

カビ毒とカビ毒吸着剤

カビ毒

「カビ毒」とは、カビから産出される毒素の総称を表し、全世界で約 400 種類以上が報告されています。「マイコトキシン」とも呼ばれます。

カビ毒の中には、動物における代謝が非常に速く、家畜動物に嘔吐、消化器障害、免疫機能低下を引き起こすもの、また時間をかけて生産性低下、増体率低下、造血器影響、催奇形作用(脚異常)や皮膚への影響を与えたりするものが知られています。

このため、家畜動物をカビ毒から守るため、様々なカビ毒吸着剤が利用されています。

畜産動物向け飼料で問題となる代表的なカビ毒は、表 1 のとおりです。管理基準に含まれないオクラトキシンなども、動物に有害な影響を与えることが知られています。

表 1 飼料に含まれるかび毒の指導基準および管理基準

種類	有害物質名	対象となる飼料	基準
指導基準	アフラトキシン B ₁	搾乳の用に供する牛、めん羊および山羊に給与される配合飼料	0.01
管理基準	アフラトキシン B ₁	反すう動物(ほ乳期のもをを除く。牛、めん羊および山羊にあっては、搾乳の用に供するものを除く。)、豚(ほ乳期のもをを除く。)、鶏(幼すう及びブロイラー前期のもをを除く。)及びうずらに給与される配合飼料及びとうもろこし	0.02
		反すう動物(ほ乳期のものに限る。)、豚(ほ乳期のものに限る。)及び鶏(幼すう及びブロイラー前期のものに限る。)に給与される配合飼料	0.01
	ゼアラレノン	家畜及び家きんに給与される飼料(配合飼料を除く。)	1
		家畜及び家きんに給与される配合飼料	0.5
	デオキシニバレノール (DON)	反すう動物(ほ乳期のもをを除く。)に給与される飼料(配合飼料を除く。)	4
		反すう動物(ほ乳期のもをを除く。)に給与される配合飼料	3
家畜等(反すう動物(ほ乳期のもをを除く。)を除く。)及び家きんに給与される飼料		1	
フモニン (B ₁ + B ₂ + B ₃)	家畜及び家きんに給与される配合飼料	4	

カビ毒吸着剤

以下に代表的なカビ毒吸着剤について説明します。

- **粘土鉱物**: 粘土鉱物の種類は非常に多く、代表的なものはアルミノケイ酸塩(ベントナイト、ゼオライトなど)になります。多孔質で吸着性が高く、鉱物によって孔(ポア)のサイズが異なり、例えばベントナイトがメソポアからマクロポア(100-1000nm)を有するのに対し、ゼオライトはマイクロポアが多い(0.3-1nm)などです。また熱加工を施し、ポアのサイズを調節することで、さらに優れた吸着能を付与したものもあります(三村、秋葉 1995)。膨潤性を有するものは、ビタミンやミネラルも吸着する可能性が報告されています。

- **活性炭:** 多孔質で吸着性が高いことが分かっています。マクロポアが多いため、ビタミンやミネラルなど飼料中の栄養素も吸着することが課題となっています。
- **酵母細胞壁系:** β グルカンやマンナンオリゴ糖を主とした吸着が生じます。ビール酵母やピキア酵母などの出芽酵母が利用され、酵母の種や株によって、反応するカビ毒の種類や幅が異なります。粉碎酵母細胞壁の使用も一般的ですが、**粉碎されていない完全な酵母細胞壁では、酵母抽出物や粉碎酵母細胞壁よりも高い吸着能が報告されています** (Huwig et al 2001)。

複数の吸着剤をうまく利用すれば、吸着量だけでなく、毒素選択性や栄養素吸着阻止といった性質を向上させることが可能です。このため、一般に**単一製剤よりも複合製剤の方が吸着剤として優れている**といわれています。

表 2 代表的なカビ毒吸着剤

カビ毒吸着剤	主成分	吸着するカビ毒の種類			
		アフラトキシン	ゼアラレノン	フモニシン	その他 (オクラトキシン等)
粘度 鉱物	Na型ベントナイト	◎	○		○
	Ca型ベントナイト	◎	○	○	○
	ゼオライト	◎	○		○
	アルミノケイ酸水和物	◎		○	
	黄土粘度 (ケイ酸、酸化アルミニウム、酸化鉄)	◎			
酵母細胞壁系	酵母細胞壁 酵母細胞壁抽出物	◎	◎	○	○

酵母細胞壁抽出物の主成分は β グルカンであり、これだけを利用した製剤もある。

酵母細胞壁は、免疫賦活作用や、病原性細菌の線毛と反応して不活化(凝集)する作用も報告されている。

そのほか、鉱物系に近いものとしてポリマーの利用や、生物系では細菌やコウジカビなどを利用した吸着剤もあります。

また、カビ毒の無毒化を目的とした植物/微生物由来抽出物を利用した製剤や、界面活性剤をベースにした製剤もあります。これらは、単独の製剤としてはあまりありませんが、粘土鉱物を主体としたカビ毒吸着剤に含まれていることがあります。

文献: Aly SE, et al. (2004) Food and Chemical Toxicology 42(11), 1825-1831.; Chaytor AC, et al. (2011) Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(5), 723 - 738.; El-Naggar MA and Thabit TM (2014) Foodborne pathogens and disease 11, 433-438.; Filho STS et al. (2016), Revista Brasileira de Zootecnia 45(5), 250-256.; Huwig A et al. (2001) Toxicology letters 122, 179-188. ; Jouany JP, et al. (2005) Archiva Zootechnica (8), 26 - 50.; Karami-Osboo R et al. (2020) IET Nanobiotechnol. 14 (7), 623-627.; Kim SW et al. (2019) Toxins 11, article 633.; 三村 均、秋葉健一 (1995) 東北大学素材工学研究所彙報 50(1/2), 1-8.