



FACT SHEET

Aflatoxine

1. Allgemeines [1]

Aflatoxine gehören zur Gruppe der Mykotoxine. Sie sind natürliche Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen und können bei Mensch und Tier eine toxische Wirkung verursachen.

Etwa 20 Aflatoxine aus Schimmelpilzen sind bekannt (Abb. 1). Zahlreiche weitere entstehen nur oder auch durch Biotransformation im menschlichen bzw. tierischen Organismus (z. B. Aflatoxin M₁, Aflatoxin M₂, Aflatoxin GM₁, Aflatoxin GM₂, [2]) oder durch Einwirkung von Mikroorganismen (z. B. Aflatoxicol). In natürlichen Substraten vorkommende Hauptprodukte sind Aflatoxin B₁ und Aflatoxin B₂ (B = blau fluoreszierend) sowie Aflatoxin G₁ und Aflatoxin G₂ (G = grün fluoreszierend).

Aflatoxine sind schlecht wasserlöslich (10-30 µg/ml), aber gut löslich in Methanol oder Dimethylsulfoxid. Die Toxine sind thermostabil, d.h. durch Kochen, Braten usw. kann die Toxinmenge nur unwesentlich verringert werden.

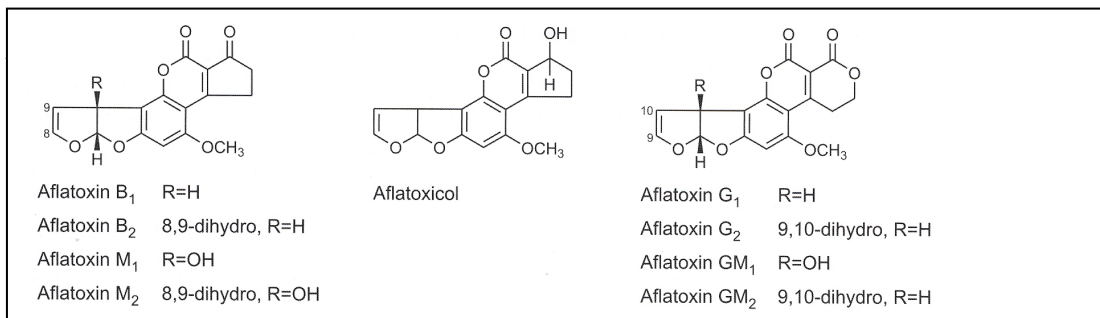


Abb 1: Mykotoxine der Aflatoxin-Gruppe

2. Vorkommen

Die Bildung der Aflatoxine erfolgt durch Stämme der eng verwandten *Aspergillus*-Arten *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* und *A. nomius*. Die Pilze gedeihen bei einem Wassergehalt von mindestens 18 % auf stärkehaltigen und von etwa 10 % auf ölhaltigen Substraten, parasitieren aber auch auf lebenden Pflanzen. In einem Temperaturbereich von 7,5 bis 40 °C (Optimum zwischen 25 und 30 °C) bilden sie Aflatoxine.

Besonders häufig werden Aflatoxine gefunden in Erdnüssen, Baumwollsamens, Getreidefrüchten (hauptsächlich von Mais, seltener Weizen, Reis, Gerste, Roggen, Hirse, Hafer), Haselnüssen, Walnüssen, Paranüssen, Pecannüssen, Pistazienkernen, Sonnenblumenkernen, Mandeln, Muskatnüssen, Feigen, Sojabohnen, Copra und Tierfutter pflanzlichen Ursprungs.



Abb. 2: Befallene Lebensmittel
(v.l.n.r. Haselnuss in Schokolade, Mais und Erdnüsse).

Der Befall mit den aflatoxigenen Pilzen erfolgt meistens vor der Ernte, sodass ein Teil der Aflatoxine bereits bei der Ernte in den Samen bzw. Früchten enthalten ist.

Bei der häufig auftretenden Kontamination des Tierfutters können Aflatoxine und ihre ebenfalls toxischen Biotransformationsprodukte in der Milch und in Milchprodukten nachgewiesen werden. In Eiern und Fleisch konnten die Toxine nur bei experimenteller Verfütterung grosser Aflatoxinmengen detektiert werden [3]. Aflatoxine können auch synthetisch hergestellt werden [4,5,6,7].

3. Pharmakologie, Toxikologie

Aflatoxine werden nach peroraler Zufuhr schnell resorbiert. Auch über die Haut bzw. die Schleimhaut des Bronchialtrakts nach Inhalation der Pilzsporen, die ebenfalls Aflatoxine enthalten, ist eine Resorption möglich.

In der Leber erfolgt bei den Vertretern mit Doppelbindung im äusseren Furanring, z. B. Aflatoxin B₁, eine Oxidation zu hochreaktiven Epoxiden (Giftung).

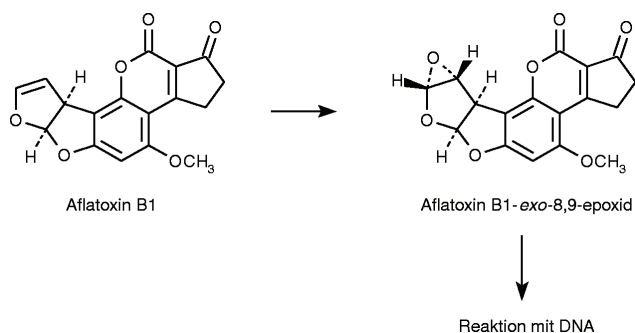


Abb. 3: Bildung von Epoxid aus Aflatoxin B₁

Aus dem Angriff an der DNA resultieren starke karzinogene, mutagene und teratogene Wirkungen der Aflatoxine. Sie wirken in erster Linie hepatotoxisch und hepatokarzinogen.

Aflatoxin B₁ ist das stärkste bisher bekannte Leberkarzinogen natürlicher Herkunft [9]. Die Vertreter ohne Doppelbindung, z. B. Aflatoxin B₂, bilden keine Epoxide, können aber z. T. zu Aflatoxin B₁ dehydriert werden.

Beim Menschen wird die akut letale Dosis von Aflatoxin B₁ auf 1 bis 10 mg/kg geschätzt, wobei Kinder besonders empfindlich sind [8]. Wesentlich bedeutsamer sind die chronischen Wirkungen der Aflatoxine.

Wegen der enorm gefährlichen Wirkung der Aflatoxine wurden strenge Grenzwerte für Aflatoxin B₁ und/oder Gesamtaflatoxine (B₁, B₂, G₁ und G₂) in Lebensmitteln sowie für Aflatoxin M₁ in Milch und Milchprodukten festgelegt.

4. Analytik

Zur zuverlässigen Identifizierung und Quantifizierung in Lebensmitteln und anderen komplexen Untersuchungsgütern werden chromatographische Methoden mit Fluoreszenzdetektion oder die Kopplung der HPLC mit der Massenspektrometrie nach angemessener Probenvorbereitung eingesetzt [10].

Für Screening-Zwecke stehen schnelle und kostengünstige immunchemische Methoden zur Verfügung. Ergebnisse solcher Schnelltests sollten stets mit HPLC/MS-Methoden überprüft werden, um Fehlinterpretationen mit erheblichen gesundheitlichen oder ökonomischen Konsequenzen zu vermeiden [11].

5. Aflatoxine als biologischer Kampfstoff

Aflatoxine stehen aufgrund ihrer vergleichsweise einfachen Produktionsmethode und der relativ niedrigen letalen Dosis im Verdacht, als Kampfstoff bevorratet zu werden. So wurden beispielsweise im Irak zwischen 1985 und 1991 etwa 2200 Liter Aflatoxin als Kampfstoff hergestellt, mit dem Scud-Raketen bestückt werden sollten [12]. Der genaue Zweck und die Ziele des geplanten Einsatzes von Aflatoxinen als B-Waffen liegen nach wie vor im Dunkeln.

Die Bedeutung von Aflatoxinen für militärische bzw. terroristische Anwendungen ist ziemlich unklar. Die Australiengruppe führt Aflatoxine in der Liste der Toxine für die Exportkontrolle.

Literaturverzeichnis:

- [1] Teuscher, Lindequist: Biogene Gifte; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart; 3. Auflage, p. 102 (2010).
- [2] Hausen BM (1987), Contact Dermat 17:323
- [3] Trucksess MW et al. (1982), J. Assoc Off Anal Chem 65: 884
- [4] Buechi, George; Foulkes, D. M.; Kurono, Masayasu; Mitchell, Gary F.; Schneider, Richard Stephen (1967). "The total synthesis of racemic aflatoxin B1". Journal of the American Chemical Society. 89 (25): 6745–53.
- [5] Roberts, John C.; Sheppard, A. H.; Knight, J. A.; Roffey, Patrick (1968). "Studies in mycological chemistry. Part XXII. Total synthesis of (±)-aflatoxin-B2". Journal of the Chemical Society C: Organic: 22.
- [6] Trost, B. M.; Toste, F. D. "Palladium Catalyzed Kinetic and Dynamic Kinetic Asymmetric Transformations of γ -Acloxybutenolides. Enantioselective Total Synthesis of (+)-Aflatoxin B1 and B2a". J. Am. Chem. Soc. 2003, 125, 3090–3100.
- [7] Zhou, G.; Corey, E. J. "Short, Enantioselective Total Synthesis of Aflatoxin B2 Using an Asymmetric [3+2]-Cycloaddition Step". J. Am. Chem. Soc. 2005, 127, 11958–11959.
- [8] Mücke W, Lemmen Ch (2004), Schimmelpilze – Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmassnahmen, ecomed, Landsberg/Lech.
- [9] Müller T (1987), Nahrung 31: 117
- [10] N. Arroyo-Manzanares, A. M. García-Campaña, L. Gámiz-Gracia: Multiclass mycotoxin analysis in *Silybum marianum* by ultra high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry using a procedure based on QuEChERS and dispersive liquid-liquid microextraction. In: J Chromatogr A. 22. März 2013, S. 11–19.
- [11] R. Salter, D. Douglas, M. Tess, B. Markovsky, S. J. Saul: Interlaboratory study of the Charm ROSA Safe Level Aflatoxin M1 Quantitative lateral flow test for raw bovine milk. In: Journal of AOAC International. 89(5), Sep-Okt 2006, S. 1327–1334.
- [12] T. Vasek: Wahrheitssucher beim Vater aller Täuscher. In: Die Zeit. 40, 2002.