

Mikotoksini



- **mykes** (grč.) = gljive
- **toxicum** (lat.) = toksin

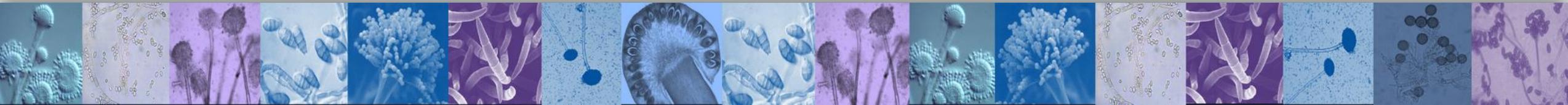


Aspergillus spp., Fusarium spp., Penicillium spp., Alternaria spp., Claviceps spp.

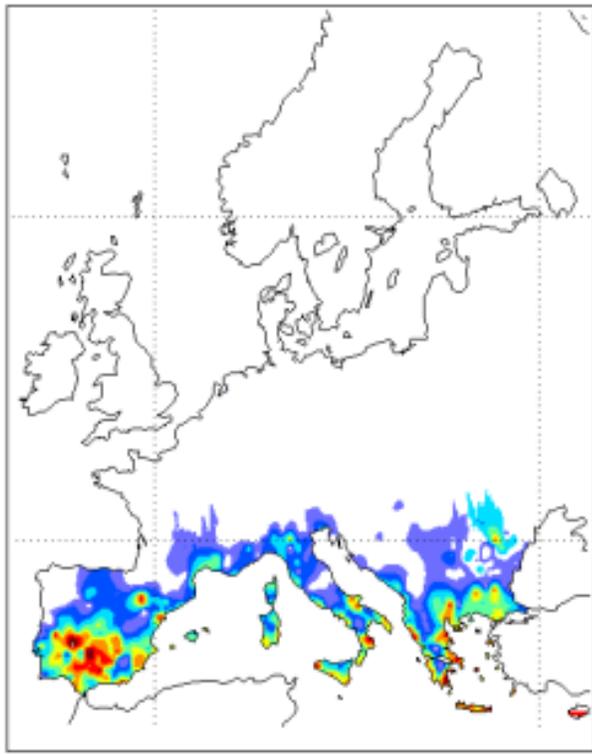
- Sekundarni metaboliti
- Zašto?



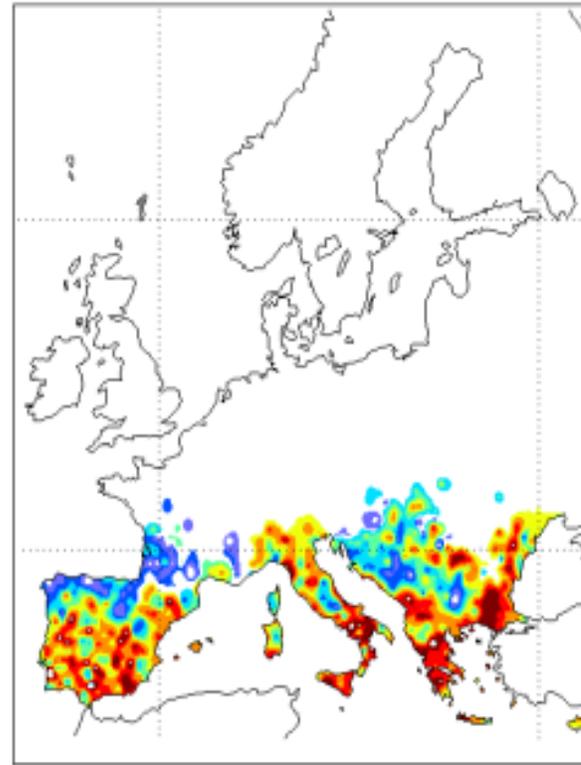
- FAO: 25% uroda jestivih biljaka je kontaminirano mikotoksinima
- Plijesni kontaminiraju biljke tijekom rasta ili skladištenja
- Uvjeti koji izazivaju stres biljci poput vremenskih ekstrema, oštećenja kukcima, i sl., potiču nakupljanje mikotoksina



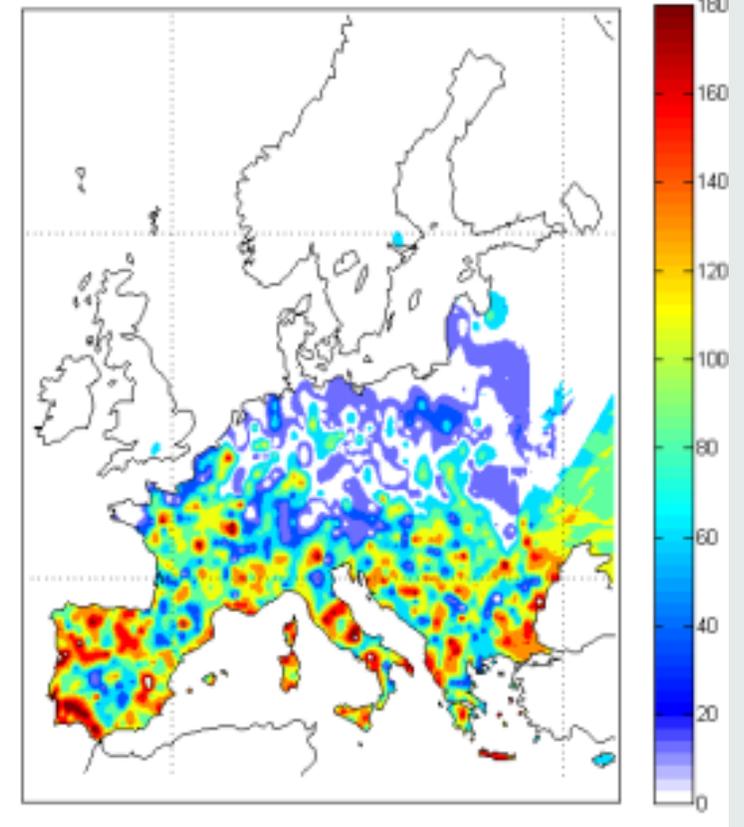
Projekcija utjecaja promjena klime na rizik kontaminacije kukuruza aflatoksinom B1



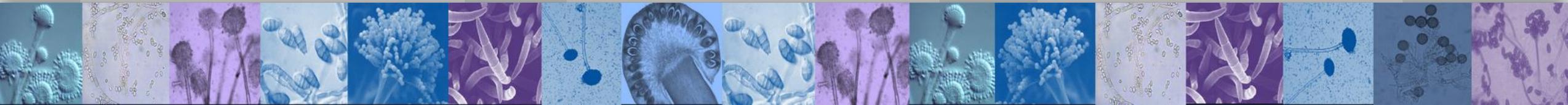
Trenutni rizik kontaminacije kukuruza



Rizik kontaminacije kukuruza kod porasta temperature od 2°C



Rizik kontaminacije kukuruza kod porasta temperature od 5°C



Podjela mikotoksina

- Regulirani (EU) i neregulirani



proizvođači, izvori



toksičnost



izloženost, regulativa

Regulirani	Neregulirani
Aflatoksini	<i>Alternaria</i> toksini
Deoksinivalenol	Trihoteceni <i>osim deoksinivalenola</i>
Zearalenon	Ergot alkaloidi
Ohratoksin A	Eniatini
Fumonizini	Bovericin
Patulin	Moniliformin
Citrinin	Kulmorin



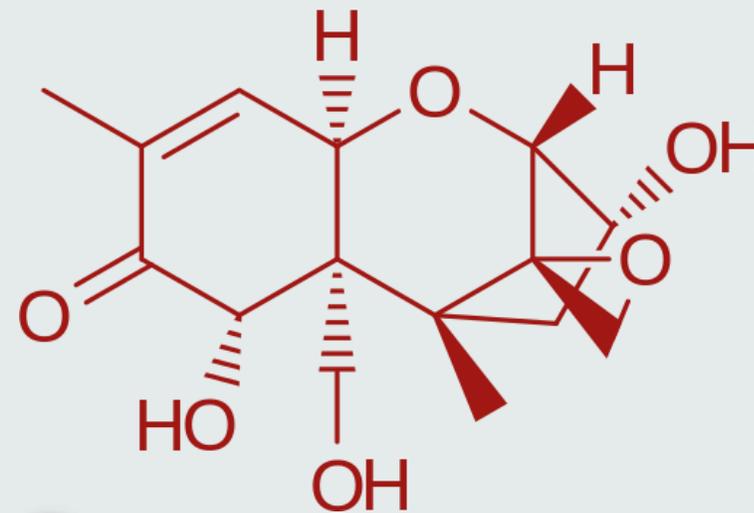
Deoksinivalenol



- *Fusarium* spp., naročito *F. graminearum*, ali i *F. culmorum*
- Žitarice (pšenica, zob, ječam, raž, kukuruz) i proizvodi: kruh, tjestenina, dječja hrana, slad, pivo

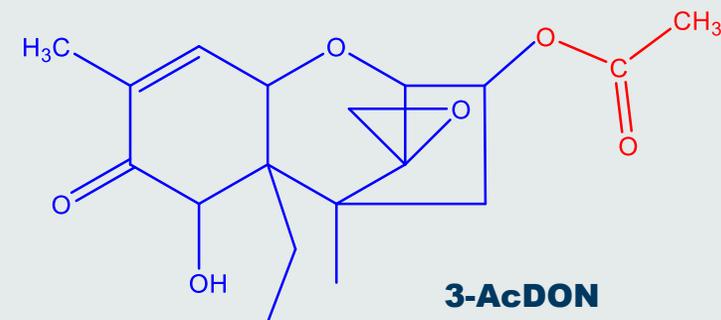
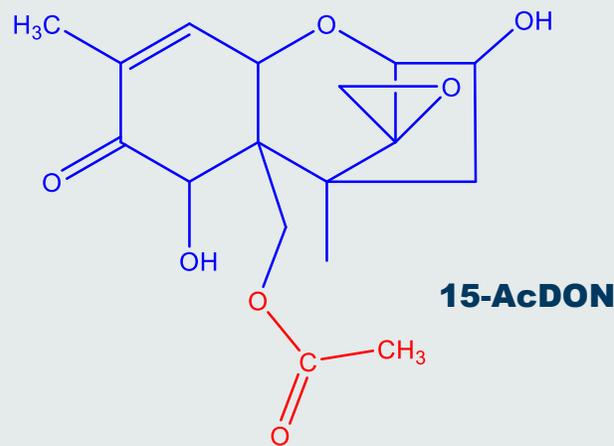
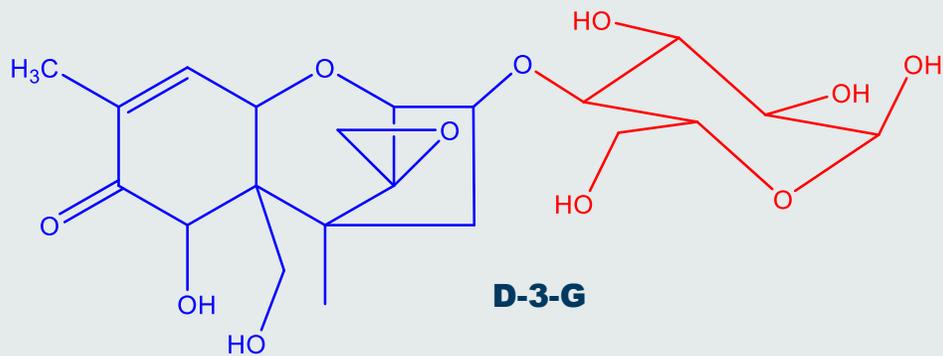
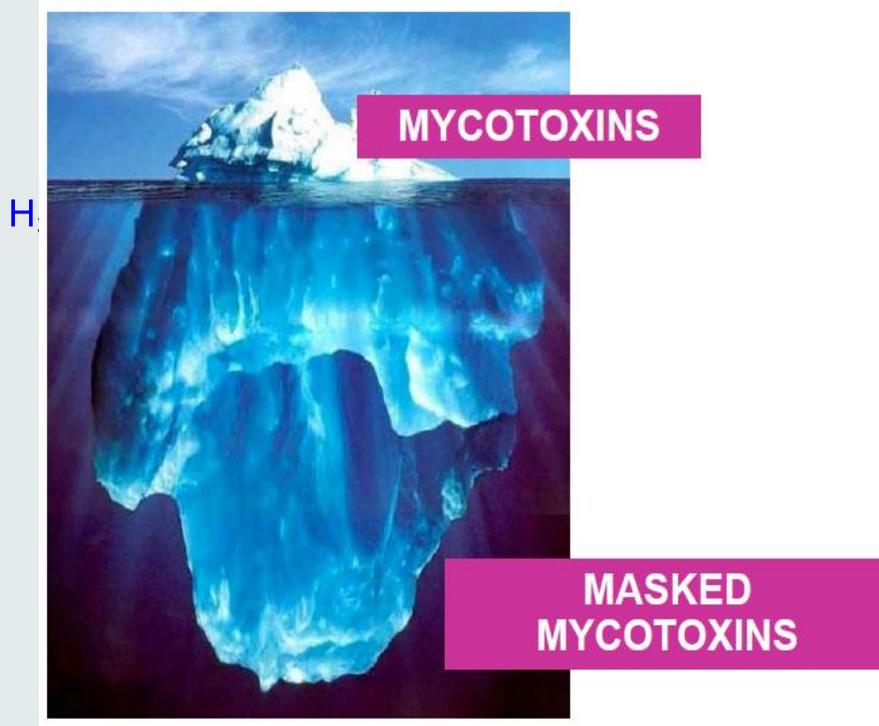


- Toksičan za probavni trakt: 'vomitoksin'
- Imunosupresivan



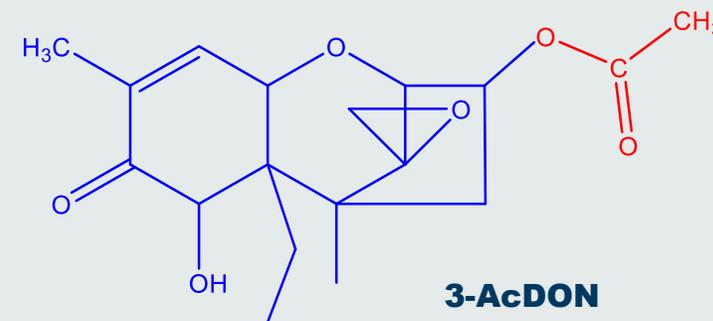
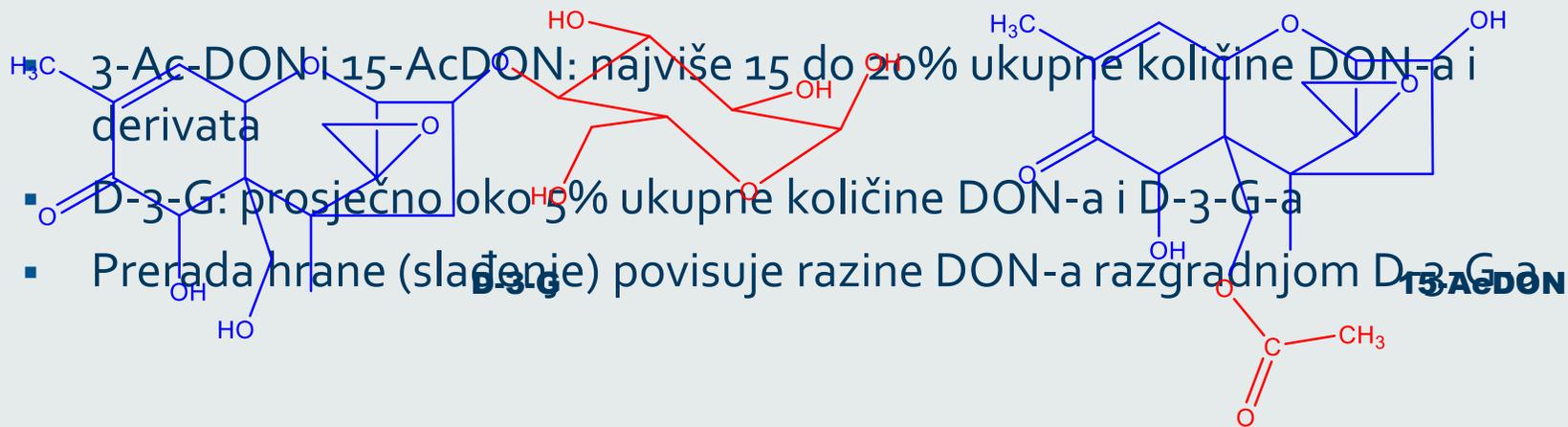
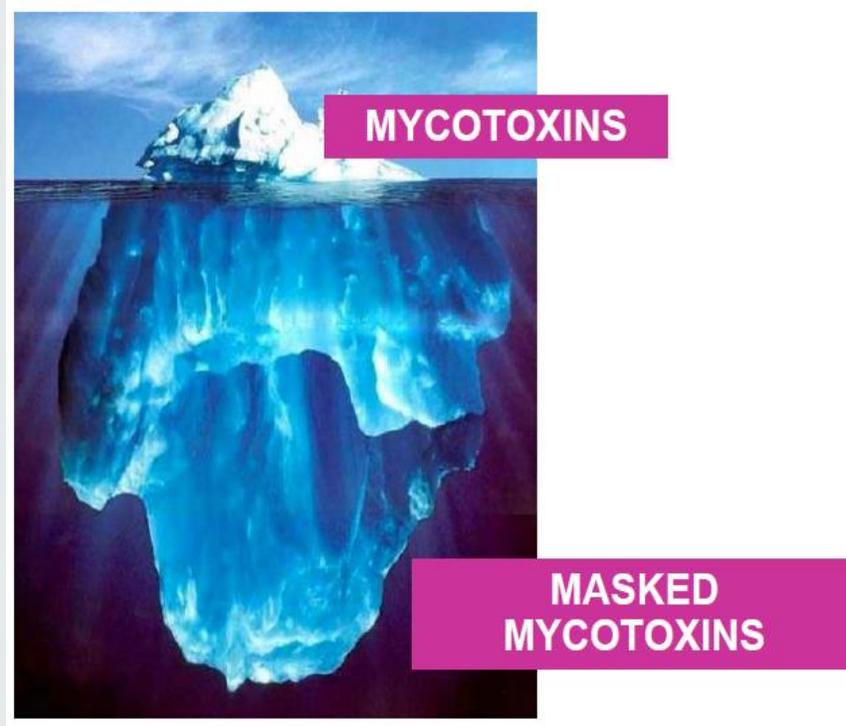
Deoksinivalenol

- Modificirani oblici deoksinivalenola (DON):
 - 3-acetildeoksinivalenol (3-AcDON),
 - 15-acetildeoksinivalenol (15-AcDON),
 - deoksinivalenol-3-glukozid (D-3-G).



Deoksinivalenol

- Modificirani oblici deoksinivalenola (DON):
 - 3-acetildeoksinivalenol (3-AcDON),
 - 15-acetildeoksinivalenol (15-AcDON),
 - deoksinivalenol-3-glukozid (D-3-G).



Deoksinivalenol



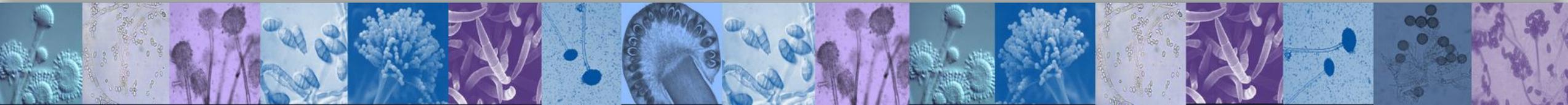
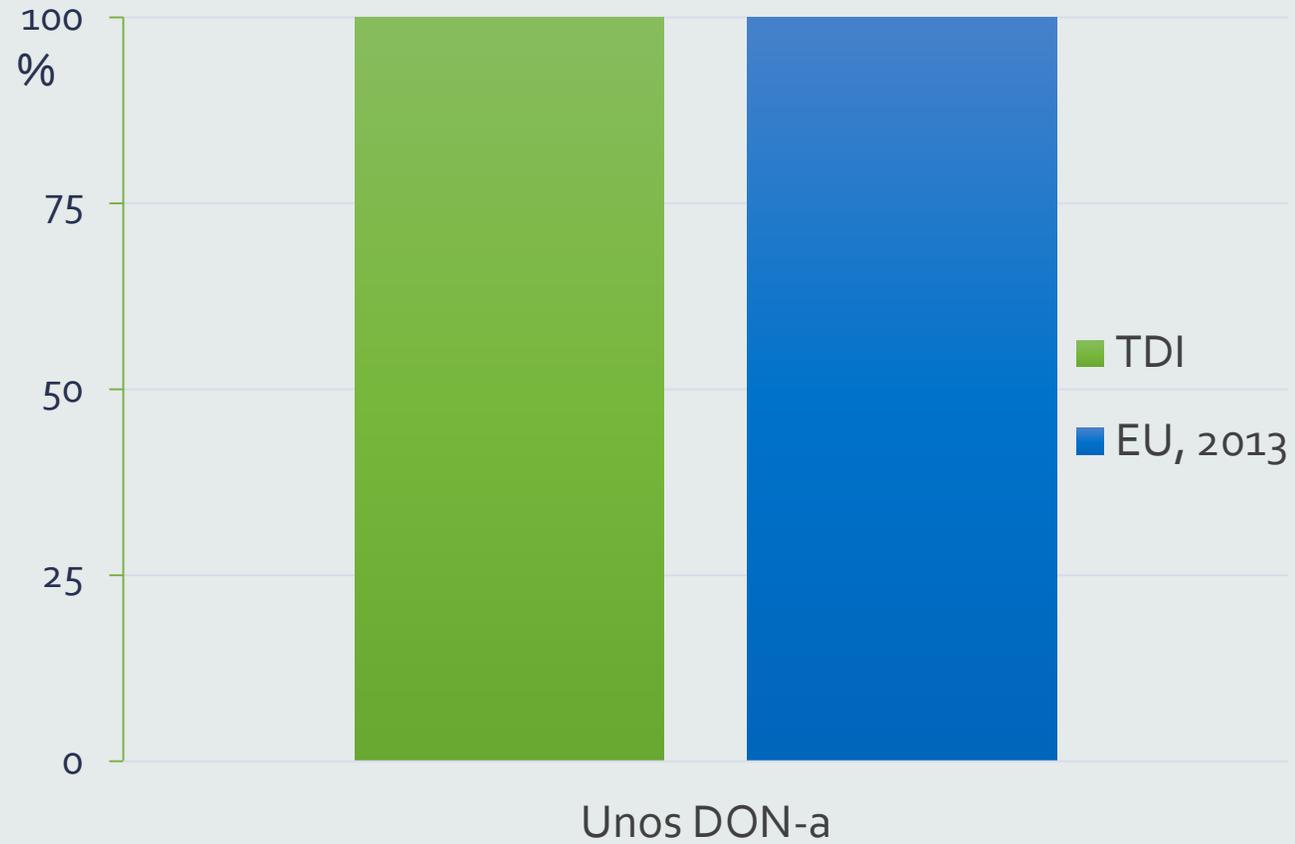
- EC: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine za niz osjetljivih proizvoda *od 200 ppb u hrani za djecu i dojenčad do 1750 ppb u neprerađenim žitaricama*
- Stočna hrana: Preporuka EC (576/2006) za sirovine i stočnu hranu
- EFSA, 2013: 45% neprerađenih žitarica, 44% hrane i 75% stočne hrane je sadržavalo DON
- Više razine u neprerađenim žitaricama u odnosu na proizvode od žitarica *mekinje >>> kruh, pekarski proizvodi, žitarice za doručak, tjestenina*
- 0,8% uzoraka hrane i 1,7% uzoraka krmiva je premašilo dopuštene odnosno preporučene razine



Deoksinivalenol



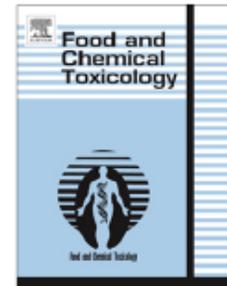
Grupni TDI za DON i acetilirane
derivate = 1 µg/kg tj. t.
EU, 2013: 0,22 do 1,02 µg/kg tj. t.





Contents lists available at ScienceDirect

Food and Chemical Toxicology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchemtox

Urinary analysis reveals high deoxynivalenol exposure in pregnant women from Croatia



Bojan Šarkanj^{a,b,1}, Benedikt Warth^{b,1}, Silvio Uhlig^c, Wilfred A. Abia^{b,d,e}, Michael Sulyok^{b,*}, Tomislav Klapac^a, Rudolf Krska^b, Ines Banjari^f

^aSubdepartment of Biochemistry and Toxicology, Department of Applied Chemistry and Ecology, Faculty of Food Technology, Josip Juraj Strossmayer University, Osijek, Croatia

^bCenter for Analytical Chemistry, Department for Agrobiotechnology (IFA-Tulln), University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU), Austria

^cSection for Chemistry and Toxicology, Norwegian Veterinary Institute, Oslo, Norway

^dLaboratory of Pharmacology and Toxicology, Department of Biochemistry, Faculty of Science, University of Yaounde I, Cameroon

^eDepartment of Food Technology, Faculty of Science, University of Johannesburg, 2028, Doornfontein Campus, P.O. Box 17011, Gauteng, South Africa

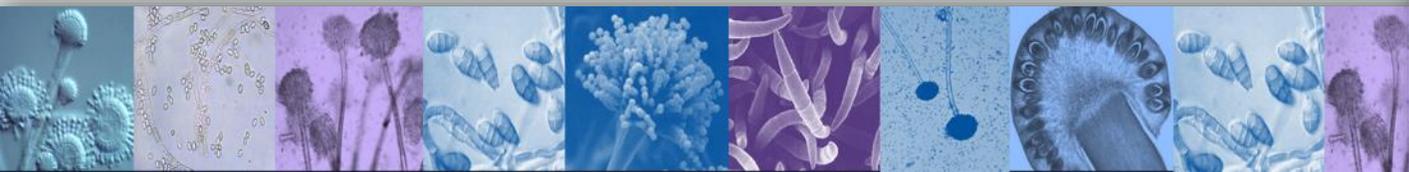
^fSubdepartment of Nutrition, Department of Food and Nutrition Research, Faculty of Food Technology, Josip Juraj Strossmayer University, Osijek, Croatia

- DON i glukuronidni metaboliti u urinu trudnica
- Visoke koncentracije; procijenjen unos premašuje TDI kod 48% ispitanica



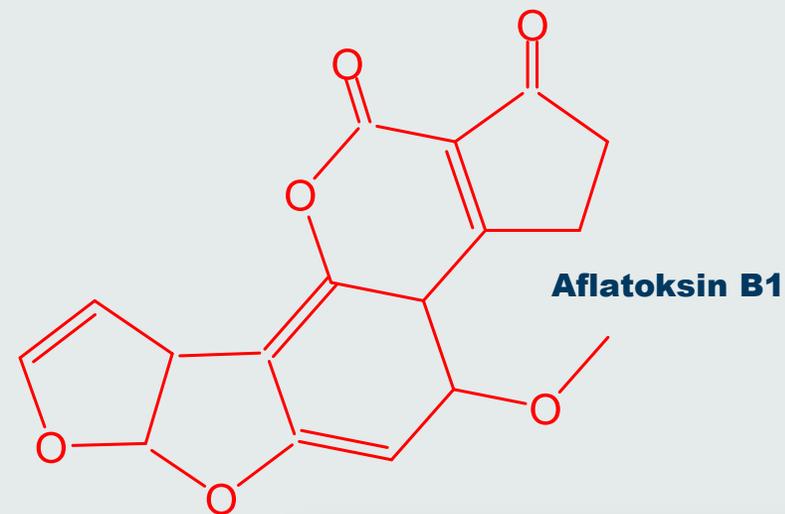
Ostali trihoteceni

- T-2 i HT-2 toksini
 - Nivalenol
 - Fuzarenon X
 - Diacetoksiscirpenol
 - Neosolaniol
 - Roridin A
 - Verukarin A
 - Satratoksin H, itd.
- Većina toksičnija od DON-a, ali su znatno rjeđe zastupljeni u hrani
 - T-2 i HT-2: monitoring i preporuke EC oko dopuštenih razina u hrani i stočnoj hrani (165/2013)



Aflatoksini

B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, M₂



- *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*
- Žitarice (kukuruz) i proizvodi, orašasti plodovi (kikiriki), sušeno voće (smokve), mlijeko i proizvodi



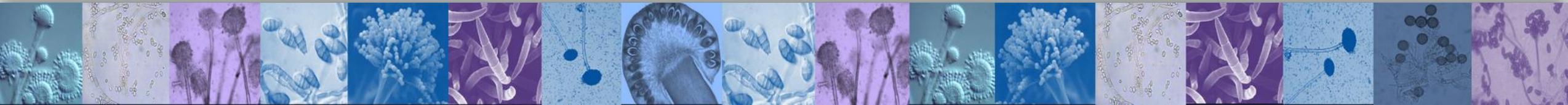
- Hepatotoksični i karcinogeni
- Rak jetre obično u kombinaciji s hepatitisom, neadekvatnom prehranom ili genetskim predispozicijama



Aflatoksini



- EU: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine (za AB₁, za zbroj AB₁, AB₂, AG₁, AG₂, te za AM₁) za proizvode podložne kontaminaciji
od 0,025 ppb za AM₁ u hrani za dojenčad do 15 ppb za zbroj aflatoksina u kikirikiju
- Stočna hrana: Uredba EC (100/2003) za stočnu hranu
naročito hrana za mliječne životnje
- EC, 1997: najvišu dopuštenu koncentraciju AM₁ je premašilo samo 0,3% uzoraka mlijeka
- EFSA, 2007: 26% analiziranih uzoraka namirnica sadržavalo aflatoksine
najviše koncentracije u pistaciju, brazilskom orahu i kikirikiju
- Udio uzoraka koji je sadržavao manje od 4 ppb: od 79% za brazilski orah do 100% za dječju hranu
- EFSA, 2013: različiti proizvodi od žitarica sadrže najviše 0,45 do 2,60 ppb zbroja aflatoksina





ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Food Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodcont



Annual and regional variations of aflatoxin B₁ levels seen in grains and feed coming from Croatian dairy farms over a 5-year period



Jelka Pleadin ^{a,*}, Ana Vulić ^a, Nina Perši ^a, Mario Škrivanko ^b, Brankica Capek ^c, Željko Cvetnić ^a

^a Croatian Veterinary Institute Zagreb, Savska143, 10000 Zagreb, Croatia

^b Croatian Veterinary Institute, Veterinary Institute Vinkovci, Josipa Kozarca 24, 32100 Vinkovci, Croatia

^c Ministry of Agriculture Republic of Croatia, Planinska 2a, 10000 Zagreb, Croatia

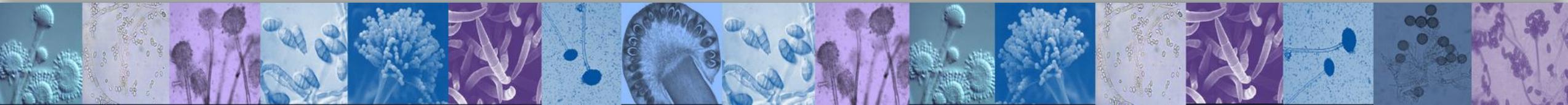
- 2013: 29% uzoraka stočnog kukuruza sadržavalo više AB₁ od dopuštene razine
- Najviša izmjerena koncentracija 100 puta viša (2000 ppb)



Aflatoksini



- EU: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine (za AB₁, za zbroj AB₁, AB₂, AG₁, AG₂, te za AM₁) za proizvode podložne kontaminaciji
od 0,025 ppb za AM₁ u hrani za dojenčad do 15 ppb za zbroj aflatoksina u kikirikiju
- Stočna hrana: Uredba EC (100/2003) za stočnu hranu
naročito hrana za mliječne životnje
- EC, 1997: najvišu dopuštenu koncentraciju AM₁ je premašilo samo 0,3% uzoraka mlijeka
- EFSA, 2007: 26% analiziranih uzoraka namirnica sadržavalo aflatoksine
najviše koncentracije u pistaciju, brazilskom orahu i kikirikiju
- Udio uzoraka koji je sadržavao manje od 4 ppb: od 79% za brazilski orah do 100% za dječju hranu
- EFSA, 2013: različiti proizvodi od žitarica sadrže najviše 0,45 do 2,60 ppb zbroja aflatoksina



Aflatoksini

- Ne određuje se sigurna doza unosa (TDI) jer su genotoksični karcinogeni
- JECFA, 1998: 0,3 slučaja raka godišnje na 100.000 ljudi za svaki ng/kg tj. t. kod osoba pozitivnih na virus hepatitisa B i 0,01 slučaja raka godišnje kod osoba negativnih na HBV
- EC, 1997: Unos AB₁ u EU od 0,03 – 1,3 ng/kg tj. t.



Ohratoksin A

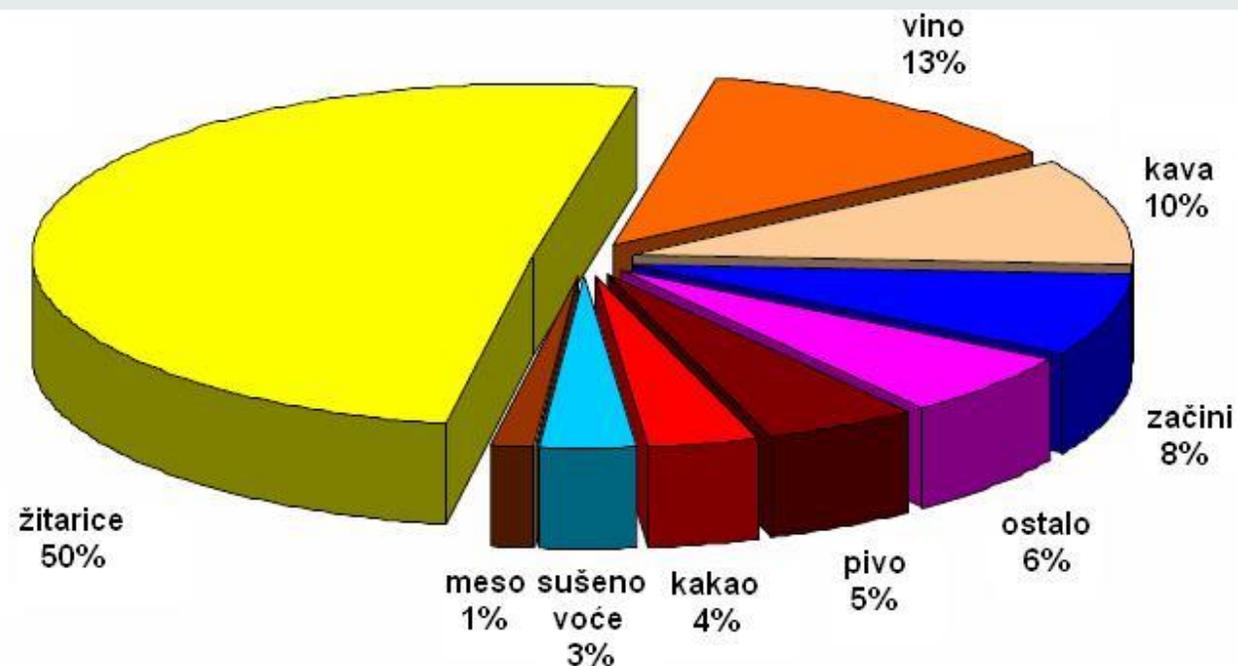
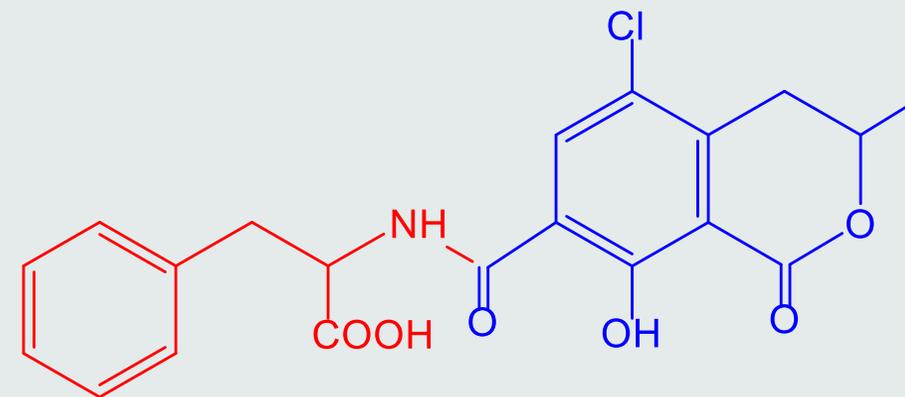
OTA, OTB, OTC, 4-OHOTA, OT α



- *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.
- Žitarice, kava, suho voće (grožđice), kikiriki, meso, iznutrice, pivo, vino, sok od grožđa



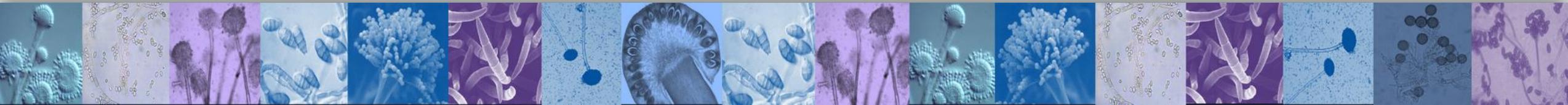
- Nefrotoksičan (BEN?)
- Karcinogen?



Ohratoksin A



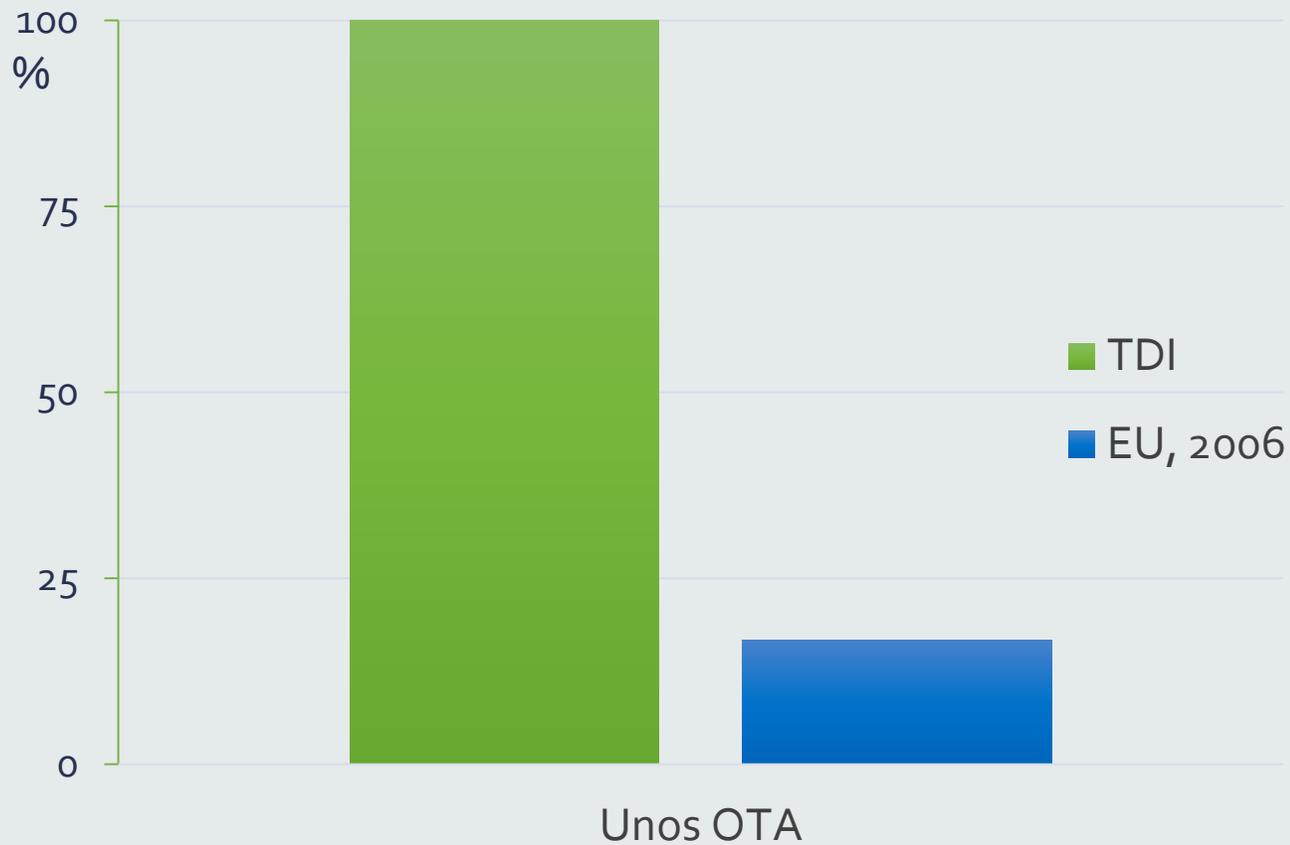
- EC: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine za niz osjetljivih proizvoda *od 0,5 ppb u hrani za dojenčad i djecu do 80 ppb u ekstraktu slatkog korijena*
- Stočna hrana: Preporuka EC (576/2006) za sirovine i stočnu hranu
- EC, 2002: pozitivno 55% uzoraka žitarica, 46% uzoraka kave, 39% uzoraka piva, 59% uzoraka vina, 74% uzoraka suhog voća
- EFSA, 2006: niske koncentracije u osjetljivim namirnicama *od 0,03 ppb u pivu do 0,55 ppb u soku od grožđa i 0,72 ppb u kavi*



Ohratoksin A



TDI za OTA = 18 ng/kg tj. t.
EU, 2006: 2 do 3 ng/kg tj. t.



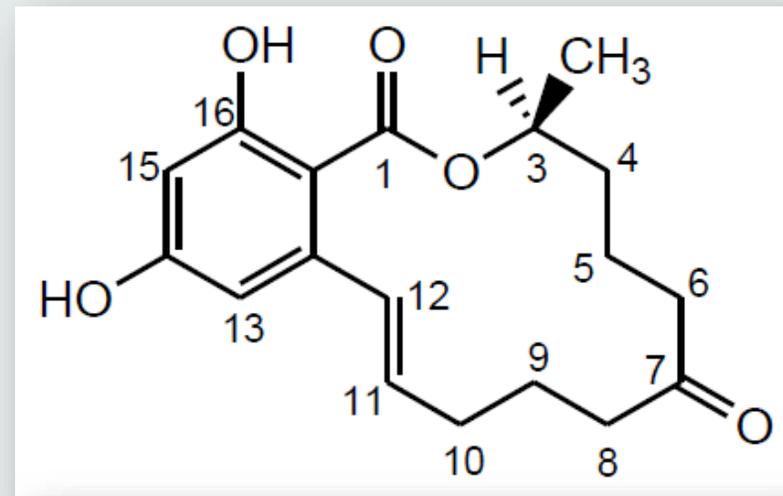
Zearalenon



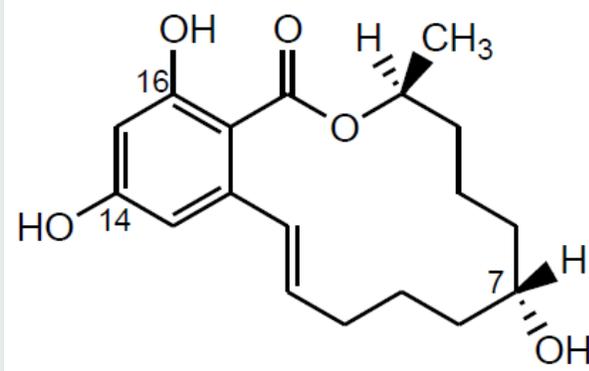
- *Fusarium* spp., naročito *F. graminearum*
- Žitarice (kukuruz), soja, brašno, slad, pivo, mlijeko



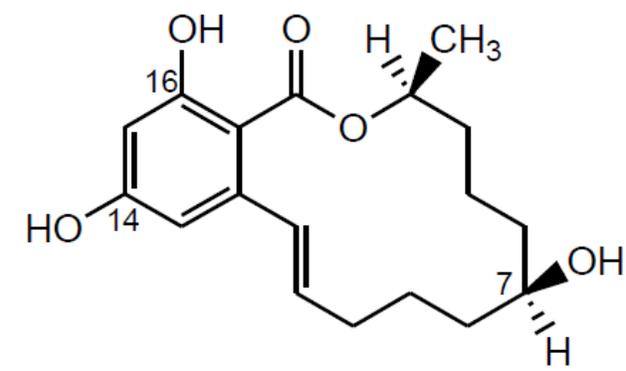
- Reproduktivna i razvojna toksičnost zbog estrogenog djelovanja



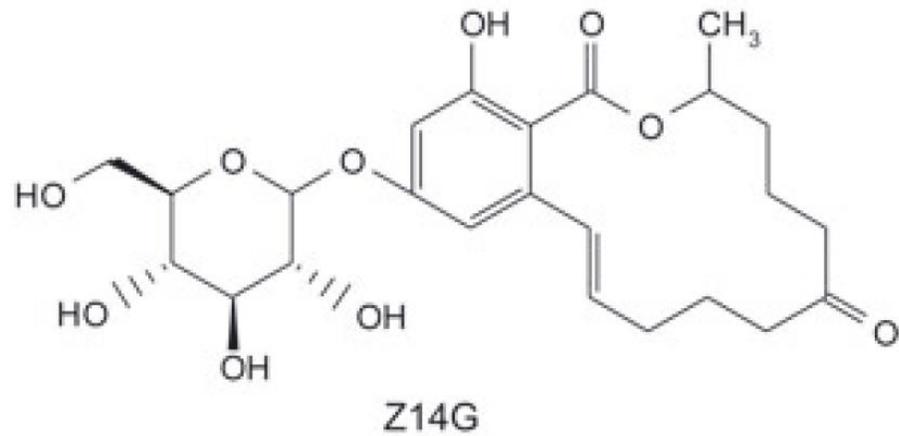
- Desetak modificiranih oblika zearalenola (ZEN):
 - α -zearalenol (α -ZEL),
 - β -zearalenol (β -ZEL),
 - zearalenol-14-glukozid (Z14G),
 - zearalenol-14-sulfat (Z14S),
 - itd.



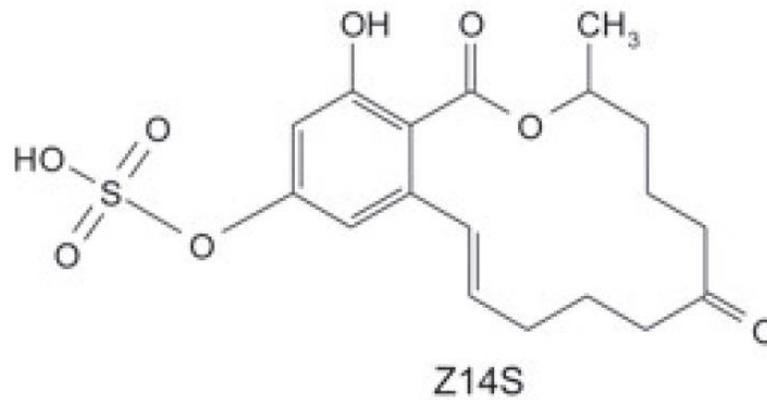
α -ZEL



β -ZEL

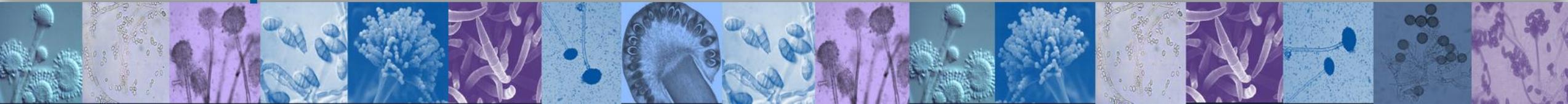


Z14G



Z14S

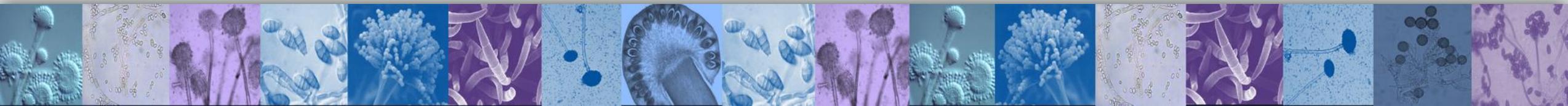
- EFSA, 2014: udio modificiranih oblika od 15 do 110% količine zearalenona
- Rangiranje metabolita prema estrogenom djelovanju (EFSA, 2016)
 - α -ZEL: 60 puta jače estrogeno djelovanje od zearalenona



Zearalenon



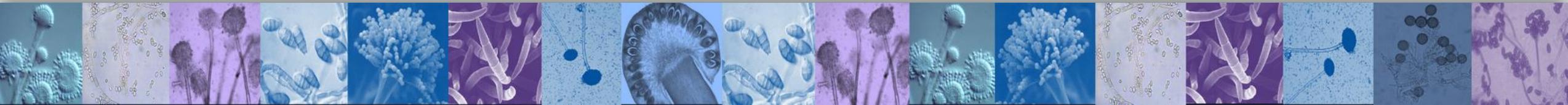
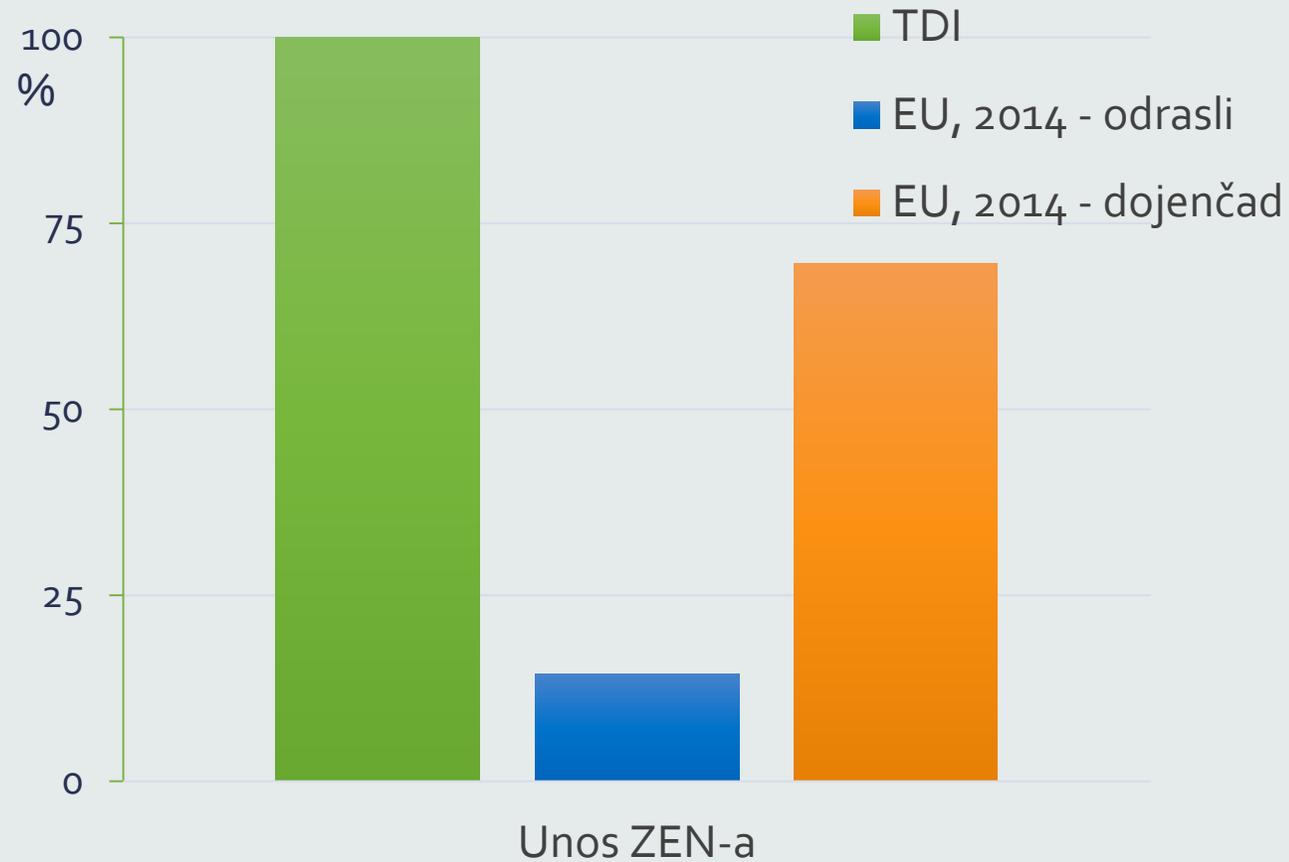
- EC: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine za niz osjetljivih proizvoda
od 20 ppb za dječju hranu do 400 ppb za ulje od kukuruznih klica
- Stočna hrana: Preporuka EC (576/2006) za sirovine i stočnu hranu
naročito hrana za svinje
- EFSA, 2016: ZEN detektiran u 80% uzoraka
- Prosječno 47 ppb zearalenona i otprilike dvostruko više metabolita u proizvodima od žitarica
najviše u kruhu s dodatkom vlakana i mekinja te u žitaricama za doručak



Zearalenon

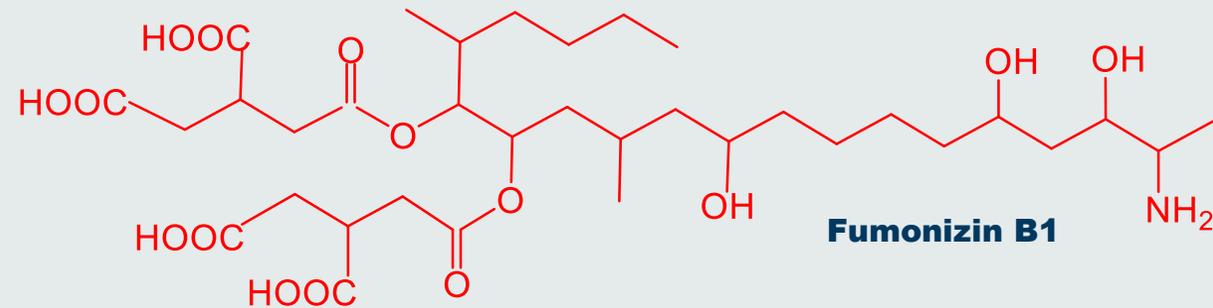


Grupni TDI za ZEN i metabolite
= 250 ng/kg tj. t.
EU, 2014: 36 ng/kg tj. t. za odrasle i
174 ng/kg tj. t. za dojenčad



Fumonizini

FB₁, FB₂, FB₃, FB₄



- *Fusarium* spp., naročito *F. verticillioides*
- Kukuruz, pšenica

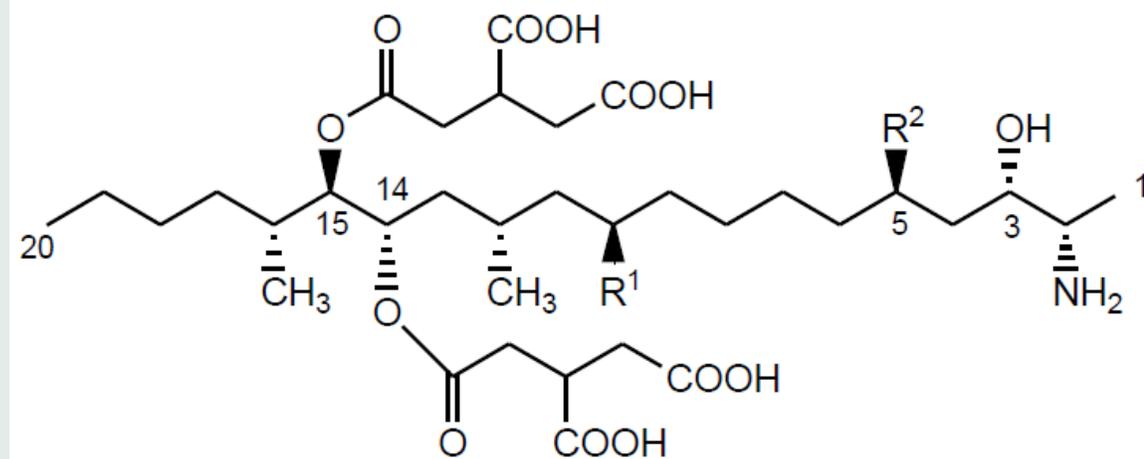


- Akutno trovanje: 'konjsko ludilo' i svinjski pulmonarni edem
- Epidemiološke studije: rak jednjaka i defekti neuralne tube



Fumonizini

- Fumonizini (FB₁, FB₂, FB₃, FB₄) mogu biti zarobljeni u strukturi bjelančevina ili škroba zrna ili se za njih kovalentno vezati
- Velik broj produkata, naročito kod termičke obrade
- Hidrolizom makromolekula se oslobađaju djelomično ili potpuno hidrolizirani fumonizini



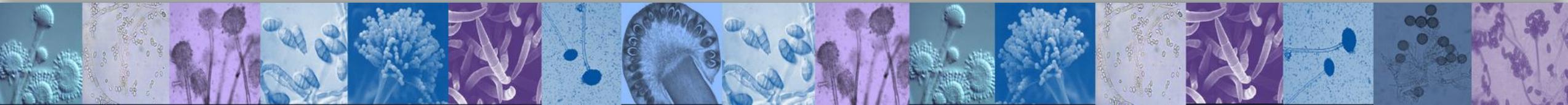
FB₁: R¹ = OH; R² = OH

FB₂: R¹ = H; R² = OH

FB₃: R¹ = OH; R² = H

FB₄: R¹ = H; R² = H

- EFSA, 2014: udio zarobljenih fumonizina je otprilike jednak razini slobodnih fumonizina
- Vrlo male količine kovalentno vezanih fumonizina



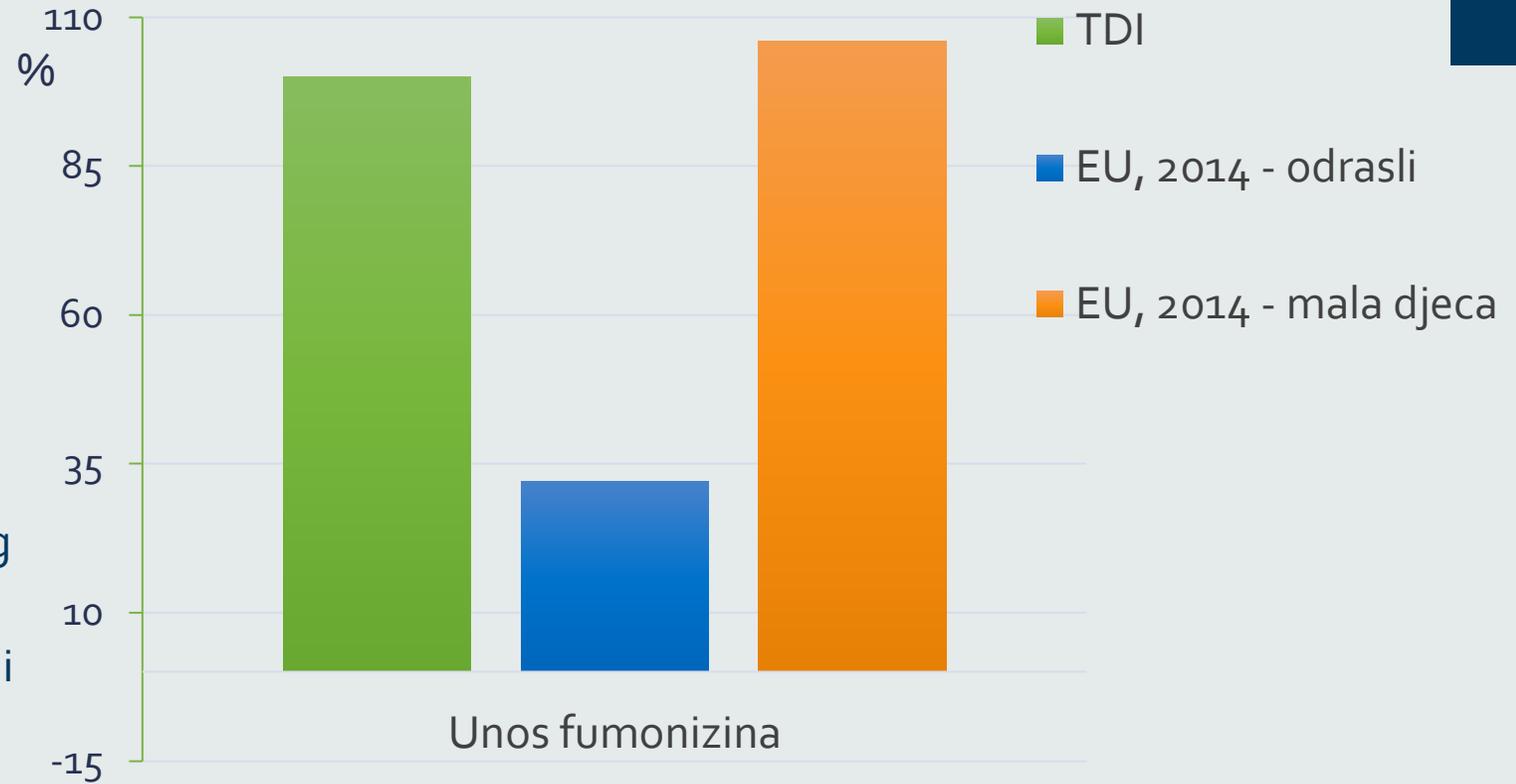
Fumonizini



- EC: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine za niz osjetljivih proizvoda *od 200 ppb u hrani za dojenčad i djecu do 4000 ppb za neprerađeni kukuruz*
- Stočna hrana: Preporuka EC (576/2006) za sirovine i stočnu hranu *najniže vrijednosti za hranu za svinje, konje i kuniće*
- EC, 2003: FB₁, FB₂ i FB₃ detektirani u 46%, 42%, odnosno 36% uzoraka žitarica *najviše koncentracije u kukuruzu, do 10200 ppb*

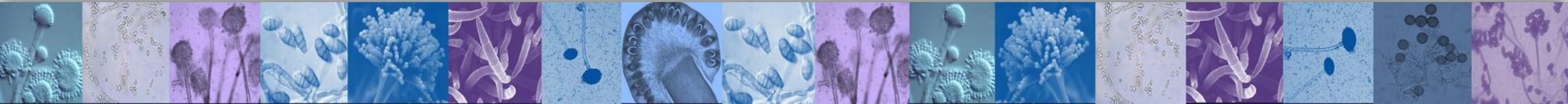


Fumonizini



PMTDI za zbroj fumonizina = $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ tj. t.

EU, 2014: $0,64 \mu\text{g}/\text{kg}$ tj. t. za odrasle i $2,12 \mu\text{g}/\text{kg}$ tj. t. za malu djecu



Patulin



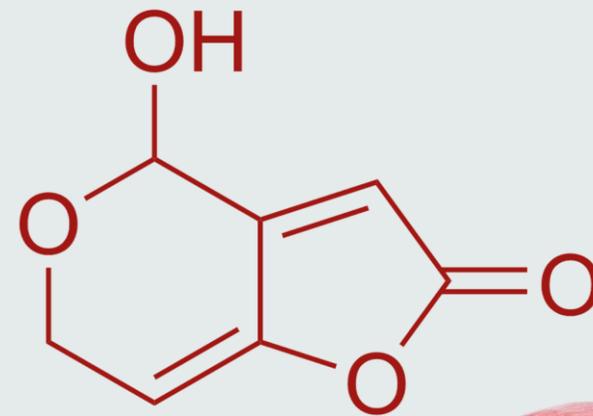
- *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Byssochlamys* spp.
- Jabuke i proizvodi (sokovi, kašice), sokovi od krušaka i grožđa



- Slab genotoksin
- Nema dokaza karcinogenog djelovanja



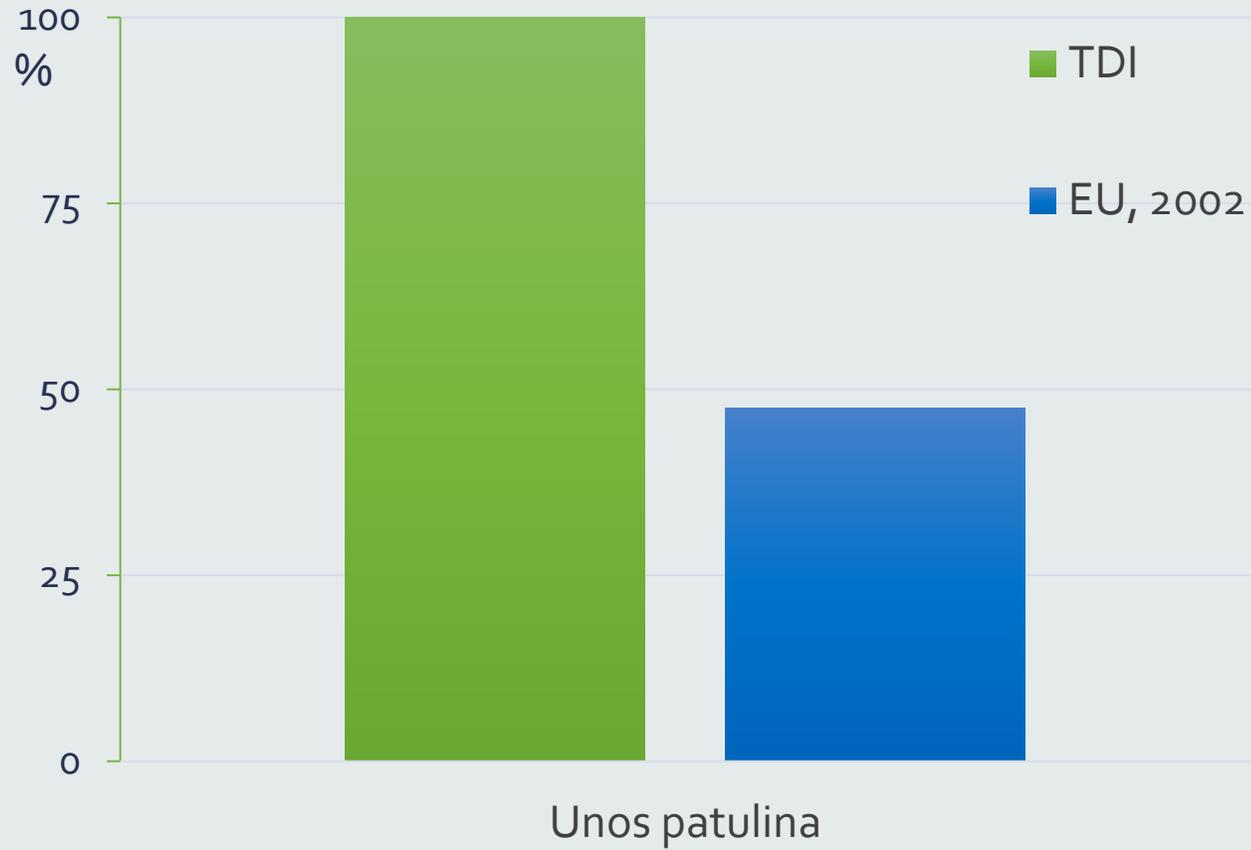
- EC: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše dopuštene razine za niz osjetljivih proizvoda
od 10 ppb u hrani za dojenčad i djecu do 50 ppb za voćne sokove
- EC, 2002: samo 2,4% proizvoda je sadržavalo više od 50 ppb



Patulin



PMTDI = 0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tj. t.
EU, 2002: 0,19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tj. t. za velike konzumente



Citrinin



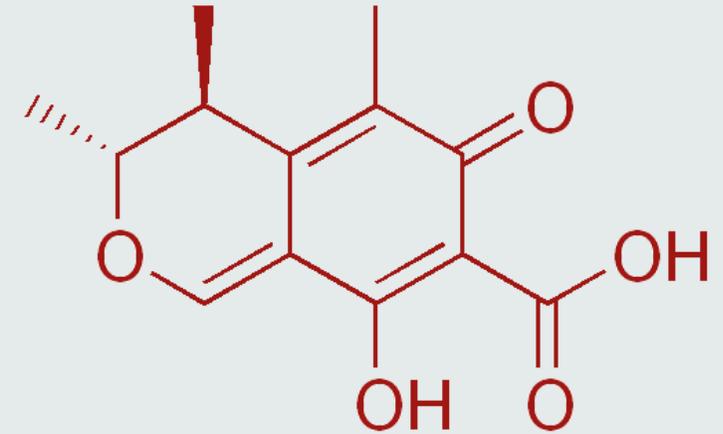
- *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Monascus* spp.
- Žitarice, riža fermentirana crvenim kvascem, grah, voće, ljekovite biljke, začini



- Nefrotoksičan



- EC: Uredba br. 1881/2006 propisuje najviše 2000 ppb za suplemente na osnovi riže fermentirane crvenim kvascem
- EFSA, 2012: žitarice do 420 ppb, ostale namirnice do 355 ppb
- TDI nije određen, nego razina koja neće dovesti do nefrotoksičnosti: 0,2 µg/kg tj. t. na dan

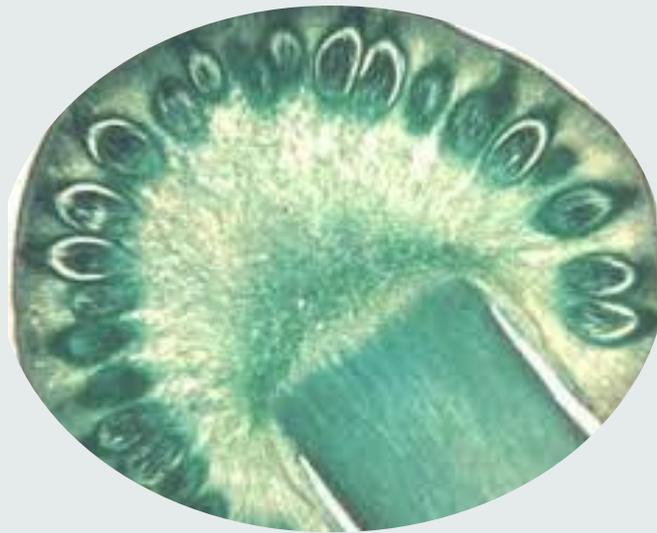


ERGOT ALKALOIDI



ERGOCORNINE
ERGOCRISTINE
ERGOCRYPTINE
ERGOMETRINE
ERGOSINE
ERGOTAMINE

- *Claviceps purpurea*
- *Claviceps paspali*
- *Claviceps africana*
- *Claviceps fusiformis*
- *Claviceps cyperi*



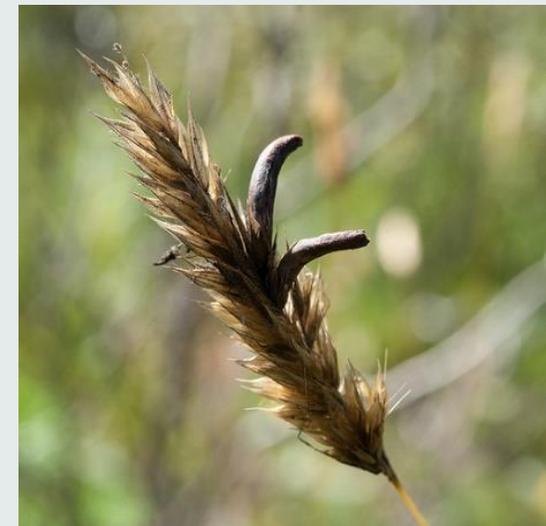
RAŽENA GLAVICA

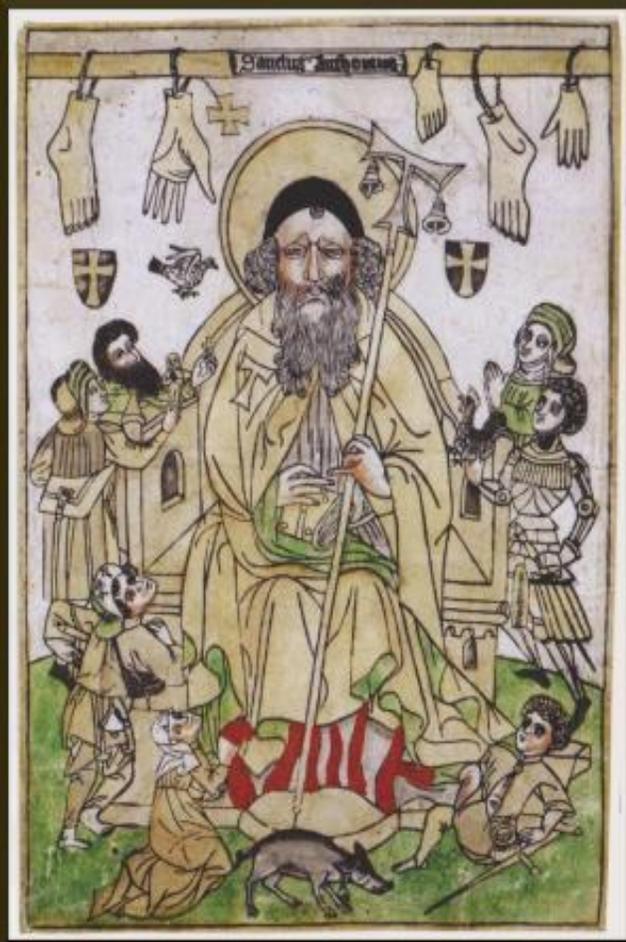
ERGOT ili SKLEROCIJ – masa očvrsnutog micelija

Spore u kontaktu sa tučkom stvaraju nakupine hifa koje čine sklerocij

- 20°C
- svjež, vlažno proljeće

Proizvodi ergot alkaloidne





U srednjem vijeku kontaminirana raž je bila glavni uzrok halucinogenog efekta pod nazivom „Muka Sv. Antuna“ ili „Sveta vatra“ („St Anthony`s fire“)

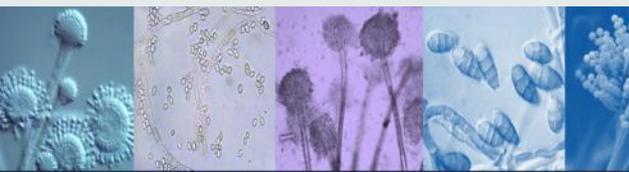
→ halucinacije, osjećaj gorenja kože, osjećaj gmizanja kukaca pod kožom

→ gangrena, gubitak udova

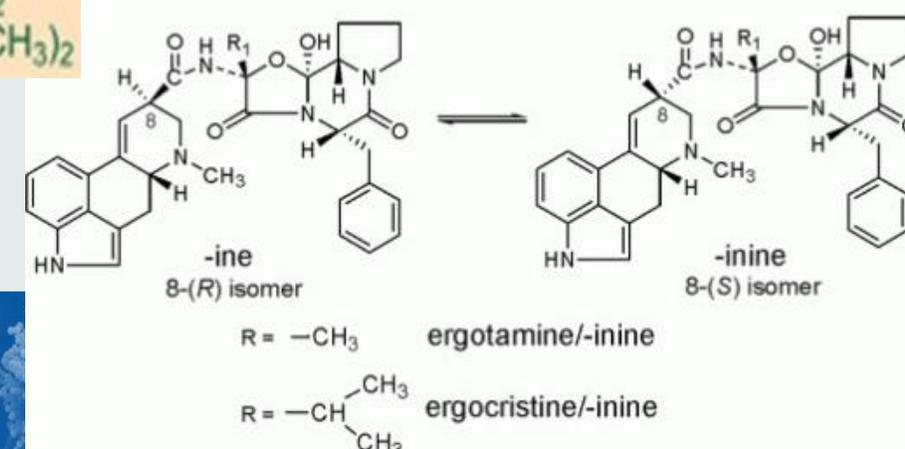
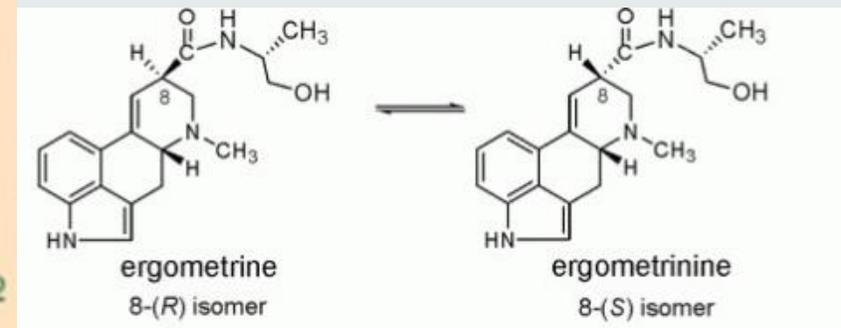
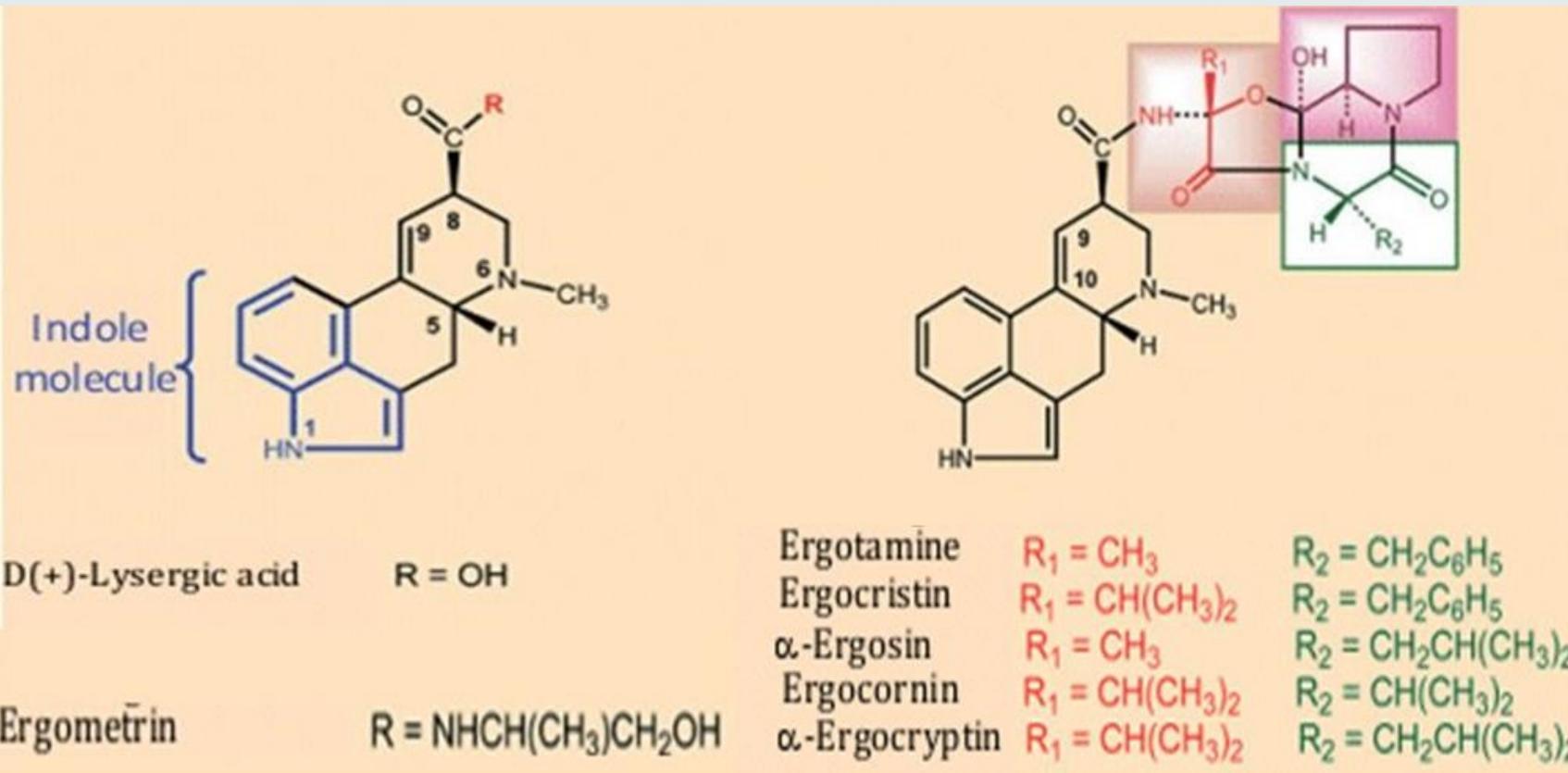
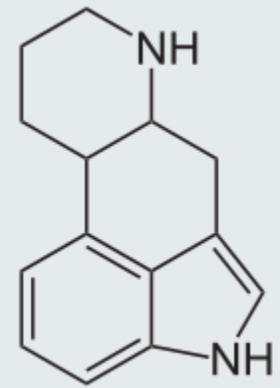


Lov na vještice u Salemu

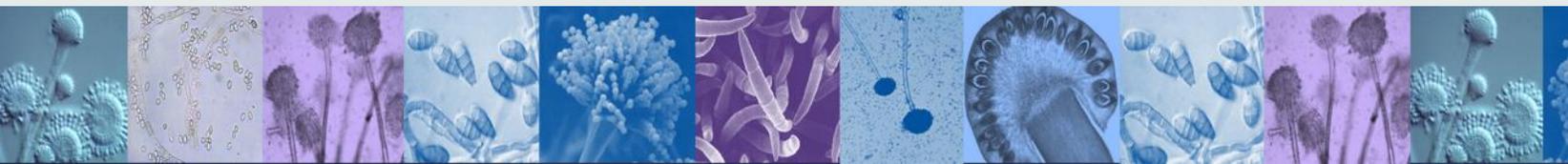
→ grčenje, manično ponašanje, ošamućenost, nemogućnost govora, različite vrste paraliza i tremora



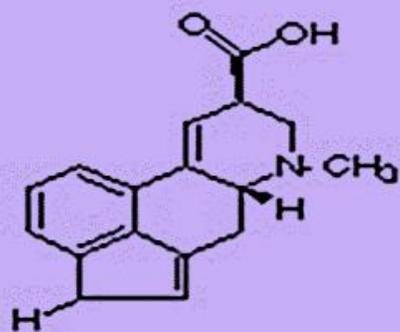
- Svi ergot alkaloidi imaju osnovnu tetracikličku strukturu → ERGOLIN



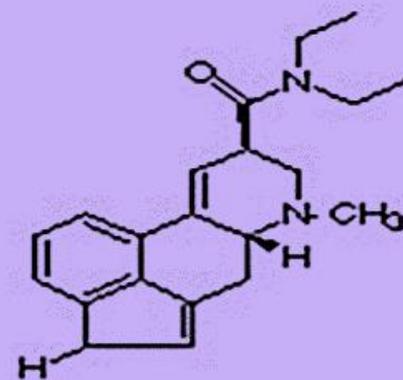
Najzastupljeniji ergot alkaloidi i njihovi -inin epimeri



Sinteza LSD-a
(Lysergic acid diethylamide)



Lysergic acid



Lysergic acid diethylamide
LSD

- Većina ergot alkaloida pokazuje slično djelovanje, ali se razlikuju u toksičnosti
- Djeluju na živčani sustav
- Djeluju na neurotransmiterne receptore, inhibiraju alfa i beta adrenergičke receptore
- Ergopeptidi djeluju kao agonisti za dopamin
- Reduciraju razinu prolaktina

- Simptomi:
 - Gubitak apetita, hipernervoza, gangrena, reproduktivni poremećaji, halucinacije



Posljednji veliki slučaj gangrene uzrokovane ergotizmom → Etiopija 1977-78 → **140** oboljelih, smrtnost **34%**



Alternaria mikotoksini

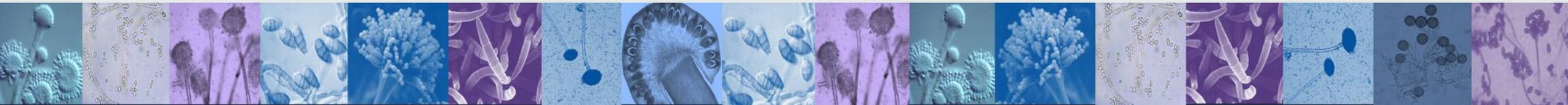
TENUAZONIČNA KISELINA

ALTERNARIOL

ALTERNARIOL MONOMETIL ETER

ALBERTOKSIN I, II, III

ALTENUEN



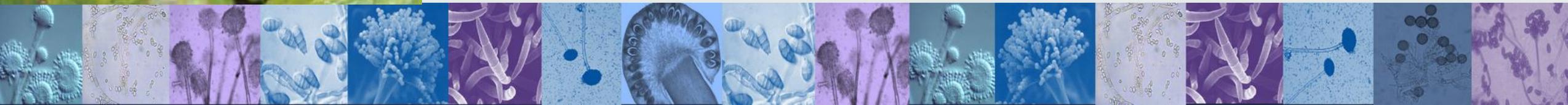
- ***Alternaria alternata***
- *Alternaria solani*
- *Pyricularia oryzae*
- *Alternaria tenuissima*

Optimalna temperatura → 25°C
min 2°C max 32°C

Optimalan pH 4-5,4
min pH 2,7 max pH 8,0



- Patogeni i saprofiti, često se nalaze na mrtvoj organskoj tvari
- Uzrokuju kvarenje u polju, nakon žetve i tijekom skladištenja usprkos kontroliranim uvjetima
- Spore su visoko alergene prilikom udisanja
- Proizvode velik broj sekundarnih metabolita, mikotoksina i fitotoksina





Najveće koncentracije AOH, AME, TeA i TEN nađene su u sjemenkama suncokreta

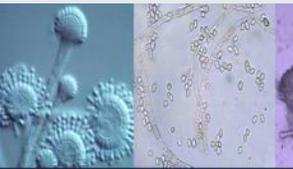
- Žitarice i proizvodi od žitarica
- Rajčice i proizvodi od rajčice
- Sjemenke i ulje suncokreta
- Voće i proizvodi od voća



- Masline
- Papar
- Pivo
- Vino

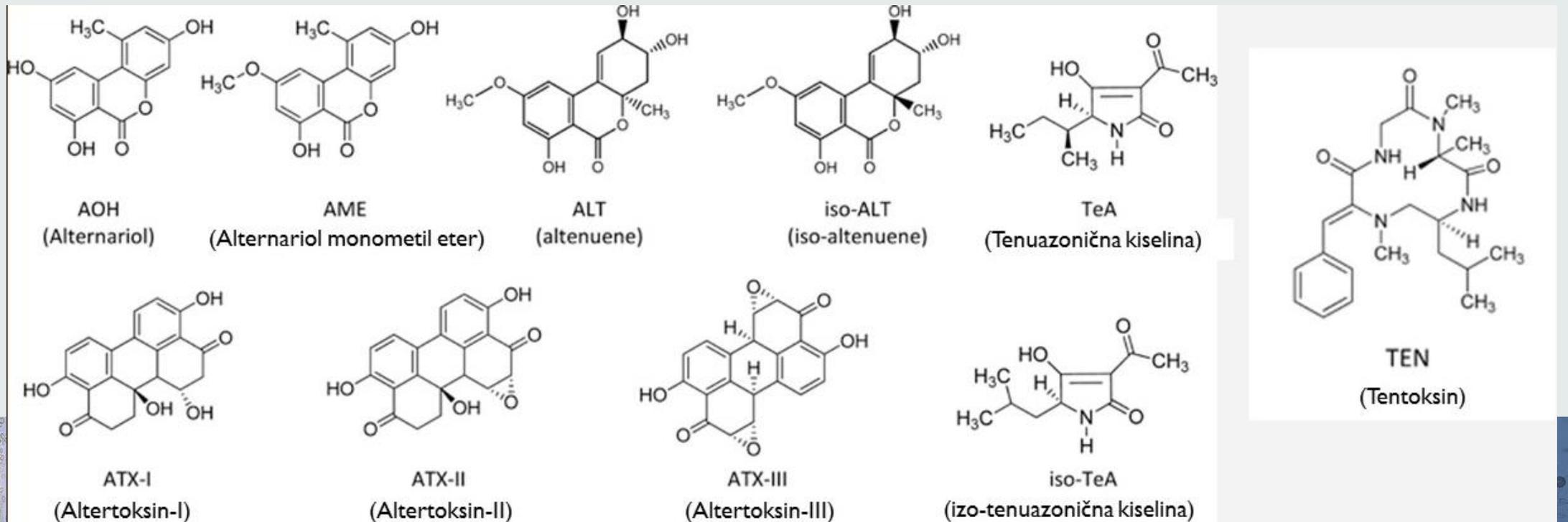


- Tlo
- Zidovi
- Tekstil



3 različite strukturne grupe:

- Dibenzopiron derivati → alternariol (AOH)
alternariol monometil eter (AME)
altenuen (ALT)
- Perilen derivati → alvertoksin I i II (ATX I, II)
- Derivati tetramične kiseline → tenuazonična kiselina (TeA)
izo-tenuazonična kiselina (izo-TeA)



TENUAZONIČNA KISELINA

Produkt primarnog metabolizma plijesni

Pokazuje najveću akutnu toksičnost u odnosu na ostale *Alternaria* mikotoksine

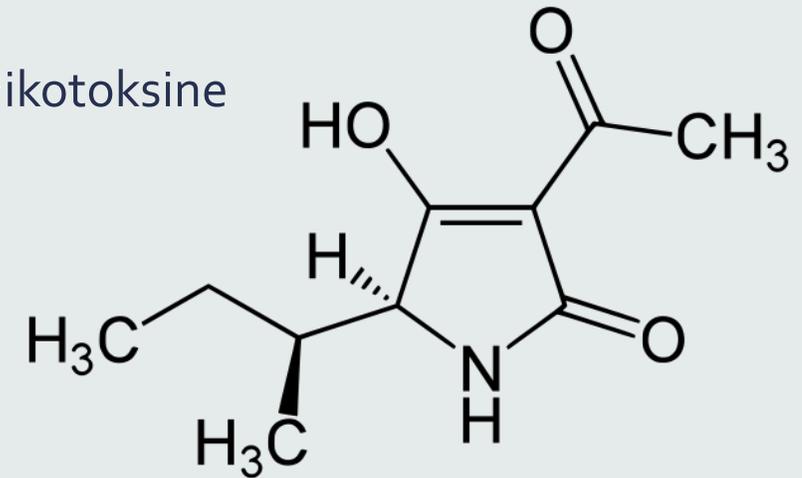
Dva puta manja toksičnost nego DON

Inhibira aktivnost ribosoma

Inhibira metabolizam lipida

Uzrokuje odumiranje stanica bubrega

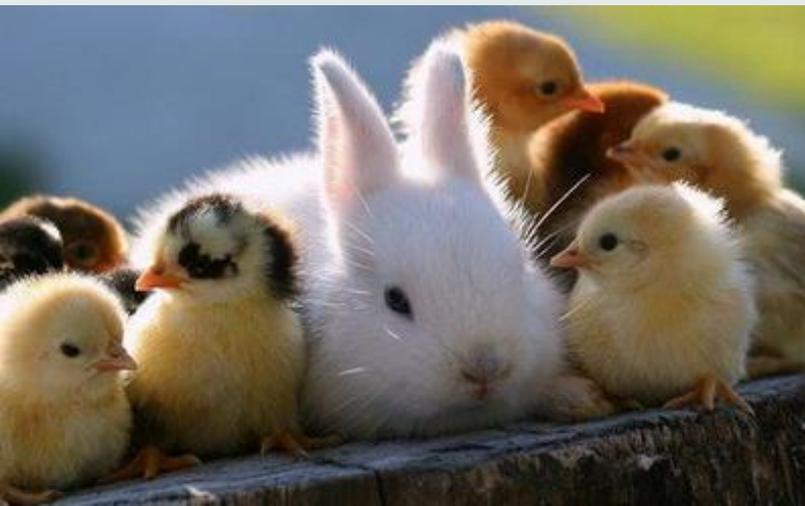
Uzrokuje nekrozu jetre i bubrega



Posljedice: poremećaji živčanog i probavnog sustava, hipersalivacija, povraćanje, anoreksija

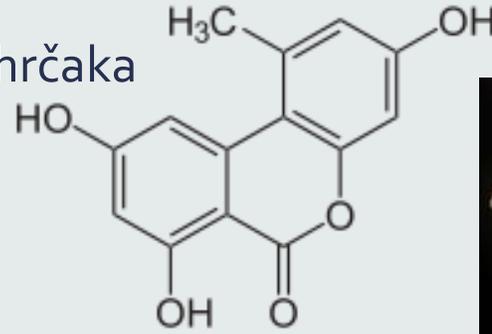
- smanjen rast i razvoj životinja

Uzrok je smrti zečeva i peradi hranjenih kontaminiranom hranom



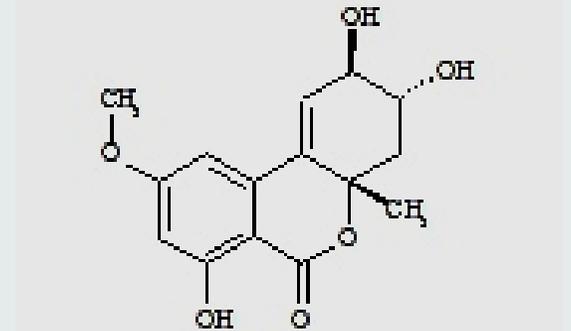
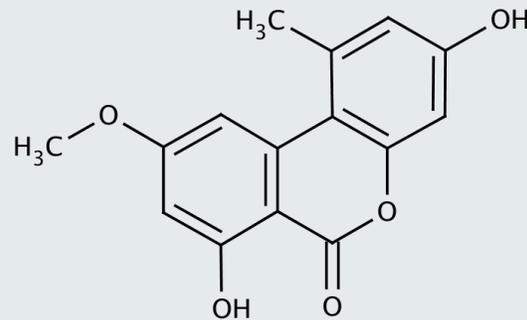
ALTERNARIOL (AOH)

- citotoksično i mutageno djelovanje na bakterije i stanice sisavaca
- fetotoksično i teratogeno djelovanje kod miševa i hrčaka
- najosjetljiviji su perad i svinje



ALTERNARIOL MONOMETIL ETER (AME)

- pokazuje vrlo slabu akutnu toksičnost
- prilikom dužeg izlaganja može djelovati nekrotično, fetotoksično, mutageno
- moguće **kancerogeno** djelovanje



ALTENUEN (ALT)

- kao čista komponenta ne pokazuje toksičnost ili pokazuje vrlo slabu toksičnost



Fusarium mikotoksini o kojima se nedovoljno zna

ENIATINI

BOVERICIN

MONILIFORMIN

KULMORIN





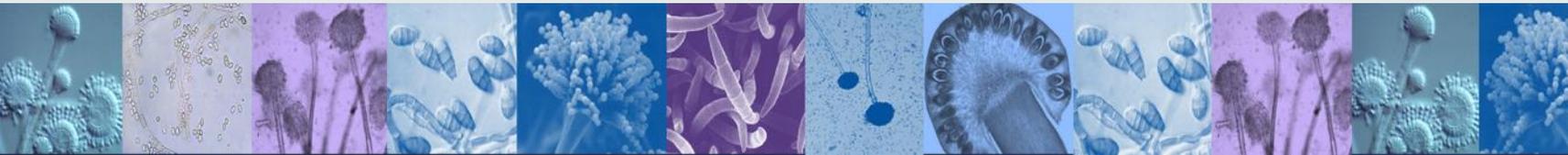
Smatrani su manje važnima obzirom da ne pokazuju akutnu toksičnost

Nema mnogo dostupnih podataka

Kasno su otkriveni



- Zbog velike pojavnosti postavlja se pitanje **sinergističkog djelovanja** s drugim mikotoksinima



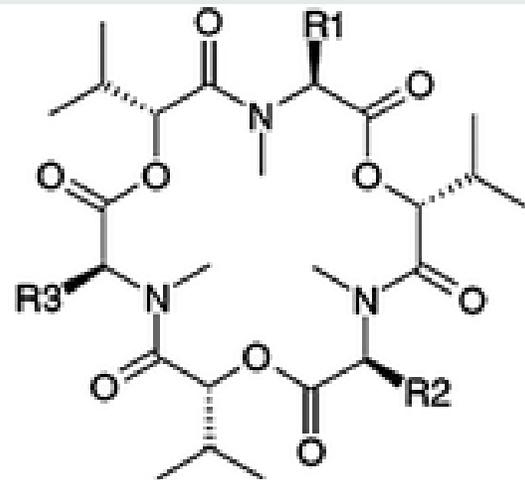
ENIATINI (ENN)

A, A₁, B, B₁, B₂, B₃



- *Fusarium spp.*, *Alternaria*, *Verticillium*

- Obitelj od 28 srodnih komponenata koje su izolirane kao pojedinačni spoj ili smjesa nerazdvojivih homologa



- toksični su za insekte i biljke

- pojavljuju se kod infekcije krumpira sa *F. avenaceum*

- nisu zabilježeni slučajevi mikotoksikoza

Ciklički heksapeptidi s tri d-2 hidrosikarbocikličke kiseline i ostataka N-metilamino kiselina naizmjenično vezane

Uzrok njihove toksičnosti najvjerojatnije je sposobnost tvorbe kompleksnih spojeva sa K⁺ ionima

Enniatin	R1	R2	R3
A	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃
A ₁	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃) ₂
B	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃) ₂
B ₁	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃) ₂	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃



MONILIFORMIN

F. avenaceum, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*, *F. fujikuroi*

Žitarice

Snažna kiselina

Inhibira piruvat dehidrogenazu → **ometa glukoneogenezu**

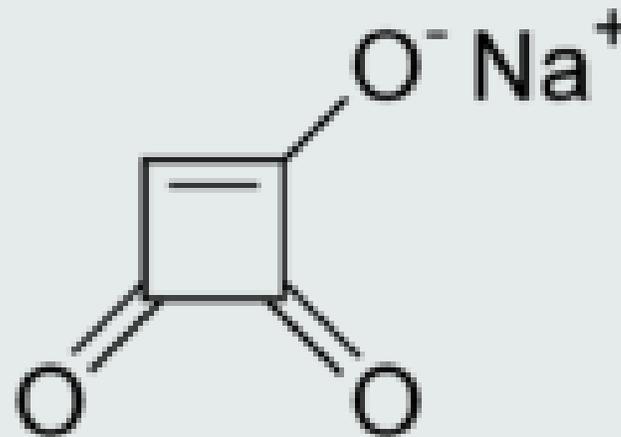
Ometa proces staničnog disanja

Uzrokuje krvarenje unutarnjih organa

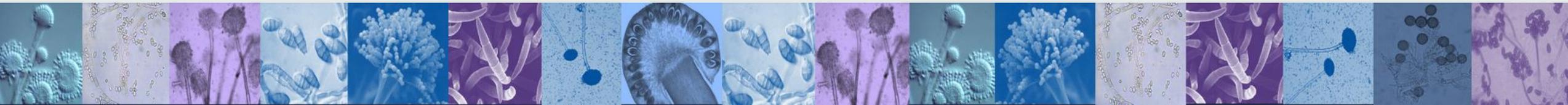
Djeluje na imuni sustav

Povećava osjetljivost na infekcije, uzrokuje slabost mišića, te kardiovaskularne i respiratorne poremećaje

Perad → srčane bolesti, redukcija rasta, povećana smrtnost



Kuna → sisavac najosjetljiviji na djelovanje MON-a



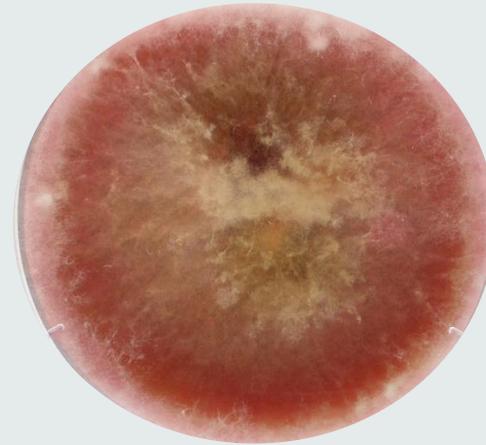
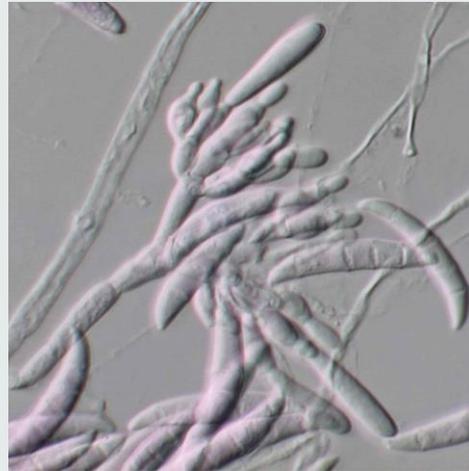
Kulmorin

KULMORIN

5- HIDROKSI KULMORIN

15- HIDROSKI KULMORIN

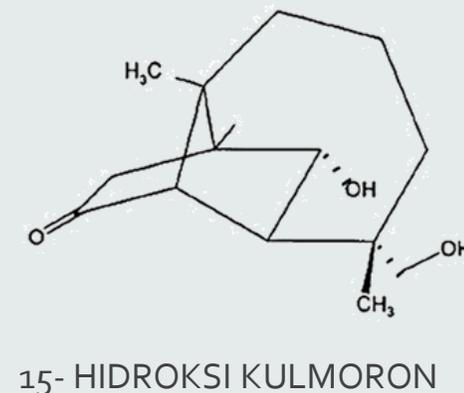
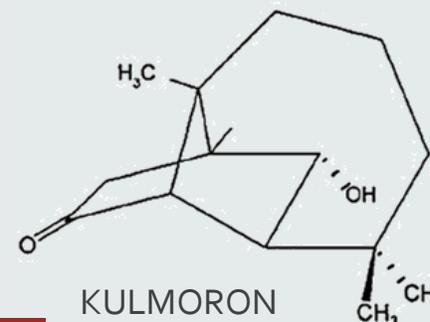
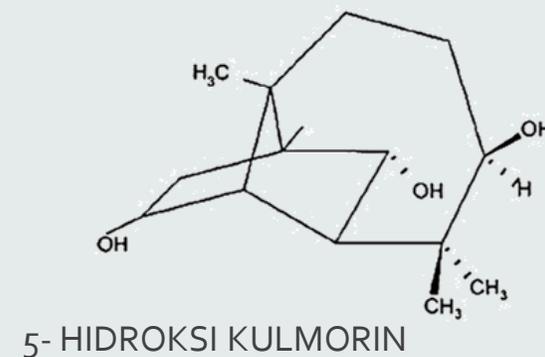
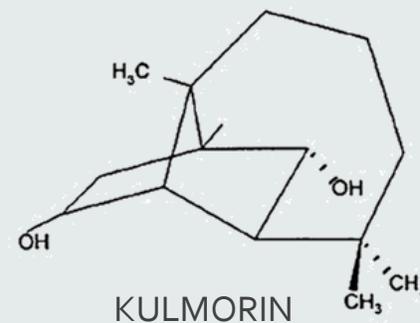
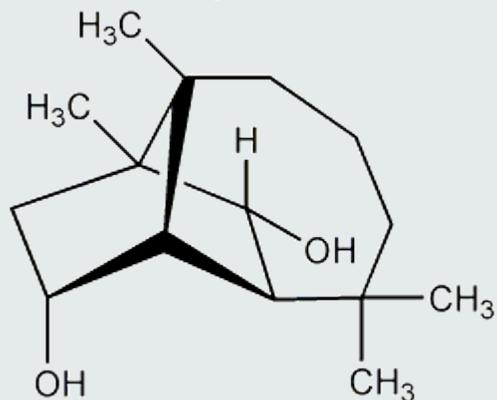
15- HIDROKSI KULMORON



KULMORIN

Fusarium culmorum, *Fusarium graminearum*, *Fusarium cerealis*

Seskviterpen diol



Vrste *Fusarium* plijesni koje proizvode kulmorin proizvode

i njemu srodne spojeve:

- ❖ 5- hidroksi kulmorin
- ❖ 15- hidroksi kulmorin
- ❖ kulmoron
- ❖ 15-hidroksi kulmoron

Kulmorin i njemu srodni spojevi pojavljuju se uz trihotecene, a raspon koncentracija je proporcionalan koncentraciji DON-a zbog čega može doprinjeti povećanju toksičnosti DON-a.

Sinergijsko djelovanje sa DON-om

**Vrlo mala toksičnost za ljude i životinje
Antifugalno djelovanje
Fitotoksičan u visokim koncentracijama
Potiče na pojačanu konzumaciju hrane kod životinja i debljanje**



Suzbijanje prisustva mikotoksina u hrani



Predžetvene mjere

Uzgoj otpornih sorti

križanjem ili genetičkim
inženjeringom

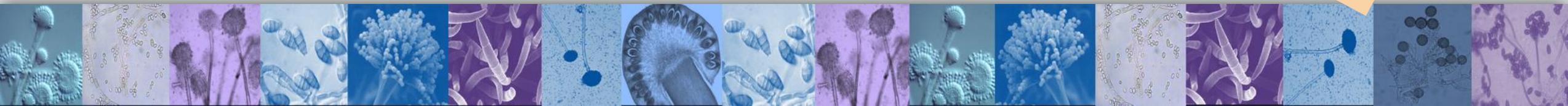
Agrotehničke mjere

rotacija kultura

zaorati ostatke uroda

nadzor kukaca

tempiranje sadnje/sjetve
tretman umjetnim gnojivima, i dr.



Žetvene mjere

Provedba

tempirati u vrijeme niske
vlažnosti

izbjegavati mehanička oštećenja
zrna/ploda

transportna sredstva

Postupci prije skladištenja

sušenje

prečišćavanje



Posliježetvene mjere

Održavanje
vlage i
temperature

Nadzor rasta
plijesni

primjena pesticida

primjena konzervansa

primjena gama zračenja



Dekontaminacija

Fizikalne metode

- prosijavanje
- frakcioniranje zrna
- sortiranje po boji, težini, gustoći
- vlažna meljava
- termička obrada
- tretman mikrovalovima
- dodatak adsorbensa

Kemijske metode

- nikstamalizacija
- amonijacija
- tretman bisulfitom
- tretman s H_2O_2 i Na_2CO_3

Biološke metode

- dodatak enzima
- dodatak mikroorganizama



Mycofix®

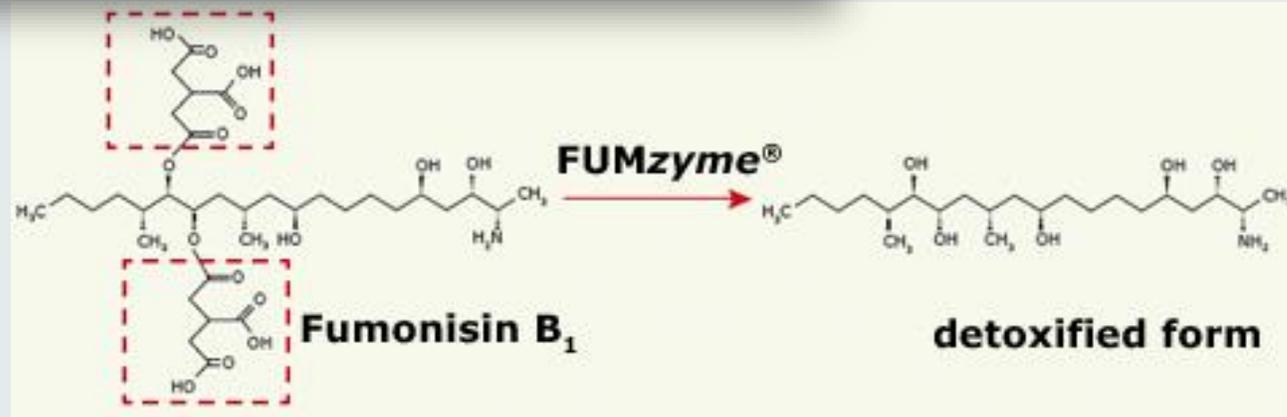
EU REGISTERED*

*Regulation (EU) No 1060/2013

Proven protection

... throughout the entire production cycle.

Biomin®



Fumonizini ---> **enzim fumonizin esteraza iz kvasca *Komagataella pastoris***

Ohratoksin A i zearalenon ---> ***Trichosporon mycotoxinivorans***

Trihoteceni ---> ***Eubacterium BBSH 797***

Aflatoksini ---> **adsorbens (bentonit)**





POJAVNOST MIKOTOKSINA U HRVATSKIM ŽITARICAMA
CroMycoScreen HR 3.3.01-0274

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK
Republika Hrvatska • CROATIA



Josip Juraj Strossmayer University of Osijek • FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY OSIJEK
31000 Osijek, Franje Kuhača 20 • centrala 031 224 300 • telefax 031 207 115 • studentska služba 031 224 331
E-mail: office@ptfos.hr • URL: <http://www.ptfos.hr> • OIB: 98371000897 • IBAN HR17 2500 0091 1020 1714 2

TrainMiC
Training in Metrology in Chemistry



TrainMiC

meets



CroMycoScreen

