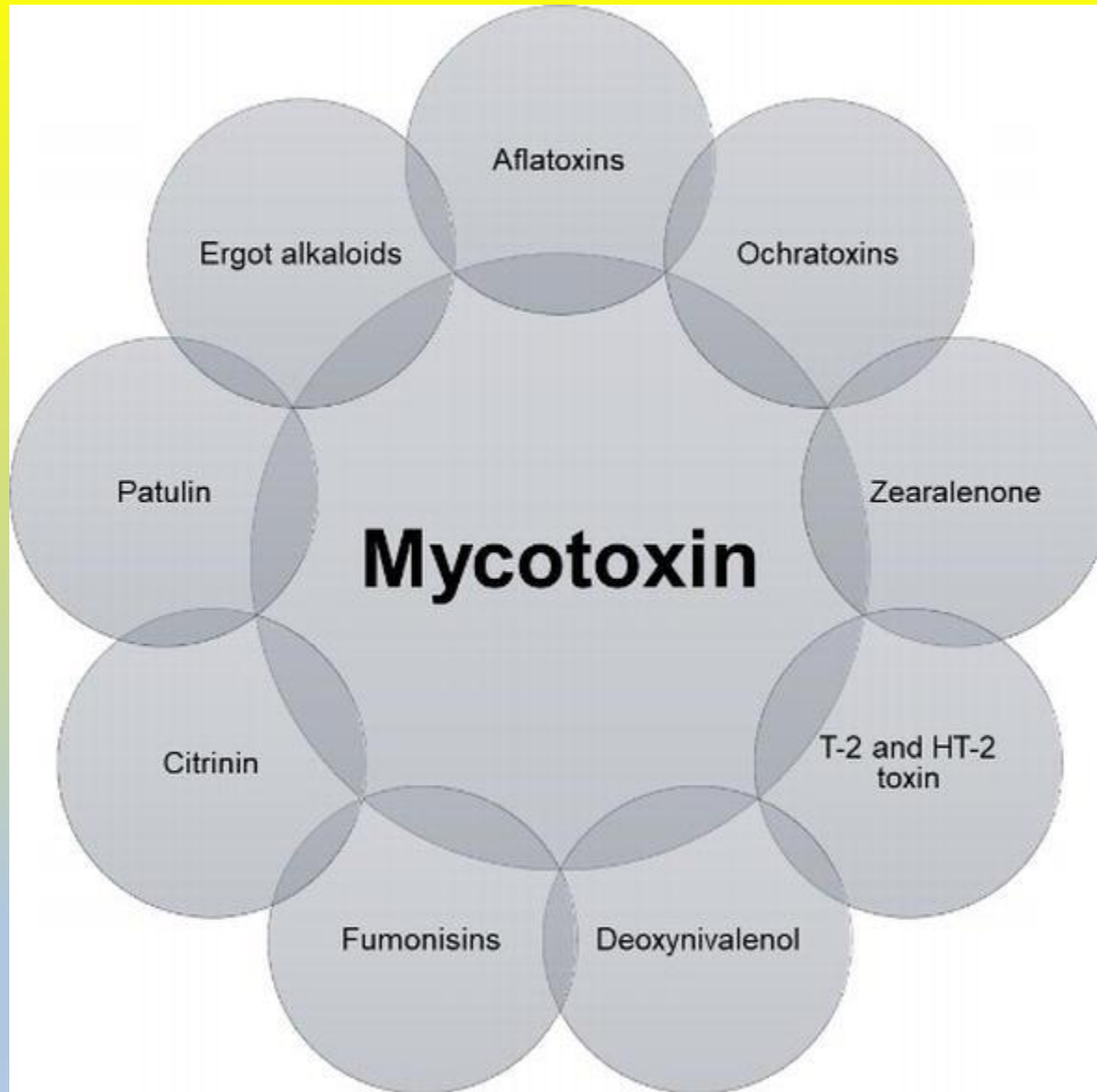
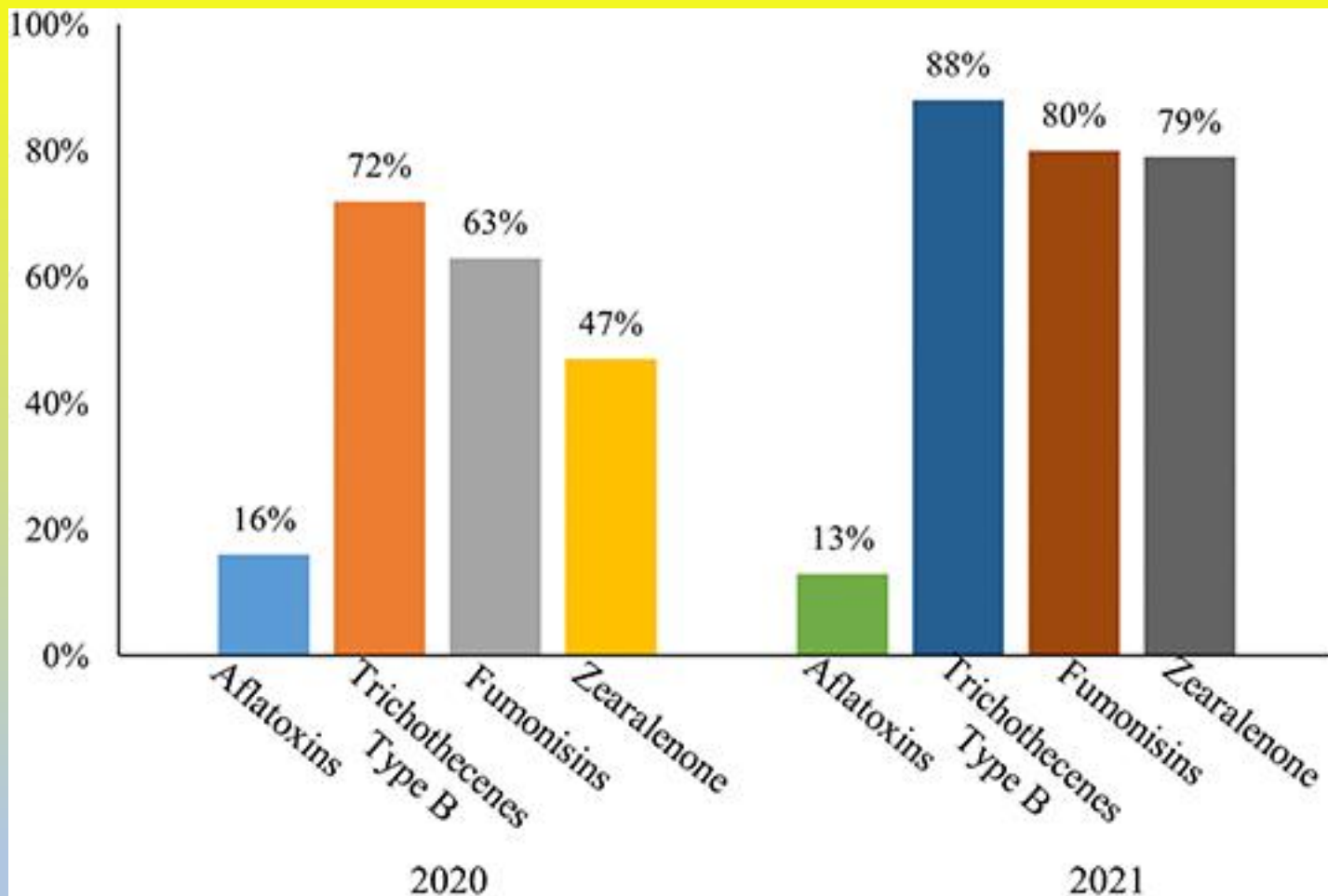


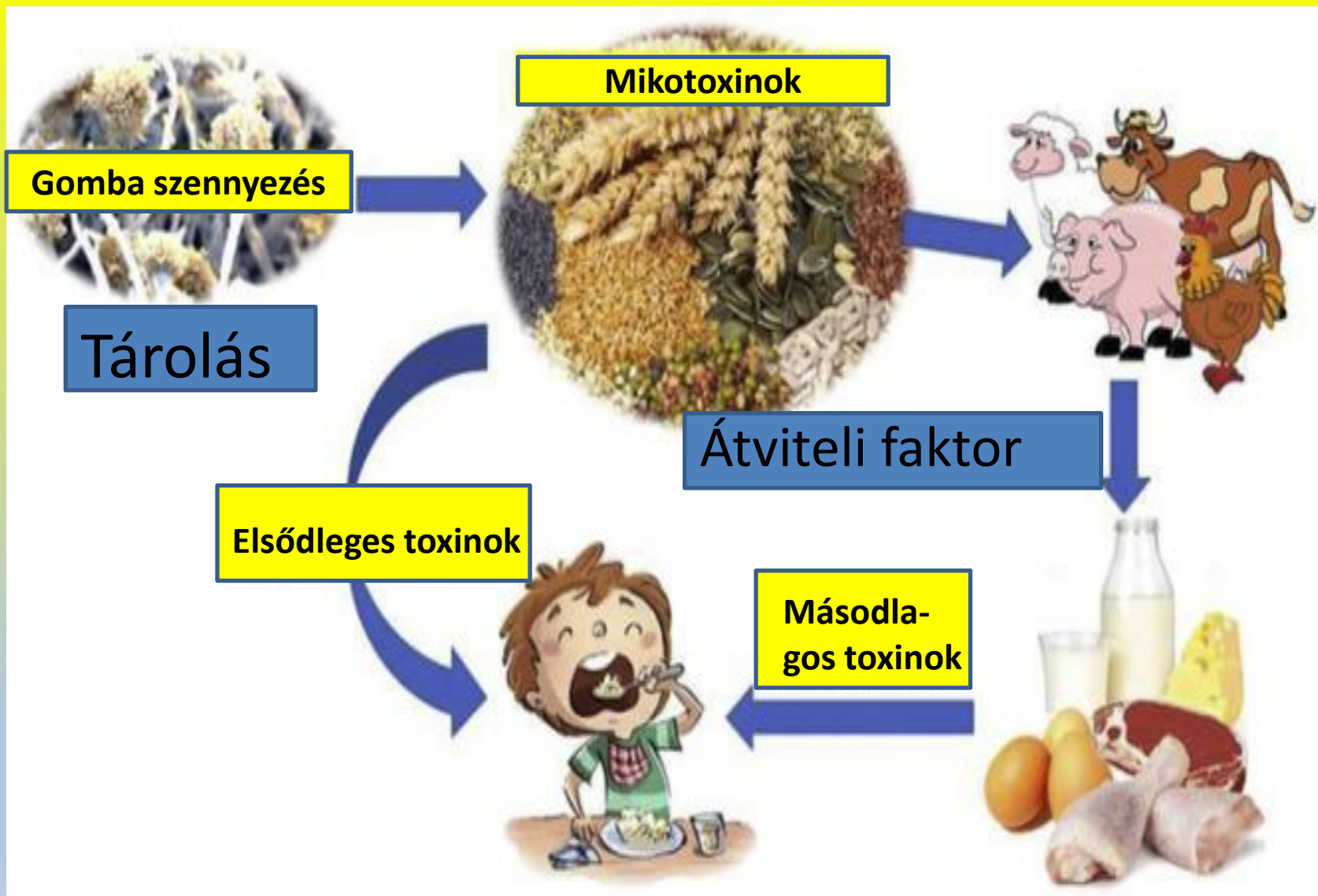
# **Feltörekvő mikotoxinok: a termőföldtől az asztalig és tovább..**

Dr. Fodor Péter  
Élelmiszerkémia és -Analitika Tanszék





>10000 Közép –Európai élelmiszer minta vizsgálat



Antibiotikum

PAH, Dioxin

Fémek

µműanyagok

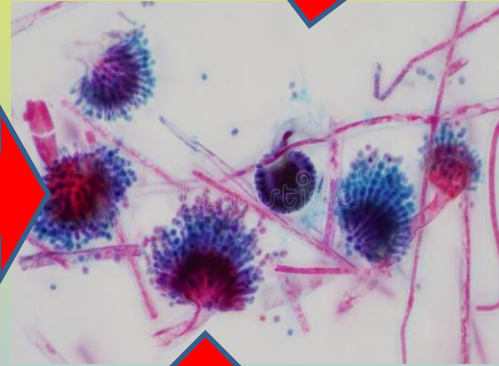
Hormonok

Antioxidánsok

Széndioxid

## Biológiailag módosított mikotoxinok keletkezése

**Xeno-  
biotikumok**



Stressz faktorok

Hőmérséklet, nedvesség, páratartalom, mechanikai sérülés,  
pH, madár-bogár kár

Metiláció, Acetilálás,  
Közvetlen karboxiláció,  
Aromás csoport helyettesítése,  
Fumarát addíció (enzimes),  
Szaturáció ( $\beta$  oxidáció),  
Hidroxiláció, Szulfatálás,  
Cukor addíció (glükolizáció)  
Stb.

## Biológiailag módosított mikotoxinok

Csökkenett vagy növekedett a toxicitás?

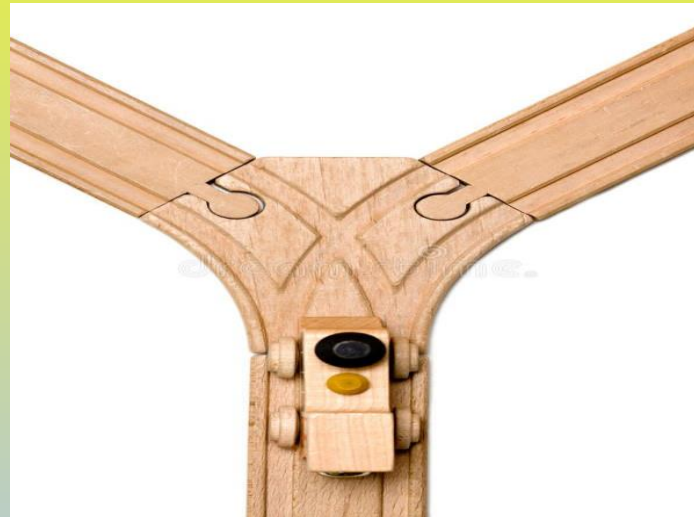
A meglévő extrakciós protokoll hatékonysága?

Kvalitatív és kvantitatív detektálhatóság?

Maszkolt mikotoxinok

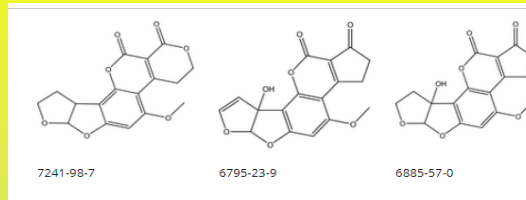
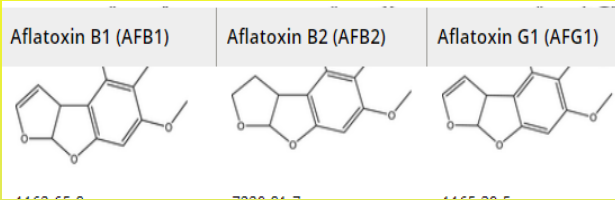
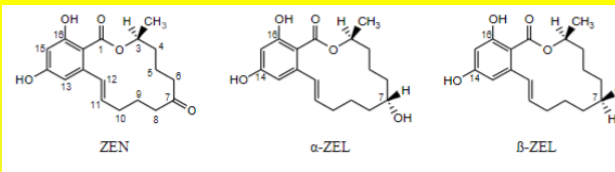


Feltörekvő mikotoxinok

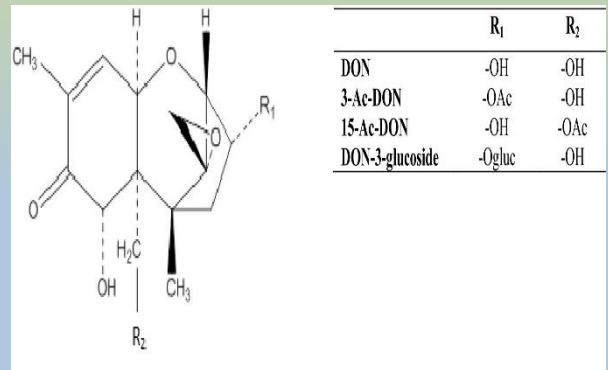
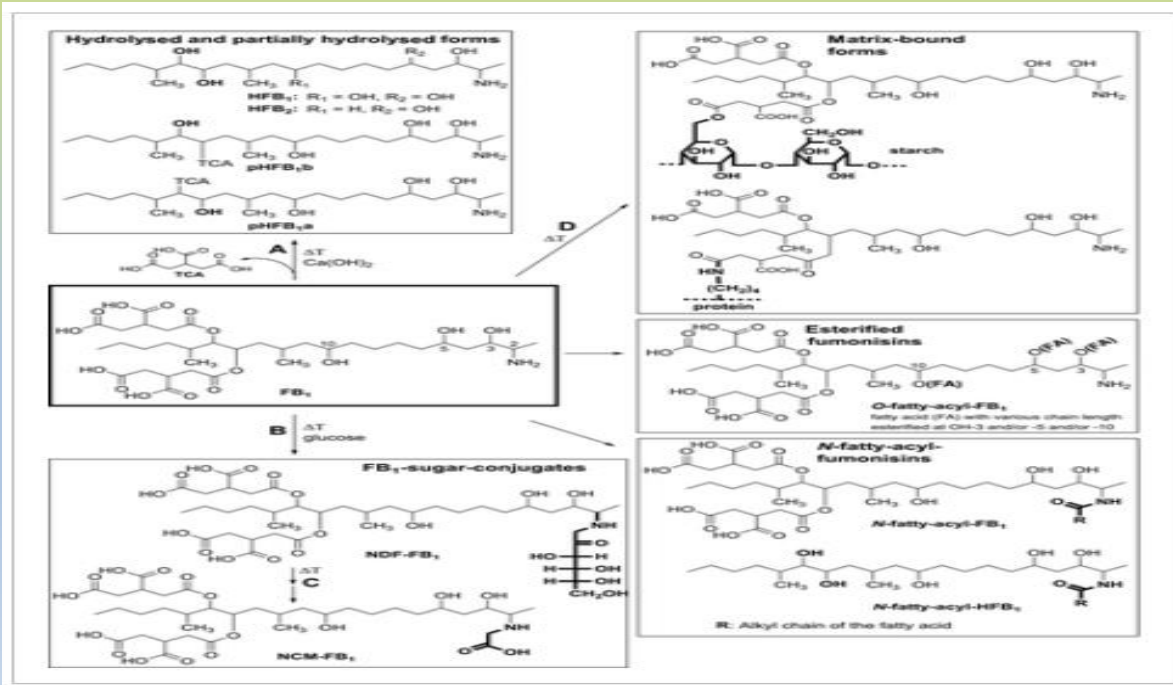
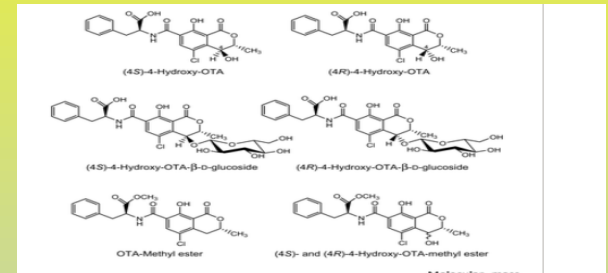
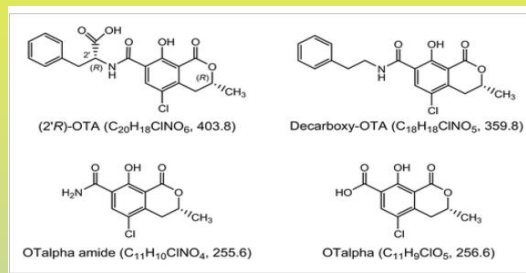


Biológiailag módosított mikotoxinok

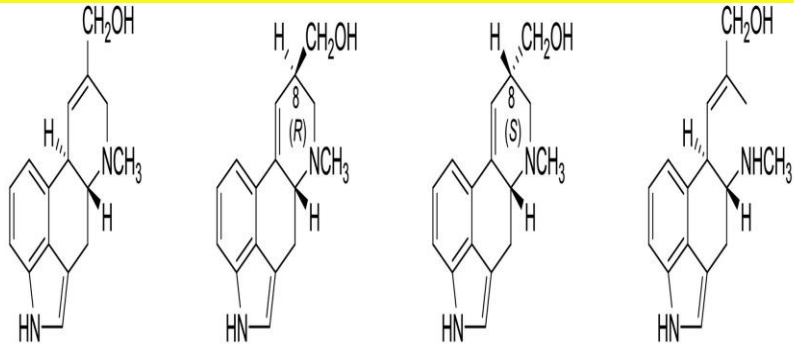
# EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (maszkoltak)



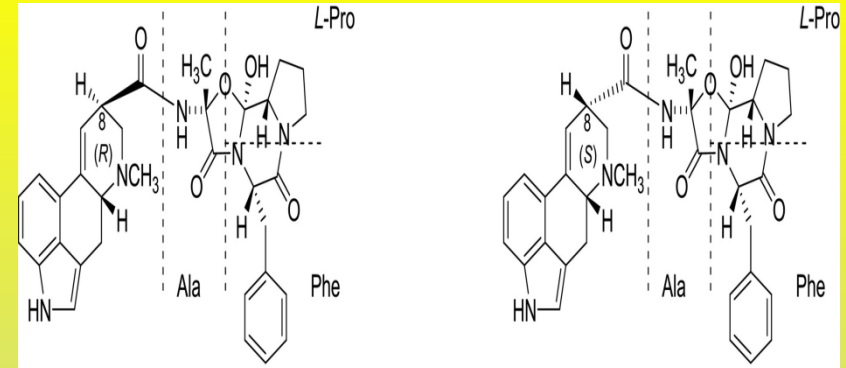
Ochratoxin	Substituents	Molecular formula	Molar mass (g mol <sup>-1</sup> )	CAS number
OTA	R <sup>1</sup> = H; R <sup>2</sup> = Cl	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> ClNO <sub>6</sub>	403.8	303-47-9
OTB	R <sup>1</sup> = H; R <sup>2</sup> = H	C <sub>20</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>6</sub>	369.4	4825-86-9
OTC	R <sup>1</sup> = C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ; R <sup>2</sup> = Cl	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> ClNO <sub>6</sub>	431.9	4865-85-4



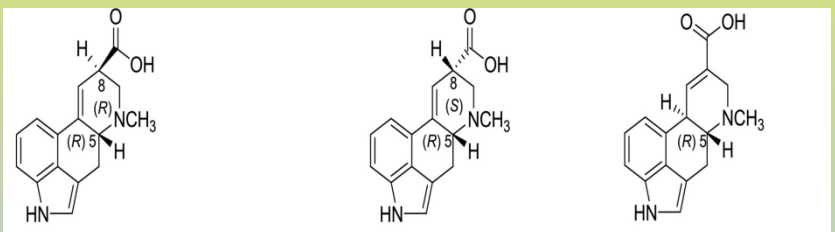




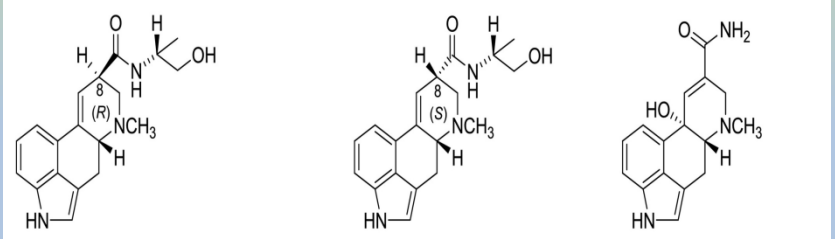
Elymoclavine I (class:  $\Delta^{8,9}$ -ergolenes)  
 Lysergol (class:  $\Delta^{9,10}$ -ergolenes)  
 Isolysergol (class:  $\Delta^{9,10}$ -ergolenes)  
 Chanoclavine I (class: 6,7-secoergolenes)



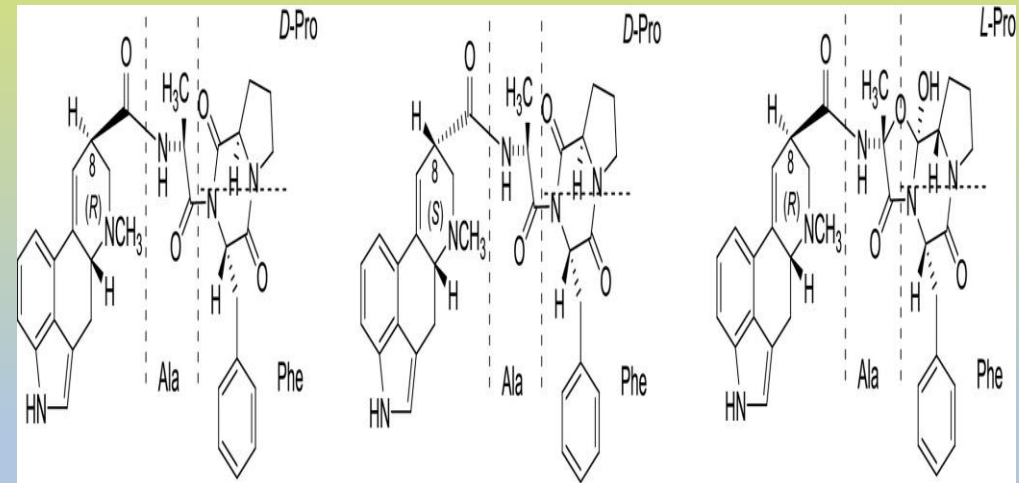
Ergotamine (*D*-lysergic acid derivative)  
 Ergotaminine (isolysergic acid derivative)



D-Lysergic acid  
 L-Isolysergic acid  
 Paspalic acid



Ergometrine (ergonovine) *D*-lysergic acid derivative  
 Ergometrinine (ergonovine) isolysergic acid derivative  
 10-Hydroxy-*trans*-paspalamide  $\Delta^{8,9}$ -lysergic-/paspalic acid derivative



Ergotamam (*D*-lysergic acid derivative)  
 Ergotaminam (isolysergic acid derivative)  
 Ergotamine (*D*-lysergic acid derivative)

**EFSA = over 40 scientific opinions on risks of mycotoxins**

## **Emerging –feltörekvő:**

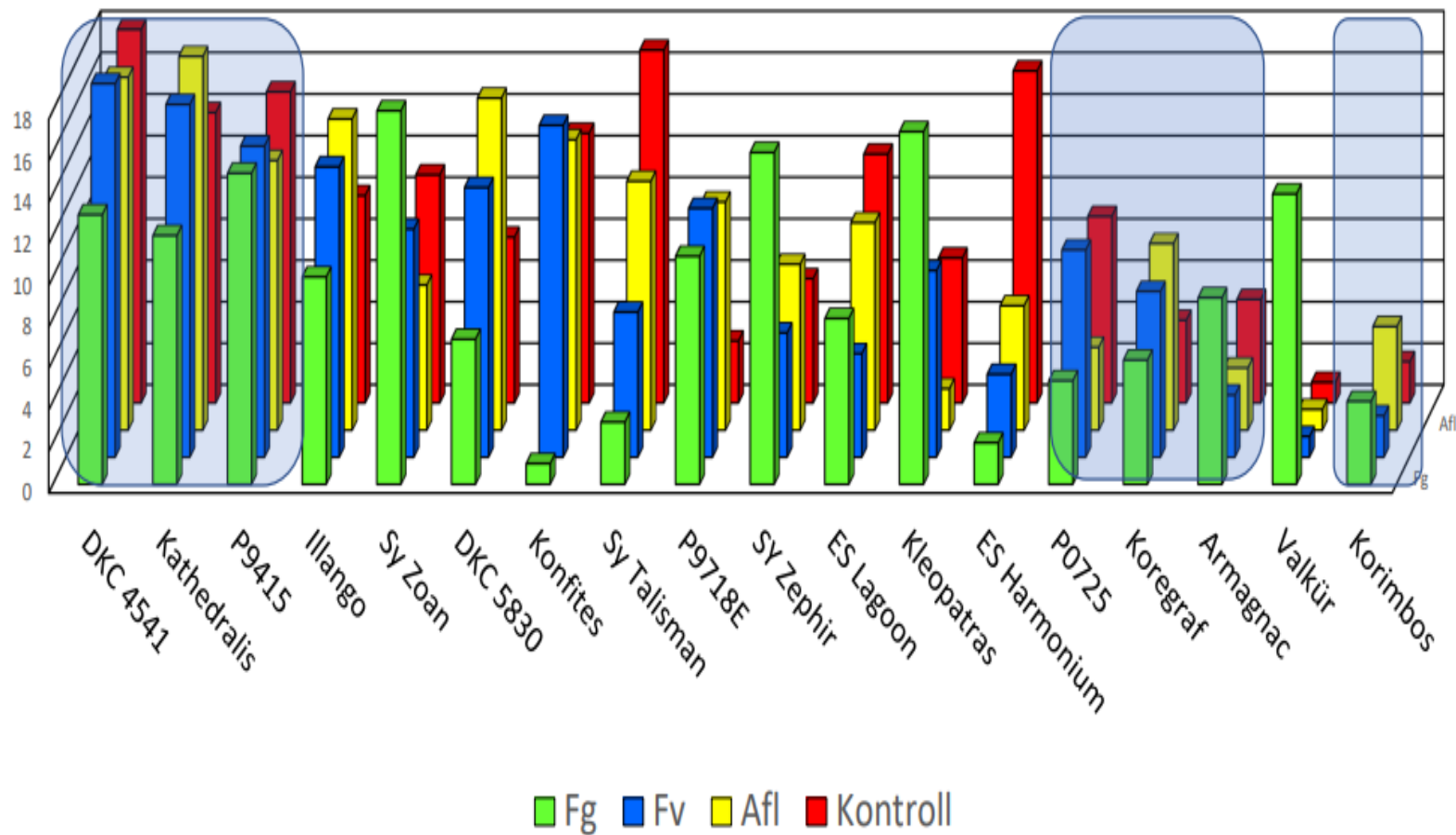
**„Mycotoxins, which are neither routinely determined, nor legislatively regulated; however, the evidence of their incidence is rapidly increasing”.**



Vetésforgó

Toxin rezisztens mag

## Kukorica hibridek ellenállósága *F. graminearum*, *F. verticillioides* és *A. flavus* fajokkal szemben, 2019/2020, rangok alapján



**Dr. Mesterházy Ákos**  
**Gabonakutató Intézet**



Gomba korai észlelése

Vetésforgó

Növényvédelem

Toxin rezisztens mag





Afren.com.au

Australian Fungicide Resistance Extension Network logo

GRDC logo

HOME About AFREN Fungicide resistance Resources News

### The Australian Fungicide Resistance Extension Network

HELPING GROWERS AND ADVISERS STAY INFORMED ABOUT THE PREVALENCE AND MANAGEMENT OF FUNGICIDE RESISTANCE IN THEIR REGION

MANAGE DISEASE PRESSURE

MINIMISE FUNGICIDE USE

ENGAGE WITH EXTENSION

- Tanácsok termelőknek
- Hogy keletkezik a rezisztencia?
- Rezisztencia térkép
- Akciók

**BIO-Hiperparazita gomba!**

**-Atoxigenetikus fajtákkal betölteni a kötőhelyeket!**



Időzítés

Gomba korai észlelése

Vetésforgó

Elválasztás

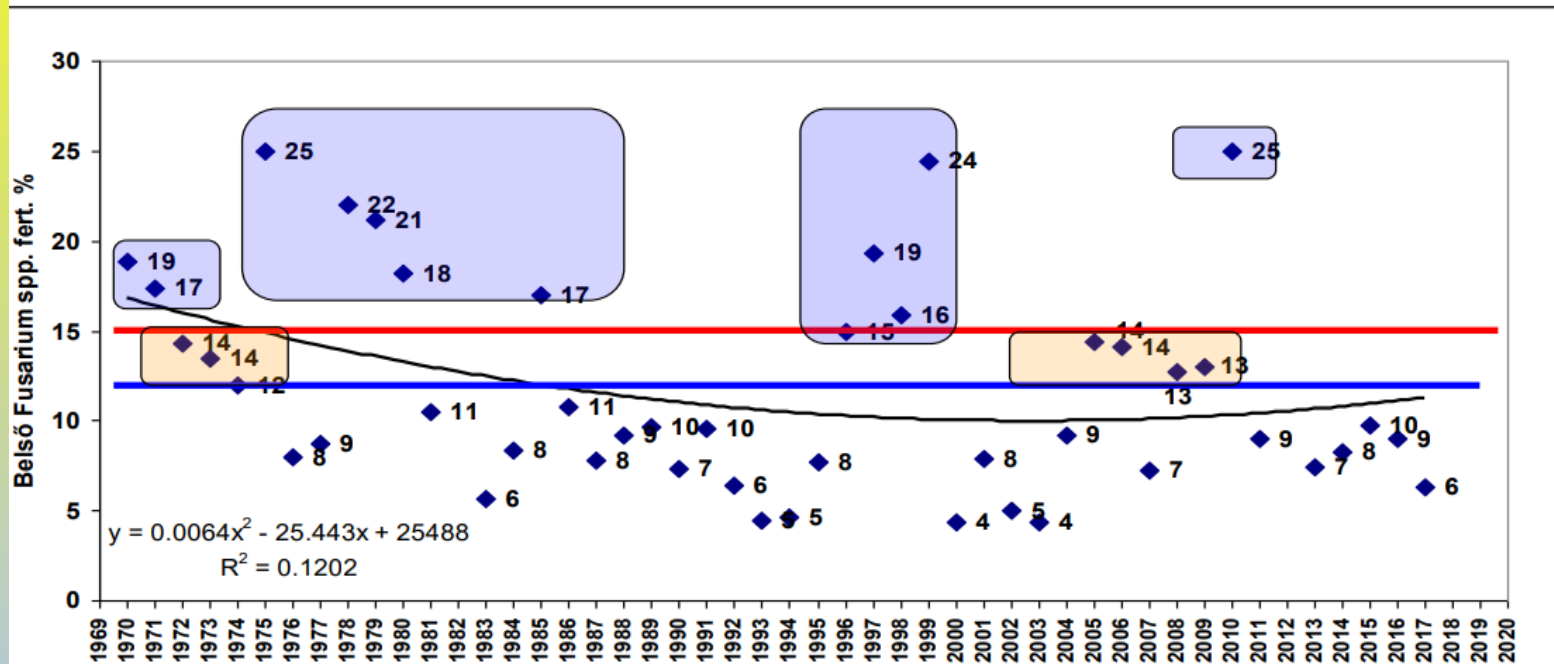
Növényvédelem

Toxin rezisztens mag



## Búza kombájnminták átlagos Fusarium belső fertőzöttsége évi 5-600 mintából, 1970-2018

(A módszer bevezetését Dr. Mesterházy Ákos javasolta, 1970-ben)



Forrás: NÉBIH és jogelődjei Növényvédelmi és Talajvédelmi Szolgálat, Aponyiné G. Ilona, Kiss György, Tóth Ágoston, Halász Ágnes

2.8%

=

400.000 t



Körülmények

Időzítés

Gomba korai észlelése

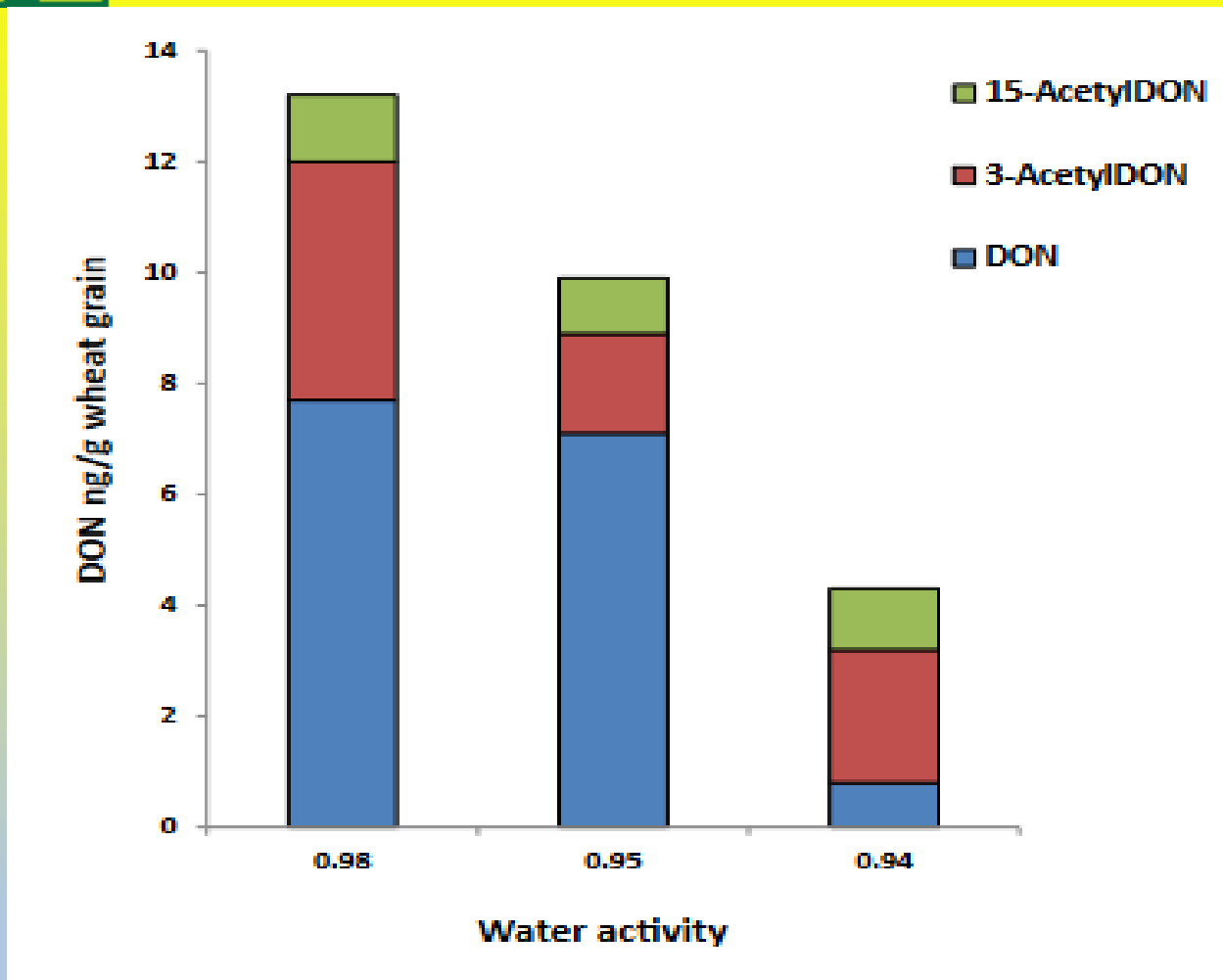
Vetésforgó

Fertőzés, tisztítás

Elválasztás

Növényvédelem

Toxin rezisztens mag



DON-ok képződése búza 10 napos tárolásnál 25° C (Leite )



Technológia

Körülmények

Időzítés

Gomba korai észlelése

Vetésforgó

Gyérítés, bontás

Fertőzés, tisztítás

Elválasztás

Növényvédelem

Toxin rezisztens mag

Fizikai: mosás, őrlés, hántolás, darálás, stb.

Kémiai: adszorbensek, ózon, denaturálás, nixtamalizáció, stb.

Biológiai: enzim, bakteriális bontás, stb.

**DE: Élelmiszeripar, tehát nem  
hígíthatunk!!!**

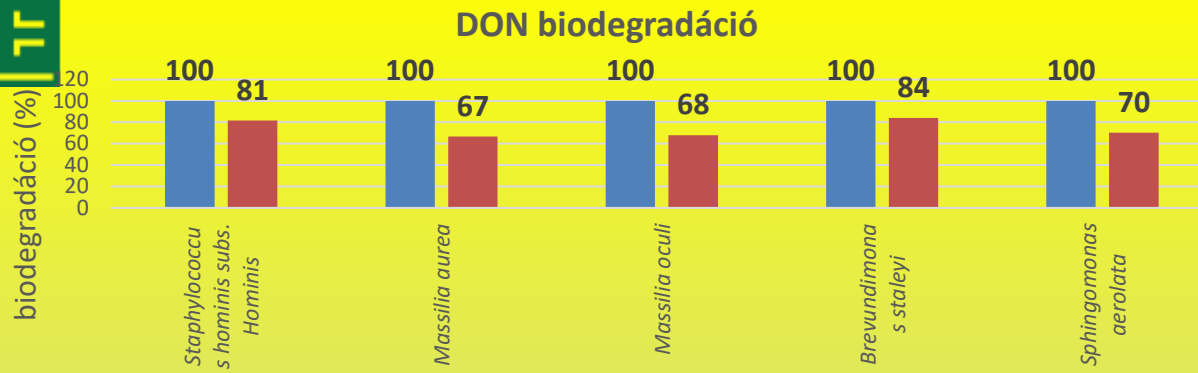
**DE :Nem lehet a metabolit  
toxikusabb, mint a termék.**

Fizikai: mosás, őrlés, hántolás, darálás, stb.

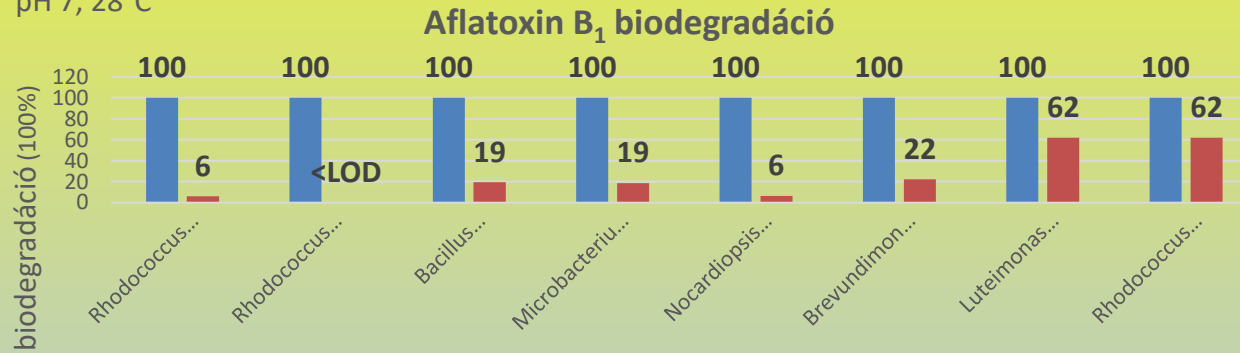
Kémiai: adszorbensek, ózon, denaturálás, nixtamalizáció, stb.

Biológiai: enzim, bakteriális bontás, stb.

# ÉLELMISZERIPARI MÉRETEK!!!

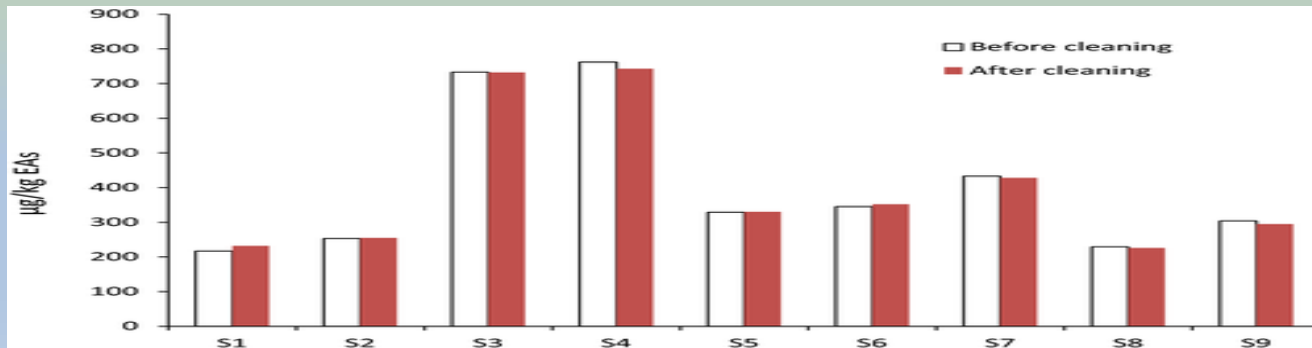


pH 7, 28°C



pH 7, 28°C

### Ergot alkaloidok





QC

Technológia

Körülmények

Időzítés

Gomba korai észlelése

Vetésforgó



Szabályzás

Gyérítés, bontás

Fertőzés, tisztítás

Elválasztás

Növényvédelem

Toxin rezisztens mag

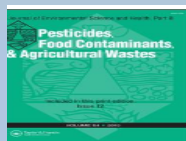


A CONTAM Panel arra a következtetésre jutott, hogy bár a DON, 3-Ac-DON, 15-Ac-DON és DON-3-glükozid összegének humán és haszonállat kockázatértékelésében tapasztalható **bizonytalanságok hatása nagy**, a **kockázatot valószínűleg alábecsüljük**. Ezért a CONTAM Panel az LC-MS/MS módszertannal történő, laboratóriumok közötti **validálását és szabványosítását** ajánlja a DON, 3-Ac-DON, 15-Ac-DON és DON-3-glükozid egyidejű mennyiségi meghatározásához. Javaslatot kell tenni a **mintavételezésre (inhomogenitás)** valamint **tanúsított referenciaanyagokat** kell rendelkezésre bocsátani, és elő kell segíteni a jártassági tesztekét.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.47>



**HPLC.....MS**



Journal of Environmental Science and Health, Part B  
Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes

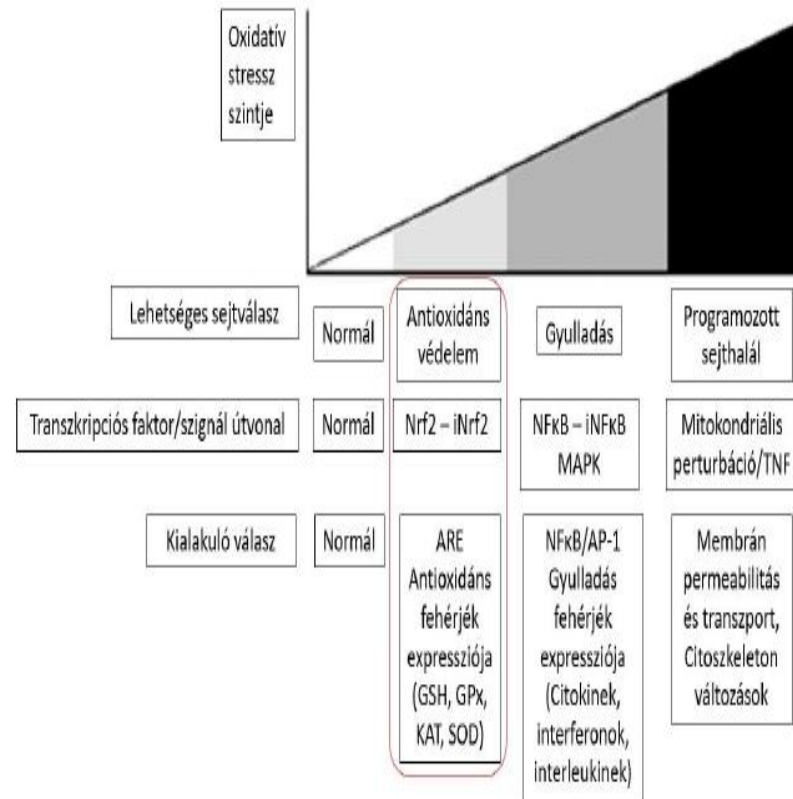
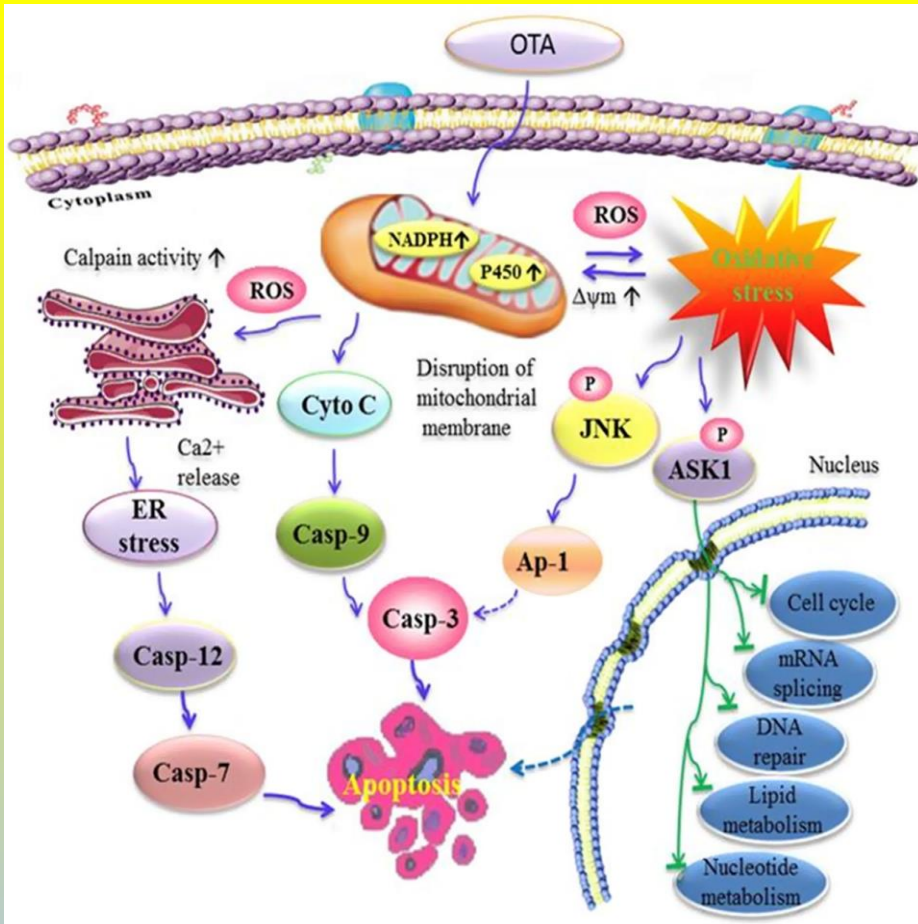


ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tesb20>

Comparison of QuEChERS and “dilute and shoot” extraction methods for multi-mycotoxin analysis of samples from button mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation

Emese Varga , Márta Ladányi , Péter Fodor & Csilla Soros

Hungalimantária, 2023



## Ochratoxin A: Toxicity, oxidative stress and metabolism

[Food and Chemical Toxicology, 2018](#)

[Mikotoxinok és az oxidatív stressz, Dr. Mézes Miklós, 2023](#)

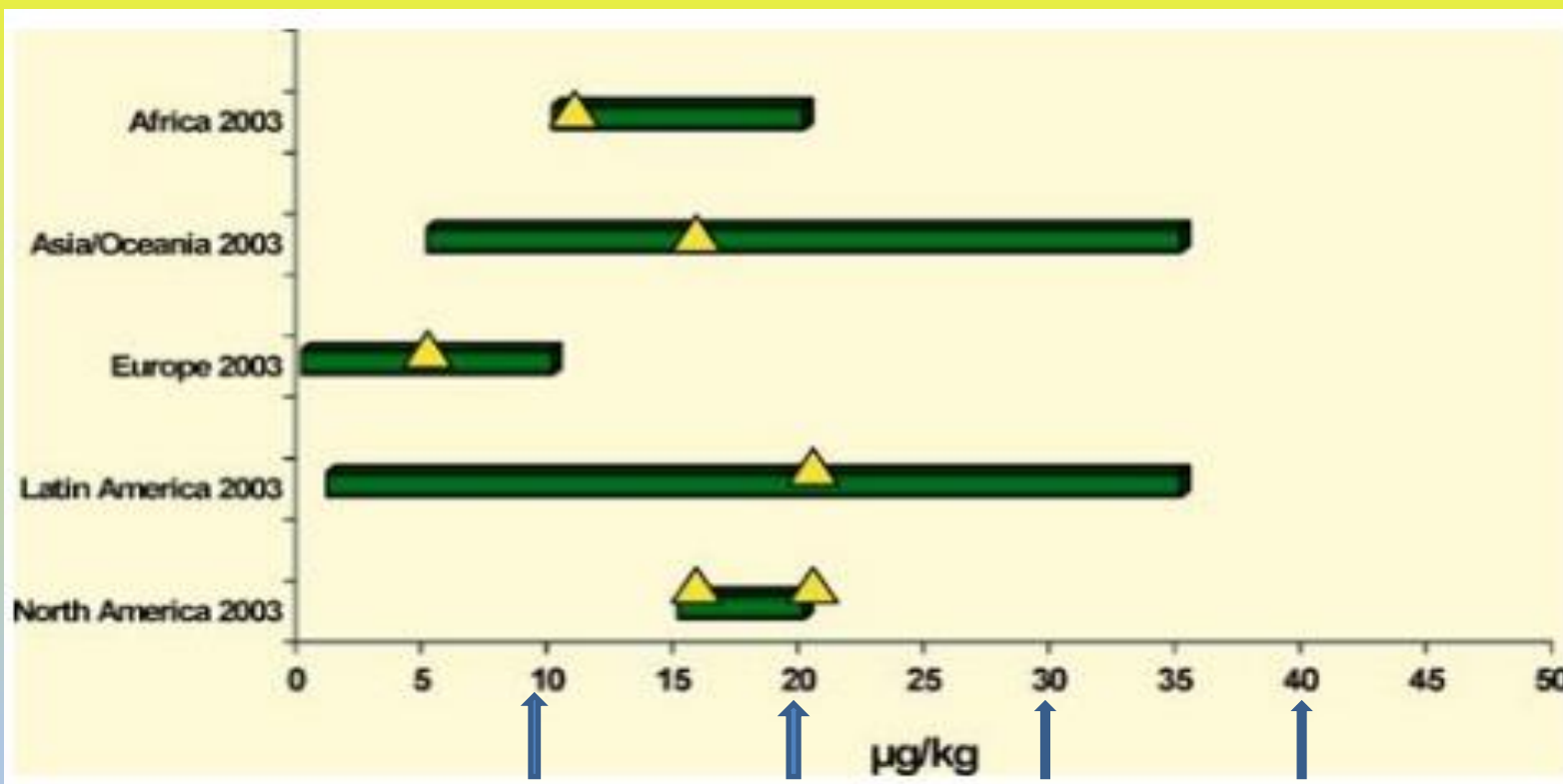


EU 2022/1370 Ohtaroxin A határértékek  
2023. jan. 1-től

Gabona alapú bébiételek	0.5 ppb
<b>Borok</b> , gyümölcsitalok, szárított gyümölcsök, gabonapelyhek	2.0 ppb
Pörkölt kávé, kakaó por, gabona eredetű feldolgozott termékek	3.0 ppb
Sütőipari termékek mazsolával v.szárított fügével	4.0 ppb
Olajos magvak, liszt	5.0 ppb
Gyógynövények	10 ppb
Paprika, chili,	20 ppb
ÉS MÉG SOKAN MÁSONK.....	

A Nébih ingyenes jártassági tesztet, ún. körvizsgálatot szervezett **2022.** decemberében a magán laboratóriumok számára, hogy hatósági segítséggel ellenőrizhessék, mennyire pontosak az **aflatoxin** mérésére irányuló vizsgálataik. A lehetőséggel a megkeresett **78** laboratóriumból csupán **14** élt, amelyek közül **hat** esetben kell számottevő segítséget nyújtania a Nébih-nek a vizsgálati precizitás helyreállításához.  
**Tehát 78-ból 8 a megfelelően pontos.**

## Élelmiszerek megengedhető Aflatoxin tartományai és a legfőbb termék határértékei 2003



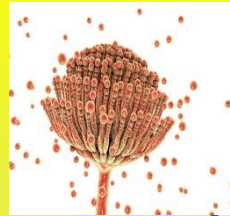
96.8%

20.7%

13.8%

10.6%

**Globális gabona nemmegfelelőség (rejection) 2022  
Codex Alimentarius (május)**



**Aspergillus**  
**Penicillium**  
**Fusarium**

QC

Technológia

Körülmények

Időzítés

Gomba korai észlelése

Vetésforgó



**Szabályzás**

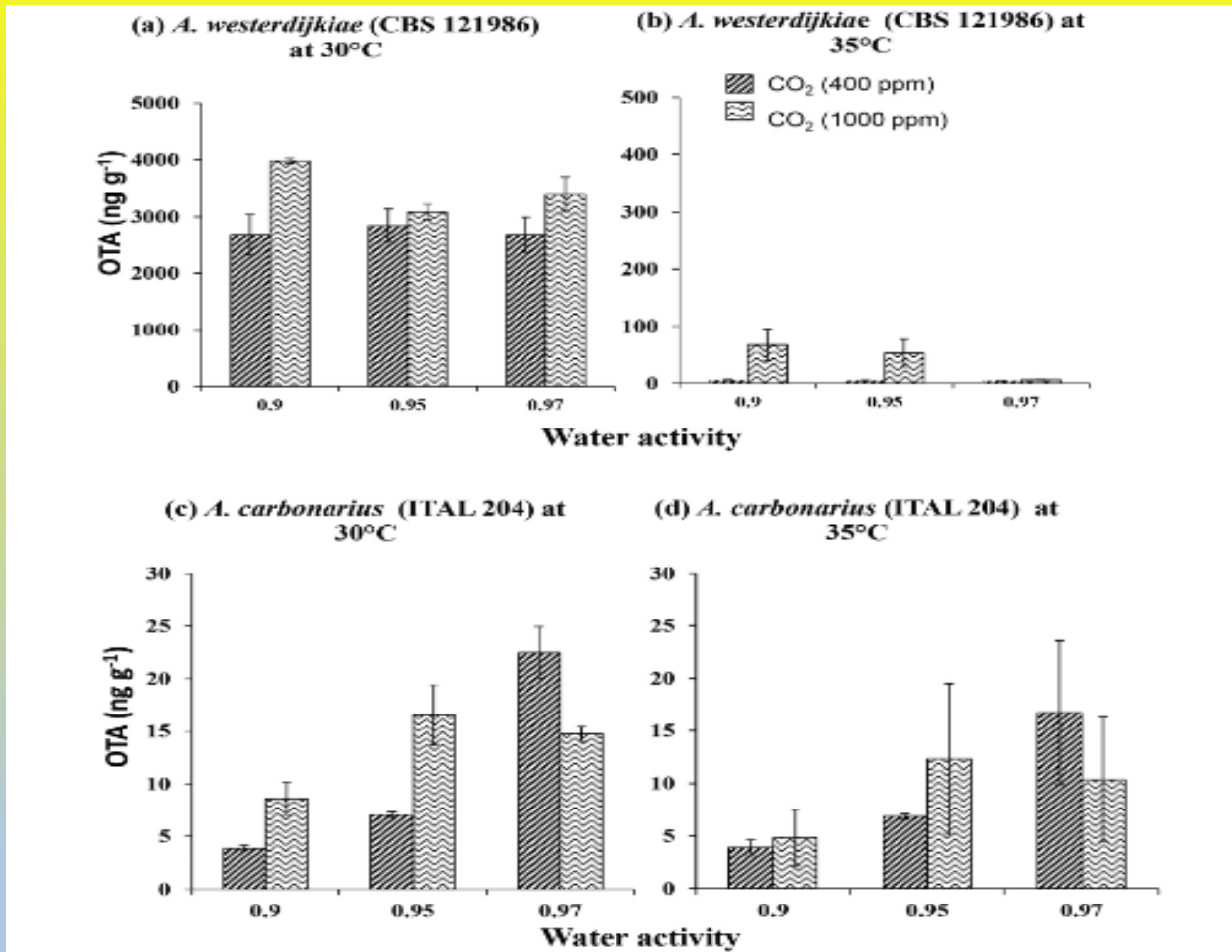
**Gyérítés, bontás**

**Fertőzés, tisztítás**

**Elválasztás**

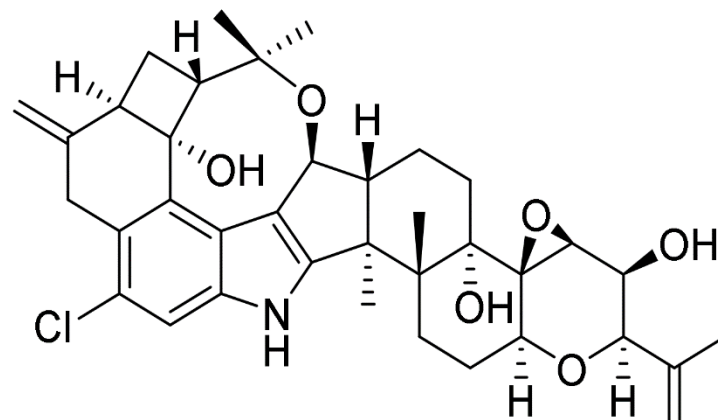
**Növényvédelem**

**Toxin rezisztens mag**



Aspergillusok OTA termelése különböző klimatikus körülmények között tartott kávé mintán

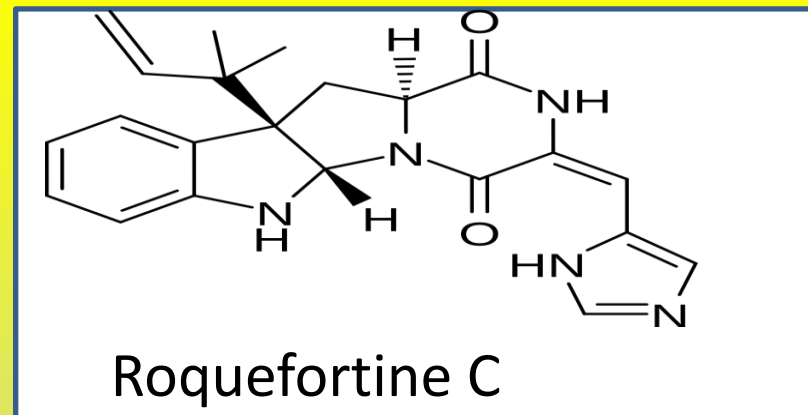




Penitrem A

2023 februárjában több magyar állatkórház is közzétette, hetente 20-30 kutyát hoznak be idegrángással, remegéssel sokszor kómában. Diót ettek, az idén a sok esőtől penészes a dió. A penészes dió az összes mikotoxint termelheti, de legveszélyesebb Penitrem A idegméreg melyet három gomba is termelhet.

**Ne adjunk penészes diót, kenyeret, takarmányt állatnak!!!**

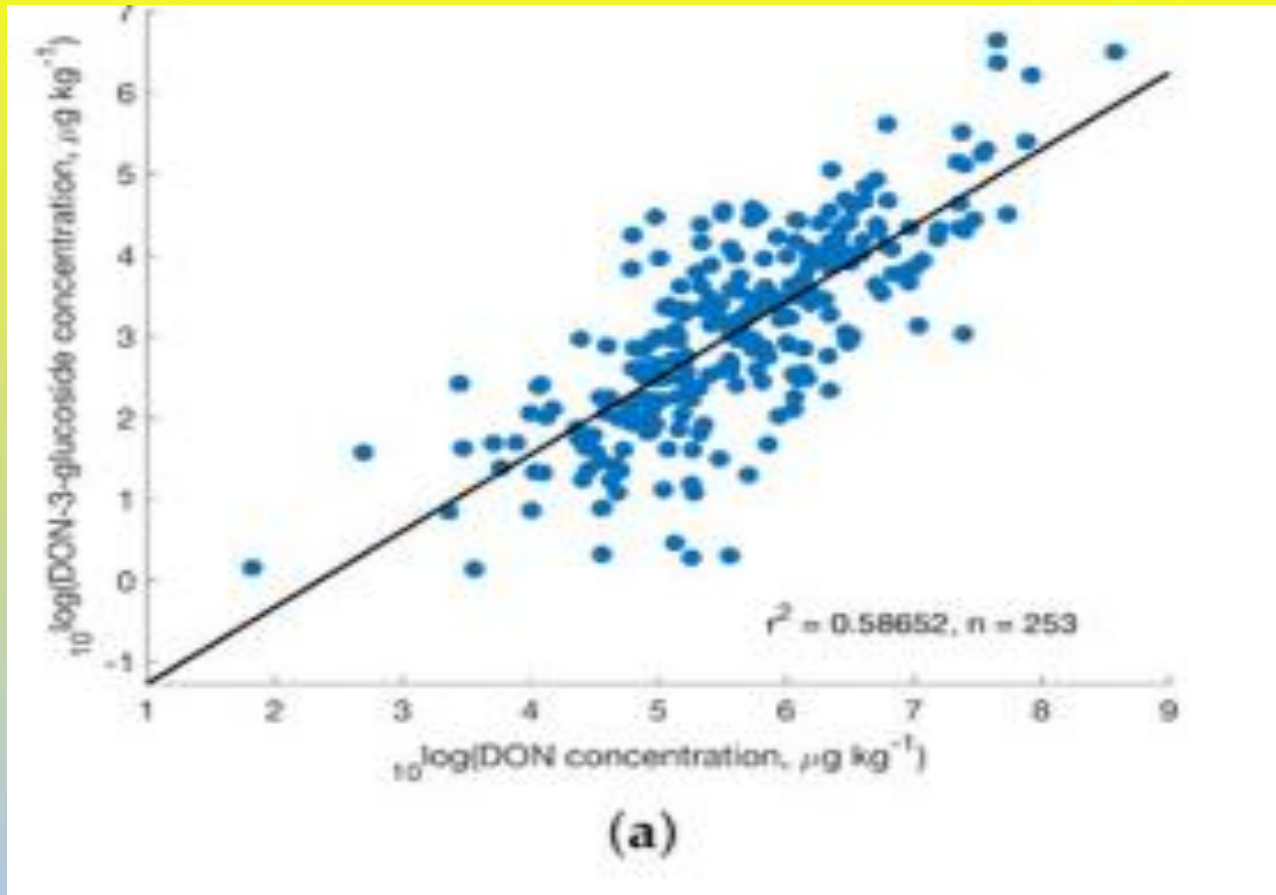


## Effect of *Penicillium R.* mycotoxins on Caco-2 cells: Acute and chronic exposure (Toxicology in vitro, 2018):

A vizsgálatok azt igazolták, hogy az ROQ C még az átlagos koncentrációt meghaladva sem indukált szignifikáns toxikus hatást az adott vizsgálati körülmények között!!!

**Ehetünk zöldpenészes sajtot!!**

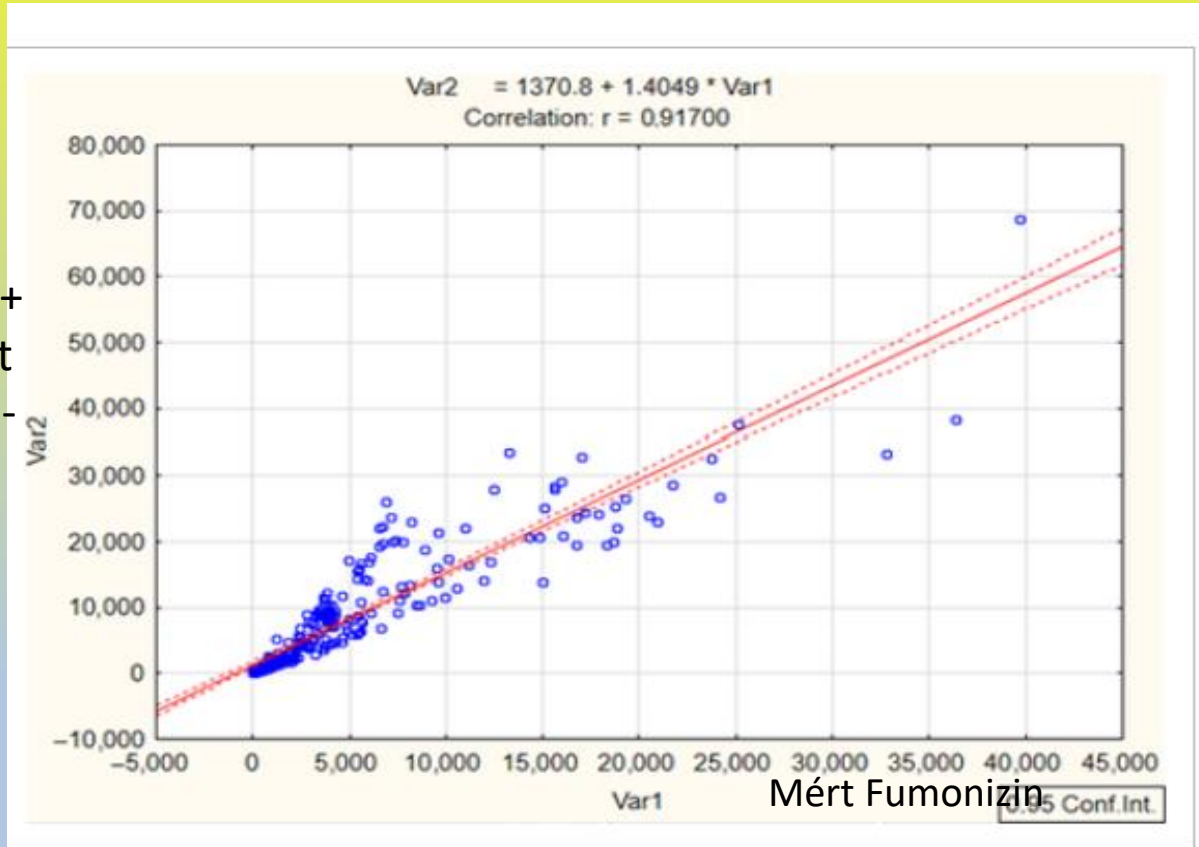




**Rudolf Krska...:Co-Occurrence of Regulated, Masked and Emerging Mycotoxins and Secondary Metabolites in Finished Feed and Maize—An Extensive Survey**

**18140 takarmány minta (18 EU ország) vizsgálata alapján a maszkolt és a nem maszkolt fumonizinek közti kapcsolat 1.6!!!**

Mért +  
rejtett  
Fumoni-  
zín



Gabona	Maszkolt mikotoxin forma	Aránya az adott mikotoxinon belül
Kukorica	zearalenon szulfát	zearalenon - <30%
Búza	zearalenon-4-glükózid	zearalenon - <30%
Búza	T-2-glükózid/HT-2-glükózid	T-2/HT-2 toxin - <12%
Búza	DON-3-glükózid	DON 8-30%, korpa:70%.
Zab	T-2-glükózid/HT-2-glükózid	T-2/HT-2 toxin - @2%
Kukorica	Fizikailag kötött fumonizin	fumonizin B1+B2 +B3 - 36%
Kukorica	fumonizin B1 zsírsav észterek	fumonizin B1 - 5-6%

# Emerging mikotoxinok 2022 kukorica :

Monoacatoxyscirpenol

Neosolaniol

15Hydroxiculmorin

Moniliformin

Enniatin B

Enniatin B2

Bikaverin

Epiequisetin

Apicidin

Fusapyron

Fusarilonic acid

Acuminatum B

Chlamydosporiol

Chrysogin

Diacetolxyscripenol

Culmorin

5Hydroxiculmorin

Beauvericin

Enniatin B1

Aurofusarin

Butenolid

Egusetin

Deoxyfusapyron

Fusaric acid

7Hydroxypestalotin

Acuminatum C

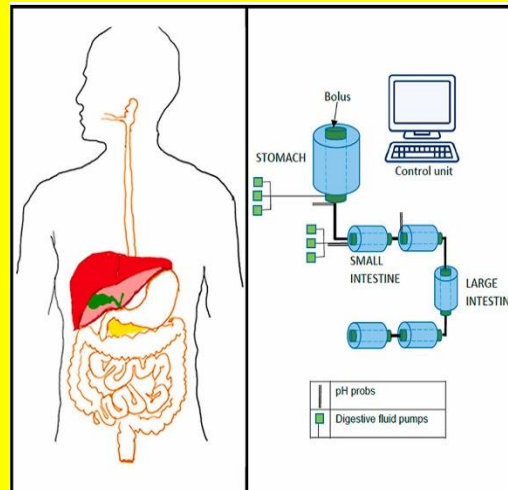
Chlamydosporol

Siccanol

Miért nincsenek predikációs modellek a mikotoxin, maszkolt mikotoxin, feltörekvő mikotoxin termelésre?

Mert:

- Egy gombafaj többféle mikotoxint előállíthat és ugyanazt a mikotoxint több gombafaj is előállíthatja és nagyon sok faktoros a termelés
- A hatások multitoxikusak, de létrejöhet additív hatás, szinergizmus vagy akár antagonizmus
- Nagyon sok ismeret (in vitro –in vivo) még hiányzik a területről







**Soha ne add fel!**



