

# A NÖVÉNYVÉDŐSZEREK KÖRNYEZETI HATÁSAI, KOCKÁZATAI

„Az Európai Zöld Megállapodás és a  
növényvédőszer-használat csökkentése”  
című szeminárium

Budapest, Magvető Café  
2023. május 04.

**Tóth Gergő**

Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet  
Környezetbiztonsági Tanszék

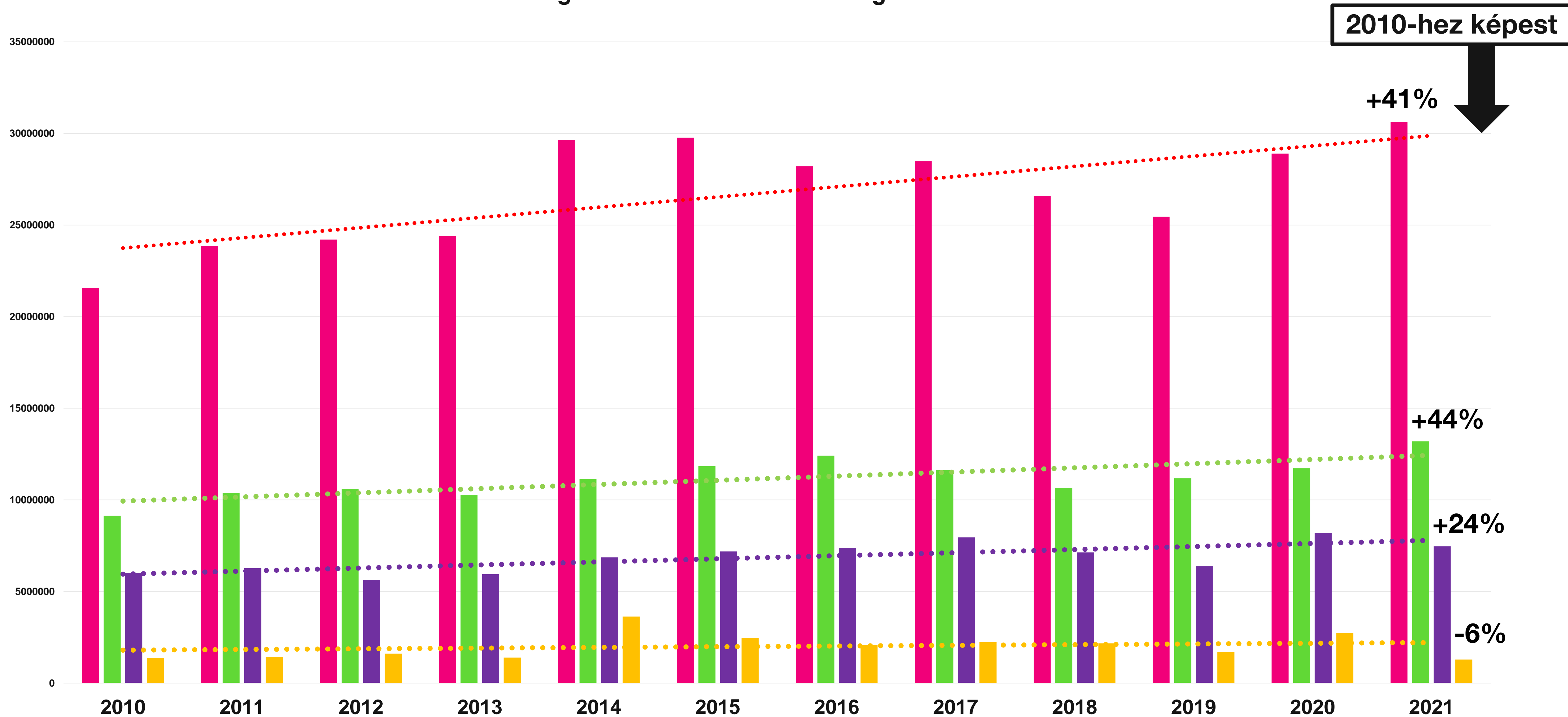


Pesticide  
Action  
Network  
Europe



# BEVEZETÉS I.

■ Összes szerforgalom ■ Herbicid ■ Fungicid ■ Inszekticid



» Megítélésük sokat változott - nem várt másodlagos hatások, nem célszervezetekre gyakorolt káros biológiai hatások révén:

- vízszennyező képesség,
- (másodlagos) perzisztencia,
- gyakori környezeti megjelenés,
- akut toxicitás,
- krónikus toxicitás:
  - genotoxicitás, mutagenitás
  - reprotoxicitás, teratogenitás
  - immunmoduláns hatások
  - **karcinogenitás**
  - **hormonmoduláns hatás**

## Kutatócsoportunk fókuszja:

Hatóanyagok, keverékek, készítmények

» **Környezeti előfordulásuk**

» **(Öko)toxikológiai hatások (herbicidek)**

» **Környezetbiztonsági kockázatok**

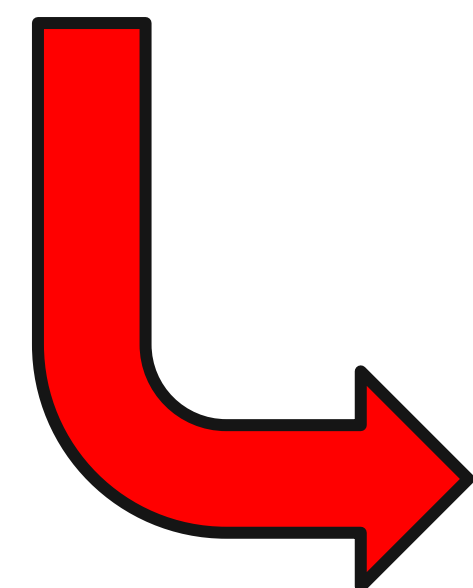


» **Környezeti/biológiai hatások miatt hatóanyagok betiltása, szükséghelyzeti engedélyezése.**

» **EU 2012 óta jelentősen csökkentette az újra-engedélyezett hatóanyagok számát.**

# BEVEZETÉS III.

- » Expozíció során elsősorban **keverék-, ill. koktél hatásoknak** vannak kitéve az élőszervezetek – **(öko)toxikológiájuk hiányos vagy ismeretlen!**
- » Önálló toxicitása van a vegyületnek - **egymás hatását erősítő/gyengítő (szinergista, additív, antagonistá hatások) toxikológiai interakciók?!**
- » **Peszticid készítmények toxicitásának, biológiai hatásainak vizsgálata hiányos!**

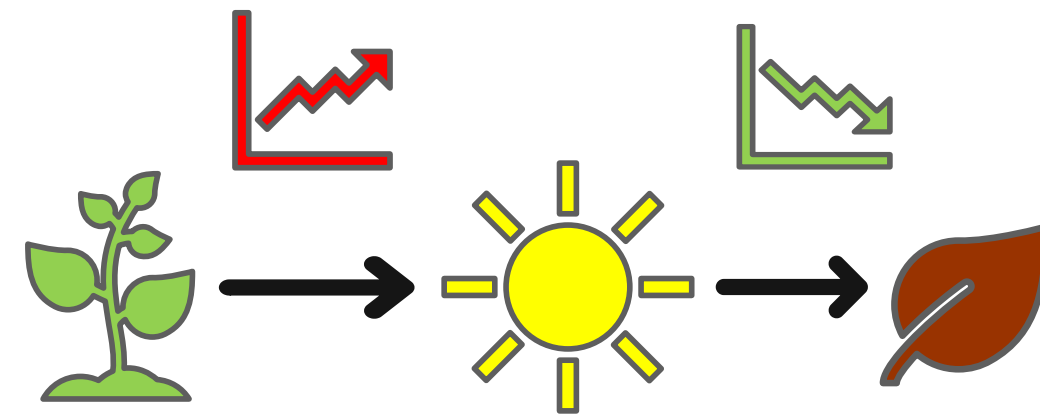


**Készítmények engedélyezése tagállami hatáskörbe tartozik → nem megfelelő!**

- » Hatóanyagok mellett jelenlévő, sokszor ismeretlen **formázó-, segédanyagok** **pesticid hatás tekintetében közömbösek**, de **toxikológiai értelemben már nem feltétlenül!**
- » Valóban a **hatóanyag(ok)** a **legtoxikusabb összetevői a készítményeknek?**

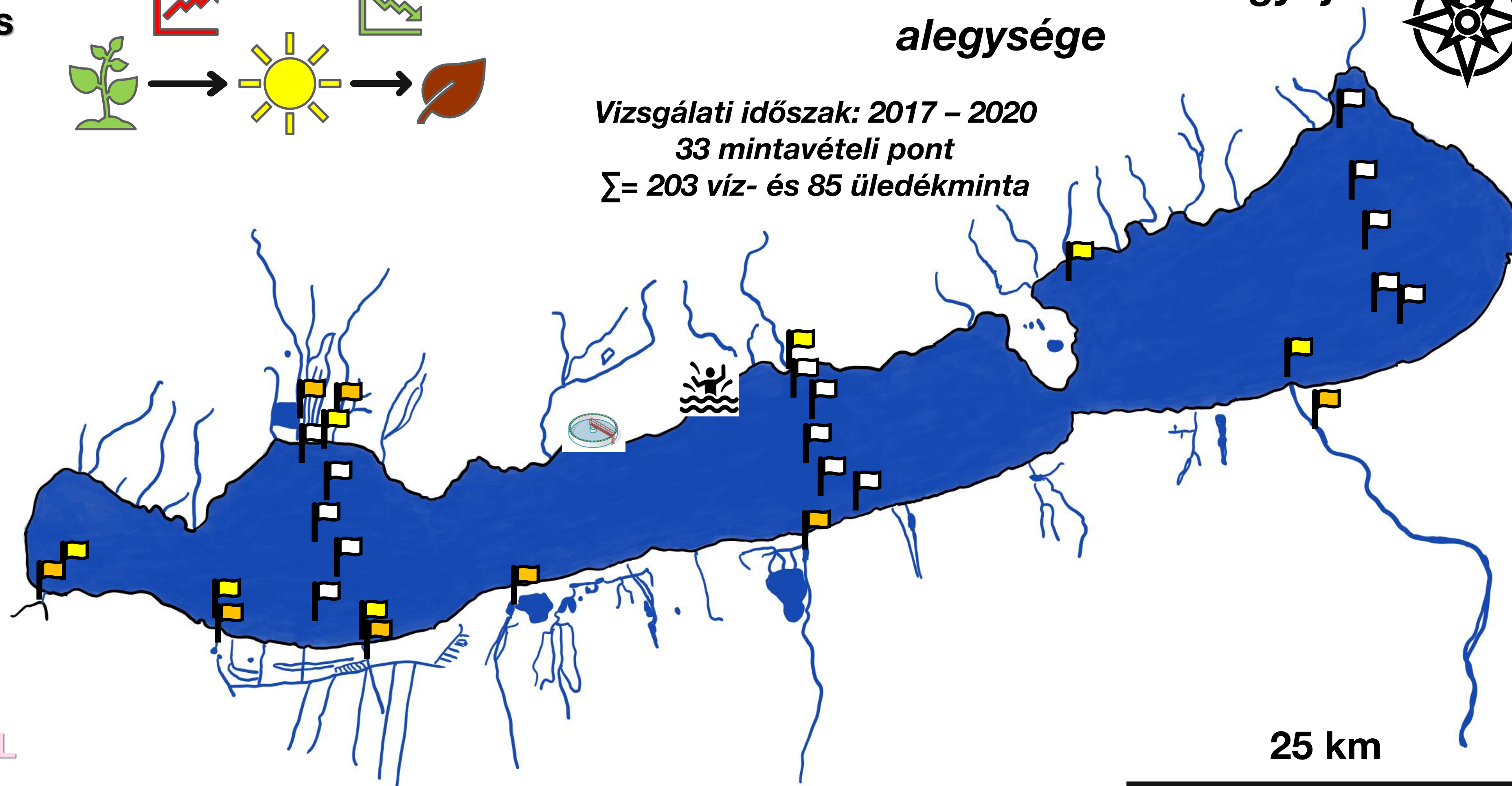
# KÖRNYEZETI ELŐFORDULÁSUK

**53 vegyület:** 25 herbicid,  
15 fungicid,  
12 (9<sup>†</sup>) inszekticid/repellens



## A Balaton és közvetlen részvízgyűjtő alegysége

Vizsgálati időszak: 2017 – 2020  
33 mintavételi pont  
 $\Sigma = 203$  víz- és 85 üledékminta



### Előfordulási gyakoriság:

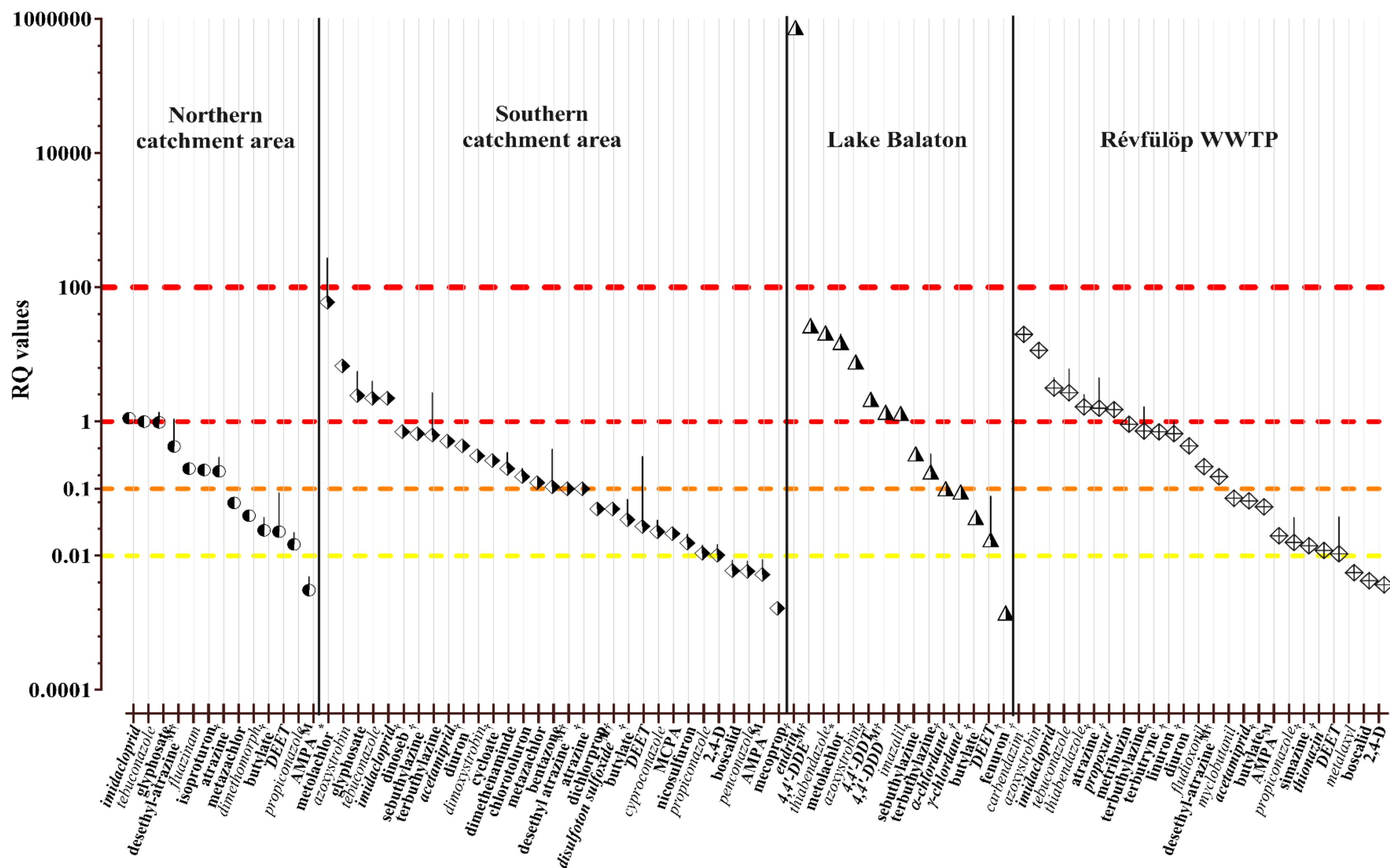
1. *terbuthylazine* - 36,5%
2. **DEET** - 35%
3. *desethyl-atrazine*<sup>†</sup> - 15,3%
4. **metolachlor** - 12,8%
5. **AMPAM**<sup>M</sup> - 10,3%
6. *atrazine*<sup>†</sup> - 8,9%

### Maximum koncentráció:

1. **AMPAM**<sup>M</sup> - 3,0 µg/L
2. **glyphosate** - 2,0 µg/L
3. **DEET** - 1,57 µg/L
4. *atrazine*<sup>†</sup> - 0,45 µg/L
5. *desethyl-atrazine*<sup>†</sup> - 0,28 µg/L
6. *terbuthylazine* - 0,16 µg/L
7. **metolachlor** - 0,11 µg/L

# KÖRNYEZETI KOCKÁZATAIK

## Környezeti kockázatbecslés (RQ)



**Északi régió: 13** vegyület –

**4 magas, 3 közepes**

**Déli régió: 31** vegyület –

**5 magas, 13 közepes**

**Balaton: 15** vegyület –

**8 magas, 3 közepes**

**Révfülöp SZVT: 25** vegyület –

**9 magas, 5 közepes**

**Magas kockázat:**

Herbicidek

**glyphosate**

**atrazine<sup>†</sup>**

**desethyl-atrazine<sup>†</sup>**

**terbuthylazine**

**metolachlor**

**Fungicidek** (*tebuconazole, azoxystrobin,*

*thiabendazole, carbendazim<sup>†</sup>*)

**POP inszekticidek** (DDT<sup>†</sup> és

metabolitok, endrin)

**Neonikotinoid inszekticidek**

(*imidacloprid, acetamiprid*)<sup>†</sup>

Tóth et al. *Environmental Sciences Europe* (2022) 34:50  
<https://doi.org/10.1186/s12302-022-00630-2>

 Environmental Sciences Europe

RESEARCH

Open Access

## Spatiotemporal analysis of multi-pesticide residues in the largest Central European shallow lake, Lake Balaton, and its sub-catchment area

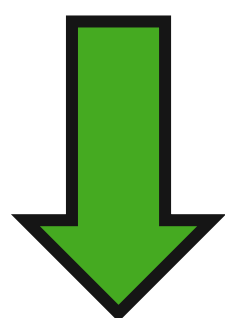


Gergő Tóth<sup>1†</sup>, Judit Háhn<sup>1†</sup>, Sándor Szoboszlay<sup>1\*</sup>, Péter Harkai<sup>1</sup>, Milán Farkas<sup>1</sup>, Júlia Radó<sup>1,2</sup>, Balázs Göbölös<sup>1</sup>, Edit Kaszab<sup>1</sup>, István Szabó<sup>1</sup>, Béla Urbányi<sup>1</sup> and Balázs Kriszt<sup>1</sup>

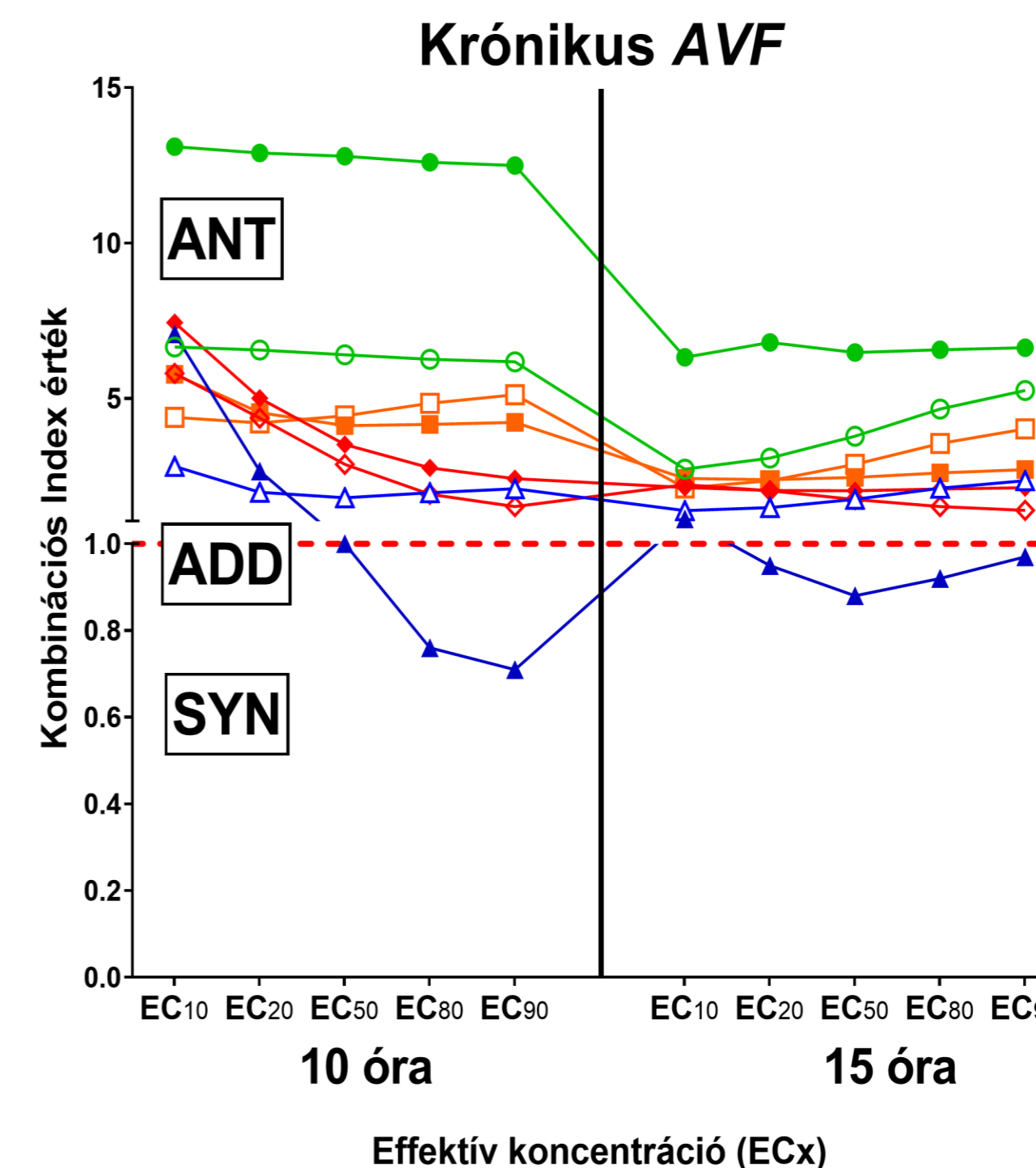
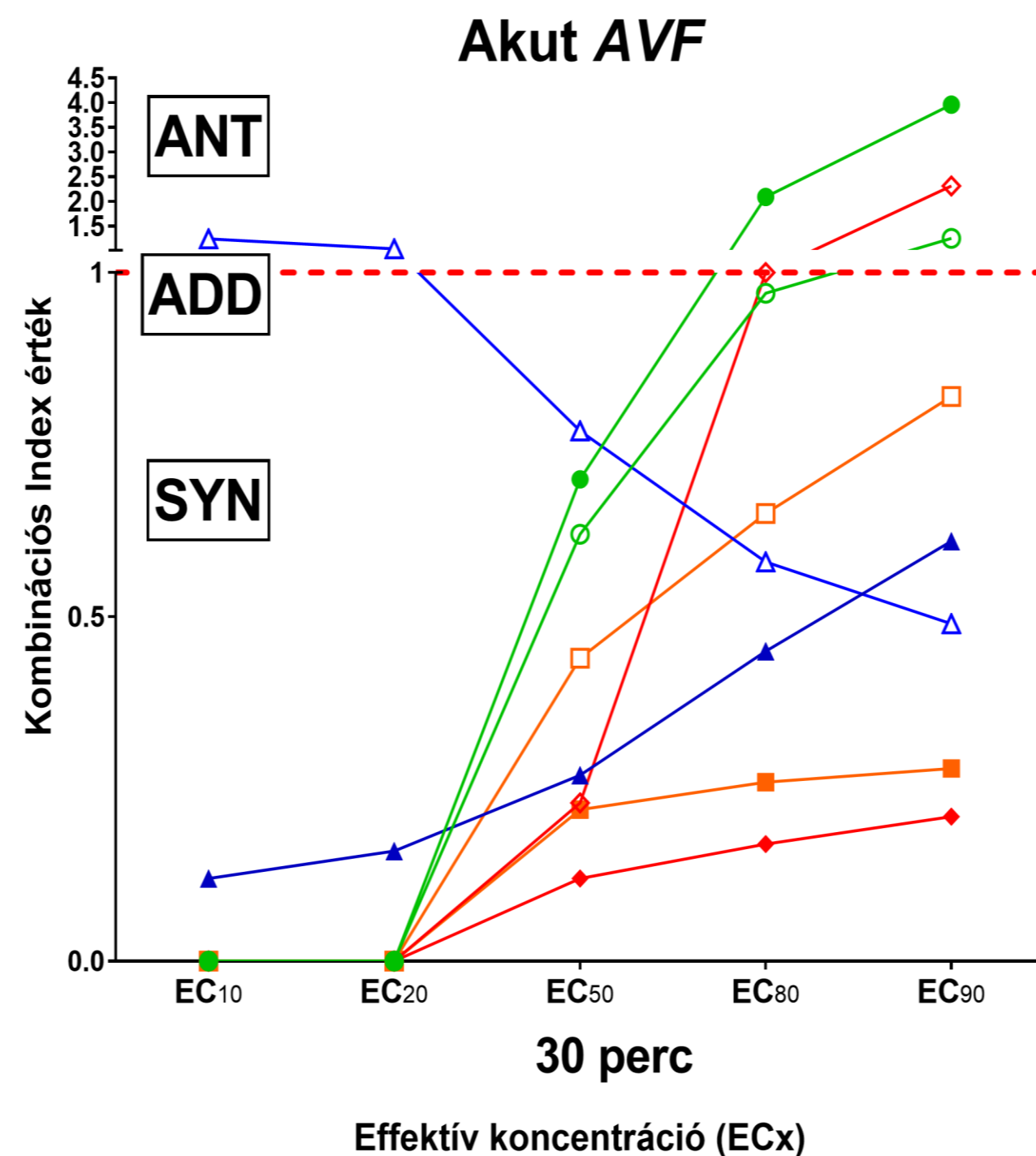
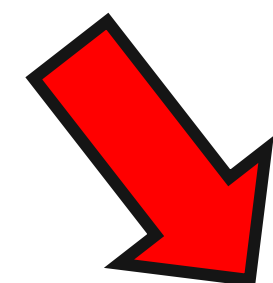
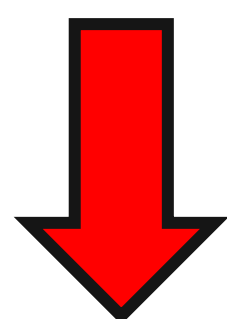
<https://doi.org/10.1186/s12302-022-00630-2>

Hatóanyag keverékek *in vitro* sejtoxikus hatásai: módszerfejlesztett, krónikus hatásmérő teszttel

terbuthylazine  
S-metolachlor  
mesotrione



Növényvédelmi  
szempontból  
kombinációkban



*Aliivibrio fischeri*  
(NRRL B-11177)

Antagonizmus (ANT -  $2+3=3$ ) Additív (ADD -  $2+3=5$ ) Szinergizmus (SYN -  $2+3=10$ )

Egymás hatását erősítő/gyengítő toxikológiai interakciók lépnek fel.

Akut citotoxikus hatás tekintetében egymás szinergista vegyületei.



Ecotoxicology and Environmental Safety 185 (2019) 109702



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Ecotoxicology and Environmental Safety

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecoenv](http://www.elsevier.com/locate/ecoenv)



### Acute and chronic toxicity of herbicides and their mixtures measured by *Aliivibrio fischeri* ecotoxicological assay



Gergő Tóth<sup>a</sup>, Judit Háhn<sup>b,\*</sup>, Balázs Kriszt<sup>a</sup>, Sándor Szoboszlay<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Environmental Safety and Ecotoxicology, 1 Páter Károly Street, Gödöllő, 2100, Hungary

<sup>b</sup> Szent István University, Regional University Center of Excellence, 1 Páter Károly Street, Gödöllő, 2100, Hungary

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109702>

# (ÖKO)TOXIKOLÓGIAI HATÁSAIK

Még több koktél: peszticidek (és gyógyszerek)



*Aliivibrio fischeri*  
(NRRL B-11177)

***S-metolachlor, tebuconazole és terbuthylazine***

(diclofenac, ibuprofen, carbamazepine)

együttes hatásai 2 trofitási szinten



zebrafish embryo toxicity  
assay

Koktélok **73%-ában szinergia**

Legtoxikusabb koktélokban ott van a **terbuthylazine**, bár önmagában nem mérgező

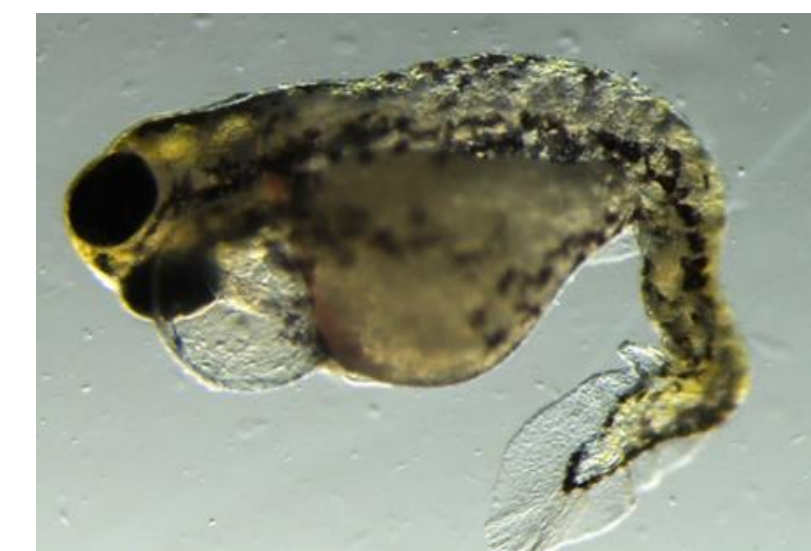
A **terbuthylazine** a koktélok 75%-ban **felerősítette a toxicitást!**



Koktélok **50%-ában** már 10%-os letális koncentráción is **szinergia**

Legtoxikusabb koktélokban jelen van egy vagy több **peszticid**

A **terbuthylazine** jelentősen hozzájárult a **teljes testtorzulás** kialakulásához



**A környezetben ezek a vegyületek együtt is előfordulnak!**

# (ÖKO)TOXIKOLÓGIAI HATÁSAIK



MAGYAR AGRÁR- ÉS  
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM  
AKVAKULTÚRA ÉS  
KÖRNYEZETBIZTONSÁGI INTÉZET

## KÖRNYEZETI ELEMÉKBEN GYAKRAN DETEKTÁLHATÓ GYÓGYSZER- ÉS PESZTICID HATÓANYAGOK ÉS KEVERÉKEIK SZUBLETÁLIS TOXIKOLÓGIAI HATÁSAINAK VIZSGÁLATA ZEBRADÁNIÓ (*DANIO RERIO*) EMBRIÓN



BOCK Illés, GÖBÖLÖS Balázs, CSENKI-BAKOS Zsolt, TÓTH Gergő, URBÁNYI Béla, KRISZT Balázs, SZOBOSZLAY Sándor, HÁHN Judit

Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: [bock.illes@uni-mate.hu](mailto:bock.illes@uni-mate.hu)

## In vitro citotoxikus, direkt ösztrogén, androgén hatásmérő tesztekkel

### Glyphosate és készítményei AMPA, POEA

III. forgalmi kategóriájú,  
szabadon hozzáférhető  
készítmények!

Kiskerti/háztartási dózis:  
0,66 – 2,0%

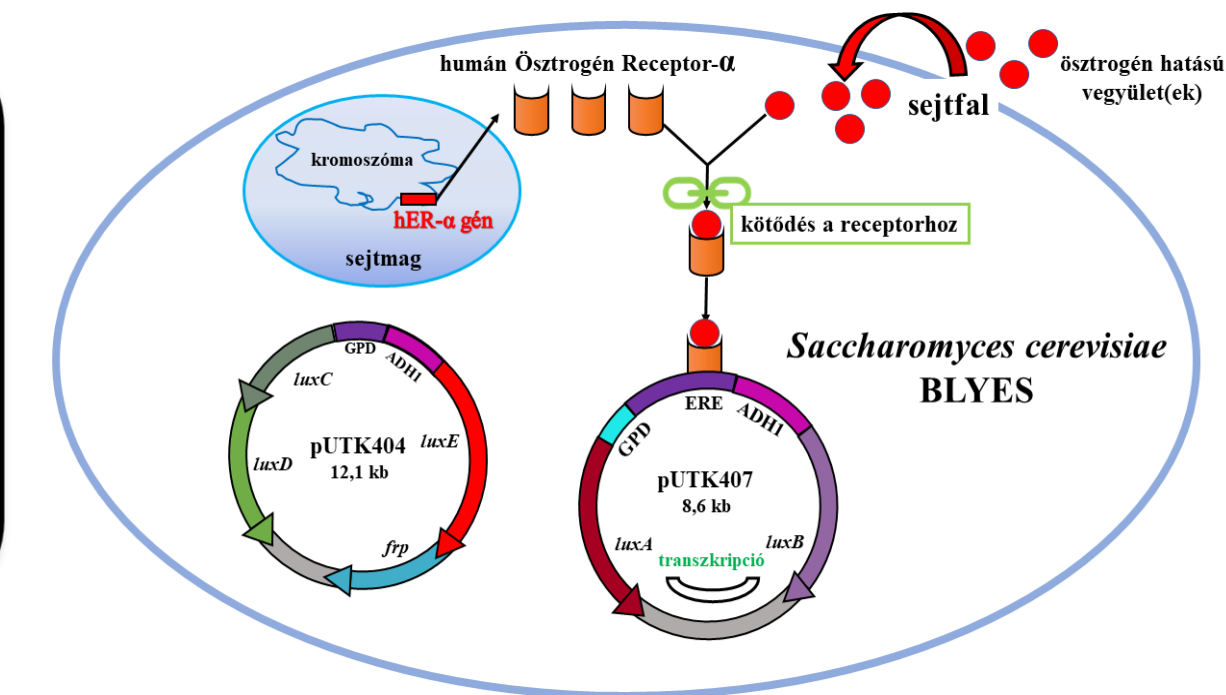
Mezőgazdasági dózis:  
0,2 – 3,5%

Glyphosate hatóanyag  
AMPA metabolit

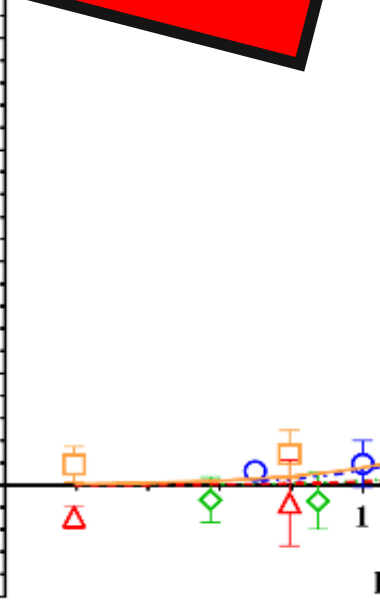
POEA

Vizsgált 13 készítmény citotoxikus és 7 ösztrogén, 4 androgén, 3 ösztrogén- és androgén hatású

A vizsgált POEA-mentes, szabad hozzáférhetőségű készítményeknek a fele hormonálisan aktív.



Biolumineszcencia (kontroll %-ában)



**! Ajánlott alkalmazási dózis alatt  
1-4 nagyságrenddel !**

608 SL<sup>®</sup> (DMA-só)  
0)  
M-só)  
P<sup>®</sup> (DIAM-só)  
P-só)

Environmental Pollution 265 (2020) 115027



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Environmental Pollution

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envpol](http://www.elsevier.com/locate/envpol)



## Cytotoxicity and hormonal activity of glyphosate-based herbicides<sup>☆</sup>

Gergő Tóth<sup>a</sup>, Judit Háhn<sup>b,\*</sup>, Júlia Radó<sup>a</sup>, Diána A. Szalai<sup>a</sup>, Balázs Kriszt<sup>a</sup>,  
Sándor Szoboszlay<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Environmental Protection and Safety, 1 Páter Károly Street, Gödöllő, 2100, Hungary

<sup>b</sup> Szent István University, Regional University Centre of Excellence, 1 Páter Károly Street, Gödöllő, 2100, Hungary



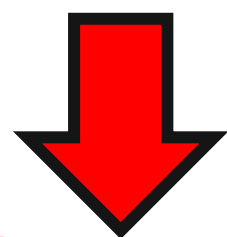
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115027>

# (ÖKO)TOXIKOLÓGIAI HATÁSAIK

## Glyphosate és készítményei, AMPA

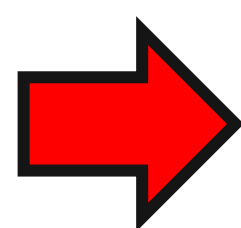
### Vizsgálati végpontok:

1. Mortalitás
2. Szubletális tünetek
3. Ösztrogénhatás



1. Az **50%-os letális koncentrációk az alkalmazási dózisok alatt** (50-180 mg/L a.e.)

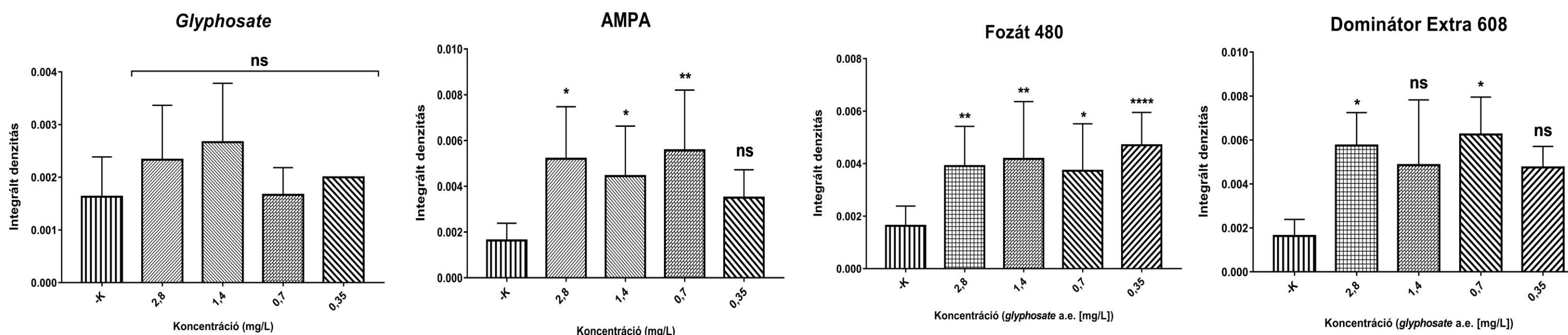
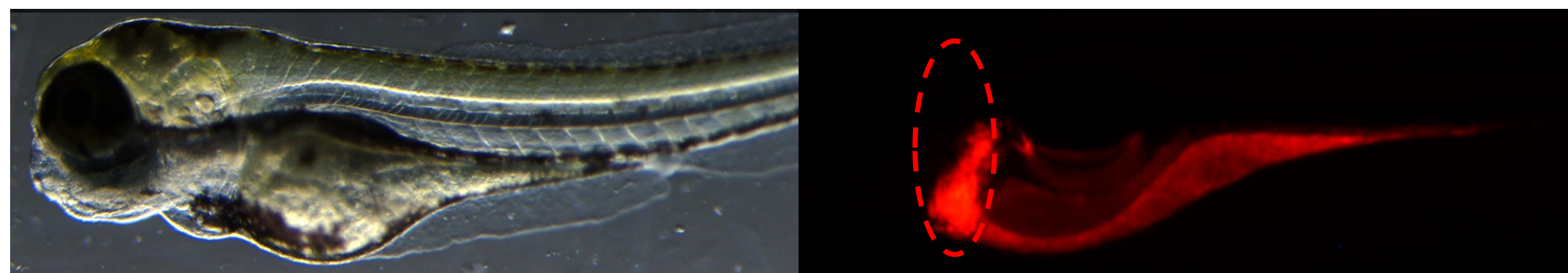
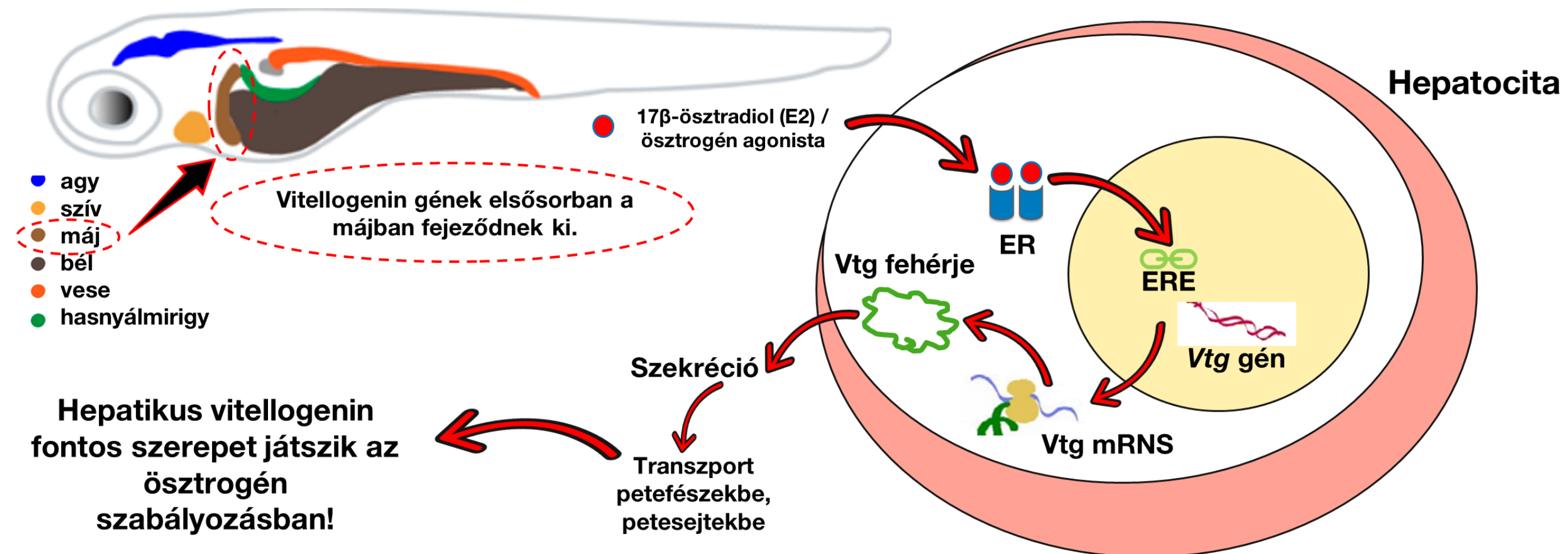
2. **Szubletális tünetek** nem koncentráció-függő módon, az **alkalmazási dózisok alatt jelentkeznek. Tipikus fejlődési rendellenességek kialakulása környezetileg releváns koncentrációkon (is).**



3. **Mérsékelt/enyhe ösztrogénhatás, környezetileg releváns koncentrációkon is.**

## *In vivo* akut, transzgenikus halembrió teszt - ösztrogénhatás

vtg bioripporter *Danio rerio* [Tg(vtg1:mCherry)]



# (ÖKO)TOXIKOLÓGIAI HATÁSAIK

## *Glyphosate és készítményeinek vizsgálata transzgenikus zebradánióembrió-modellen*

*Tóth Gergő,<sup>a</sup> Háhn Judit,<sup>a</sup> Bock Illés,<sup>b</sup> Bakos Katalin,<sup>b,c</sup> Szoboszlay Sándor,<sup>a</sup> Kaszab Edit,<sup>a</sup> Szabó István,<sup>b</sup> Urbányi Béla,<sup>d</sup> Kriszt Balázs<sup>a</sup> és Csenki Zsolt<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Környezetbiztonsági Tanszék, Gödöllő; <sup>b</sup>MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Környezettóxicológia Tanszék, Gödöllő; <sup>c</sup>Premontrei Iskolaközpont, Gödöllő; <sup>d</sup>MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő – e-mail: [toth.gergo@uni-mate.hu](mailto:toth.gergo@uni-mate.hu)



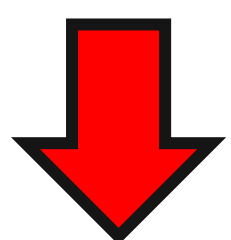
## Herbicide készítmények hormonhatás vizsgálata hal modellszervezeten

Dr. Tóth Gergő  
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet  
Környezetbiztonsági Tanszék

## Glyphosate és készítményei POEA

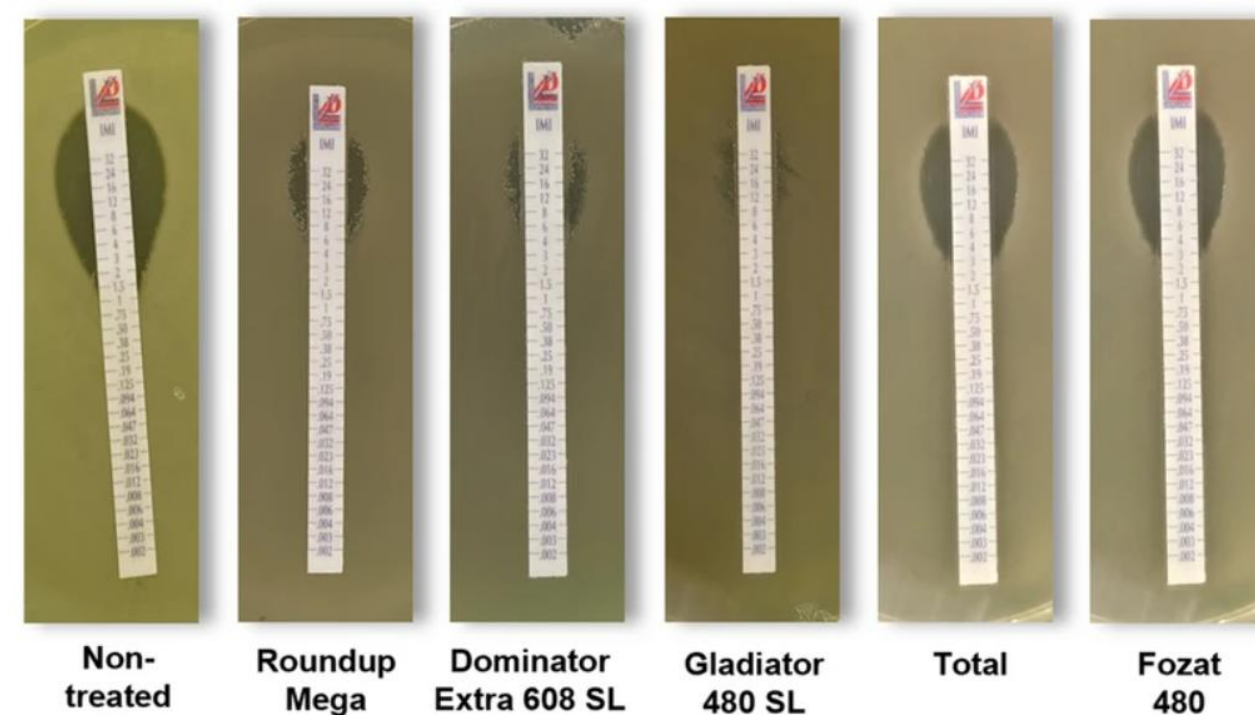
+

Környezeti-eredetű és  
klinikai *Pseudomonas*  
*aeruginosa* törzsek (4 és 1)

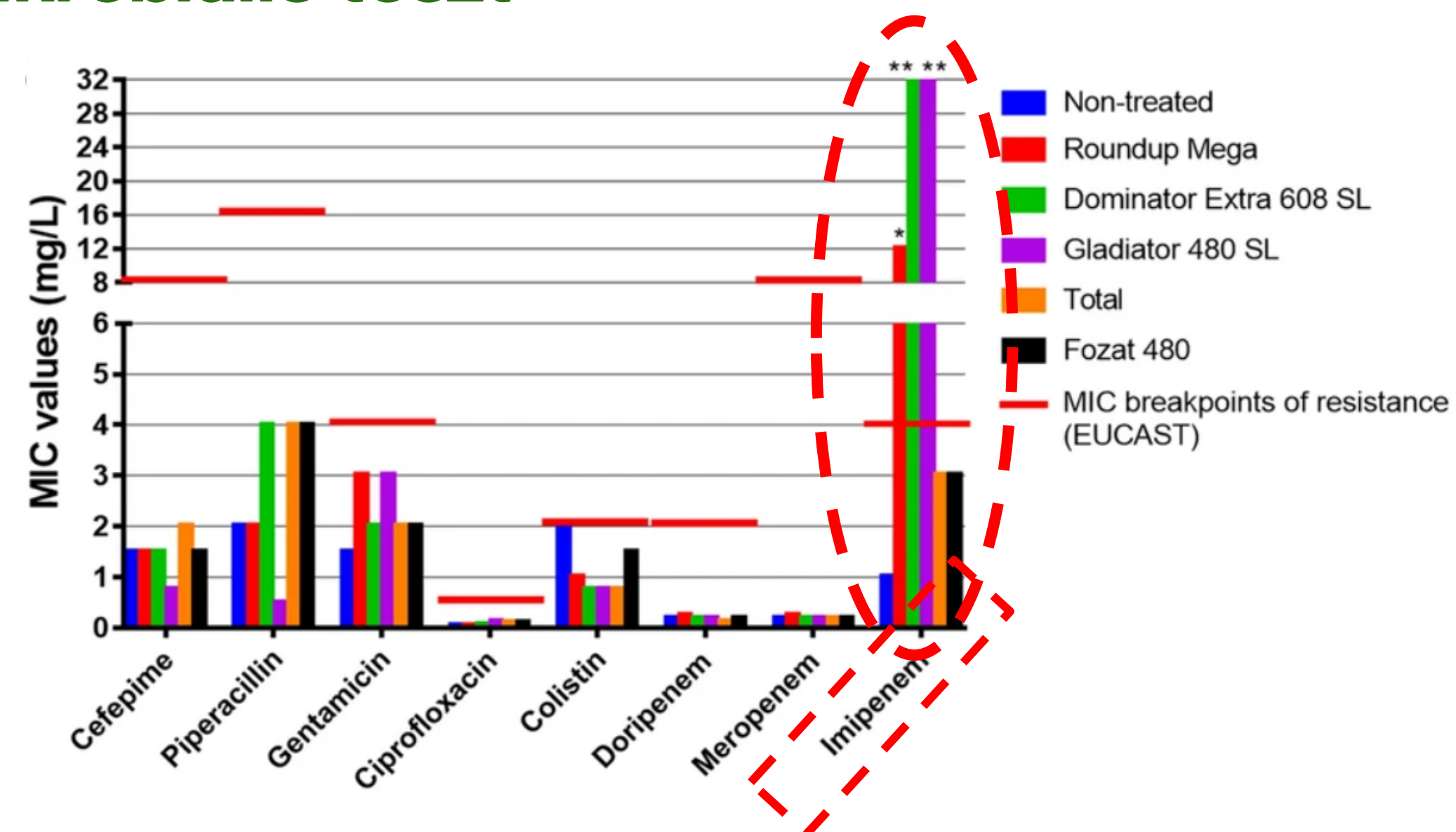


**Toleránsak az 1-4%-os  
(v/v) készítményekre**

## *In vitro nem-konvencionális, szubletális végponton alapuló mikrobiális teszt*



Fenotípusosan detektálható  
tulajdonság – antibiotikum  
rezisztencia



**Mivel az imipenem a humán gyógyászatban jelenleg az egyik leghatékonyabbnak tekintett antibiotikum, így a glyphosate hatására kialakuló rezisztencia hosszútávon veszélyeztetheti a multirezisztens kórokozók elleni küzdelmet.**



## scientific reports



OPEN

### **Glyphosate and glyphosate-based herbicides (GBHs) induce phenotypic imipenem resistance in *Pseudomonas aeruginosa***

Judit Háhn<sup>1,4</sup>, Balázs Kriszt<sup>1,4</sup>, Gergő Tóth<sup>1</sup>, Dongze Jiang<sup>1</sup>, Márton Fekete<sup>1</sup>, István Szabó<sup>2</sup>, Balázs Göbölös<sup>1</sup>, Béla Urbányi<sup>3</sup>, Sándor Szoboszlay<sup>1,4</sup> & Edit Kaszab<sup>1,4</sup>✉

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-23117-9>

- » **Európa szinten közép mezőny a kimutatott peszticidek számában**
- » **Gyakran alkalmazott, nagy szerforgalmú peszticidek**
- » **Mérsékelt és magas vízdékonyságú gyomirtó szerek túlsúlyban**
- » **Perzisztens (nagy felezési idejű) vegyületek**
- » **Betiltott vegyületek és bomlástermékeik - illegális felhasználás?**

- » **Peszticid keverékek környezeti kockázatainak pontosabb megállapítása.**
- » **Toxikológiai szempontból egymásra hatás gyakorolhatnak a vegyületek.**
- » **Készítményeknek gyakran nagyobb a toxikus hatása.**
- » **Formázó és segédanyagok befolyásol(hat)ják a toxikológiai hatást.**
- » **Készítmények szabad hozzáférhetőségének felülvizsgálata és korlátozása!**
- » **Potenciális humán- és környezetegészségügyi kockázatok!**

# Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!

„A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM ÚNKP-22-4-II-MATE/8./Sz. KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI  
MINISZTERIUM

GINOP 2.3.2.-15-2016-00004

NVKP\_16-1-2016-0023

TKP2020-NKA-16

2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00239



happy fish



## Kombinált *in vitro* módszer fejlesztése

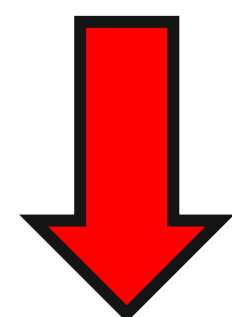
**Atrazine<sup>†</sup>**

↓

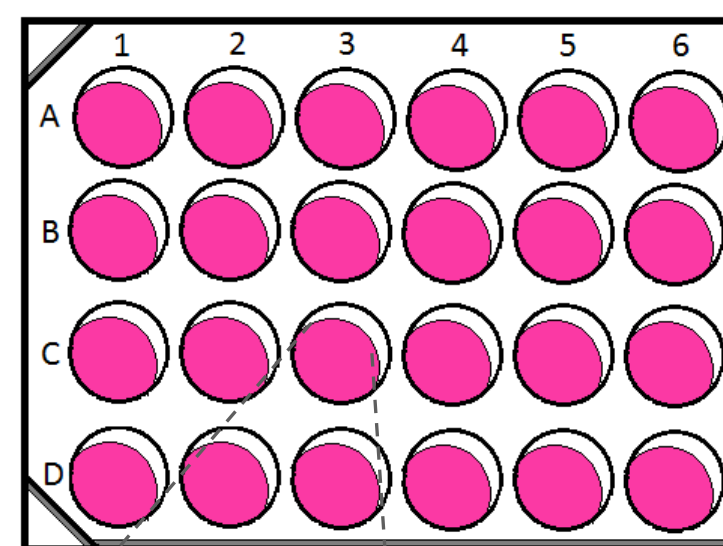
Vízszenyező képesség

Perzisztencia

Ismert hormonmoduláns hatás – aromatáz induktor



1. Steroidogenesis assay  
H295R sejtvonal

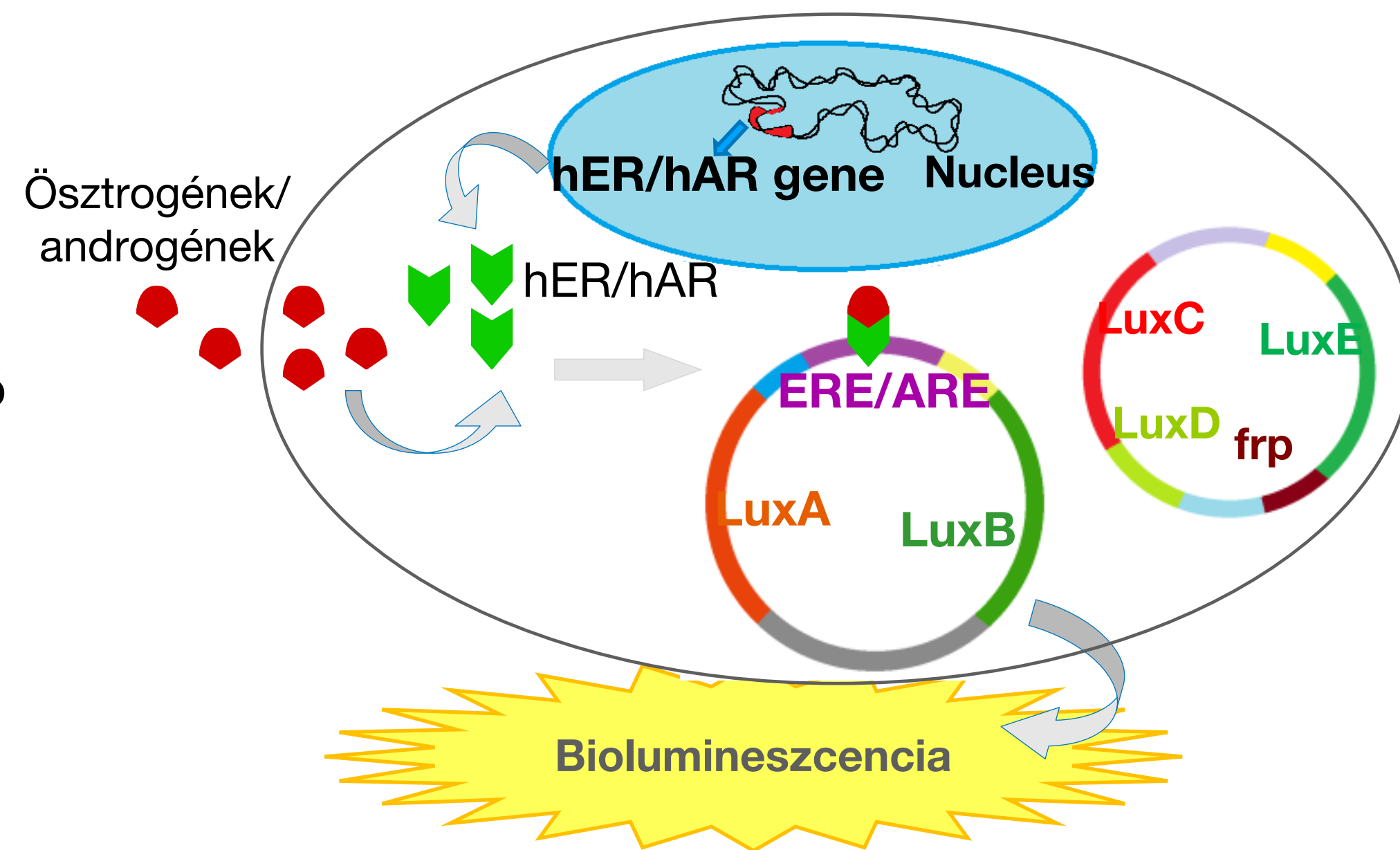


H295R sejtek

TESZTANYAG

Felülúszó  
48 órás expozíció után

2. BLYES/BLYAS bioreporter teszt  
ösztrogén-/androgénhatás mérésére



**Atrazine<sup>†</sup> indirekt, endokrin rendszert megzavaró hatás kimutatása –**

**mind az ösztrogén, mind az androgén hatású hormonok szintézisére induktív hatást gyakorol.**