

米国産トウモロコシのマイコトキシンに関する背景情報

(前号より続く)

マイコトキシンレベルが上昇した穀物の管理

穀物からマイコトキシンの毒を除去するプロセスは複雑で、マイコトキシンや穀物の種類によって異なります。次に記載する要件を満たすことができないため、穀物から毒を除去するための実用的な方法はほとんどありません。

- マイコトキシンを不活性で、毒性のない化合物に変化させること
- カビ胞子が死滅して新たな毒素が産生されないようにすること
- 当該穀物が元の栄養価を維持し、嗜好性が維持されたままにすること
- 当該穀物の物理特性を大幅に変化させないこと
- プロセスが経済的であること

マイコトキシンに汚染されたコモディティー商品から毒を除去するために用いられる方法は、熱処理、ミリング、クリーニング、化学処理など様々です。アフラトキシンは、米国食品医薬品局(FDA)が公的な規制レベルを適用して規制しているマイコトキシン的一种であることから、以下に穀物からアフラトキシン汚染を除去するために用いられる方法に限定して記載します。

穀物中のマイコトキシンレベルの低減

クリーニングと分離-ロータリースクリーンを用いて穀物を仕分して損傷・破損トウモロコシと微細物を除去すると、汚染穀物ロットのアフラトキシン汚染レベルが最大59%という大幅低下につながることを確認されています。損傷粒や破損粒のアフラトキシンレベルは最大になる傾向があります¹。従って、こうした破損粒・損傷粒をクリーニング除去することでマイコトキシンレベルを低下させる必要があります。こうした質の低い材料を用いた場合にこのマイコトキシンのレベルは非常に高くなる可能性があるため、動物用飼料にはクリーニングプロセスで除去された画分を利用しないことが重要です²。

ウェットミリング-トウモロコシのウェットミリングではまずアフラトキシンが様々な分画に分散します。しかし、アフラトキシン

は死滅しません。研究によれば、アフラトキシンB1は主に浸漬液(40%)および繊維(35%)に移動します。アフラトキシンB1の残りはグルテン(15%)、胚芽(8%)およびデンプン(1%)で確認されています。

ドライミリング-ウェットミリングと同様に、ドライミリングもアフラトキシンが様々な分画に分散します。ミリング後のアフラトキシンレベルは胚芽および外皮の分画で最も高くなります。研究では、ドライミリングは粉の状態であらゆるアフラトキシンレベルを低下させる費用対効果の高い方法であることが確認されています。

化学的不活性化-アンモニアはトウモロコシ中のアフラトキシンの毒作用や発癌作用を効果的に変化させることが確認されています。一般に、このプロセスは農場で飼料給与する場合に限り採用することができます。というのは、FDAはアンモニア処理したトウモロコシの州際取引を認めていないからです。アンモニア処理プロセスではトウモロコシの退色が発生することがあり、また一時的にトウモロコシに異臭を発生させるため、結果的に動物はこうした飼料を避けるようになる可能性があります。アンモニア処理プロセスにはある程度の危険性があるため、訓練を受けた専門家でなければ実施するべきではありません。この処理で用いられるアンモニア対トウモロコシ乾物比は0.5%から1.5%の範囲内で、汚染レベルによって変わってきます。

その結果、アンモニア処理の1ブッシェル当たりの費用は、処理用設備費や人件費以外についても相当な額になります。

アンモニア処理によるこの他のマイコトキシンレベル低減効果はマイコトキシンによって異なります。イエローコーンのアフラトキシンレベルを大幅に低下させるアンモニア処理プロセスはトウモロコシのゼラレノン汚染に対しては効果を発揮しません。アフラトキシン毒の除去に用いられるアンモニア処理がトウモロコシのフモニシンレベルの低下にも役立つ一方で、フモニシンの毒性を低減することはできません。

1 Johansson, A.S., Whitaker, T.B., Hagler, W.M., Bowman, D.T., Slate, A.B. & Payne, G. 2005年 「低等級の構成要素使用によるトウモロコシ穀粒に存在するアフラトキシンとフモニシンの予測」

2 http://www.foodriskmanagement.com/wp-content/uploads/2013/03/Romer-Labs-Guide-to-Mycotoxin-Book-Original_41686.pdf

マイコトキシン産生菌の曝露と増殖の最小限化

穀物の生産、収穫後の取り扱いおよび保管において最も重要かつ効果的な管理方法は、マイコトキシンを産生する菌類の増殖を抑制することです。数多くの管理方法が「適正農業規範(GAP)」という名称で分類されていますが、これには輪作、灌漑、殺虫剤、殺菌剤、除草剤の使用、さらに乾燥作業中や保管中の穀物水分含量を減少させることなどが含まれます。穀物の水分含量の管理とその結果としての水分活性の管理は極めて重要です。感染しやすい穀物は安全な水分レベルで収穫し、収穫後は間を置かず安全なレベルまで乾燥させ、かつ、安全な水分レベルで保管することがカビの増殖やその他マイコトキシンの産生を防ぐ上で何よりも重要です。一般的な保管時水分含有率についてのガイドラインでは、米国のコーンベルトにおける典型的な条件下にある通気された保管所において、高品質かつクリーンな状態で6~12か月の間トウモロコシを保管する場合の水分含有率は14%が上限として推奨されています。1年を超える保管では13パーセント以下の水分含有率が推奨値となります。³

3 WPS-13. 1988.「穀物の乾燥、取り扱いおよび保管に関するハンドブック」
Midwest Plan Service No. 13. Iowa State University, Ames IA.

トウモロコシのブレンドによりマイコトキシンレベルの上昇を抑える

ブレンドは汚染除去プロセスのひとつと見なされていませんが、価値の低い穀物の場合は最終的に得られるロット中のマイコトキシンレベルを低下させるために、農場レベルで用いられることがあります。汚染のレベルによって異なるものの、アフラトキシンに汚染されたトウモロコシを飼料として用いることはできます。例えば、汚染されていない飼料に配合することで、給与飼料のアフラトキシンは希釈されますが、こうしたブレンド作業は、得られる配合飼料がFDA規制レベルを下回るように慎重に実施しなければなりません。EUでは規制対象のマイコトキシンに汚染された食品や飼料にこの処理を用いることは違法となります。

マイコトキシン試験用代表サンプルの採取

マイコトキシンの試験業務を提供する企業では、様々なマイコトキシンの試験結果を掲載した報告書を頻繁に発表しています。こうした報告書から、試験企業が受け取る様々なコモディティー商品や飼料原材料のマイコトキシン出現率をある程度見抜くことができる一方で、サンプリングに付きものの偏りによって、こうした報告書が業界を極めて誤った方向

に導く可能性もあります。

こうした報告書で懸念されるサンプリングの偏りは、母集団構成分子の選択と選択された母集団構成分子のサンプリングという2種類の問題に根差しています。

母集団構成分子の選択

選択の偏りの原因

この偏りは、適切な無作為化を行うことができないような方法で、対象母集団から非無作為的に構成分子を選択する傾向が存在する場合に発生します。その結果、得られたサンプルは本来代表するはずであった母集団を代表するものではなくります。

選択の偏りの意味

試験の目的にかなう母集団構成分子の選択に偏りがある場合(言い換えれば、選択された構成分子が不作為的に選択されたものでない場合)、母集団の真のマイコトキシン発現率はシステム上どうしても過小評価されるかまたは過大評価されることになります。

母集団構成分子が無作為的に選択されていれば、母集団の真のマイコトキシン発現率は正確に予測することができます。

選択の偏りの例

この種の偏りの例として、これまでずっと汚染とは無縁であったか、あるいは典型的に汚染が多かった組織(農場やエレベーター等)から偏った割合で母集団構成分子のサンプルを採取する傾向が挙げられます。この傾向のため、試験実施企業が構成分子組織から受け取るサンプルが不作為的に抽出されていなければ、この試験企業の試験結果はシステム上どうしても母集団の真のマイコトキシン発現率が過大評価または過小評価した内容となります。

選択された母集団構成分子のサンプリング

サンプリングの偏りの原因

この偏りは、当該ロット内の汚染トウモロコシがロット空間全体に均一に分散していない場合(ロット内不均一空間分布)に、ロットのプロブポイントを1カ所に限ってサンプル採取すると発生します。

サンプリングの偏りの意味

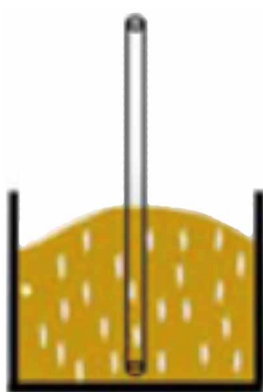
母集団構成分子から得たサンプルの採取に偏りがある場合(言い換えれば、汚染トウモロコシが均一に分散していないロットからサンプルを採取した場合)には、サンプルの濃度はシステム上どうしても真のロットの濃度を上回るかまたは下回ることになります。

母集団構成分子が無作為的に選択されていれば、母集団の真のマイコトキシン発現率は正確に予測することができます。

このサンプル採取の偏りは、以下の1)から4)のいずれか、またはすべてを実施することで低減させるか排除することができます。

- 1) マイコトキシン汚染トウモロコシがロット全体にわたり空間的に均一に分散しているロットからサンプルを採取する(均一分散)
- 2) ロットの様々な箇所(例:グリッドパターン等)から数多く

サンプリングの偏りがない場合
汚染トウモロコシの分散が空間的に均一であるロットでの一カ所のみプロブポイント

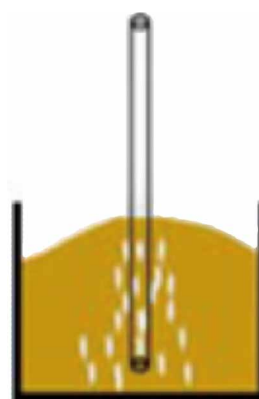


均一

- 3) 適切なサンプルサイズで採取する
 - 4) ロットを動かしながら追加的なサンプルを抽出する
- サンプリングの偏りの例

この種の偏りの例は、ロットの単一箇所からサンプルを採取し、その結果がロット全体を代表しているかの如く報告する傾向がある場合です。マイコトキシンが当該ロット中に均一に分散していないと、単一サンプルを評価して得られた結果はシステム上どうしても母集団の真のマイコトキシン濃度を上回るか下回るかのいずれかになります。

サンプリングの偏りがある場合
汚染トウモロコシの分散が空間的に不均一であるロットでの一カ所のみプロブポイント



不均一

参照資料

Johansson, A.S., Whitaker, T.B., Hagler, W.M., Bowman, D.T., Slate, A.B., and Payne, G. 2005. Predicting aflatoxin and fumonisin in shelled corn lots using poor-grade components. AOAC, Int, 89:433-440.
http://www.foodriskmanagement.com/wp-content/uploads/2013/03/Romer-LabsGuide-to-Mycotoxin-Book_Original_41686.pdf
<https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ChemicalContaminantsMetalsNaturalToxinsPesticides/ucm120184.htm>
<https://www.fda.gov/RegulatoryInformation/Guidances/ucm109231.htm>
WPS-13. 1988. Grain drying, handling and storage handbook. Midwest Plan Service No. 13. Iowa State University, Ames IA.

米国農務省「世界農業需給予測(WASDE)」による 飼料穀物(トウモロコシ、ソルガム、大麦)需給概要の抜粋

2020年6月11日米国農務省発表の世界農業需給予測の米国産飼料穀物に関する部分の抜粋の参考和訳を以下に掲載いたします。WASDE のフルレポートについては(<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>)よりご確認ください。また、数値や内容については、原文のレポートのものが優先いたします。各項目の詳細、注釈についても原文をご参照ください。

2020/21年度の米国産トウモロコシの見通しは、期首在庫と期末在庫の若干の増大以外は、先月とほとんど変わっていません。期首在庫は、4,500万ブッシェル減であった

2019/20年度の生産量の試算値が、エタノール生産への利用量の5,000万ブッシェルの減少によってほぼ相殺されるため、引き上げられています。トウモロコシのエタノール生産への利用は、5月から6月初旬の間のエタノール生産の回復が期待されたほど早くなかったことを反映して、引き下げられています。2020/21年度について、供給量が若干増加する一方、利用量予測が変わらないことから、期末在庫は500万ブッシェル上方修正され、33億ブッシェルとなっています。農家の年間平均トウモロコシ出荷価格は、1ブッシェルあたり\$3.20で変化ありません。

2020/21年度の世界の粗粒穀物生産量は、320万トン引き上げられ、14億8,460万トンと予測されています。今月の米国外での粗粒穀物の見通しは、先月と比較して、生産量の引き上げ、利用量の増大と在庫の下方修正となっています。ブラジルのトウモロコシ生産量は、生産の増大が見込まれることから、引き上げられています。大麦の生産は、主に英国での増大予測がフランスでの減少に一部相殺されることから、EUで上方修正されています。ほかの地域では、オーストラリアで増産となっている一方、ウクライナ、インド、ロシアで減産となっています。2019/20年度について、ブラジルでのトウモロコシの生産面積の増大が単収の減少に相殺されたことから、そのトウモロコシ生産量に変更はありません。単収は、中央から西部にかけての多くの地域ではおおよそ良好であるのに対し、南部の状況は良くありません。

2020/21年度の主な世界のトウモロコシ貿易についての変更点は、ザンビアでのトウモロコシ輸出量の上方修正と、タイとホンジュラスでのトウモロコシ輸入量の増大となっています。オーストラリアの大麦の輸出は、中国の輸入量の減少が予測されていることから、下方修正されています。2019/20年度のトウモロコシ輸出量は、2020年3月に始まった現地の市場年度での6月初旬までのデータをもとに、アルゼンチンで引き上げられ、ブラジルでは引き下げられています。2020/21年度の米国外の期末在庫は、主に中国、アルゼンチン、南アフリカ、パラグアイでの減少がブラジルとインドでの増大を上回ることを反映して、先月より引き下げられています。

トウモロコシ	2018/19	2019/20推定	2020/21予測(5月)	2020/21予測(6月)
作付面積(百万エーカー)	88.9	89.7	97	97
収穫面積(百万エーカー)	81.3	81.3	89.6	89.6
単収(ブッシェル)	176.4	167.4	178.5	178.5
期首在庫(百万ブッシェル)	2140	2221	2098	2103
生産量(百万ブッシェル)	14340	13617	15995	15995
輸入量(百万ブッシェル)	28	45	25	25
総供給量(百万ブッシェル)	16509	15883	18118	18123
飼料そのほか(百万ブッシェル)	5430	5700	6050	6050
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	6793	6305	6600	6600
エタノールと併産物用(百万ブッシェル)	5378	4900	5200	5200
総国内消費量(百万ブッシェル)	12223	12005	12650	12650
輸出量(百万ブッシェル)	2065	1775	2150	2150
総使用量(百万ブッシェル)	14288	13780	14800	14800
期末在庫(百万ブッシェル)	2221	2103	3318	3323
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	3.61	3.6	3.2	3.2

ソルガム	2018/19	2019/20推定	2020/21予測(5月)	2020/21予測(6月)
作付面積(百万エーカー)	5.7	5.3	5.8	5.8
収穫面積(百万エーカー)	5.1	4.7	5.2	5.2
単収(ブッシェル)	72.1	73	67.5	67.5
期首在庫(百万ブッシェル)	35	64	35	30
生産量(百万ブッシェル)	365	341	351	351
輸入量(百万ブッシェル)	0	0	0	0
総供給量(百万ブッシェル)	400	405	386	381
飼料そのほか(百万ブッシェル)	138	95	85	85
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	106	70	50	50
総国内消費量(百万ブッシェル)	244	165	135	135
輸出量(百万ブッシェル)	93	210	220	220
総使用量(百万ブッシェル)	336	375	355	355
期末在庫(百万ブッシェル)	64	30	31	26
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	3.26	3.25	3.2	3.2

大麦	2018/19	2019/20推定	2020/21予測(5月)	2020/21予測(6月)
作付面積(百万エーカー)	2.5	2.7	2.9	2.9
収穫面積(百万エーカー)	2.0	2.2	2.4	2.4
単収(ブッシェル)	77.5	77.7	75.8	75.8
期首在庫(百万ブッシェル)	94	87	92	92
生産量(百万ブッシェル)	154	170	182	182
輸入量(百万ブッシェル)	6	8	7	7
総供給量(百万ブッシェル)	254	264	281	281
飼料そのほか(百万ブッシェル)	15	30	40	40
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	148	136	143	143
総国内消費量(百万ブッシェル)	162	166	183	183
輸出量(百万ブッシェル)	5	6	5	5
総使用量(百万ブッシェル)	167	172	188	188
期末在庫(百万ブッシェル)	87	92	93	93
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	4.62	4.7	4.3	4.3

ネットワークに関するご意見、ご感想をお寄せ下さい。

U.S. GRAINS COUNCIL アメリカ穀物協会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番20号
第3虎の門電気ビル11階
Tel: 03-6206-1041 Fax: 03-6205-4960
E-mail: Japan@grains.org

本部ホームページ (英語) : <https://www.grains.org>
日本事務所ホームページ (日本語) : <https://grainsjp.org/>