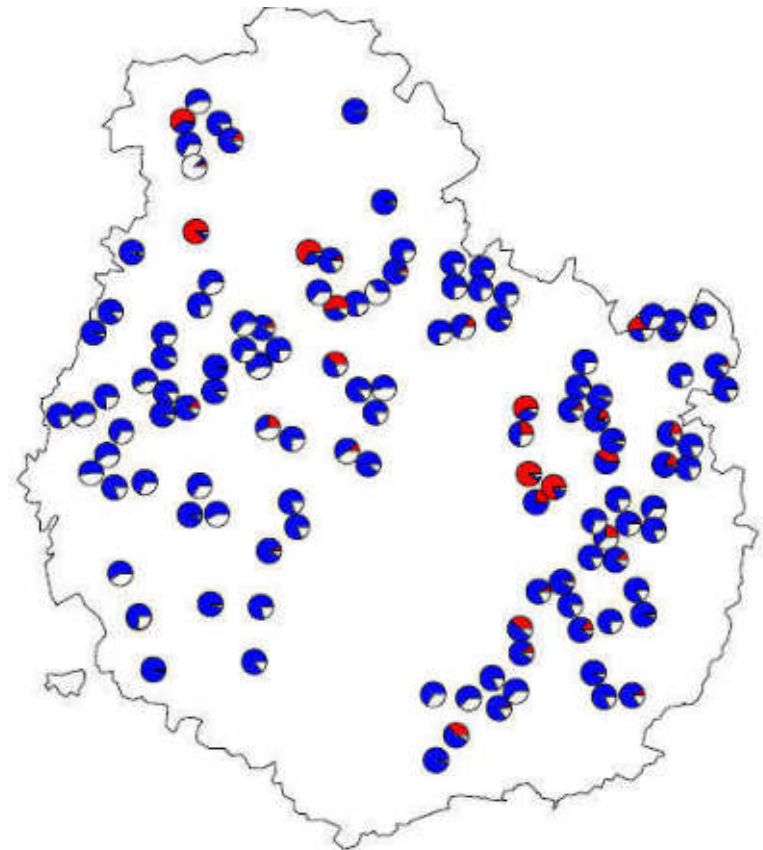
és/vagy

- **a herbicidmolekulák elkülönítése, elzárása a hatóhelytől** (pl. vakuólumokban) *„intra or inter-cellular compartmentalisation”*
- **a herbicidhatásra bekövetkező károsodás gyors kijavítása, gyorsított regeneráció**



# *Alopecurus myosuroides* rezisztenciája ACCáz gátlókkal szemben Franciaországban

- érzékeny
- hatáshely-rezisztencia
- nem hatáshely-rezisztencia



Délye et al., 2007, Weed Research 47:95-105

## **Cross resistance - keresztrezisztencia**

### **egyféle rezisztencia mechanizmus**

1. „*across herbicide subgroups*”: egyféle hatásmódú herbicidek, azonos vagy különböző kémiai osztályokba tartozók (zömében TSR),

vagy

2. „*across herbicide mode-of action groups*”: különféle hatásmódú herbicidek, ill. csoportjaik (zömében NTSR)

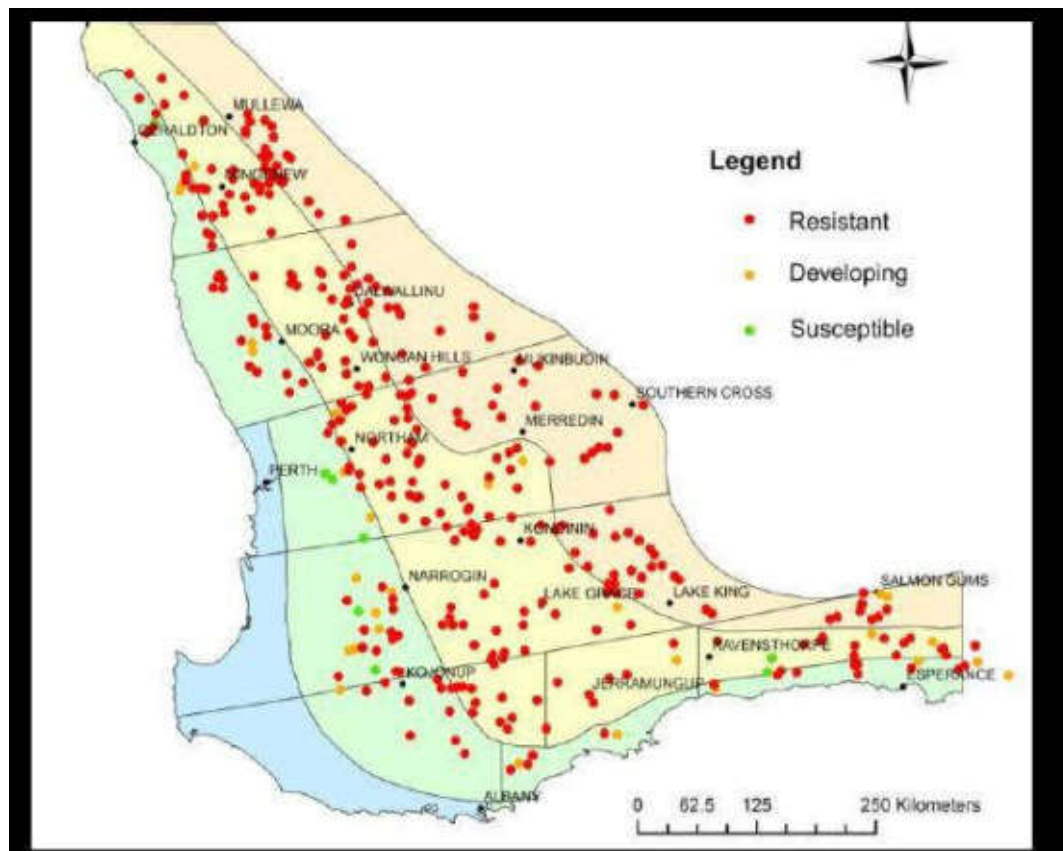
## **Multiple resistance – többszörös rezisztencia**

### **több mint egy rezisztencia mechanizmus**

egy individuumon ill. egy populáción belül, ált. több MoA is

Legsúlyosabb forma: target és non-target-site együtt (*pl. Lolium rigidum-14MoA groups*)

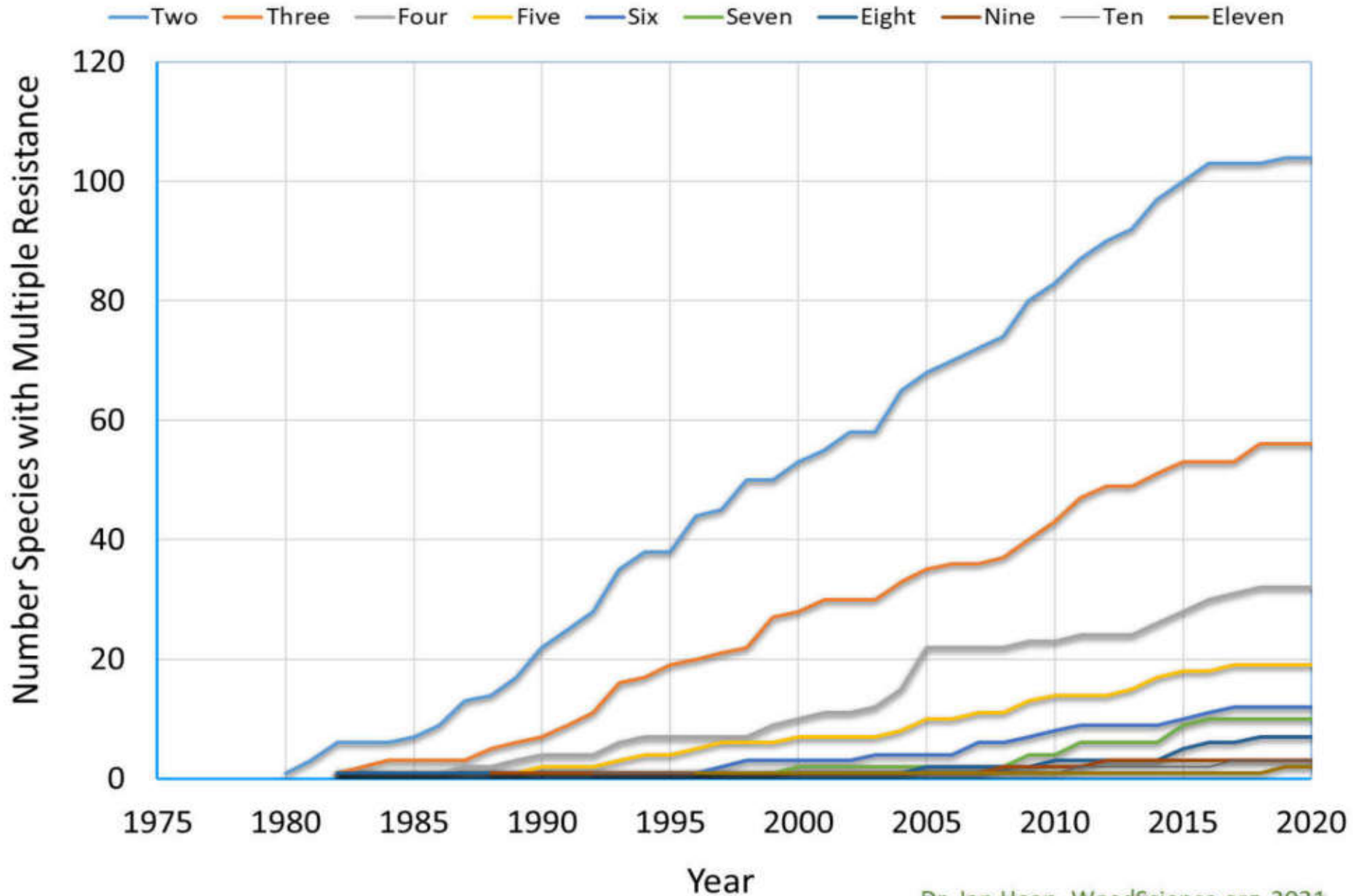
# AACCáz és ALS többszörös rezisztencia Ausztráliában a *Lolium* populációkban



**A populáció 98 %-a rezisztens (*multiple*)**

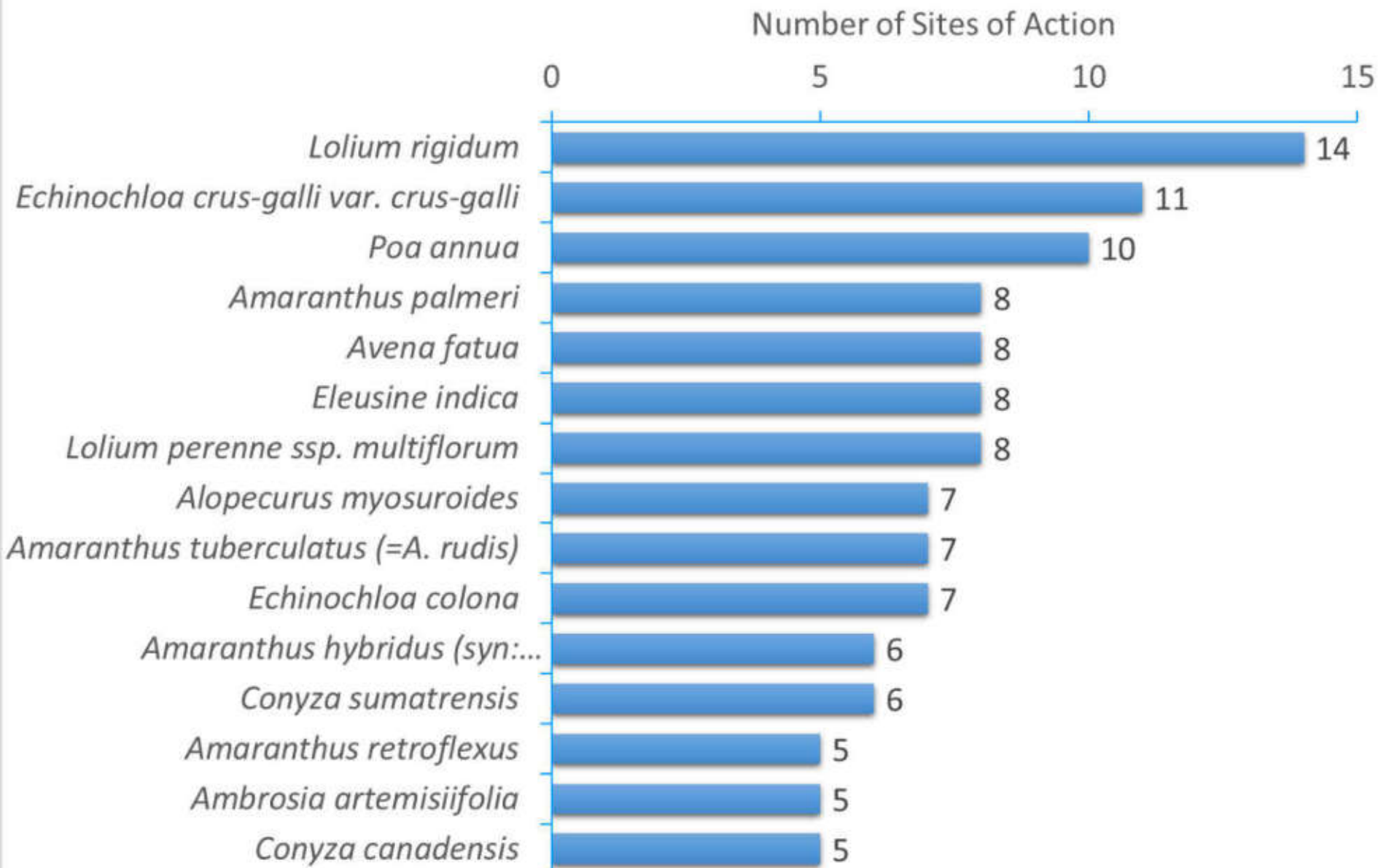
Owen et al. 2013

# Weed Species with Resistance to More than One Site of Action

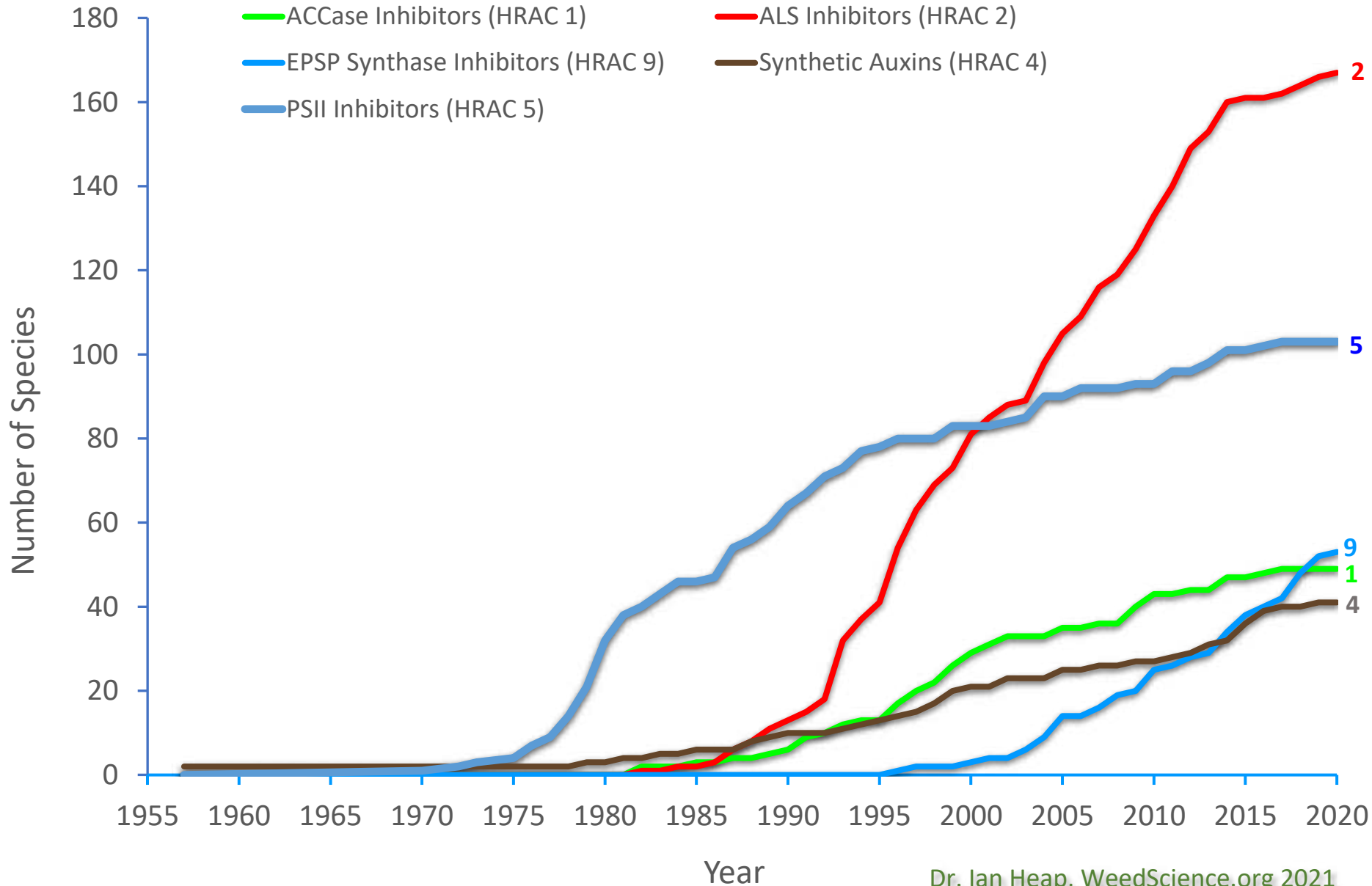




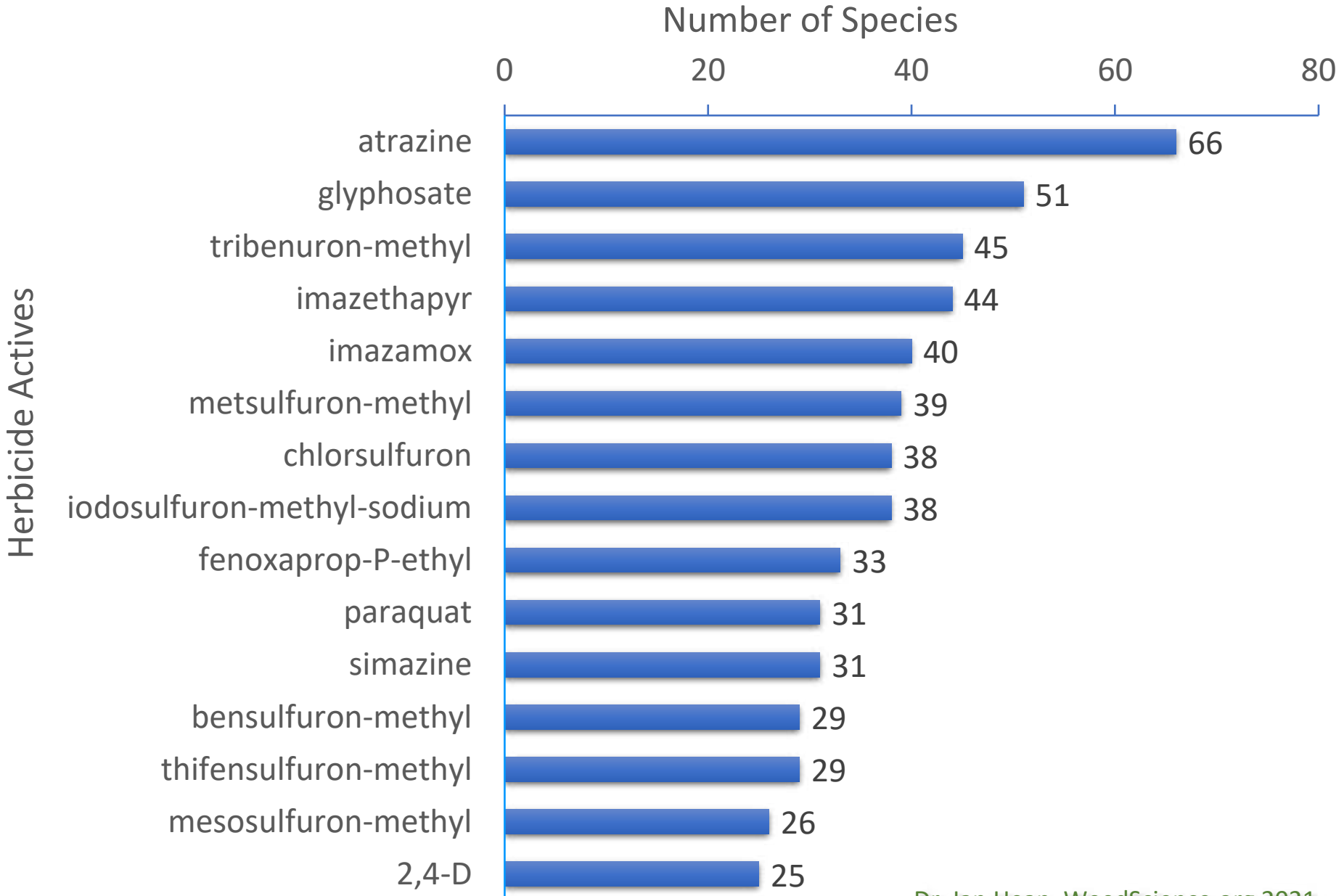
# Weed Species Resistance to Multiple Herbicide Sites of Action



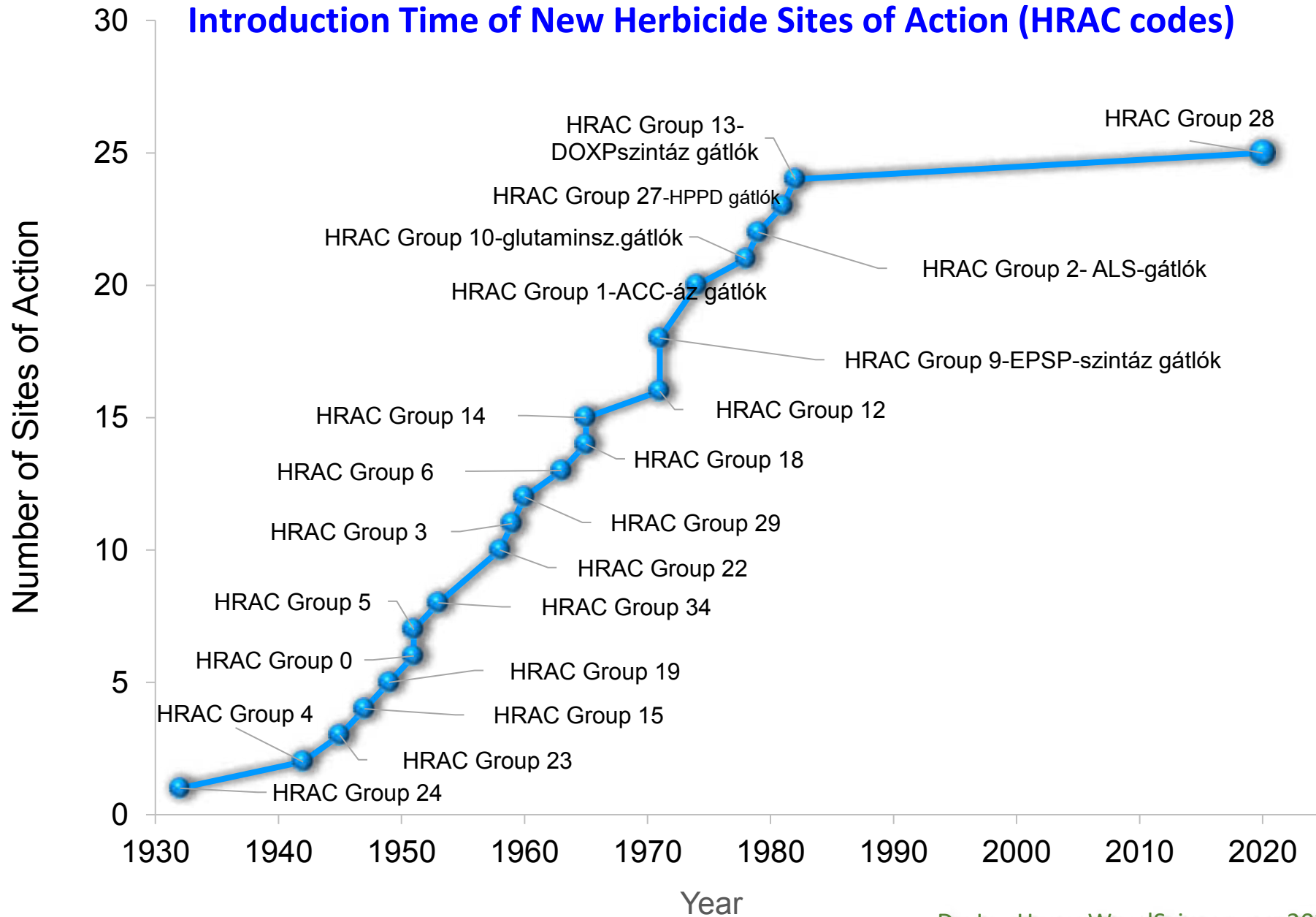
# Number Resistant Species for Several Herbicide Sites of Action (HRAC Codes)



# Number of Resistant Species to Individual Active Herbicides (Top 15)

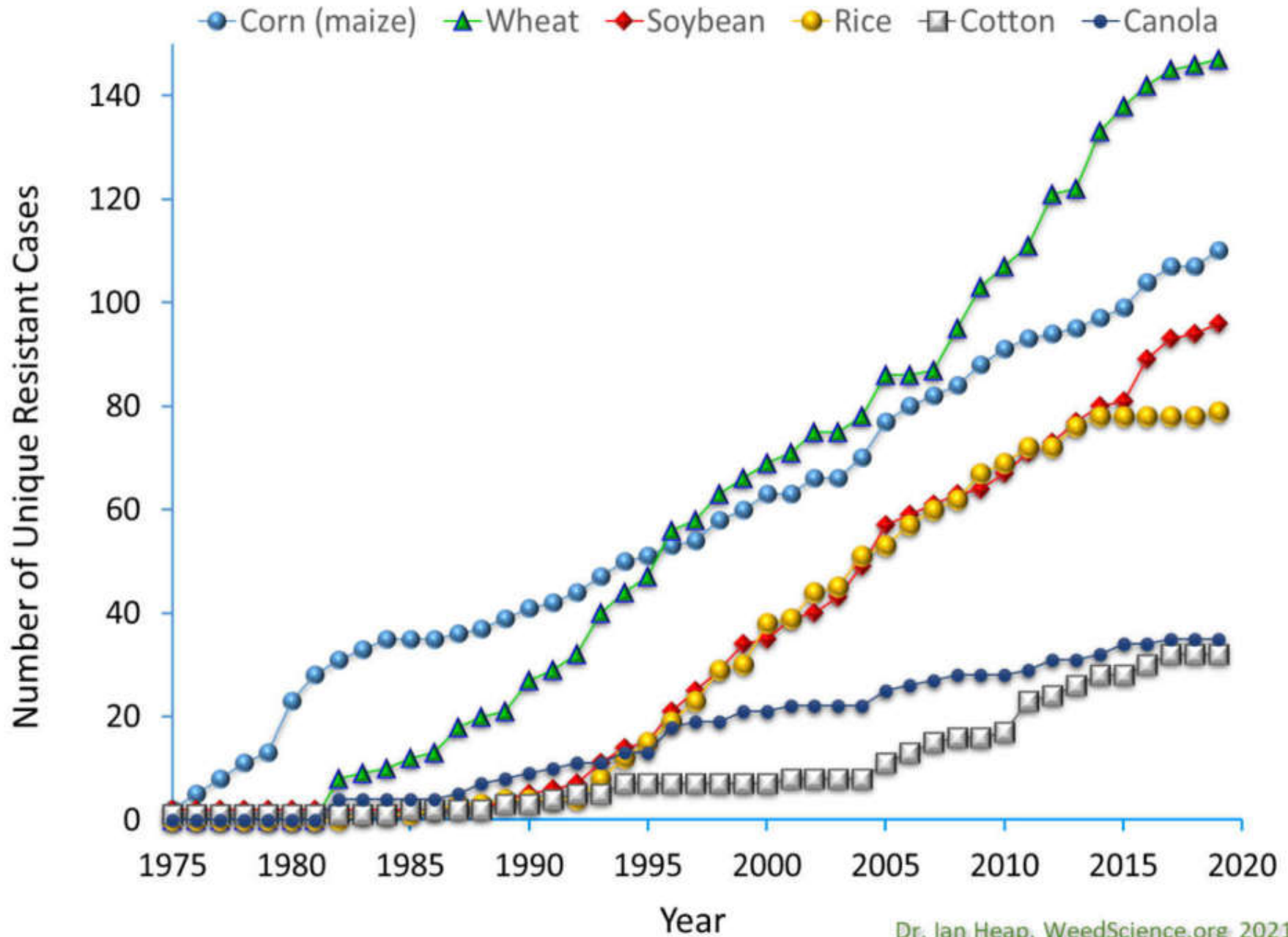


## Introduction Time of New Herbicide Sites of Action (HRAC codes)

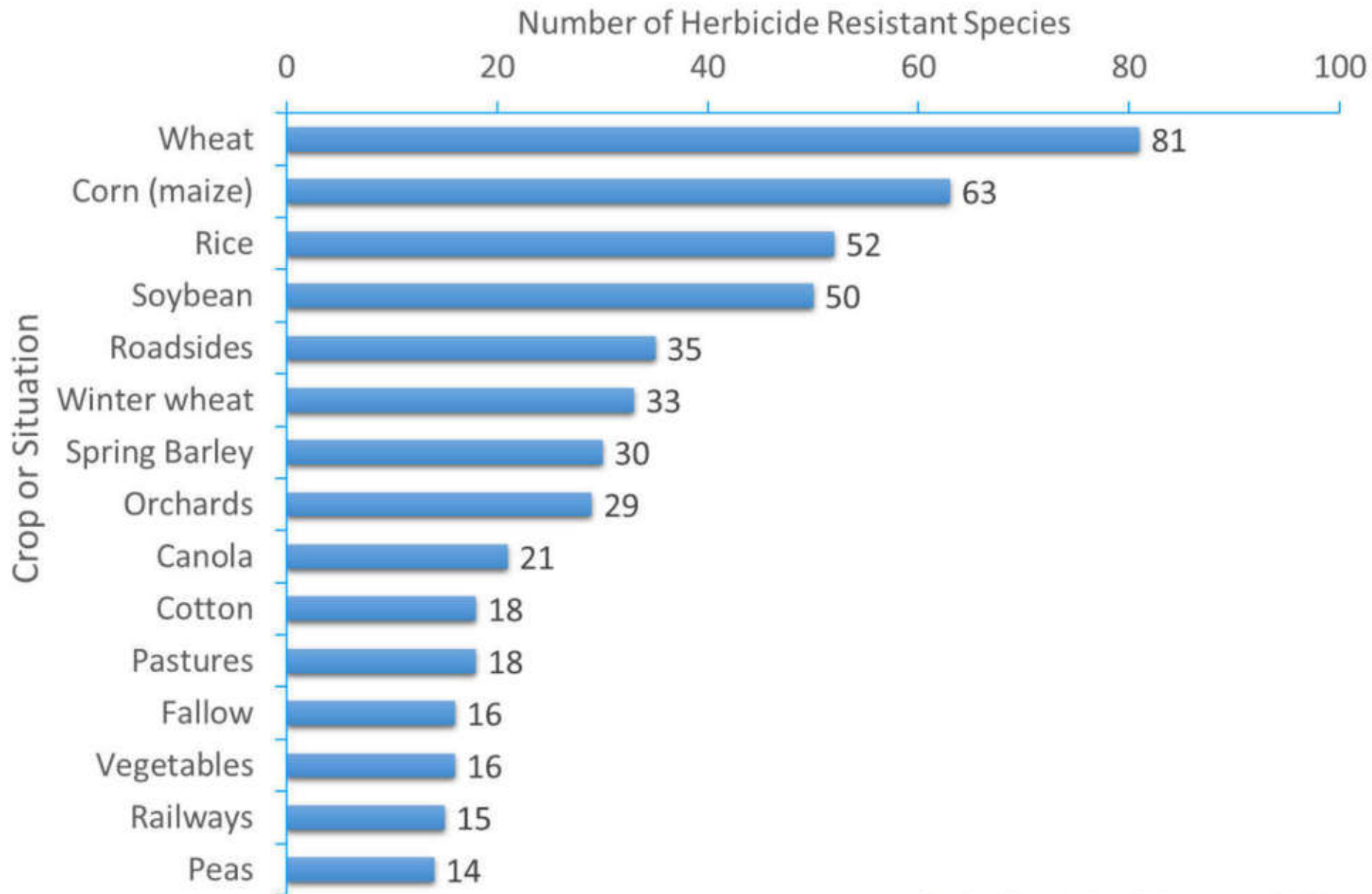




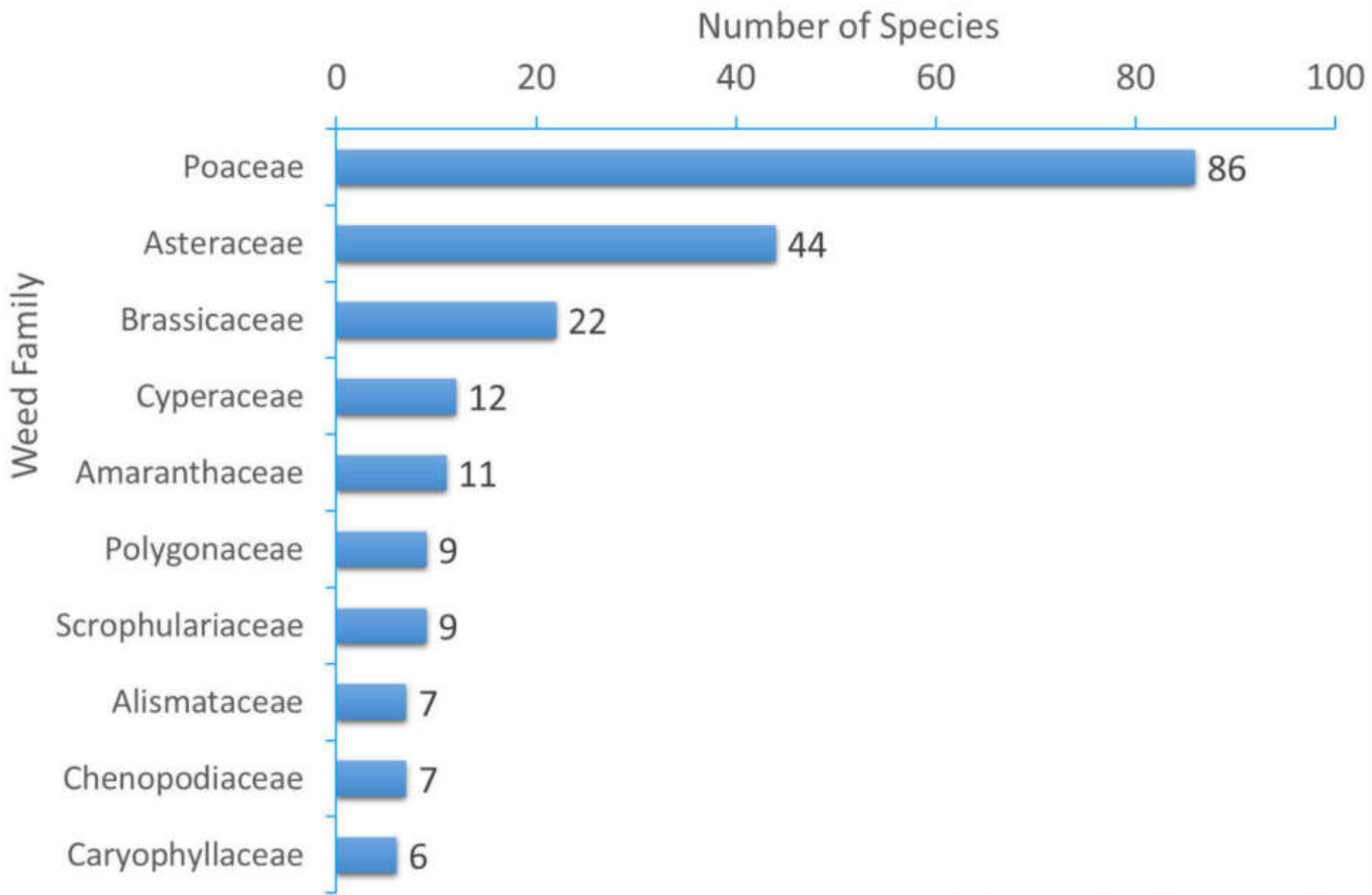
## Increase in Unique Herbicide Resistant Weed Cases for Selected Crops



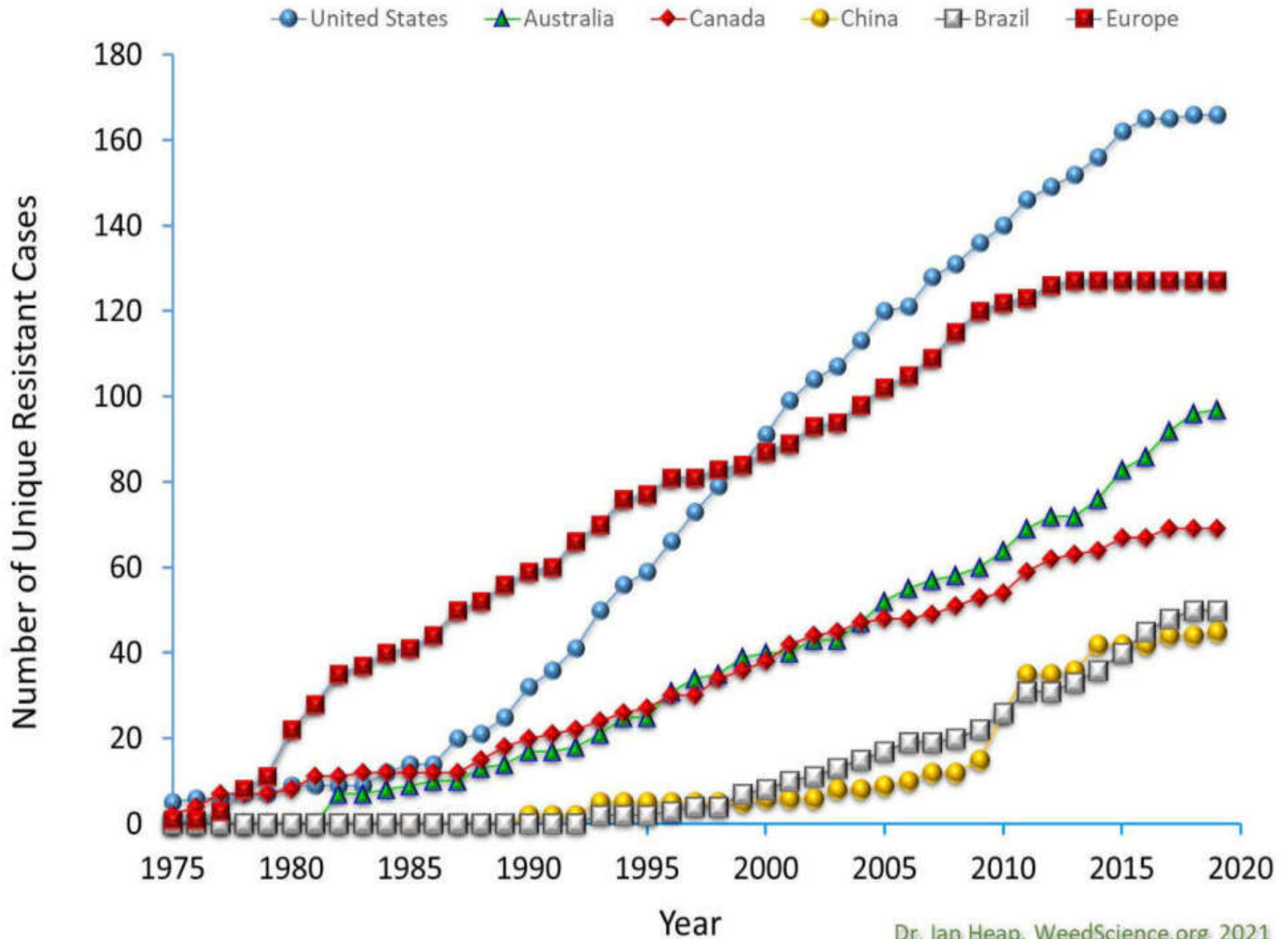
# Number of Herbicide-Resistant Species by Crop



# Number of Herbicide Resistant Weed Species by Weed Family (Top 10)

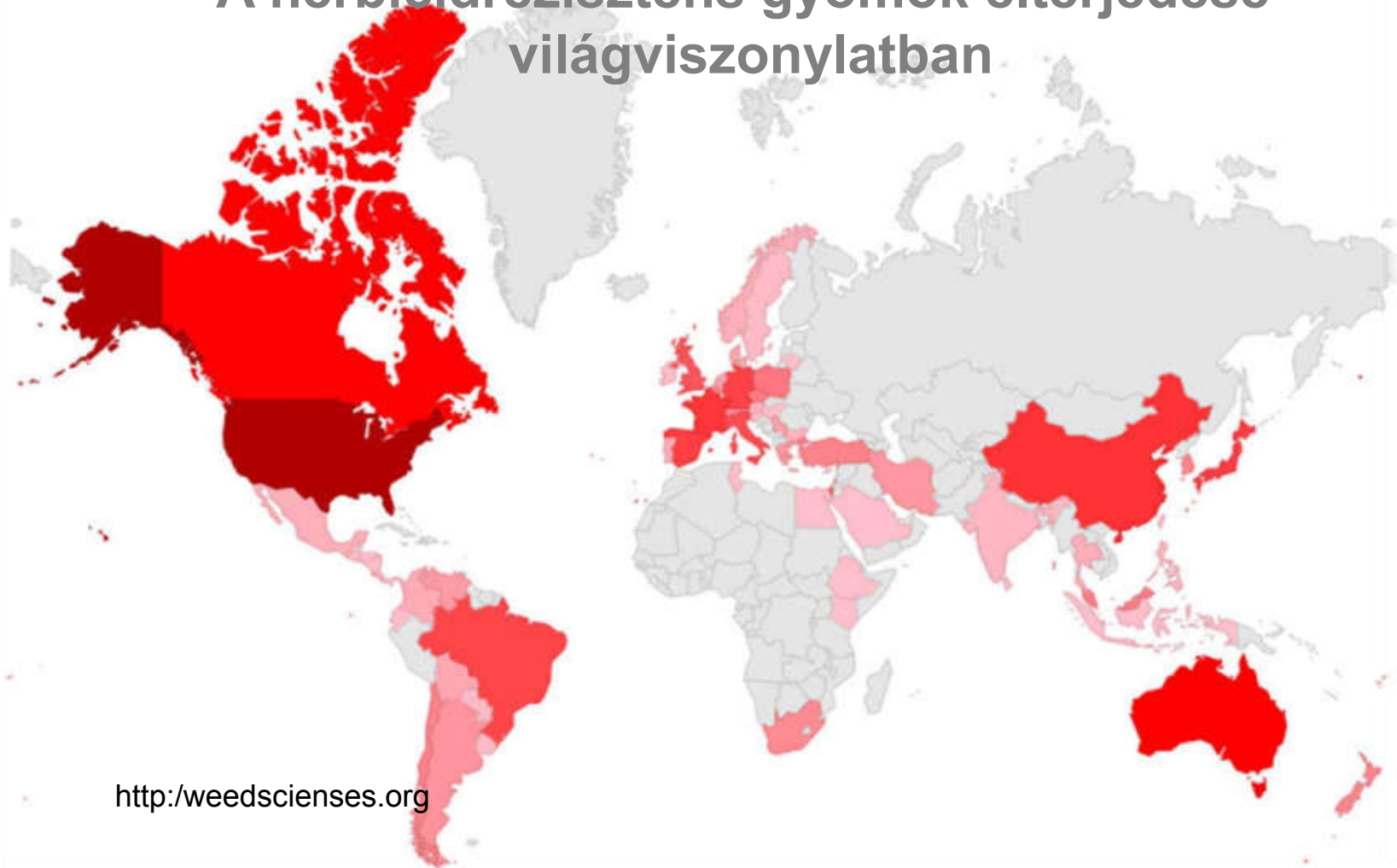


## Increase in Unique Resistant Cases for Selected Countries and Europe





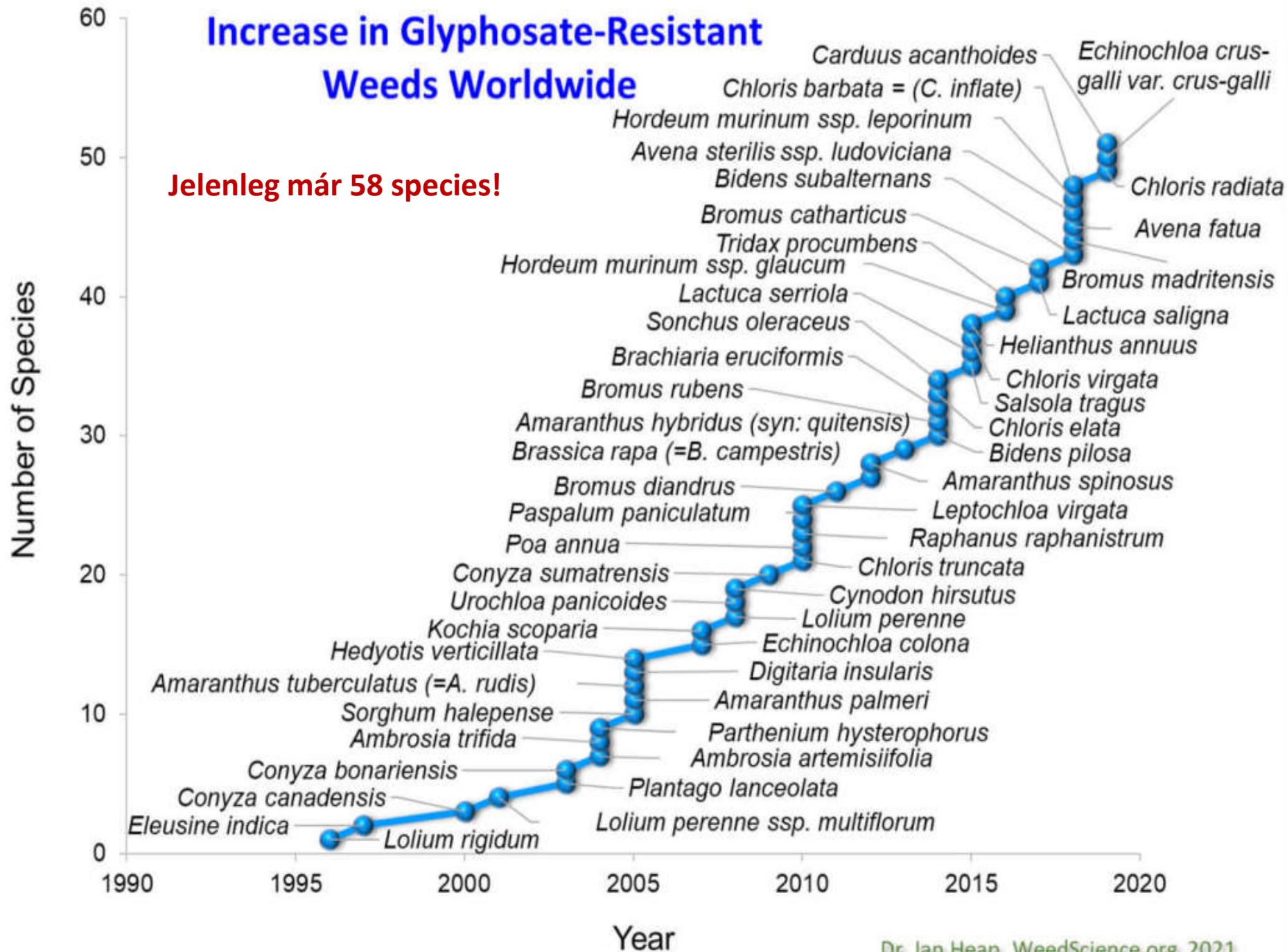
# A herbicidrezisztens gyomok elterjedése világviszonylatban



<http://weedscienses.org>

# Increase in Glyphosate-Resistant Weeds Worldwide

Jelenleg már 58 species!



# „Kényszerű” fejlesztések a glifozát-rezisztens gyomok irtására

**DOW/CORTEVA: Enlist Duo** – glifozát/22,1 % + 2,4-D choline-salt/24,4% (kevésbé gázosodó, elsodródásra kevésbé hajlamos formuláció, Colex-D Techn.)

GM toleráns szója és kukorica vonalakban

**Monsanto/BAYER: Xtend, Xtendi Max** – glifozát + új formulációjú, kevésbé gázosodó **dikamba** (BASF: Engenia), Roundup Ready 2, Vapor Grip Techn.,

GM gyapot, szója , kukorica gyomirtására

## Újabb problémák: 2015-2023, USA, Argentina, Uruguay, Paraguay ...

- *Amaranthus hybridus* (terpedt d.p.)
- *Amaranthus powellii* (karcsú)
- *Amaranthus retroflexus* (szőrös)
- *Amaranthus palmeri*
- *Amaranthus tuberculatus* (*A. rudis*)
- **Glifozát, 2,4-D, dikamba** (PSII-inhib.-*atrazin*; ALS-gátlók; HPPD-gátlók, Protox-gátlók) **rezisztencia (multiple!)**
- Főleg GM szója, kukorica, gyapot





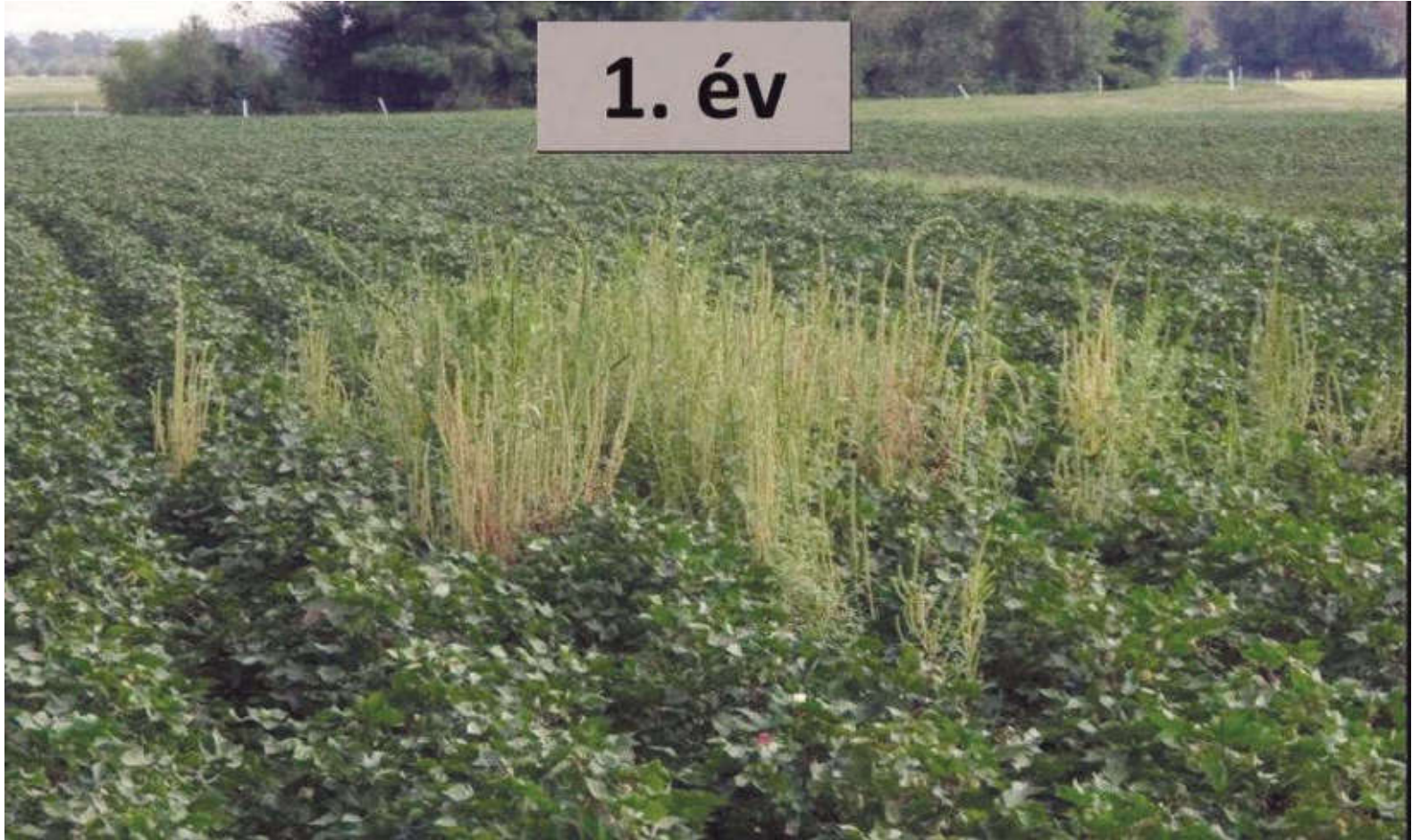
*Amaranthus tuberculatus* kukoricában és *A. palmerii* szójában





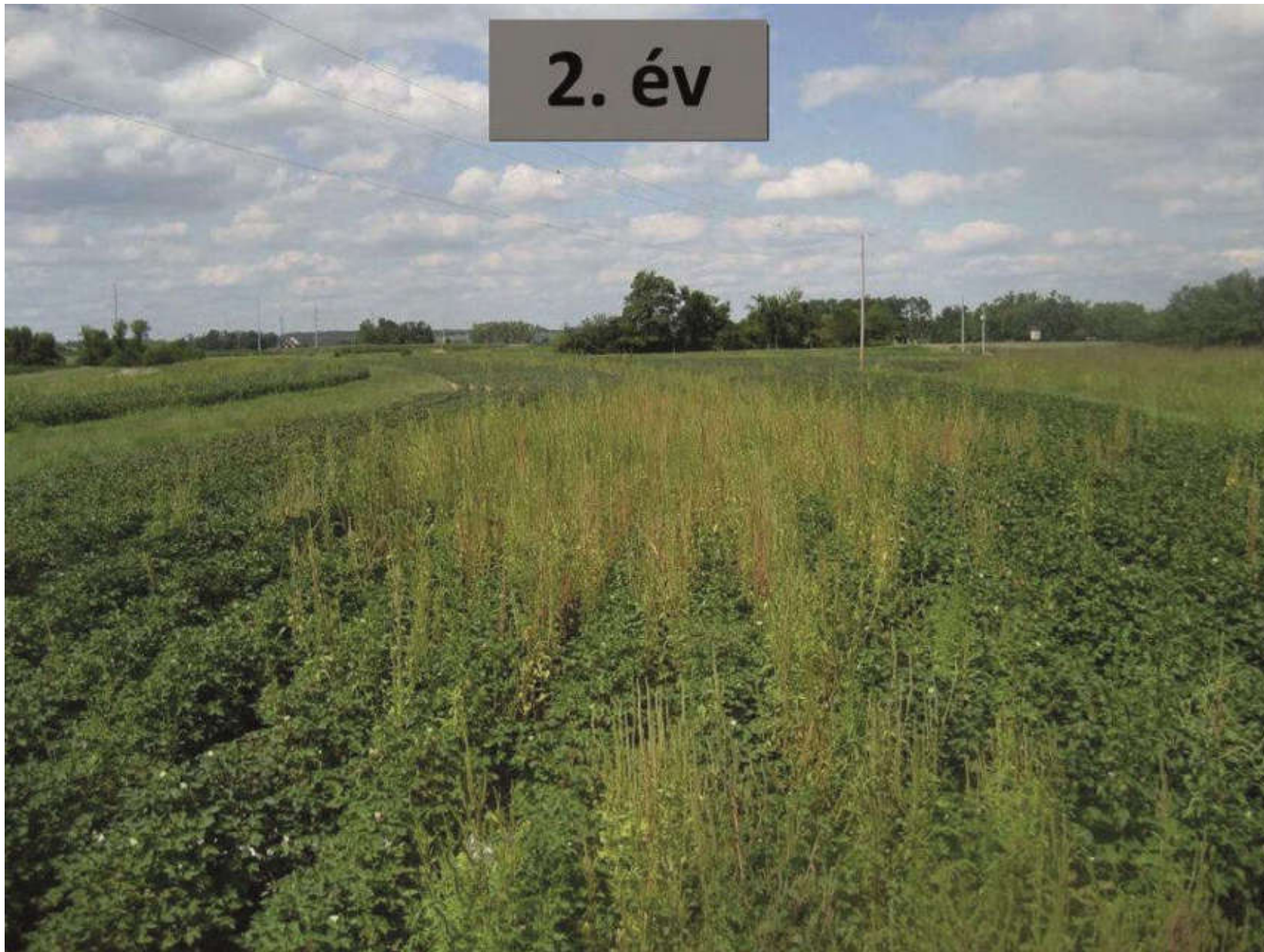
# 3 év alatt monokultúrában a rezisztens faj teljesen elborítja a területet

(Fotó: Jason Norsworthy)



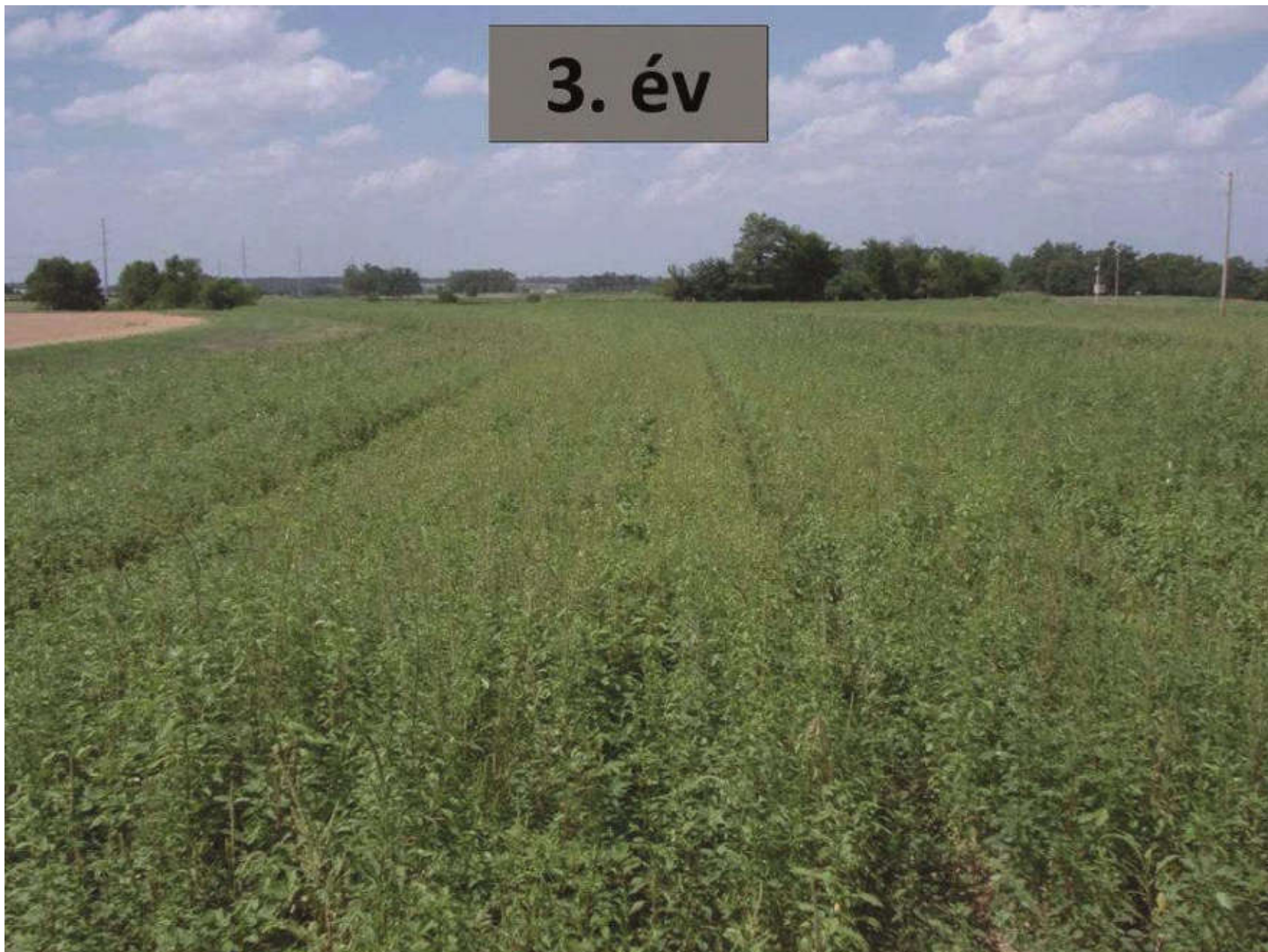


2. év





**3. év**



## Glifozát rezisztencia esetek Európában

- *Conyza canadensis* – Spain 2006, Czech 2007, Poland 2010, Italy, Portugal 2011, Greece 2012, **Hungary 2016**, France 2019, Switzerland 2021
- (*C. bonariensis*, *C. sumatrensis*)
- *Eleusine indica* – Italy 2019
- *Hordeum murinum* ssp. *leporinum* – Spain 2018
- *Lolium perenne* – Portugal 2013
- *Lolium perenne* ssp. *multiflorum* – Spain 2006, Italy 2008, 2012, Switzerland 2011
- *Lolium rigidum* – France 2005, Spain 2006, 2016, Italy 2007, Greece 2010

# A herbicidrezisztens gyomok elterjedése Európában

<http://weedscience.org>





# Rezisztens gyomok az európai kalászosokban

- **Egyszikűek:** **ALOMY, APESV, AVEFA**, *A. sterilis*, *Bromus* fajok (*B. sterilis*, *B. tectorum*), *Lolium* fajok (*L. rigidum*, *L. multiflorum*, *L. perenne*), *Phalaris paradoxa*
- **Kétszikűek:** **CAPBP, CENCY, MATCH, MATIN**, SINAR, STEME, **PAPRH**, POLPE, *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper*, *Spergula arvensis*
- *Komolyabb problémák:* Ny-Eu: **ALOMY** – ALS-gátlók, ACC-áz; Közép- és K-Eu: **APESV** – ALS-gátlók, Nyugat és D-Eu: rezisztens *Lolium*ok – ALS, ACC-áz; Kétszikűeknél: ALS és/vagy fenoxi típusú herbicidekre kialakult rezisztenciák

# Rezisztens gyomok ...

- Jelenleg a világon **46(!?) gyomfajnál** detektált és publikált rezisztencia eset (HRAC 4/„O” : auxin mimics)
- Európában releváns észlelések a fenoxi-a.-karbonsavaknál:: elsősorban **2,4-D**; ritkábban **MCPA**, csak 1 esetben mekoprop és diklorprop
- Pl. legelőkön *Carduus* – 2,4-D
- Pl. kalászosokban *Sinapis a.*, *Raphanus r.*, *Brassica c.* – 2,4-D, MCPA (diklórprop, mekoprop)
- Pl. kalászosokban CIRAR - 2,4-D, MCPA (?)
- Pl. kalászosokban *Sonchus* – 2,4-D
- Pl. búzában CENCY –dikamba (Lengyelo.)

Kati.V et al (2019): Multiple resistance of *Papaver rhoeas* L. to 2,4-D and acetolactate syntase inhibitors in four European Countries.  
*Weed Research* 59, 367-376.

- Franciaó., Spanyoló., Olaszó., Görögo.
- 27 populáció vizsgálata
- 2,4-D rezisztencia: 25 (5-85%)
- ALS rezisztencia: 24 (4-100 %)
- 2,4-D+ALS rezisztencia: 23 (4 esetben bizonyított keresztrezisztenciával, génmutáció: codon Pro197 vagy Trp574)
- (2016-Franciaó.: kalászosokban 2,4-D, MCPA, jodoszulfuron-metil-Na, mezoszulfuron, metszulfuron-metil)

# Rezisztens gyomok az európai kukoricásokban

- **Egyszikűek:** ECHCG, SETPU, SETVI, SETVE, *S. faberi*, **SORHA**, DIGSA, *Panicum dichotomiflorum*, *Bromus tectorum*
- **Kétszikűek:** **Amaranthus** fajok (AMARE, *A. blitum*, *A. patulus*, *A. powellii*), **CHEAL**, (*C. ficifolium*, *C. polyspermum*, *C. simplex*), **ABUTH**, POLAV, **POLCO**, **POLPE**, **POLLA**, POLHY, **SOLNI**, STEME, CONCA, *Senecio vulgaris*, *Galinsoga ciliata*, *Sonchus asper*, *Arenaria serpyllifolia*, *Bidens tripartia*, *Epilobium tetragonum*, újabban **AMBEL**
- **Problémák:** a korábban triazin rezisztencia után az ALS-gátlókkal szembeni rezisztencia megjelenése az uralkodó (előfordul még ACC-áz, Protox-gátló, PSII.)

# A herbicidrezisztens gyomok elterjedése Európában



<http://weedscience.org>



Gyomfaj	A gyomfaj először leírt rezisztens biotípusa	Más hatóanyaggal szemben leírt rezisztens biotípusa
<i>Amaranthus blitoides</i>	1979; atrazin	
<i>Amaranthus bouchonii</i>	1987; atrazin	
<i>Amaranthus chlorostachys</i> ( <i>A. powellii</i> )	1979; atrazin	1989; metribuzin, linuron, fenmedifam
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1979; atrazin	1983;klórbromuron, lenacil, 1988; diuron
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	1994; atrazin	
<i>Chenopodium album</i>	1979; atrazin	1986; fenmedifam,1987; pirazon(kloridazon), piridat, 1989; paraquat, klórbromuron
<i>Chenopodium polyspermum</i>	1987; atrazin	
<i>Cirsium arvense</i>	1985-87; 2,4-D, MCPA	1998; szulfonil-ureák (klórszulfuron)
<i>Conyza canadensis</i>	1981; atrazin	1986; diuron 1988; paraquat, diquat, linuron, terbutrin, metribuzin, terbutilazin <b>2016; glifozát</b>
<i>Senecio vulgaris</i>	2000; atrazin	
<i>Sorghum halepense</i>	<b>2011; nikoszulfuron,</b> foramszulfuron, rimszulfuron	

**A betyárkóró glifozát rezisztens biotípusának megjelenése Magyarországon – 2016**  
(Növényvédelem 2018, 79 (54):6., 261-265.)

***Első glifozát rezisztens biotípus észlelése: 1996 Ausztrália***

- Azóta: USA, Kanada, Mexikó, Venezuela, Kolumbia, Brazília, Argentina, Chile, Uruguay, Spanyolország, Olaszország, Franciaország, Portugália, Dél-Afrika, Görögország, Izrael, Lengyelország, Csehország, Svájc, Japán, Kína, Dél-Korea...: ültetvényekben, vasúti pályatestek mentén, szójában
- Hazai észlelés: Dél-Balatoni borvidék – Rádpusztá-2016.07.hó – előző 10 évben glifozát alkalmazása évente kétszer (Cordobai Egyetemen az üvegházi vizsgálatok igazolták a gyanút + csökkent érzékenység a paraquat és flazaszulfuron ellen is!)
- Szabadföldi kísérletek (28 kezelés Rádpusztán, 4 ism.): glifozátos kezelés után 30-40 %-os teljes pusztulás, de a megmaradtak részleges levélvesztése és zavartalan újrahajtása az épségben maradt hajtáscsúcsokból (őszii kezelésnél tavasszal, tavaszinál 2-3 héttel a kezelés után):

valószínűleg **a hatóanyag a sejtekben, vakuólumokban reked, nem vagy csak részlegesen transzlokálódik a hatáskifejtés helyére**

- Próbálkozások hatékonyabb kombinációk kialakítására (glifozát + MCPA, glifozát + Piraflufen-etil, tavaszi nyitó és őszi zárókezelések glufozinát-ammoniummal (visszavonásra került 2018.07.31 – Finale 14 SL)



# A fenyércirok rezisztenciája Magyarországon

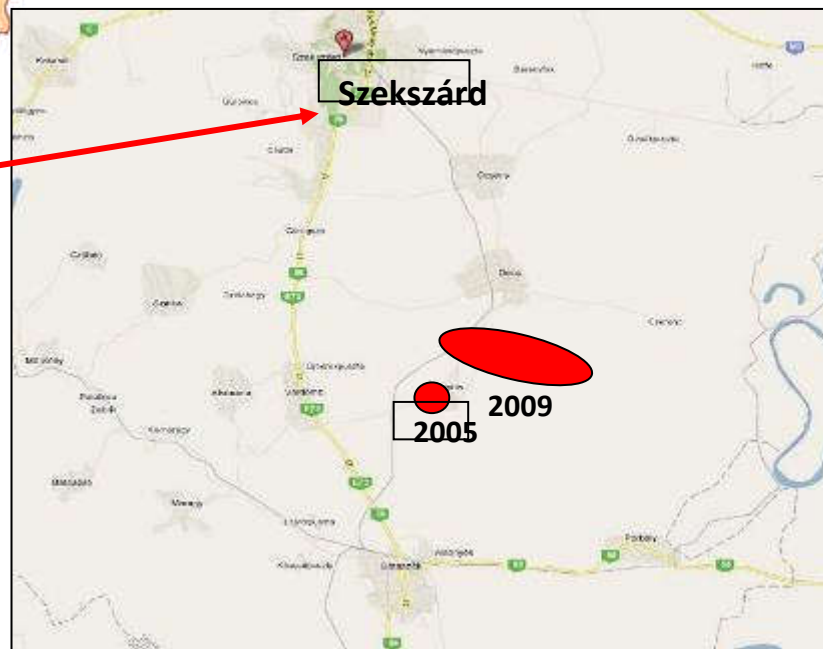
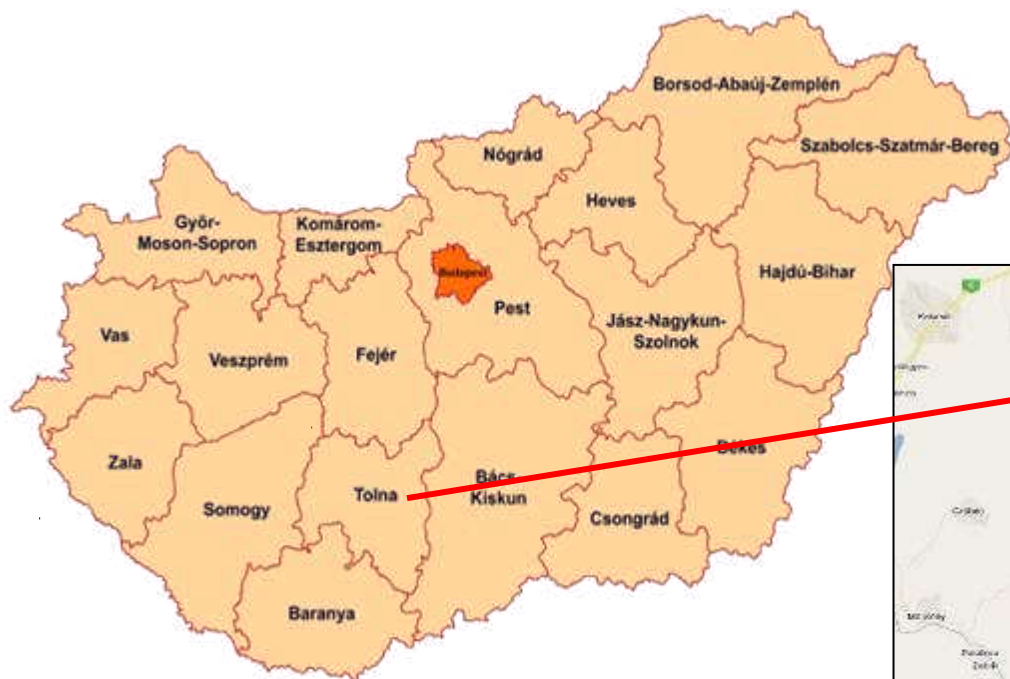


## A kukorica legjelentősebb nyárutói gyomfajai a 2018-2019. évi adatok szerinti fontossági sorrendben

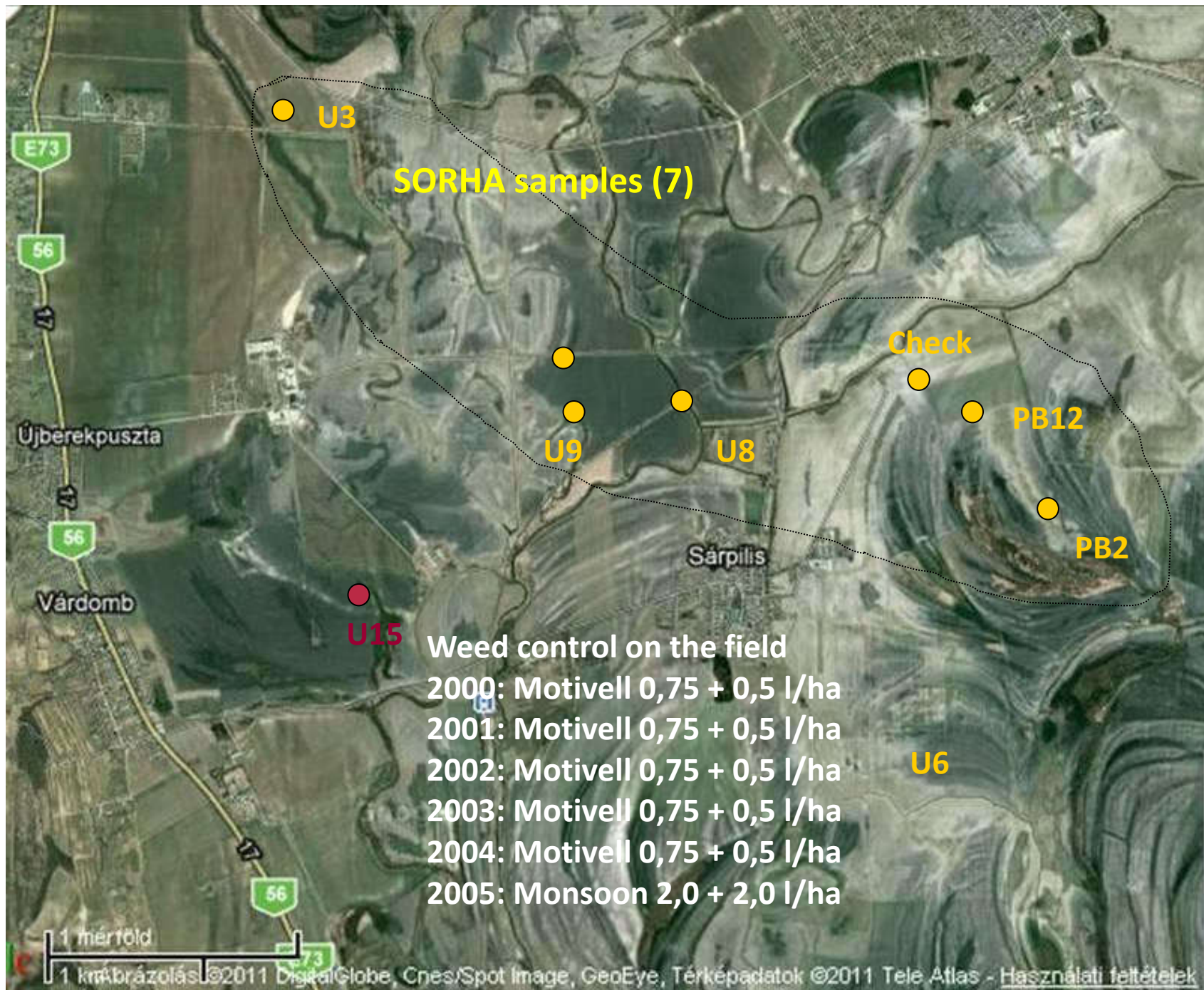
Gyomnövény magyar neve	Gyomnövény latin neve	1947-53		1969-71		1987-88		1996-97		2007-2008		2018-19	
		Fsor	Borítási %	Fsor	Borítási %	Fsor	Borítási %	Fsor	Borítási %	Fsor	Borítási %	Fsor	Borítási %
Parlagfű	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	18	0,4232	6	1,1680	4	4,1458	1	7,7734	1	8,7159	1	8,3943
Kakaslábű	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	7	1,6774	1	7,2243	1	8,5200	2	7,6739	2	8,3536	2	7,0768
Fehér libatop	<i>Chenopodium album</i> L.	3	2,2945	4	3,0914	3	5,2340	4	4,5575	3	6,7690	3	6,8889
Fenyércirok	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.			55	0,0478	11	0,7736	9	1,5704	11	1,4588	4	2,7645
Fakó muhar	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	5	1,8024	2	3,5007	6	1,3930	12	0,9431	4	3,1539	5	2,2382
Csattanó maszlag	<i>Datura stramonium</i> L.	107	0,0101	37	0,1180	12	0,7519	5	2,0903	7	1,9070	6	1,9929
Szőrös disznóparéj	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	13	0,9795	5	2,8350	2	5,8790	3	7,1573	5	2,7616	7	1,8433
Apró szulák	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1	10,2992	3	3,3949	5	2,7250	6	1,8748	10	1,7860	8	1,3806
Napraforgó	<i>Helianthus annuus</i> L.			175	0,0018	23	0,3090	18	0,4532	16	0,8331	9	1,2921
Varjúmák	<i>Hibiscus trionum</i> L.	16	0,4930	8	0,9698	9	0,7848	15	0,7465	14	1,0583	10	1,1973
Mezei acat	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	2	2,4911	7	1,1007	10	0,7749	8	1,7740	6	1,9877	11	1,1430
Selyemmályva	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.					40	0,0904	16	0,5970	15	0,9666	12	0,1863
Pokolvar libatop	<i>Chenopodium hybridum</i> L.	39	0,1354	35	0,1300	22	0,3253	17	0,5492	21	0,6425	13	0,9970
Termesztett köles	<i>Panicum miliaceum</i> L.	119	0,0063	113	0,0072	15	0,5687	10	1,1989	8	1,8988	14	0,9216
Karcsú disznóparéj	<i>Amaranthus powellii</i> S. Watson	62	0,0461	10	0,7731	7	1,1028	7	1,8689	9	1,8315	15	0,9148
Zöld muhar	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	4	2,0222	9	0,8082	20	0,3964	23	0,3659	18	0,8099	16	0,7889
Pirók ujjasmuhar	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	8	1,2137	15	0,5109	13	0,6985	22	0,3772	17	0,8186	17	0,7834
Lapulevelű keserűfű	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	20	0,4038	14	0,5504	8	0,9870	13	0,9072	12	1,1142	18	0,7015
Fekete csucsor	<i>Solanum nigrum</i> L.	47	0,0799	42	0,0963	50	0,0550	25	0,2765	22	0,5877	19	0,6847
Kender	<i>Cannabis sativa</i> L.	91	0,0162	53	0,0500	38	0,1091	31	0,2022	30	0,2601	20	0,6128



# Herbicid rezisztencia gyanúja *Sorghum halepense*







U3

SORHA samples (7)

U9

U8

Check

PB12

PB2

U15

Weed control on the field

2000: Motivell 0,75 + 0,5 l/ha

2001: Motivell 0,75 + 0,5 l/ha

2002: Motivell 0,75 + 0,5 l/ha

2003: Motivell 0,75 + 0,5 l/ha

2004: Motivell 0,75 + 0,5 l/ha

2005: Monsoon 2,0 + 2,0 l/ha

U6

1 mértöld

1 km

## Motivell (80 g a.i. nico) double dose

3 WAT



3WAT



Resistance biotype ?



Suspectable SORHA







## Komárom-Esztergom County, Gracza Lajos



Motivell 1,25 l/ha (50g nico)+Dash HC 0,6 l/ha  
14 DAT – resistance SORHA

Motivell 2,5 l/ha (100 g nico)+Dash HC 0,6 l/ha  
14 DAT – resistance SORHA



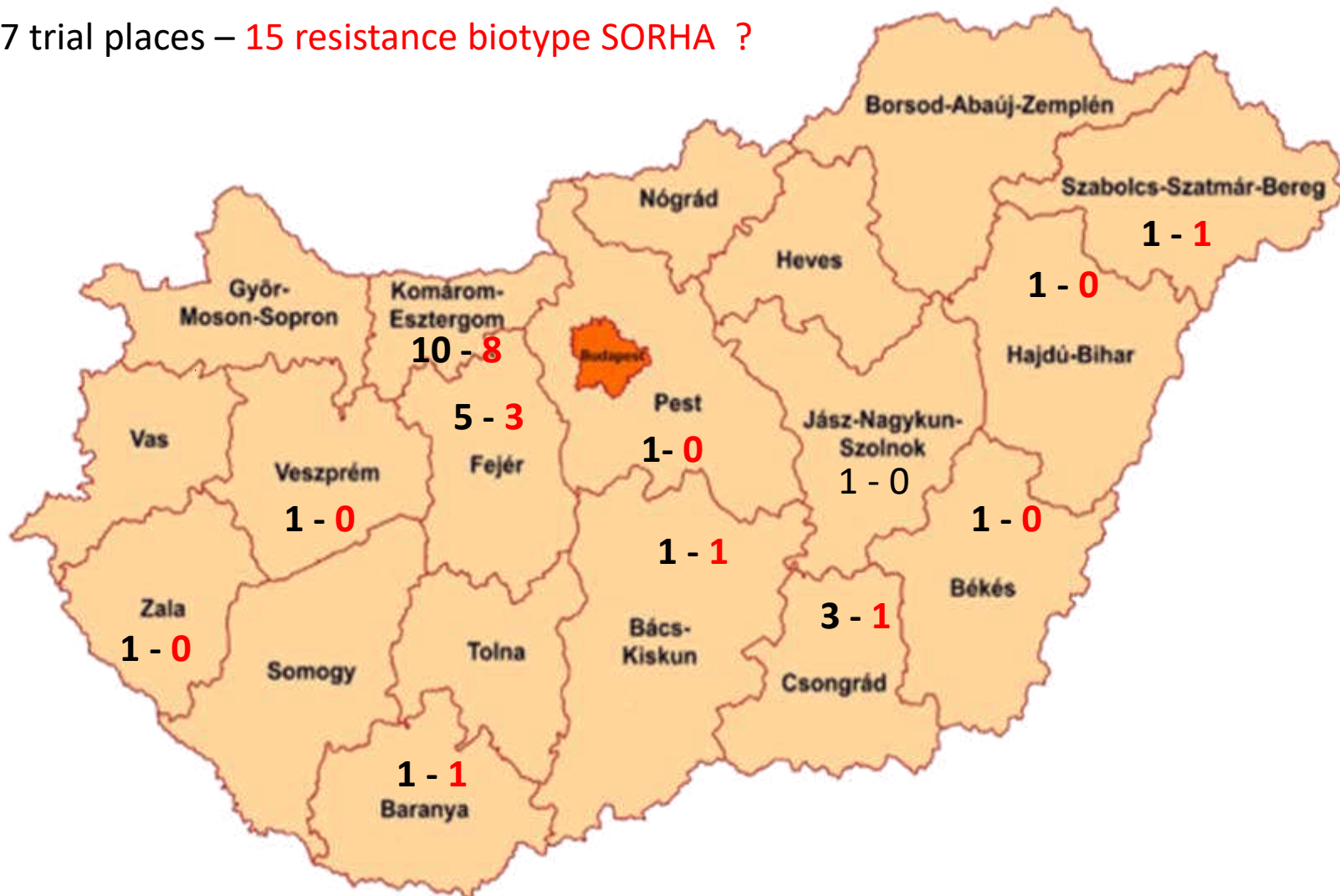


**Monsoon 2,5 l/ha (56,25 g foramsulfurone)  
14 DAT – resistance SORHA**

**Monsoon 5,0 l/ha (112,5 g foramsulfurone)  
14 DAT – resistance SORHA**

# Herbicide SORHA resistance monitoring in stubble 2014

27 trial places – 15 resistance biotype SORHA ?





## Herbicide resistance biotype Sorghum halepense Fejér County , Gyulai Balázs - 2014



Monsoon 2,5 l/ha (56,25 fs)+ DASH 1,0 l/ha



Focus Ultra  
4,0 l/ha



Nic-It 0,25 l/ha (60g nico)+ DASH 1,0 l/ha

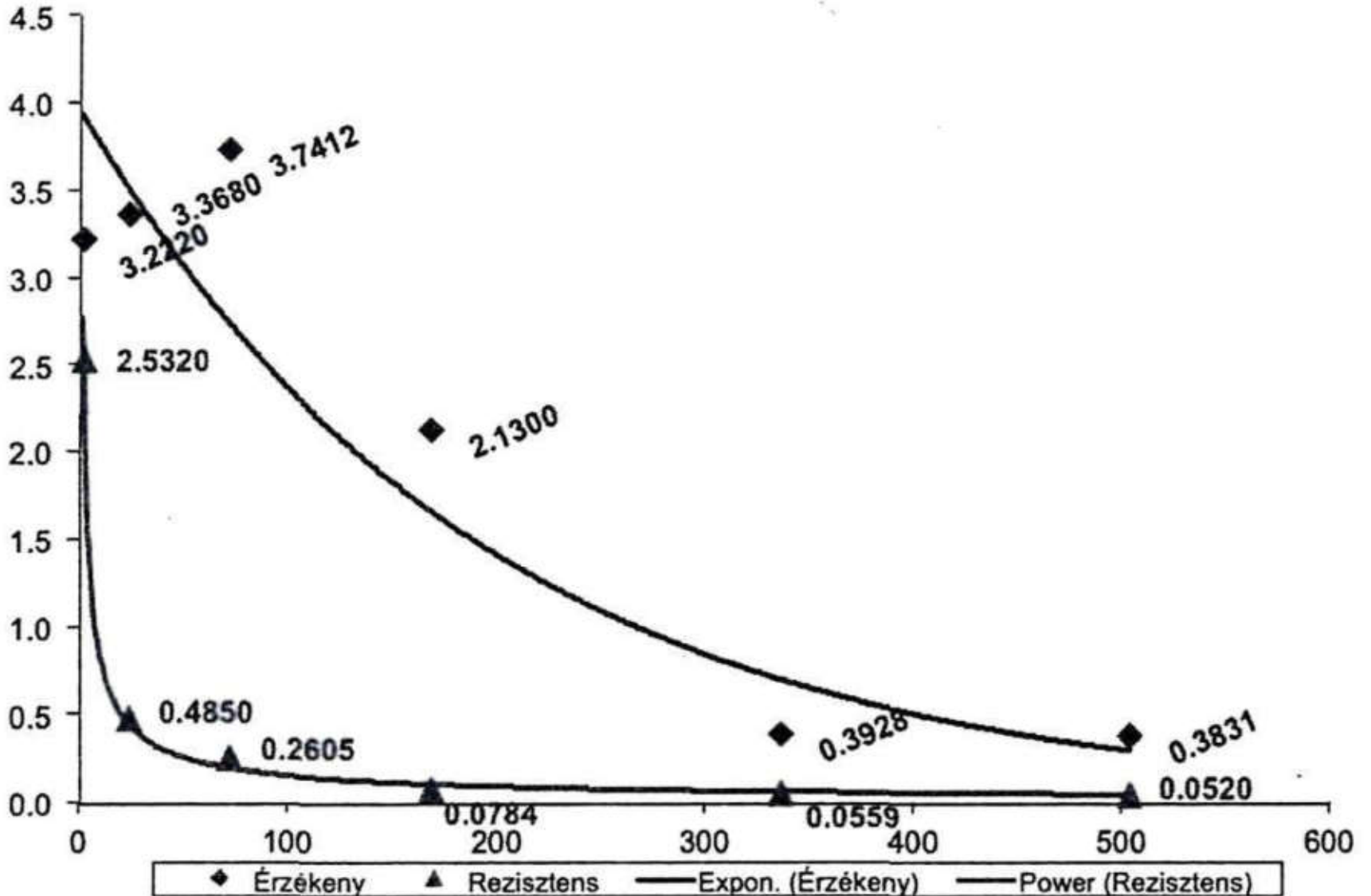


Monsoon 7,5 l/ha (168,75 g fs)+ DASH 1,0 l/ha



Nic-It 0,75 l/ha (180 g nico)+ DASH 1,0 l/ha

SORHA metabolikus rezisztenciája (nikoszulfuron bomlásdinamikája: mg/kg 2 óra-24 óra-3 nap-7 nap-14 nap-21 nap)





17th EWRS Symp.-23-26 June 2015, Montpellier  
Panozzo, S et al.

**18 magyar** és 2 olasz minta „greenhouse screenings”:  
nicosulfuron 60 g ai/ha (1X) és 3X: „resistant and highly  
resistant”

**2 kiválasztott magyar és 2 olasz SORHA minta vizsgálata 4 ALS-  
gátlóval: *foramsulfuron*, *nicosulfuron*, *imazamox*, *bispyribac-Na***

- In vitro ALS enzyme bioassay
- Dose-response pot experiment
- Treatment with metabolic inhibitor to investigate the possible presence of enhanced metabolism
- Molecular analysis to detect the mutant ALS alleles

Olasz minták: teljes, magasfokú többszörös rezisztencia (Leu<sub>574</sub>  
mutáció+megnövekedett metabolikus aktivitás)

**Magyar minták:** egyiknél „csak” Glu<sub>376</sub> mutáció, másiknál P450  
enzimtermelés növekedése

ALS rezisztens SORHA további megjelenése a szomszédunkban: 2014 Szerbia, 2015 Horvátország

2017 Szerbia: **cikloxidim rezisztens** (TSR) biotípus felbukkanása!

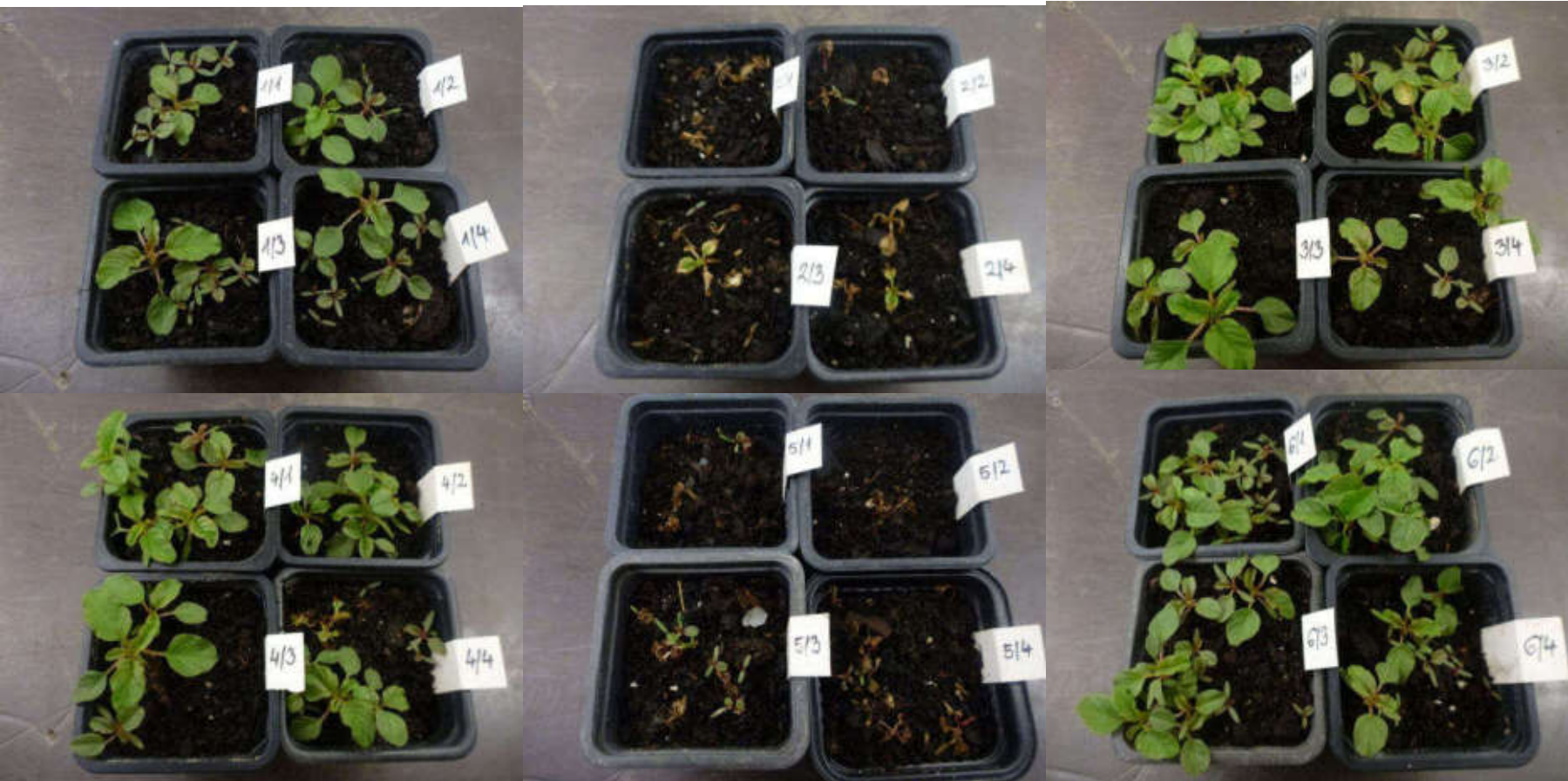
Elsősorban azokon a területeken, ahol amerikai mintára, öntözőrendszer alatt termesztettek HT (DUO System) kukoricát és szóját szűk vetésforgóban!

2022 Szerbia, Szabadka környéke: cukorrépában az első **fop-rezisztens** állomány megjelenése!

# SORHA elleni integrált védelem

- Vetésváltás, vetésforgó (ősz és tavaszi, egy- és kétszikű)
- Talajművelés (forgatás) és mechanikai védekezés (pl. forgókéses sorközkultivátor)
- Gépek tisztítása (talajművelő eszközök, kombájn)
- Megjelenő góccok azonnali felszámolása
- Kezelés kalászos tarlón (glifozát)
- Kezelés kétszikű kultúrákban (graminicidek)
- Kezelés kukoricában (Duo System, magról kelők ellen HPPD-gátlók, foramszulfuron+tienkarbazon-metil, nikoszulfuron+rimszulfuron („szakmérnöki dózisok”, osztott kezelések „kézben tartása”)
- Herbicides kezelések hatékonyságának figyelemmel kísérése táblaszinten

## Rezisztens disznóparéj szójában, Magyarországon (?)



**Balról jobbra:** kezeletlen, bentazon 960 g ai/ha, imazamox 40 g ai/ha,  
Alsó sorban: tifenzulfuron-metil 7,5 g ai/ha,  
imazamox 42,5 g ai/ha + bentazon 912 g ai/ha  
imazamox 40 g ai/ha + tifenzulfuron-metil 7,5 g ai/h

*Forrás: Szabó Roland-SUMI AGRO, SZÓJANAP-2017*



# Amaranthus retroflexus

24 DAT

Imazamox resistance biotype?



1. Pulsar 1,0 l/ha
2. Pulsar 2,0 l/ha
3. Untreated

Place of sample: Boly – Hungary, 2007  
N. 4590493 E. 1876626

Susceptible weed biotype



Test was carried out by G. Kazinczi  
Kaposvár University

2020.10.16.

Szőrös disznóparéj – *Amaranthus retroflexus* (Mohács)

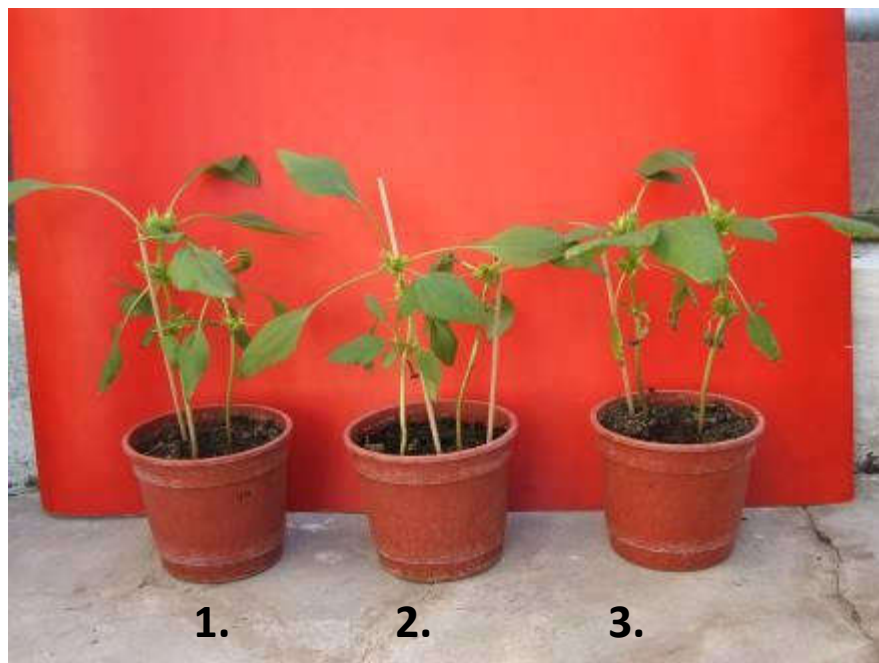




# Xanthium italicum

30 DAT

Imazamox resistance biotype?



1. Pulsar 1,0 l/ha
2. Pulsar 2,0 l/ha
3. Untreated

Place of sample: Boly – Hungary, 2007  
N. 4589693 E. 1876568

Susceptible weed biotype



- 1.
- 2.
- 3.

**Refine 50 SX 67,5 g/ha + Trend 90 0,1 % - 21 nappal a kezelés után  
Érzékeny és rezisztenciára gyanús növények**





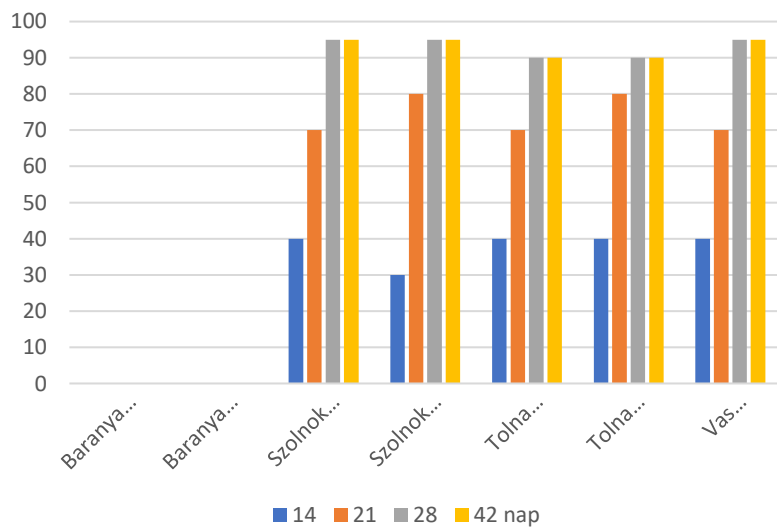
**Pulsar 3,0 l/ha - 21 nappal a kezelés után  
Rezisztenciára gyanús és érzékeny növények**



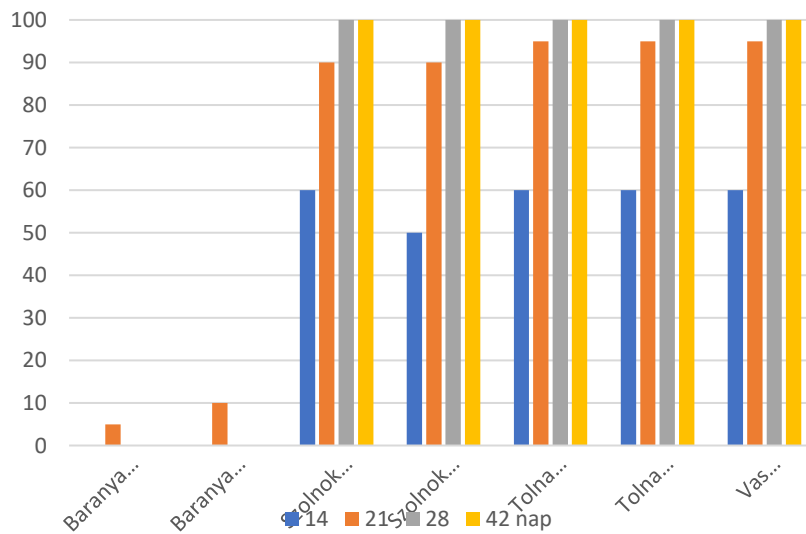
Kezelés ideje: 2019.06.07.

## Kezelések hatékonysága 21 nappal a kezelés után

Refine 50 SX 22,5 g/ha + Trend 90 0,1 %



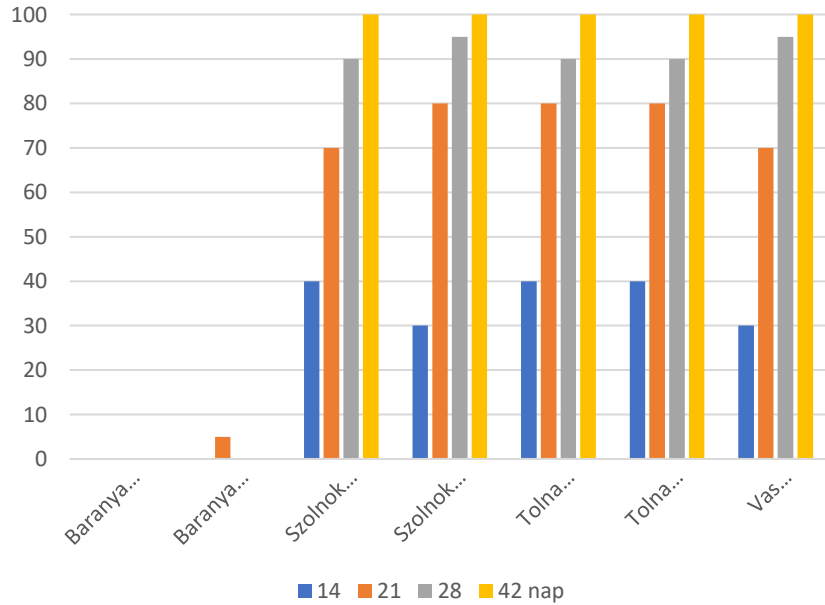
Refine 50 SX 67,5 g/ha + Trend 90 0,1 %



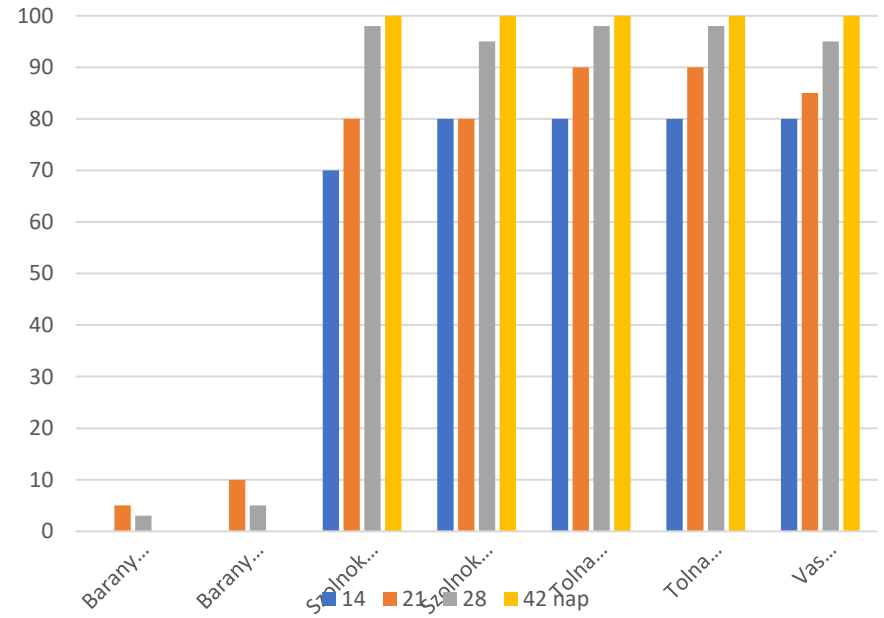
Kezelés ideje: 2019.06.07.

## Kezelések hatékonysága

Pulsar 40 SL 1,0 l/ha



Pulsar 40 SL 3,0 l/ha





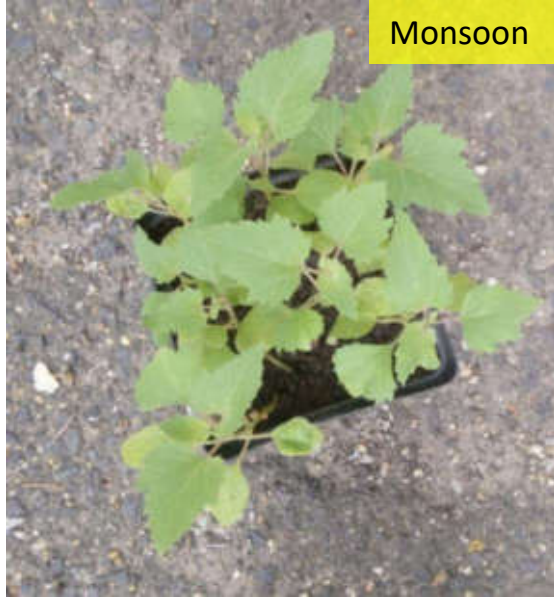
## Olasz szerbtövis elleni vizsgálat

Kezelés szám	Kezelések	Dózis (g, l/ha)	Aktív hatóanyag (g/ha)
K.	kezeletlen		
1.	Pulsar 40 SL (imazamox)	3,0	120
2.	Monsoon (foramszulfuron+izoxadifen-etil)	7,5	67,5
3.	Express 50 SX+ Trend 90 (tribenuron-metil+ etoxilált izodecil alkohol)	135,5 + 0,1 %	67,75
4.	Peak 75 SX + Trend 90 (proszulfuron + etoxilált izodecil alkohol)	60 + 0,1 %	45



kezeletlen

**28 nappal a kezelés után**



Monsoon



Express



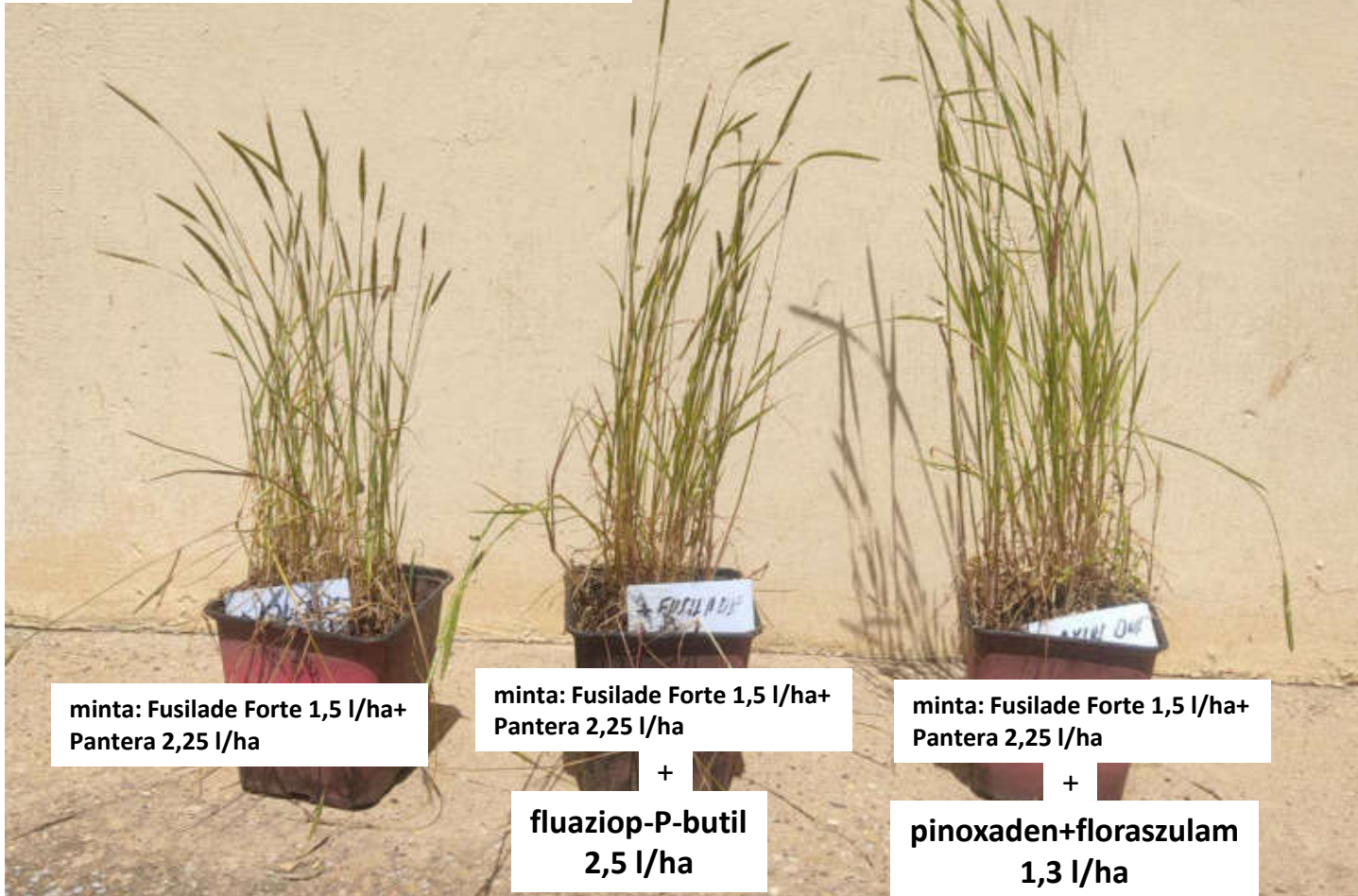
Pulsar



Peak 75 WG

Farád – Győr-Moson-Sopron vármegye

parlagi ecsetpázsit – *Alopecurus myosuroides*



minta: Fusilade Forte 1,5 l/ha+  
Pantera 2,25 l/ha

minta: Fusilade Forte 1,5 l/ha+  
Pantera 2,25 l/ha

+

fluaziop-P-butil  
2,5 l/ha

minta: Fusilade Forte 1,5 l/ha+  
Pantera 2,25 l/ha

+

pinoxaden+floraszulam  
1,3 l/ha



**A herbicid rezisztenciát  
megelőzni valójában már  
nem lehet, legfeljebb  
késleltetni lehet a  
megjelenését, kifejlődését!**

Köszönöm a figyelmet !

