



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

IDF 文書を JIDF 事務局が仮訳

デイリーチェーンにおける飼糧関連マイコトキシン ：発生と管理

IDF ファクトシート 2012 年 10 月

何が問題となっているのですか？

昨今、消費者は自分の口にはいる食べ物の安全性に懸念を抱いています。乳および乳製品の安全性は、有害な微生物や原料に潜む化学物質の存在、それに消費者までのサプライチェーンで生じる汚染によって損なわれるかもしれません。

マイコトキシン（カビ毒）はヒトや動物の体内で健康に危害を及ぼす恐れのある一連の化学物質と規定されています。

酪農業におけるマイコトキシンの重要性

- マイコトキシンは、カビ類から自然発生する毒性を示す代謝物の大きなグループです。多数のマイコトキシンが家畜やヒトの病気に関与しています。
- マイコトキシンは、とうもろこし、穀類、牧草など酪農家畜の飼糧として広く一般に用いられる作物を含め世界に広く分布しています。汚染された飼糧を消費すると酪農家畜動物の健康に悪影響をあたえ、場合によっては乳にキャリアオーバーし、ヒトの食物に安全性に懸念材料を与える可能性があります。
- 要するに、マイコトキシンは、ヒトの健康を害するばかりか、家畜動物の福祉や健康、ひいては生乳生産にも悪影響を与えることとなります。生乳生産量の低下と家畜動物の健康への影響は、生産者の経営と村落地域の経済にも波及します。

一般的なマイコトキシンの同定

研究者は 300 種類以上のマイコトキシンを同定しています。酪農家畜動物の飼糧か



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

ら一般的な単離されたマイコトキシンには、フザリウム (Fusarium) 属の黴から産生されたデオキシニバレノール (DON) やゼアラレノン、アスペルギルス (Aspergillus) 属から産生されたアフラトキシン B が含まれます。フモニシン類 (英: fumonisins)、オクラトキシン (ochratoxin)、エルゴリンアルカロイドが一般的に単離されますが、貯蔵した牧草 (サイレージ) 関連のマイコトキシンであるロックフォルティ C およびミコフェノール酸が単離される頻度は少ないです。

マイコトキシン産生に影響する因子

カビの増殖に影響する重要な因子としては、湿度 (水分活性 a_w)、温度および養分と酸素の存在が挙げられます。あるカビ種がマイコトキシンを産生する能力は一般的には、水分活性 a_w と温度の限界を超えたときにマイコトキシンを産生するかどうかで規定されます。栄養分、酸素や二酸化炭素の存在といった、その他要因もマイコトキシンの産生に一定の役割を演じます。植物や穀粒がうける機械的な損傷や昆虫類の攻撃も植物細胞の防御壁を突破する原因となり感染能力を有するカビ類の侵入経路を切り開きます。さらに、そのような損傷が植物の内胚乳から栄養分を放出しカビ類の増殖に供されます。

- 作物と原料飼糧の汚染は、地理的な起源、作物の成長時の気候条件、加工と貯蔵条件に影響されます。デオキシニバレノール (DON) やゼアラレノンの汚染は、温帯性気候地域で栽培される作物に通常発生します。その一方、アフラトキシン B₁ の汚染は亜熱帯から温帯気候地域に発生します。トウモロコシを主体とする飼糧は 1 種類以上のマイコトキシンに汚染される可能性が高いと考えられます。

家畜動物に及ぼすマイコトキシンの影響

ルーメンはマイコトキシンを代謝するために、酪農家畜動物の体内で重要な機能を有しています。デオキシニバレノール (DON) とオクラトキシン A はルーメンのなかで毒性の少ない代謝物に変換されます。そのため、酪農家畜動物は、豚のようなルーメン



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

を持たない動物に比べてマイコトキシンに対する感受性が低いといえます。ゼアラレノン₁はルーメン内部で毒性の強度がばらつく異なる代謝物に変換されます。アフラトキシン_{B₁}とフモニシンはルーメンでは代謝されません。アフラトキシン_{B₁}は肝臓でアフラトキシン_{M₁}に変換されます。

- マイコトキシンは酪農家畜動物の体内で様々な毒性を呈します。酪農家畜動物の体内で発現するマイコトキシンが示す主な毒性はつぎのとおりです。
 - 餌の摂取量の低下と生乳生産量の低下
 - 家畜の生殖効率の低下
 - 免疫抑制
- 低用量のマイコトキシンを家畜動物に高頻度に暴露することが慢性的な疾病や相乗効果、拮抗作用を示すかどうかについてはほとんど知見がありません。

乳中のマイコトキシン

マイコトキシンやその代謝産物が飼糧から乳に移行する（キャリアオーバー）問題は乳および乳製品の食品安全性や規格基準の遵法という点で重要となります。泌乳動物による乳への分泌は、マイコトキシンまたはその代謝物が血液-乳のバリエーを通して行うことができ初めて可能となります。アフラトキシン_{B₁}は乳にキャリアオーバーする唯一の重要なマイコトキシン（アフラトキシン_{M₁}）です。

- アフラトキシン_{M₁}は、乳および乳製品の食品安全について懸念される唯一のマイコトキシンです。それ以外に酪農家畜動物の飼糧に係るマイコトキシンは、乳へのキャリアオーバー率が低いことから実務上さほど問題ではありません。
- ヒトの健康に関してアフラトキシン_{M₁}の主な懸念材料はその発癌性にあります。アフラトキシン_{B₁}と同様、アフラトキシン_{M₁}は肝臓癌を引き起こすとされています。しかしながら、アフラトキシン_{M₁}の発癌性能はアフラトキシン_{B₁}の約10分の1以下とされています。

酪農乳業によるマイコトキシン管理

飼糧と乳中のマイコトキシンの管理と予防



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

飼糧作物や貯蔵された作物に生えるマイコトキシン産生カビやマイコトキシン生成の生態環境の理解は、過去20年間に大いに進歩したものの、酪農生産チェーンからマイコトキシンを完全に除去することは不可能です。

- 国単位および国際単位の団体組織は、飼糧製品のための作物栽培、収穫、貯蔵、加工および流通に関する実施規範を含む、マイコトキシンの管理と発生の予防を目指してHACCP（ハサップ 危害分析・重要管理点）に基づいたプログラムを開発しています。
- 表1は家畜飼糧のサプライチェーンを通して推奨された管理手法を総括しています。

法規制

- 60カ国以上が乳のアフラトキシンM₁について規制している。乳中のアフラトキシンM₁の一般的に通用する濃度の限度値は0.05 μg/kgです。コーデックス食品規格の定量的なリスク評価に基づけば、乳中アフラトキシンM₁の限界濃度は0.5 μg/kgです。
- 家畜動物の飼糧に含まれるアフラトキシンを規制することは、家畜動物の健康を守ると同時に、アフラトキシンが家畜の生産性に及ぼしたために生じる損害に歯止めをかけ畜産物が消費されたときのヒトへの健康を守ることを目指しています。
- 39カ国が飼糧中のアフラトキシンB₁を5 μg/kgという共通限界濃度でもって規制しています。現時点では、飼糧中に存在するマイコトキシンとしてはアフラトキシンB₁以外の規制はありません。

サンプリング法と分析法

飼糧と乳および乳製品中のマイコトキシン測定に関するバリデートされたサンプリング方法と分析方法、それに効果的な試験室の品質保証プログラムは、マイコトキシンのモニタリングプログラムにおいて必要不可欠な道具になります。

- 通常、マイコトキシンが飼糧と原料製品で不均一な状態で分布することを勘案すれば、バリデートされたサンプリング技術が非常に重要です。国際標準化機構（ISO）やその他の機関は飼糧のサンプリングに関するスタンダードを発行しています。



IDF ホームページ/<http://www.fil-idf.org/>ファクトシートより

- 共通に用いられる分析法には、物理化学的な手法や免疫アッセイ法が含まれます。商業的なELISA法をベースにした技術は、飼糧と乳原料の迅速スクリーニング法として頻繁に用いられています。国家的な団体あるいは国際的な団体が、バリデートされたこれらの技術に基づくスタンダード法を発行しています。

表1 乳生産家畜動物の原料や飼糧中のアフラトキシンB1、穀類中のトリコテセン、ゼアラレノン、フモニシンおよびオクラトキシンAの発生予防と低減のための推奨規範（コーデックス食品規格委員会の実務的な規格）

収穫前

作物の輪作を適用し、感染圧力を下げる；

例えば深く耕すなど、田畑から作物の収穫残を取り除き、感染圧力を下げる

カビ汚染に抵抗力をつけた種子を使う

作物の要求に適合する肥料を適用し食物のストレスを避ける

穀物の生育に重要な規範（灌漑、雑草管理、間引き栽培）を適用し、高温や干ばつからの食物性ストレスを避ける

種子や作物に適切な植物衛生上の方法を適用し、虫害やカビ汚染を避ける

収穫

極端な植物へのストレスが予想されるのでなければ、成熟期に収穫を計画する。マイコトキシンの蓄積を避けるために、収穫の遅延を避ける

穀粒の機械的な損傷を避ける、貯蔵中に起こるカビ汚染を避ける

必要に応じて貯蔵中にカビの生育を妨げるまで水分レベルをなるべく早く下げる

必要に応じて夾雑物や外観的に感染した作物を取り除く



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

貯蔵

雨水、齧歯類、鳥類が侵入しないように、貯蔵設備を清潔に、乾燥された通気状態を保つ

なるべく低温で貯蔵する。均一な室温と湿度を維持するために必要に応じて空気の循環や換気につとめる

承認された適切な方法により貯蔵設備中の昆虫類やカビ類のレベルを最小化する

必要に応じて、カビの増殖を避けるために承認された適切な保存剤を用いる

輸送

輸送容器は乾燥状態を保ち昆虫類、カビ類および汚染物質の混入がないことを確認する

水分の凝縮を避けるために水分の侵入や温度のバラツキから貨物を守る

翻訳：J I D F 事務局

編者注: 仮訳の正確性、完全性、有用性等についてはいかなる保証をするものではありません。参考資料として扱い、内容に疑義が生じた場合は英文の原文をご確認ください。