



7



Mycotoxine und Mycotoxikosen

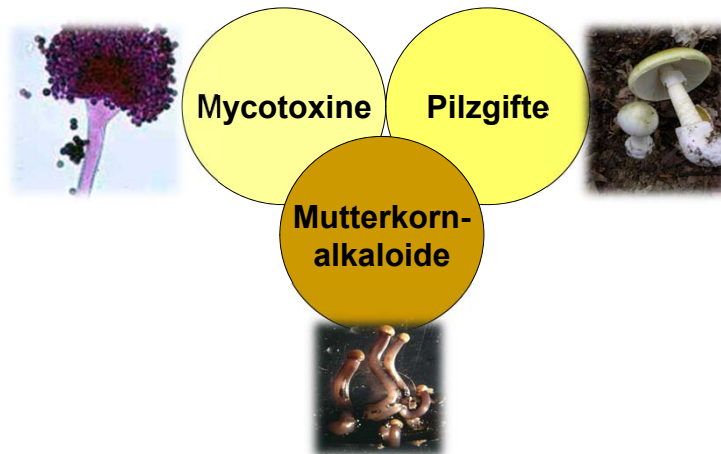
Hygienische Bedeutung von Schimmelpilzen

Grundsätzliche Aspekte

- Mycotoxinbildung
- Lebensmittelvergiftung
- Mycosen (infektiöse Pilzerkrankungen, entzündliche Erkrankungen der Atemwege)
- Schimmelpilzallergien (ausgelöst durch pilzeigene Proteine)
- Freisetzung flüchtiger organischer Verbindungen (modriger, dumpfer Geruch, Verderbscharakter etc.)

Mycotoxine

Kollektive Bezeichnung für Toxine, die als sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen produziert werden



WHO:



Mycotoxine sind schätzungsweise in 25% der Weltnahrungsmittelproduktion nachweisbar

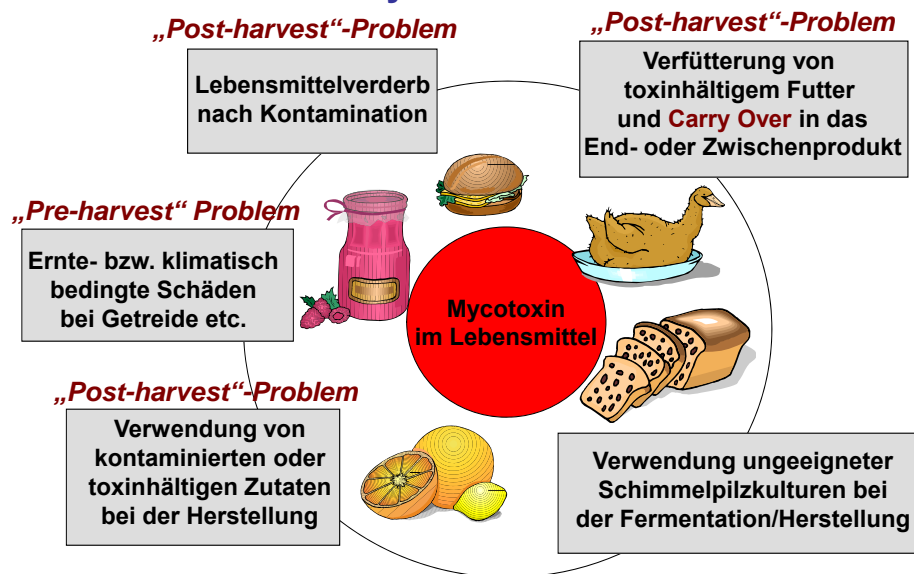


- Viele Schimmelpilze sind zur Mycotoxinbildung befähigt (mindestens 400 Species produzieren verschiedene Substanzen mit unterschiedlicher Toxizität, Stabilität und unterschiedlicher chemischer Struktur)
- ca. 150 Mycotoxine hinsichtlich chem. Struktur aufgeklärt
- Mycotoxinbildung abhängig von Wachstumsbedingungen
- bis 1969 waren Mycotoxine praktisch unbekannt (...Forellensterben, Turkey-X-Disease,....Aflatoxine)

Mycotoxine - Stoffklassen

Gruppe	Beispiel
• Cumarinderivate	• Aflatoxine, Ochratoxine
• Anthrachinone	• Islandicin
• Pyrone	• Patulin, Citreoviridin, Koji-Säure
• Xanthone	• Sterigmatocystin
• Polypeptide	• Islanditoxin
• Macrolide	• Zearalenon
• Steroide	• Trichothecene
• Ergotalkaloide	• Lysergsäureester

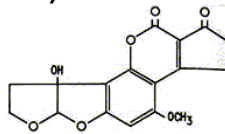
Zusammenhang „Lebensmittel und Mycotoxine“



Carry Over

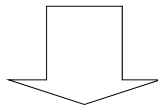
Definition: Übergang von Schadstoffen, die das lebende Tier aufnimmt und weiters in die von diesem Tier gewonnenen Produkte (Fleisch, Fleischwaren, Eier, Milch und Milchprodukte) übergehen.

Manche Tiere akkumulieren Mycotoxine in bestimmten Organen (z.B. Schweineleber), manche Tiere modifizieren Mycotoxine im Zuge ihres Stoffwechsels (Milch....Aflatoxin M).



Mycotoxine

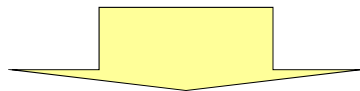
von „Feldpilzen“ und „Lagerpilzen“



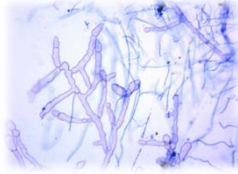
Akute Chronische
Erkrankungen

Direkte
Wirkung
nach
Aufnahme

Kumulativer
Effekt,
Langzeit-
wirkung



Biosynthese der Mycotoxine



Phase 1: TROPHOPHASE

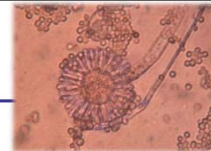
Intensive Dissimilation von Glucose,
Mycelwachstum



Phase 2: IDIOPHASE

Reduzierter Sauerstoffbedarf,
Synthese von Stoffwechselprodukten,
Bildung von Sporen u./o. Sclerotien,
Anreicherung von **Mycotoxinen**

Wirkung der Mycotoxine



Kanzerogen

Krebserregend

Mutagen

Erbgutschädigend

Teratogen

Fruchtschädigend, Missbildungen verurs.

**Schädigung von Nerven, Organen, Immun-
system**

**Hormonelle Wirkung
z.T. hohe Toxizität**

Liste der Mycotoxine

Aflatoxine

Alternariol

Citrinin

Fumagillin

Fuminosine

Griseofulvin

Ochratoxine

Patulin

Penicillin

Sterigmatocystin

Rubratoxin

Trichothecene

Tenuazonsäure

Verrucosidin

Xanthomegnin

Zearalenon

Ergotalkaloide

etc.

→ z.B. Deoxynivalenol,
Trichodermin

Aflatoxine



- Von Aspergillen gebildet (A. flavus, A. parasiticus)
- zu stärksten Krebs auslösenden Natursubstanzen (kanzerogen, auch mutagen)
- 6 verschiedene Aflatoxine: B1, B2, G1, G2, M1, M2 (fluoreszierende Eigenschaften)
- Giftigkeit: LD 1-10 mg/kg (Erwachsener)
LD 9 -18 µg/Tag bei Kindern
- Grenzwert in LM: 2 µg/kg (Aflatoxin B1)
in Kindernahrung: 0,01 µg/kg
- Grenzwerte auch für Futtermittel (ppb-Bereich)
- Hohe Hitzestabilität
- Anreicherung bei Zimmertemperatur möglich
- Bei Kühlung (< 10°C) Toxinbildung stark reduziert

Aflatoxine in Lebensmitteln



Carry Over aus Futtermitteln

Reis

Nüsse

Leber, Nieren (Innereien)

Erdnüsse, Erdnussschrot

Gemahlene Mandeln

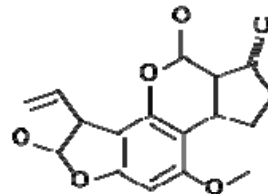
Muskatnuss

Gewürze

Pistazien

Feigen

Getreide



Aflatoxin B1

Deutscher Ernährungsbericht 2004: ca. 22% der Nüsse und ca. 42% der Gewürze enthalten Aflatoxine, Belastung allgemein rückläufig
2014: Rückruf von Nahrungsergänzungsmitteln mit Passionsblumenextrakt in DE

Citrinin



- von *Penicillium citrinum* und *P. verrucosum* gebildet, auch von einzelnen Stämmen von *Monascus purpureus*
- Nephrotoxisch
- Weniger toxisch als Ochratoxin (ähnliche Wirkung)
- Verschimmelte Zitrusfrüchte
- Verfaultes Obst
- Getreide und andere Cerealien
- Tofu, Miso, Angkak (fermentierter Reis)

Anm: deutsche Studie: 4 von 16 Proben enthielten bis zu 50mg/kg Citrinin)



Fermentierter Reis (Angkak)

Ochratoxine



- von verschiedenen Aspergillen und Penicillien gebildet (z.B. *Aspergillus ochraceus*)
- Hohe Toxizität
- Kanzerogen
- Nephrotoxisch
- Lebertoxisch
- irreversible Organschäden
- Getreide, Nüsse, Kaffee, (zuletzt auch Bier, Wein)
- Hitze-resistent
- am häufigsten Ochratoxin A (OTA)
- Tägliche Aufnahme: ca. 50 ng/kg KG

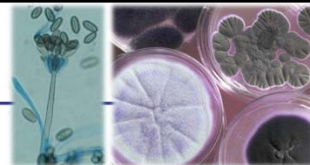
Deutsche Studie (2000): ca. 2000 Getreideprodukte:
fast zu 70% OTA positiv, jedoch allg. niedrige Belastung

Patulin



- von Penicillien- und Aspergillenarten (z.B. *Penicillium expansum*) sowie *Byssochlamis* sp. gebildet
- an verfaulten, verschimmelten Früchten (Äpfeln, Birnen, Gemüse)
- In hohen Konzentrationen: Übelkeit, Entzündung der Magenschleimhaut
- Nicht sehr hitzestabil (wird durch Kochen, jedoch nicht durch Pasteurisation zerstört)
- Ascorbinsäure, Fermentation bewirken Abbau

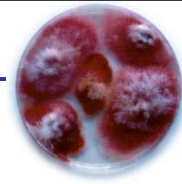
Trichothecene



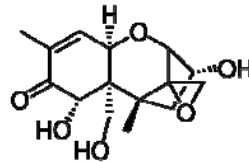
- von Fusarien (z.B. *F. sporotrichioides*) und auch *Stachybotris*-Arten gebildet (Feldpilz)
- vorwiegend auf Getreide und Mais
- 4 Untergruppen (darunter auch Deoxinivalenol)
- Chem. Struktur: zyklischer Sesquiterpenring
- zellschädigende Wirkung
- Erbrechen, Durchfall, brennender Mund u. Rachen
- Immunsystem- und Knochenmark-Schädigung
- Blutungen, Anämie, Lungenerkrankung, Fieber, Organversagen
- Alimentäre toxische Aleukie („Faulfieber“)
- hitzestabiles Toxin

Deoxynivalenol (DON)

(gehört zu den Trichothecen)



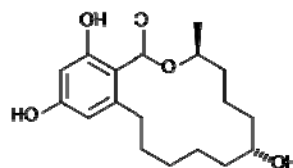
- von Fusarien (F. graminearum, F. culmorum u.a.) gebildet
- nephrotoxisch
- beeinträchtigt das Immunsystem
- teratogen
- gastrointestinaler Reizstoff
- reduzierte Legeleistung bei Hühnern, Futterverweigerung, Erbrechen
- Pilzwachstum am Getreide, Mais
- Hitzebeständig



Zearalenon



- von versch. Fusarienarten gebildet
- Name kommt von „*Zea mays*“ (Mais)
- Bildung bei relativ kühlen Temperaturen (12-14 °C)
- primär Tierfutterproblem (liegt dort als Glycosid vor)
- **Östrogene Eigenschaften** (beeinflusst Genitalsystem beim Schwein; Geflügel und Rinder unempfindlicher)
- Kleines organisches Molekül
- Möglicher Einfluss auf Bildung von Brustkrebs
- Toxizität nimmt mit steigender Erhitzungstemperatur ab
- Nachweis in Weizen(kleie)



Beispiele für aktuelle Höchstmengen



Aflatoxin B1 (Erdnüsse): 0,1 µg/kg
Summe Aflatoxine B1, B2, G1, G2 (Erdnüsse): 15 µg/kg
Ochratoxin A (Kaffee, Rosinen): 10 µg/kg
Ochratoxin A (Getreide): 5 µg/kg
Zealenon (Mais): 200 µg/kg
Zealenon (Getreide/erzeugnisse): 50 µg/kg
Patulin (Obstsäfte): 50 µg/kg

Ergotalakaloide

- Verursacher des Ergotismus
(Ergotalkaloide; Peptidester d. **Lysergsäure**)
 - **Claviceps purpurea**
 - **Claviceps paspali**
- „Mutterkorn“ (bis zu 1% Ergotalkaloide)
- Häufig bei Roggen, seltener bei Weizen u.a. Getr.
- Ausbildung eines Sclerotiums mit tox. Material
- Große historische Bedeutung (1875 erstmals isoliert)
(Kriebelkrankheit, Krampfseuche, St. Antonius-Feuer, Brandseuche, „Veitstanz“ etc.)
- Getreidetechnologische Abtrennung des Mutterkorns
- Medizinische Anwendung: Ergometrin (wehenfördernd)
Ergotamin (Migränemittel, umstritten), Mb. Parkinson-Therapeutia





Mutterkorn



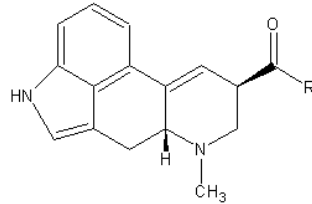
Ergotalkaloide

- Halluzinogene Wirkung
- Verwirrtheit
- Neurologische Effekte
- Muskelkontraktionen
- Lähmungserscheinungen
- Unkontrollierte, krampfartige Bewegungen
- Ohrensausen
- Gefäßverengend
- Störung der Organdurchblutung
- Gangränöse Formen (Absterben von Gliedmaßen)
- Konvulsive Form (Beibehaltung von verkrampfter Körperhaltung)



Ergotalakaloide

Einfache Lysergsäure-Amide:



R = OH

Lysergsäure (Grundkörper)

R = NH₂

Lysergsäureamid

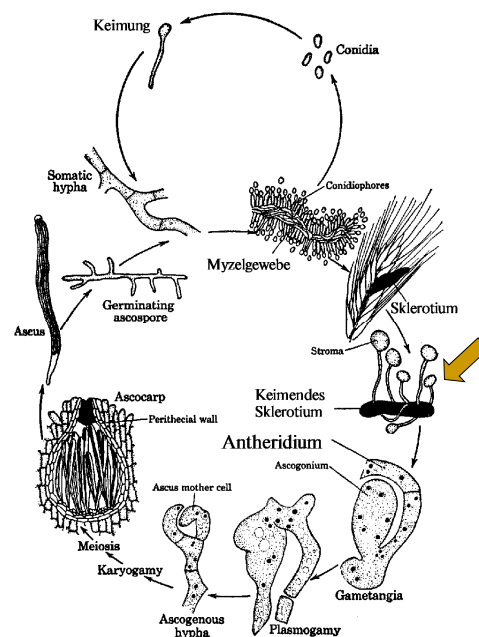
R = N(C₂H₅)₂

Lysergsäurediethylamid (LSD)

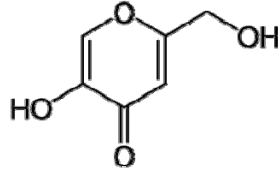
R = NHCH(CH₃)CH₂OH

Ergometrin

Entwicklungszyklus von *Claviceps purpurea*



Koji-Säure



- von Aspergillen (z.B. *A. niger*, *A. oryzae*) gebildet
- erstmals 1907 aus verpilztem Reis gewonnen
- entzündungshemmend, antibakteriell
- bleichende Wirkung auf Haut (Bekämpfung von Pigmentflecken, Melanin- bzw. Tyrosinasehemmer)
- nicht überall für Kosmetika erlaubt (...Asien)
- Verdacht auf nierenschädigende Wirkung

Maßnahmen zur Kontrolle der Mycotoxinbildung bei Lebensmitteln



Mycotoxine in LM und Rohstoffen sind optisch oft nicht erkennbar!

Prävention
↓

- Erntemaßnahmen
- Futtermittelkontrolle
- Keine beeinträchtigte Ware verwenden/verarbeiten
- Gute Lagerungsbedingungen (kühl, trocken)
- Möglichst niedrige Temperatur
- Keine Temperaturschwankungen (Kondenswasser....)
- Feuchtigkeits- und aw-Wertansprüche bzw. -toleranzen unterschiedlich
- Verfügbaren Sauerstoff möglichst gering halten
- pH-Wert: Toxinbildung in relativ breitem Bereich möglich (pH 3.4 – 5.5!)
- Hoher Kohlenhydratgehalt im Substrat fördert Mycotoxinbildung
- Unterdrückung der Idiophase im Schimmelpilzwachstum