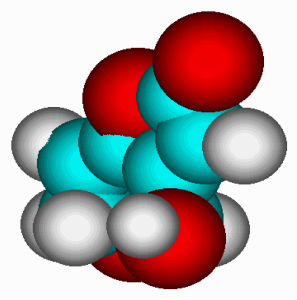
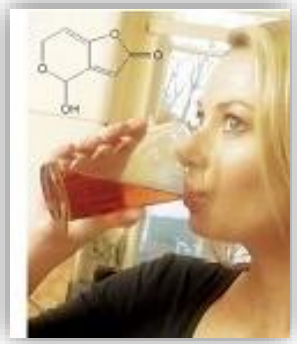
Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

68.Ročník ovocnářských dnů, ALDIS HK, 13.-14.1. 2026

# Plísně, mykotoxiny a jejich význam pro veřejné zdraví

**Moto:** ***Felix, qui potuit rerum cognoscere causas*:** Šťasten, komu se dostalo poznání příčiny věcí (Vergilius)





**František Malíř[1] – Jakub Toman[1] – Darina Picková[1] – *Vladimír Ostrý[2]**

[1]Univerzita Hradec Králové, Katedra biologie

*dříve, [2]Státní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin

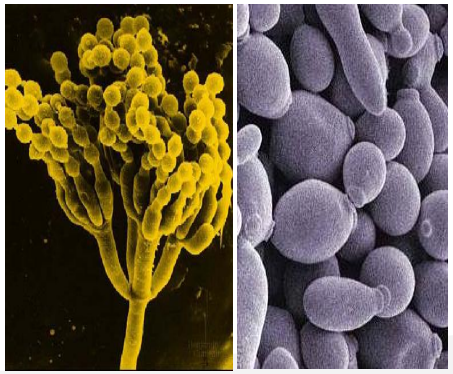
frantisek.malir@uhk.cz


© František Malíř 2026

# Charakterizace hub

- Říše Houby (Fungi)
- Makroskopické houby
- Houby

- Mikroskopické houby
- Plísně
- Kvasinky
- Kvasinkám podobné mikroorganismy

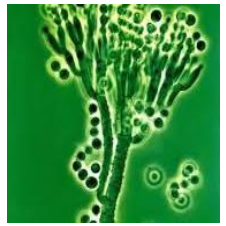


# Plísně

- *Aspergillus*

- *Alternaria*

- *Penicillium*



- *Claviceps*

- *Fusarium*

- *Stachybotrys*

Mykotoxiny jsou produkovány plísněmi, tj. vláknitými mikroskopickými toxinogenními druhy hub **především** těchto rodů (viz obr.), ale jsou produkovány **i ve všech** taxonomických skupinách vláknitých hub a **u zeleniny a ovoce pak především plísněmi rodu:** ***Aspergillus, Penicillium, Alternaria***

# Plísně a okolí

- Jsou všudypřítomné, vyskytují se na celém světě a díky svému enzymatickému vybavení jsou přizpůsobivé ke kontaminaci téměř jakéhokoli substrátu
- Jejich spory se nacházejí ve vzduchu, vodě, půdě, na povrchu živých i mrtvých organismů a předmětů
- Toxinogenní vláknité houby: schopnost produkovat – mykotoxiny za určitých vhodných podmínek
- Plísně rostou na obilovinách, luskovinách, olejninách, ovoci, zelenině a řadě dalších plodin
- Dosud bylo popsáno: >100 000 druhů vláknitých hub, ale odhaduje se, že jich může být více než 5,1 milionu druhů*

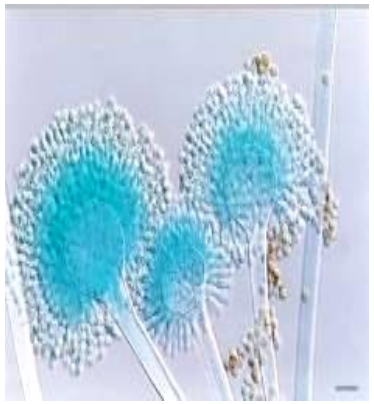
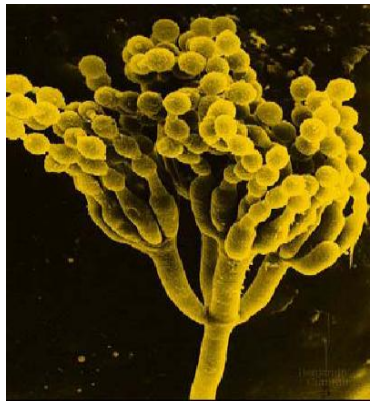
*Purdue University, Indianopolis, USA, 2022

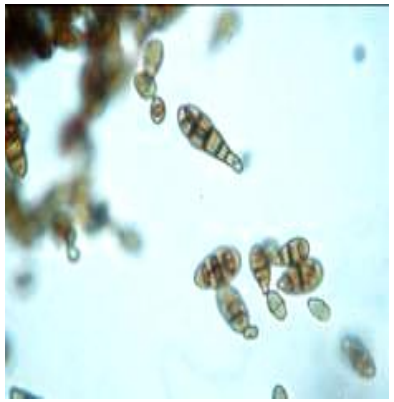
Onychomykoza

Plíseň na plavkách

Plíseň na etiketě

# Charakteristika plísní



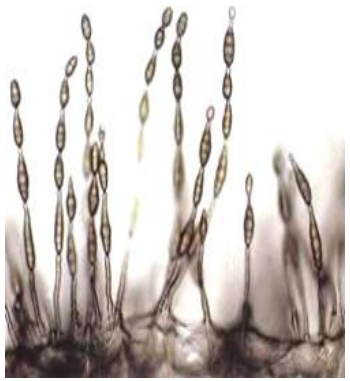
- ✓ >120 druhů plísní v potravinách

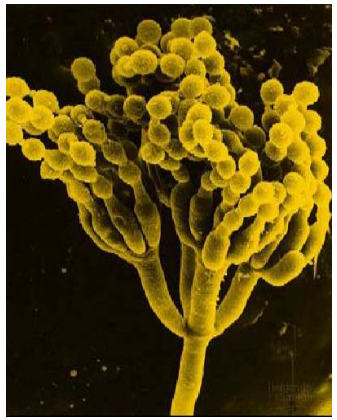
# Charakteristika plísní

- Saprobní formy plísní - rozkladači (dekompozitoři)
- Patogenní formy plísní - mykózy
- Toxinogenní plísně - mykotoxiny

# Charakteristika plísní

- Plísně polní





- Plísně skladištní

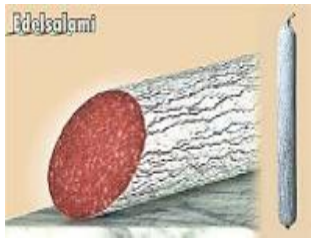
Ale díky globálnímu oteplování toto dělení již ztrácí smysl

# Identifikace nebezpečnosti plísní v potravinách

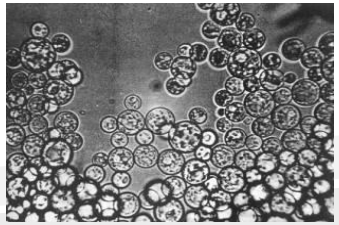
- Jsou plísně v potravinách nebezpečné ?!

Argument : Ne

Plísně jako „startovací kultury“
Historie bezpečného používání




Argument : Ano ! Dieta : Střevní mukormykóza



NICHOL, P.F. et al. Perforation of the appendix from intestinal mucormycosis in a neonate. *Journal of Pediatric Surgery,* 2004, **39** (7):1133-5. https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2004.03.068

# Chleba a plísně

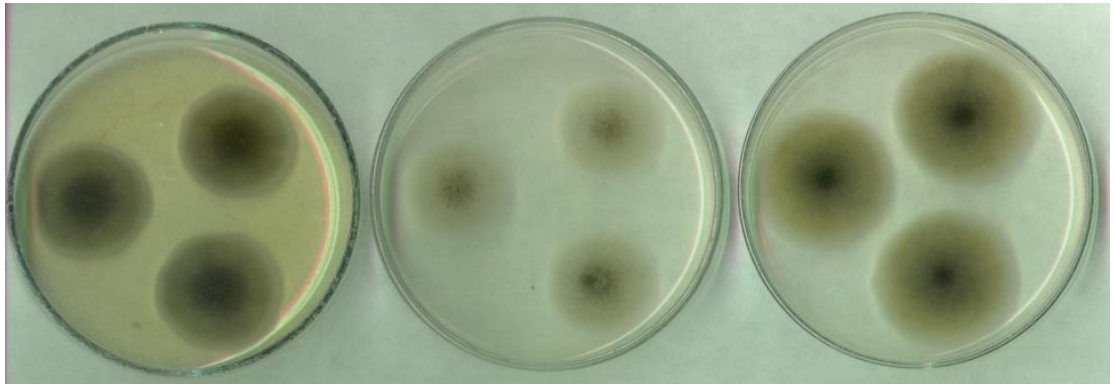
# Salám a plísně

***Penicillium nordicum*** a **ochratoxin A**

# Hrozny a plísně

***Aspergillus carbonarius*** a **ochratoxin A**

# Rajčata a plísně



Plísně *Alternaria* a Alternariové mykotoxiny

# Vlašské ořechy a plísně

***Penicillium crustosum*** a **penitrem A**

# Fazole a plísně

***Aspergillus carbonarius*** a **ochratoxin A**

# Mrkev a plísně

***Alternariové plísně*** a **mykotoxiny**

# Plísně a mykotoxiny: konzervované ovoce

***Byssochlamys nivea*** a **patulin**

# Jablka a plísně

***Penicillium expansum*** a **patulin**

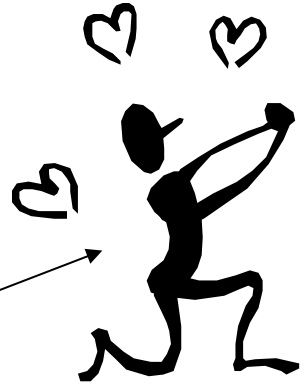
**Kontaminace jablečných výrobků může být někdy enormní**

v jablečné šťávě z částečně nahnilých jablek byly zjištěny hodnoty až 8000 ug patulinu/l[1], dále v jablečném moštu při průmyslovém zpracování, kdy nedošlo předem k vytřídění nahnilých jablek před zpracováním až 45 000 ug/l[2]

[1] BRACKETT, R. E. & MARTH, E. H. Patulin in apple juice from roadside stands in Wisconsin. *Journal of Food Protection*, 1979, **42:** 862–863, https//doi.org./ 10.4315/0362-028X-42.11.862

[2] WILSON, D.M. & NUOVO, G.J. Patulin production in apples decayed by *Penicillium expansum. Applied Microbiology,* 1973, **26** (1): 124-125, https//doi.org./10.1128/am.26.1.124-125.1973

# Souhrn: plísně: vykazují:



**Benefitní účinky**

jako:
Fermentace
Antibiotika
Koření,.. aj.

**Škodlivé účinky**

jako:
Kažení potravin
Alergie
Produkce mykotoxinů

# Plísně a postřiky

- Kolegyně doc. ing. Jarmila Vytřasová, CSc. (nyní důchodkyně)

  Univ. Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Katedra biologických a biochemických věd:

- před léty (cca 2010-2015) prováděla výzkum postřiků ve vztahu k plísním (pro potřeby Sladoven Soufflet Group, ČR) a dospěla k následujícím závěrům:
- 1) že se musejí dodržet deklarované koncentrace postřiků uváděné v návodech
- 2) pokud se nedodrží doporučené koncentrace a použijí se nižší koncentrace = je to prý doslova jako když se plísně „pohnojí“ a skvěle následně rostou

- * Proto je zapotřebí dodržet doporučené koncentrace postřiků !

# MYKOTOXINY (MT)

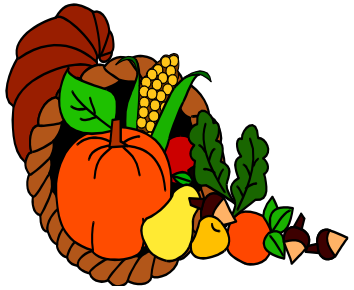
*Název: z řeckého „MYCOS- MYKES“ = houba a latinského „TOXICUM“ = jed (otrava)*

- **Def.č.1 = toxické sekundární metabolity vláknitých mikroskopických hub (plísní) = jedny z nejzávažnějších naturálních kontaminantů (tj. přírodního původu), jejichž výskyt může každoročně kolísat**

- **Def. č.2) = účinné látky mikroskopických hub, nebílkovinné povahy, toxické vůči člověku a hospodářským zvířatům a k expozici jimi dochází proti vůli a zájmům člověka**

  - *Definice č.2 přijata na konferenci „Mykotoxiny“- pořádané Československou vědeckou společností pro mykologii při ČSAV, Praha, 1983*

# KONTAMINACE potravin mykotoxiny



- **dochází k nim přirozeně**
- **jsou nepředvídatelné**
- **nelze jim zamezit nebo je úplně odstranit:**

- ani při dodržování doporučených správných zemědělských a technologických postupů vedoucích ke snížení výskytu toxinogenních plísní a produkci MT během vegetačního růstu plodin, sklizně a skladování

- **PRIMÁRNÍ KONTAMINACE**: k výrobě potravin jsou použity suroviny již kontaminované mykotoxiny
- **SEKUNDÁRNÍ KONTAMINACE**: vychází z růstu toxinogenních mikromycetů na nevhodně skladované potravině a následné produkce mykotoxinů
- **až cca 38 % potravin a krmiv je kontaminováno plísněmi a dvěma či více mykotoxiny-** viz následující citace

SCHATZMAYR, G. Global impact of mycotoxins on the food and feed industry- facts and future scenarios. *WMF (World Mycotoxin Forum) meets IUPAC,* 2012, 5-9 November, Rotterdam, the Netherlands

- Pozn.: Mikromycety, vláknité mikroskopické houby (VMH), plísně

# **MYKOTOXINY** jsou navíc:

- **Chemicky stabilní**
- **Neničí se vysokou teplotou**
- **Jejich obsah se zvyšuje během skladování**
- **Neničí se potravinářským zpracováním**

- **Do organismu se dostávají:**
- **dietární cestou (potraviny, zelenina, ovoce, maso)- u běžné populace**
- **inhalační cestou (vdechováním)**- týká se  především profesionálních expozic
- **transdermálně (přes kůži)** - týká se  především profesionálních expozic
- přes oko (relativně zanedbatelné)- týká se  především profesionálních expozic

# Proč se mykotoxiny musejí sledovat ?!

- **Protože:**

**Vykazují různé biologické účinky, např.:**

**genotoxické, mutagenní,**
**karcinogenní (dle IARC, WHO, US EPA),**
**teratogenní, estrogenové,**
**imunotoxické, hemoragické,**
**neurotoxické, cytotoxické**
**nefrotoxické, hepatotoxické**

- **S cílem snížit:**

1) **ekonomické ztráty potravin a krmiv**

2) **dopad jejich toxických účinků na zdraví lidí a zvířat, tj. ochránit zdraví konzumentů**

# Některé účinky mykotoxinů – člověk a zvířata

- 1) Námelové alkaloidy: gangrenozní ergotismus
- (dříve typické v jihozápadní Evropě)

Sklerocium *Claviceps purpurea*

P. Bruegel: Oheň sv. Antonína (1568, Louvre, Paris)

Profesor Jan Antonín Scrinci z UK popsal epidemii ergotismu v letech 1736-1737 v oblasti Mimoně: způsobenou námelovými alkaloidy z *Claviceps purpurea* po konzumaci chleba z kontaminované pšeničné mouky, kdy bylo zaznamenáno přibližně 500 případů onemocnění a 100 případů úmrtí

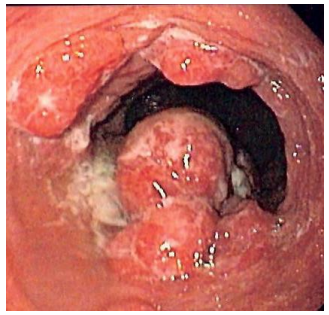
Po roce 1990 epidemie ergotismu v Etiopii a v Indii

MALIR, F., OSTRY,V., GROSSE, Y., ROUBAL, T., SKARKOVA, J. & RUPRICH, J. Monitoring the Mycotoxins in Food and their Biomarkers in the Czech Republic. *Molecular Nutrition & Food Research,* 2006, **50** (6): 513 – 518, https://doi.org/ 10.1002/mnfr.200500175

# Fuzariové toxiny

Možný karcinogen pro člověka (skupina 2B)

T-2 toxin: orální nekróza



Rakovina jícnu

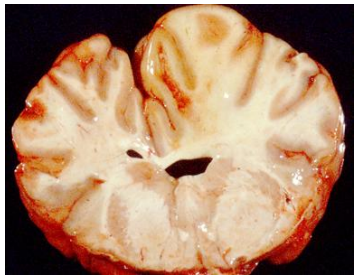
Fusariová hniloba klasu

Teratogenní účinky „defekty neurální trubice“„Defekty míchy v embryu “

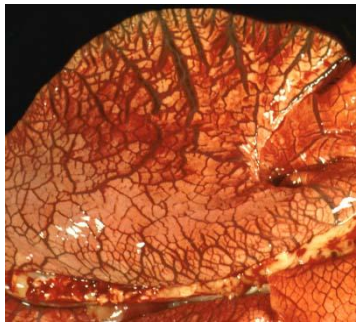
*Spina bifida cystica*: rozštěp páteře

# Fuzariové toxiny

Měknutí mozku (leukoencefalomalacie) u poníků a koní

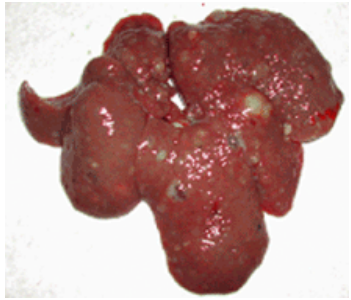


Prasečí plicní edém



Nekróza bukální sliznice

Karcinogenní účinky u potkanů a myší



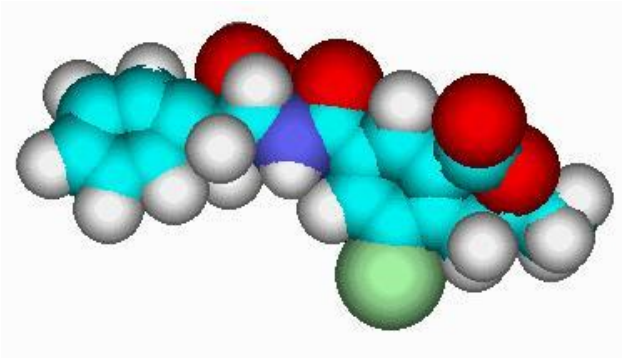
Nekróza kůže

Zánět vnějších rodidel

Vliv zearalenonu

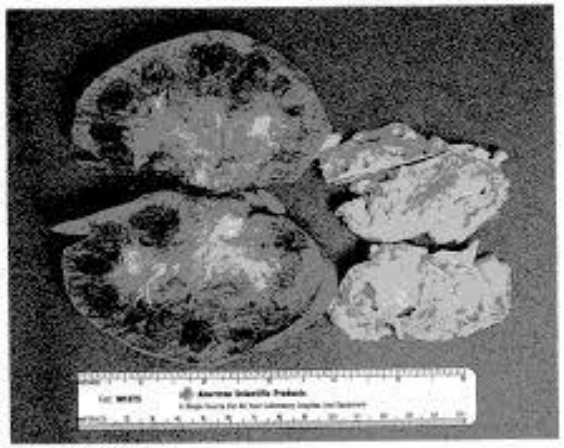
T-2: zpuchýřující účinky podobné Yperitu (Patočka J., VLA UJEP HK, 2004)

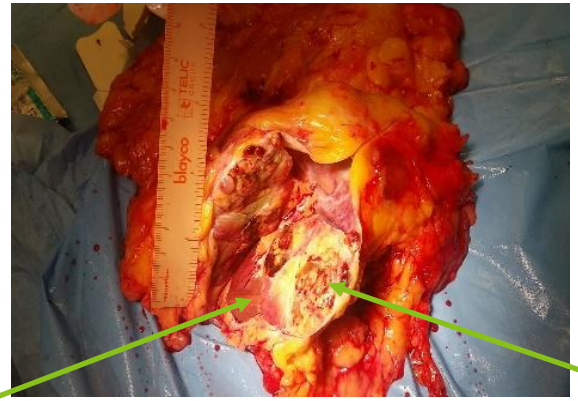
# Účinky mykotoxinů



Ochratoxin A

?! BEN





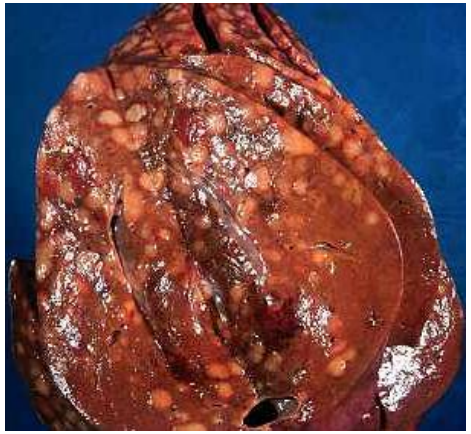
A

B

The interface of non-tumoural kidney tissue (A) and clear cell kidney cancer (B). Photo: Miroslav Louda (April 2017)

MALIR, F., LOUDA, M., TOMAN, J., OSTRY, V., PICKOVA, D., PACOVSKY, J., BRODAK, M., PFOHL-LESZKOWICZ, A. Investigation of ochratoxin A biomarkers in biological materials obtained from patients suffering from renal cell carcinoma. *Food and Chemical Toxicology.* 2021, **158:** 112669, , https//doi.org./10.1016/j.fct.2021.112669

# Účinky mykotoxinů: aflatoxikóza



Primární rakovina jater: pouze po dietární expozici aflatoxinům

Na základě aflatoxikózy v Indii (1974) byla vypočtena akutní smrtelná dávka aflatoxinů pro dospělé ve výši rozsahu 10-20 mg

Karcinogenita bývá navýšena současně se vyskytující hepatitidou typu B

Chronická profesionální expozice aflatoxinům (inhalací, transdermálním přenosem) pak vedla k bronchoalveolárnímu malobuněčnému karcinomu

Akutní aflatoxikóza

Dvořáčková, I. Aflatoxin inhalation and alveolar cell carcinoma. *British Medical Journal*, 1976, **1** (6011): 691, https://doi.org/10.1136/bmj.1.6011.691

# Dosud byla identifikováno více než 500 mykotoxinů

- V lidském okolí - ve významných množstvích zjištěno pouze cca 20 mykotoxinů, nástup vědeckého bádání v oblasti MT začíná po r.1960- s výjimkou MT patulinu
- Jsou neviditelné, bez chuti a zápachu

Plesnivá semena

Zdravá semena

Mykotoxiny jsou pravděpodobné

Mykotoxiny jsou možné

# Expozice mykotoxinům

- **Expozice z potravy (dietární) = majoritní přívod do organismu**
- **PŘÍMÁ expozice**: konzumace kontaminovaných obilovin, olejnatých semen, koření, čajů atd. ➡ **vegetariáni: zvýšená zátěž**
- **NEPŘÍMÁ expozice**: konzumace kontaminovaného masa, mléka, sýrů atd.
- Živočišné tkáně obsahují nižší koncentrace mykotoxinů než rostlinné tkáně; **děti a kojenci jsou ale více ohroženi** vzhledem k vysokému přívodu kontaminovaného mléka a mléčných výrobků, jejich specifickému metabolismu, nedostatečně vyvinutému imunitnímu systému, nízké hmotnosti a vysoké buněčné aktivitě

# Expozice mykotoxinům

- Např. inhalační a transdermální= minoritní, ale významná a existuje:
- balírny tropického ovoce, koření, pracovníci v textilním průmyslu , pracovníci mlýnů, skladníci zem.družstev, krmiči dobytka , pracovníci mykotoxikologických laboratoří
- Př.:
- po inhalační profesionální expozici:
- aflatoxiny : chronická aflatoxikóza: bronchoalveolární karcinom
- ochratoxin A: akutní renální selhání (do 24 h)-viz cit

DI PAOLO, G., GUARNIERI, A., GAROSI, G., et al. Inhaled mycotoxins lead to acute renal failure. *Nephrol Dial Transplant*. 1994, **9**:116–20. PMID: 7800243

# Způsoby hodnocení expozice a zdravotního rizika

- **zjistit koncentraci MT v potravinách a znát množství spotřeby potravin**

Ořechy

Obilniny

Suš. fíky, ovoce, zelenina

Koření

- **vyšetřením jejich biomarkerů (metabolitů MT) v biolog. materiálu**

Moč

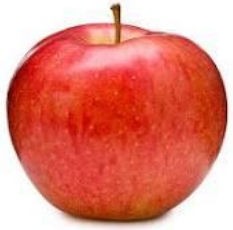
Mléko

Sérum

Ledviny, játra

# STANOVENÍ MT

- se skládá z několika kroků,
- z nichž každý rozhoduje o výsledku analýzy:
- **1) Odběr a zpracování vzorku**



- **2) Metody zpracování matricových vzorků, extrakce a izolace MT**

- **3) Analytická koncovka**

# Nejvýznamnější mykotoxiny kontaminující potravinový řetězec

- aflatoxiny $B_1$, $B_2$, $G_1$, $G_2$, $M_1$ ($AFB_1$, $AFB_2$, $AFG_1$, $AFG_2$, $AFM_1$)
- ochratoxin A (OTA)
- fumonisiny $B_1$, $B_2$ a $B_3$ ($FB_1$, $FB_2$, $FB_3$)
- deoxynivalenol (DON) a další trichoteceny, např.T-2 a HT-2 toxin
- zearalenon (ZEN)
- **patulin (PAT)**

a

- námelové alkaloidy
- citrinin

# Hlavní mykotoxiny z hlediska celosvětové legislativy

1. Aflatoxiny B & G
2. Aflatoxin $M_1$
3. Patulin
4. Ochratoxin A
5. Deoxynivalenol (DON)
6. Zearalenon
7. Fumonisiny
8. T-2 Toxin

# Karcinogenní účinky mykotoxinů dle IARC WHO

- Za směrodatné v této oblasti v Evropě jsou považovány výsledky Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny při Světové zdravotnické organizaci (IARC/WHO) se sídlem v Lyonu
- Její pracovní skupiny se zabývají i problematikou hodnocení karcinogenního rizika mykotoxinů a klasifikací karcinogenních mykotoxinů
- Klasifikace karcinogenů vychází z výsledků toxikologických a epidemiologických studií, na jejichž základě byly definovány následující skupiny:
- **Skupina I–produkt nebo proces karcinogenní pro člověka (prokázaný karcinogen)**
- **Skupina 2A-produkt je pravděpodobně karcinogenní pro člověka**
- **Skupina 2B-produkt je možný karcinogen pro člověka**
- **Skupina 3-není možné se vyslovit, pokud se týče karcinogenního účinku toxinu na člověka** (zatím není klasifikován jako karcinogen pro člověka)

| Mykotoxin | U člověka | U zvířat | Skupina |
|---|---|---|---|
| Aflatoxin B1 | dostatečné důkazy | dostatečné důkazy | 1 |
| Aflatoxin B2 | dostatečné důkazy | limitované důkazy | |
| Aflatoxin G1 | | dostatečné důkazy | |
| Aflatoxin G2 | | nedostatečné důkazy | |
| Aflatoxin M1 | | dostatečné důkazy | |
| Citrinin | chybí dostatečné důkazy | limitované důkazy | 3 |
| Cyclochlorotin | chybí dostatečné důkazy | nedostatečné důkazy | 3 |
| Griseofulvin | chybí dostatečné důkazy | dostatečné důkazy | 2B |
| Kyselina penicilová | chybí dostatečné důkazy | limitované důkazy | 3 |
| Luteoskyrin | chybí dostatečné důkazy | limitované důkazy | 3 |
| Ochratoxin A | nedostatečné důkazy | dostatečné důkazy | 2B |
| Patulin | chybí dostatečné důkazy | nedostatečné důkazy | 3 |
| Rugulosin | chybí dostatečné důkazy | nedostatečné důkazy | 3 |
| Sterigmatocystin | chybí dostatečné důkazy | dostatečné důkazy | 2B |
| a) Toxiny odvozené od *Fusarium graminearum, culmorum* a *crookwelense* | chybí dostatečné důkazy<br>nedostatečné důkazy | | 3 |
| a) Zearalenon | | limitované důkazy | |
| a) Deoxynivalenol | | nedostatečné důkazy | |
| a) Nivalenol | chybí dostatečné důkazy | nedostatečné důkazy | |
| a) Fusarenon X | | nedostatečné důkazy | |
| b) Toxiny odvozené od *Fusarium sporotrichioides* | chybí dostatečné důkazy | | 3 |
| b) T-2 toxin | | limitované důkazy | |
| c) Toxiny odvozené od *Fusarium moniliforme* | nedostatečné důkazy | dostatečné důkazy | 2B |
| c) Fumonisin B1, Fusarin C | | limitované důkazy | |
| c) Fumonisin B2 | | nedostatečné důkazy | |

**Hodnocení karcinogenního rizika mykotoxinů dle IARC/WHO, r.1998, aktualizováno r. 2022**

# Regulace mykotoxinů (MT)-platná legislativa o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách

**EU PLATNÁ LEGISLATIVA NA MYKOTOXINY**

**NAŘÍZENÍ (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách**

Navíc: pokud by legislativa nedostačovala: tak existují tzv. expoziční limity JECFA/FAO/WHO a EU SCF

# Evropský systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF)

- slouží k rychlému šíření informací mezi Evropskou komisí v Bruselu, členskými státy EU a Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA): o potencionálně nebezpečných potravinách a krmivech představujících (přímé či nepřímé) zdravotní riziko pro spotřebitele s cílem zamezení jejich uvádění do oběhu nebo jejich stažení ze společného evropského trhu

- **V rámci RASFF:** existují 4 kategorie oznámení:

- a) **varování (*alert notification*):** záchyt MT v potravinách, vyskytujících se na trhu - v obchodní síti

  b) **informace (*information notification*):** záchyt MT v potravinách, zadržených na hranicích nebo v celním skladu před proclením, či se jedná o náhodné záchyty a je nutné zabránit vývozu do jiného členského státu EU

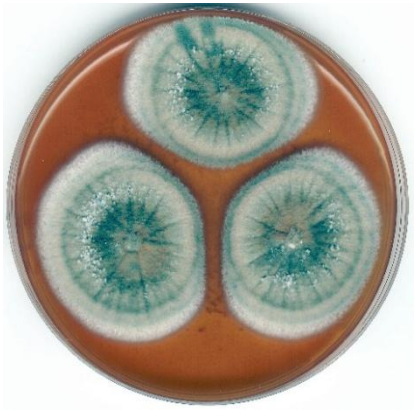
  c) **novinky (*news*):** všechny druhy informací vztahující se k bezpečnosti potravin, které nebyly klasifikovány EK jako "*varování*" nebo "*informace*" jsou označeny jako „*novinky*“, které jsou považovány za velmi důležité pro dozorové orgány členských států

  d) **odmítnutí na hranicích (*border rejection*):** týká se zásilek potravin a krmiv, které byly testovány a odmítnuty na vnějších hranicích EU (a EHP), bylo-li u nich zjištěno zdravotní riziko

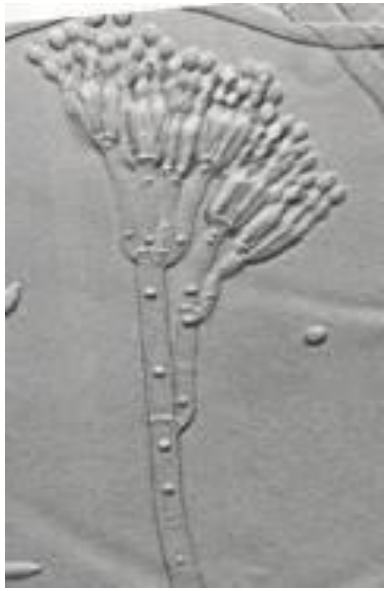
# Významné mykotoxiny v ovoci
## 1) PATULIN a OVOCE

OSTRY, V., MALIR, F., CUMOVA M., *et al.* Investigation of patulin and citrinin in grape must and wine from grapes naturally contaminated by strains of *Penicillium expansum*. *Food Chemical Toxicology*, 2018, **118:** 805–811. https:// doi.org/10.1016/j.fct.2018.06.022

# Producenti patulinu



| Rod | Druh |
|---|---|
| *Penicillium* | ***P. expansum*** |
| | *P. griseofulvum* |
| | *P. carneum* |
| *Aspergillus* | *A. clavatus* |
| *Byssochlamys* | *B. nivea* |

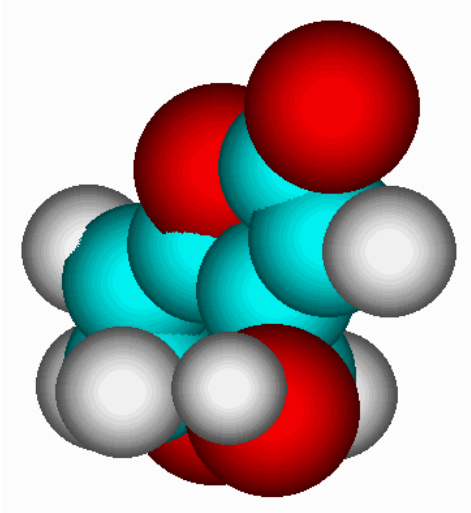


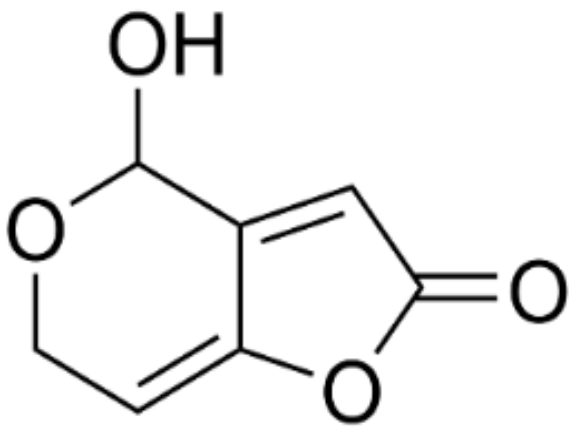
Patulin produkovaný *P. expansum v ovoci* je pokládán především za posklizňový problém

FRISVAD, J. C. A critical review of producers of small lactone mycotoxins: patulin, penicillic acid and moniliformin. *World Mycotoxin Journal*, 2018, **11**(1): 73-100. https://doi.org/10.3920/WMJ2017.2294

# Chemická charakteristika patulinu

- Patulin (PubChem CID: 4696) byl chemicky charakterizován jako heterocyklický nenasycený lakton






https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Patulin

# R.1943

- **Všeobecné nadšení z objevu penicilinu : vedlo k intenzivnímu výzkumu ve vyhledávání dalších nových látek antibiotickým účinkem**

- **Patulin původně označovaný jako clariformin byl izolován a charakterizován jako sekundární metabolit *Penicillium patulum* (= *Penicillium griseofulvum* Dierckx)**

Prof. Harold Raistrick
*1890 - +1971

- ✓ **Vykazoval širokospektrální antibiotickou aktivitu**
- ✓ **Inhiboval růst více než 75 druhů gram+ a gram- bakterií**
- ✓ **Slibné potenciální antibiotikum ?,?,?**
- ✓ **Účinky antivirové, antifungální a antiprotozoální**
- ✓ **Proto byl dále testován: výsledek: myši: tvorba vředů, překrvení, krvácení, dráždění GIT a karcinogenní účinky u myší**
- ✓ **Díky prokázaným toxickým účinkům byl patulin přeřazen mezi mykotoxiny**

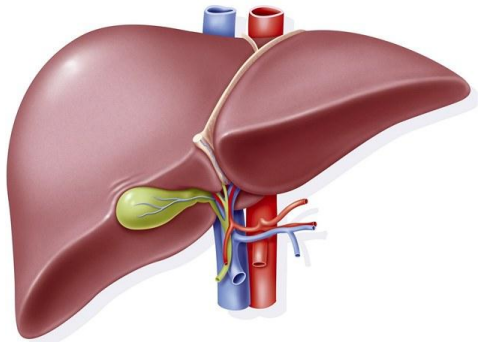

BIRKINSHAW, J.H., MICHAEL, S.E., BRACKEN, A., RAISTRICK, H. Patulin is the common cold. II. Biochemistry and chemistry, *Lancet*,ii, 1943: 625-631

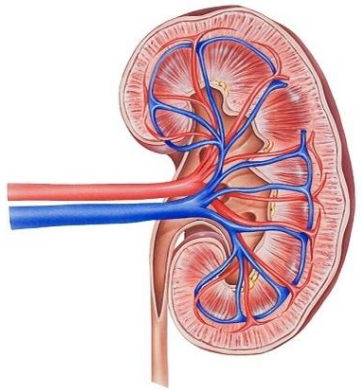
CIEGLER, A., DETROY, R. W., LILLEHOJ, E. B. Patulin, penicillic acid and other carcinogenic lactones, p. 409–434. In A. Ciegler, S. Kadis and S. J. Ajl (ed.), *Microbial toxins*, vol. VI: *fungal toxins*. Academic Press. New York, N.Y. 1971

CIEGLER, A. Patulin, In: J. V. Rodricks, C. W. Hesseltine, and M. A. Mehlman (ed.), Mycotoxins in human and animal health. *Pathotox Publishers*, Inc., Park Forest South, Ill. 1977: 609–624

# Toxikologie patulinu

- ✓ Neurotoxické účinky
- ✓ Hepatotoxické účinky
- ✓ Imunotoxické účinky
- ✓ Orgánové poškození jater a ledvin
- ✓ Gastrointestinální poruchy a vznik krvácení, distenze a vředů v GI traktu
- ✓ Edém GI traktu a plic





PUEL, O., GALTIER, P., OSWALD, I.P. Biosynthesis and toxicological effects of patulin. *Toxins*, 2010, **2:** 613–631. https://doi.org/10.3390/toxins2040613

# Charakterizace nebezpečí patulinu

- ✓ **Provizorní maximální tolerovatelný denní přívod (PMTDI)** pro patulin **0,4 µg/kg t.hm./den**
- ✓ Zatím nebyl IARC klasifikován jako karcinogen pro člověka (skupina 3)


JECFA FAO/WHO - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives., *WHO Technical Report Series* 859, 1995.

SCF - Scientific Committee on Food. Minute Statement on Patulin Expressed by the Scientific Committee on Food during the plenary meeting on 8 March 2000. Available from: https://food. ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scf_out55_en.pdf

OSTRY, V., MALIR, F., TOMAN, J., GROSSE, Y. Mycotoxins as human carcinogens - the IARC monographs classification. *Mycotoxin Research*, 2017, **33:** 65–73. https://doi.org/10.1007/s12550-016-0265-7

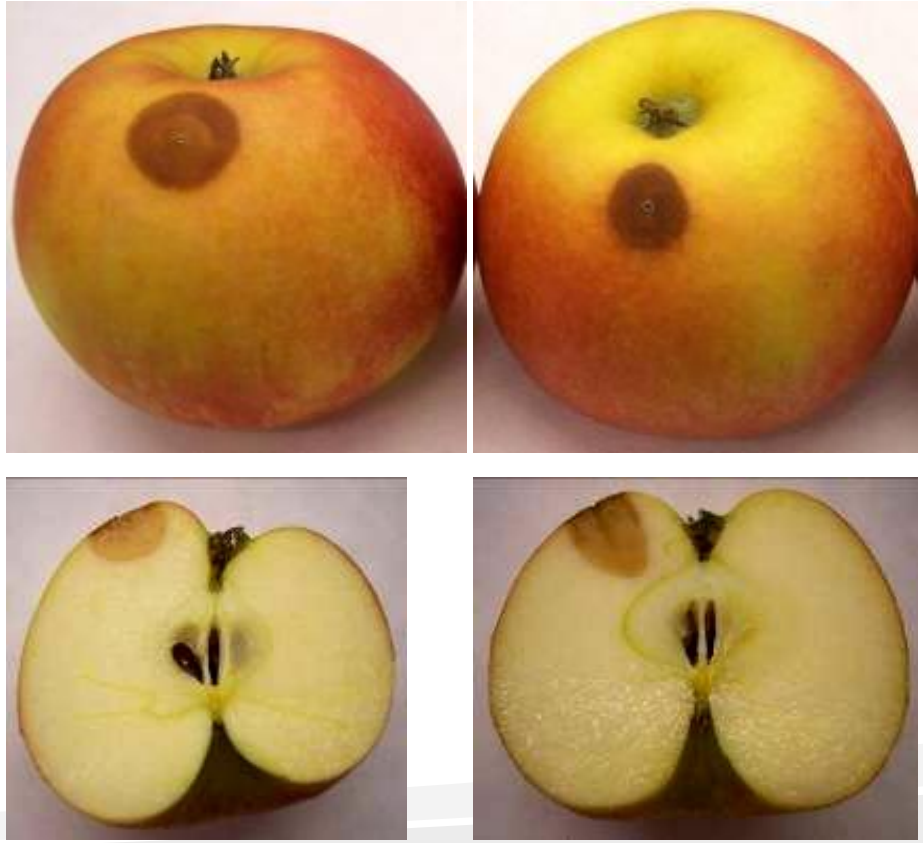
# Patulin a kontaminace jablek

## Mechanické poškození povrchu

OSTRY, V., SKARKOVA, J., RUPRICH, J.: Occurrence *of Penicillium expansum* and patulin in apples as raw materials for processing of foods – case study. *Mycotoxin research,* 2004, **20**(1): 24-28. https://doi.org/ 10.1007/BF02946705

# Patulin a kontaminace jablek

## Poškození hmyzem

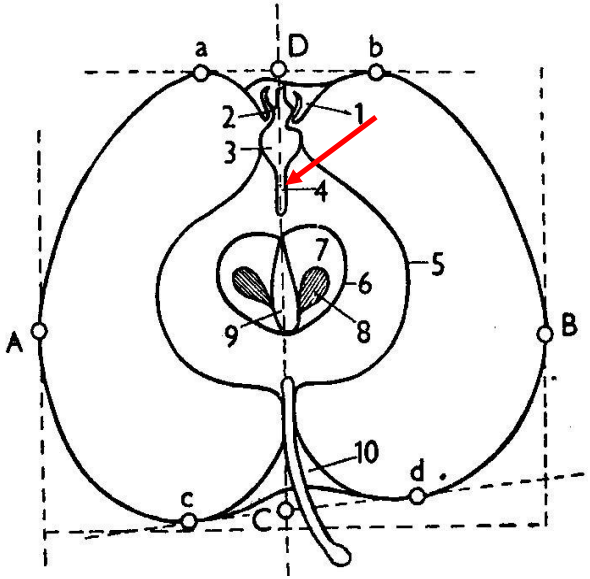


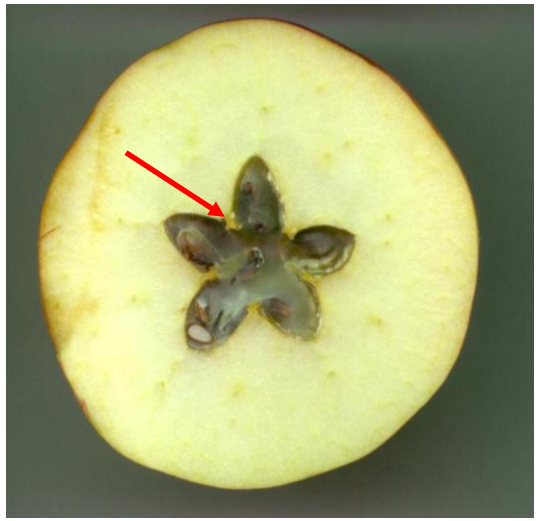
OSTRY, V., SKARKOVA, J., RUPRICH, J.: Occurrence of *Penicillium expansum* and patulin in apples as raw materials for processing of foods – case study. *Mycotoxin research,* 2004, **20** (1): 24-28. https://doi.org/ 10.1007/BF02946705

# Patulin a kontaminace jablek

## Otevřená podkališní rourka

Gloster



OSTRY, V., SKARKOVA, J., RUPRICH, J.: Occurrence of *Penicillium expansum* and patulin in apples as raw materials for processing of foods – case study. *Mycotoxin Research*, 2004, **20**(1): 24-28 https://doi.org/ 10.1007/BF02946705

# Patulin, Citrinin a ovoce, mošty a vína

V Portugalsku byly v plesnivých jablkách nalezeny současně patulin (kontaminace cca 69 %), ale dokonce také ještě mykotoxin citrinin (kontaminace cca 3,9 %) (který ale dosud v jablkách není platnou legislativou limitován), limitován = pouze v doplňcích stravy na bázi rýže fermentované červenými kvasnicemi *Monascus purpureus*


OSTRY, V., *et al.* Investigation of patulin and citrinin in grape must and wine from grapes naturally contaminated by strains of *Penicillium expansum*. *Food Chemical Toxicology*, 2018, **118:** 805–811. https:// doi.org/10.1016/j.fct.2018.06.022

MARTINS, M.L., GIMENO, A., MARTINS, H.M., & BERNARDO, F. Co-occurrence of patulin and citrinin in Portuguese apples with rotten spots . *Food Additives and Contaminants*, 2002, **19:** 568–74. https://doi.org/10.1080/02652030210121320

# Patulin a regulace v potravinách

| 1.3 | Patulin | ML (µg/kg) | Poznámky |
|---|---|---|---|
| 1.3.1 | Ovocné šťávy, ovocné šťávy z koncentrátu, koncentrované ovocné šťávy a ovocné nektary | 50 | V případě koncentrované ovocné šťávy se maximální limit vztahuje na rekonstituovanou šťávu. |
| 1.3.2 | Lihoviny, jablečné víno a jiné fermentované nápoje získané z jablek nebo obsahující jablečnou šťávu | 50 | |
| 1.3.3 | Pevné výrobky z jablek uváděné na trh pro konečného spotřebitele, kromě výrobků uvedených v bodech 1.3.4 a 1.3.5 | 25 | Včetně jablečného kompotu a jablečného pyré. |
| 1.3.4 | Jablečná šťáva a pevné výrobky z jablek pro kojence a malé děti, takto označené a uváděné na trh | 10 | Včetně jablečného kompotu a jablečného pyré. Maximální limit se vztahuje na výrobky připravené k použití (uváděné na trh jako takové nebo rekonstituované podle pokynů výrobce). |
| 1.3.5 | Dětské příkrmy | 10 | Maximální limit se vztahuje na výrobky připravené k použití (uváděné na trh jako takové nebo rekonstituované podle pokynů výrobce). |

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2023/915 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006 (Text s významem pro EHP) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0915&qid=1694587174055

# Současný výzkum k problematice PAT

- 1) Projekt TAČR TQ03000603
- **„Ověření efektivity systémů integrované ochrany proti *Neonectria ditissima* s přesahem dopadu této ochrany na obsah mykotoxinu patulinu v plodech napadených stromů v podmínkách ČR“.**

**Spolupracující pracoviště:**

**VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.**
**&**
**Univerzita Hradec Králové**

- *VŠÚO Holovousy s.r.o.:* Mgr. Zuzana Haňáčková, Ph.D., Mgr. Adéla Reinbergerová, Ing. Pavlína Jaklová, Ph.D.
- *Univerzita Hradec Králové,* RNDr. Jakub Toman, Ph.D., Mgr. Darina Picková, Ph.D., doc. RNDr. František Malíř, Ph.D.
- Kontakty na UHK: **doc. RNDr. František Malíř, Ph.D.**
- Univerzita Hradec Králové, Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta, Hradecká 128, 500 03 Hradec Králové, ČR
  Tel.: + 420 493332734; e-mail: frantisek.malir@uhk.cz
- Případně vedoucí katedry: **RNDr. Jakub Toman, Ph.D.**, e-mail: jakub.toman@uhk.cz

Výstup č.1 : Certifikovaná metodika, 2025 (splněno)

# Výstup č.2

## Před definitivním dokončením:

- publikace v časopise – uvedeném ve Web of Science: např.:

Trends in food science & technology

(dle AIS T5, IF: 4.651),

či

- Global Food Security-Agriculture Policy Economics and Environment
- (dle AIS T5, IF: 9.600),
- nebo úrovní v obdobném časopise
- (musí být vystavena co nejdříve)

# Alternariové mykotoxiny (AM) →

- patří mezi tzv. emergentní mykotoxiny (EM), které dosud nejsou rutinně monitorovány a nejsou regulovány právními předpisy
- jsou produkovány mnoha kmeny plísní r. *Alternaria*
- *(Alternaria alternata, A. cucumerina, A. dauci, A. kikuchiana, A.solani)* v poměrně velkém množství obvykle ve fázi před sklizní plodiny
- AM se dělí do 3 hlavních strukturních tříd:
- dibenzo-α-pyrony: alternariol (AOH), altenuen, altenuisol, altenusin a dehydroaltenusin
- tetramové kyseliny: kyselina tenuazonová (nejvíce akutně toxická)
- altertoxiny: altertoxin I-III
- AM nejsou platnou legislativou dosud limitovány
- PŘIROZENÝ VÝSKYT: poměrně vysoké koncentrace alternariolu, alternariol methyleteru (AME)(mírný mutagen) a kyseliny tenuazové se vyskytly v jablkách
- Kontaminované komodity: mandarinky, melouny, olivy, rajčata, pepř, slunečnicová semena, pekanové ořechy, triticale, pšenice, žito, oves, čirok

# Alternariové mykotoxiny v jablkách

- Kmeny *A. tenuis* na jablkách při optimální teplotě cca 25 °C produkovaly: 47 % AOH, 41 % AME
- Při inkubační teplotě 2 °C mnohem menší % plísní produkovalo tyto toxiny- proto byly nalezeny mnohem nižší koncentrace
- AOH a AME: byly také nalezeny ve Španělsku v koncentrovaných jablečných šťávách


VIŇAS, I., *et al.* Incidence and mycotoxin production by *Alternaria tenuis* in decayed apples. *Letters in Applied Microbiology,* 1992, **14:** 284-287. https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1992.tb00706.x doi.org/10.1016/j.fct.2018.06.022

DELGADO, T. & GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Natural occurrence of alternariol and alternariol methyl ether in Spanish apple juice concentrates.

*Journal of Chromatography A*, 1998, **815:** 93–7. https://doi.org/10.1016/s0021-9673(98)00124-1



Některé vybrané obrázky pro tuto přednášku mám od svých nejbližších spolupracovníků a přátel, které musím zmínit a poděkovat jim:

☞ **1.** paní prof. Annie PFOHL-LESZKOWICZ, DrSc., dříve ENSAT, Univerzita Toulouse, Francie

☞ **2.** pana doc. MVDr. Vladimíra OSTRÉHO, CSc., dříve vedoucího Národního referenčního centra pro mikroskopické houby a jejich toxiny, Státní zdravotní ústav Praha, Centrum zdraví, výživy a potravin Brno

# Na závěr vám děkuji za pozornost

## a dále deklaruji náš zájem o spolupráci s vámi – odborníky formou výzkumných projektů

*Sanitas est bonum non cognitum nisi perditum.*
Zdraví je dobro, o němž nevíme, dokud ho neztratíme"
(Walther 27 497)