

وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي  
مركز البحوث الزراعية  
معهد بحوث تكنولوجيا الاغذية  
مركز معلومات سلامة الغذاء



## التسمم الغذائي بالسموم الفطرية (Mycotoxicosis) وطرق تقديرها

اعداد

د. سحر صبحي بكري عبد الوهاب

د. اسحاق الحديدي

د. ابتهاج العدوي

اعضاء بالمركز المصري لمعلومات سلامة الغذاء

(EFSIC)

تحت اشراف

د. نبيه عبد الحميد ابراهيم

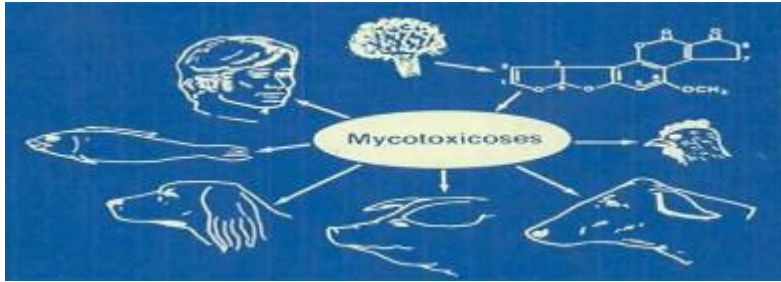
مدير المركز



## المقدمة:

تعتبر مشاكل التسمم الغذائي الحادثة للإنسان وحيوانات المزرعة والنتيجة عن استهلاك اغذية ملوثة بالفطريات السامة من اهم المشاكل العالمية في مجال تغذية الانسان والحيوان حيث انه عند نمو هذه الفطريات السامة علي بيئة مناسبة فانها تقوم بعمليات الايض الغذائي منتجة مركبات ايسية ثانوية (Secondary metabolites) هذه النواتج تكون مركبات نشطة بيولوجيا واغلبها يكون سام للإنسان والحيوان والنبات والكائنات الحية الدقيقة، ويطلق علي هذه النواتج السامة للإنسان والحيوان والنبات السموم الفطرية (Mycotoxins) وتسمى الامراض التي تسببها السموم الفطرية (Mycotoxicosis) او التسمم بالسموم الفطرية، وتعرف السموم الفطرية باختصار بانها نواتج الايض الثانوية لعدد من السلالات الفطرية اثناء مراحل النمو المختلفة.

والسموم الفطرية ما هي الا نتاج علاقة ثلاثية بين الفطريات والمواد الغذائية والظروف البيئية. وتكمن الخطورة في الانتشار الواسع لاعداد الهائلة من السلالات الفطرية التي لها القدرة علي انتاج هذه السموم في جميع مكونات البيئة (تربة - هواء - ماء - غذاء) ويكون الانسان عرضة للسموم الفطرية مباشرة بتغذيته علي محاصيل زراعية ملوثة بالسموم الفطرية او بطريق غير مباشر بتغذيته علي منتجات حيوانية ناتجة من حيوانات سبق تغذيتها علي اعلاف ملوثة بالسموم الفطرية وكننتجة لعمليات التمثيل الغذائي يحدث تراكم لهذه السموم او مشتقاتها في المنتج النهائي (لحم - بيض - لبن) وقد تتلوث الاعلاف في الحقول او اثناء فترات التخزين او داخل مصانع الاعلاف.



## الفطريات المفرزة للسموم:

في واقع الامر كل الفطريات او في تعبير ادق اغلب الفطريات تفرز سموما اثناء العمليات الحيوية سواء كانت هدم او بناء وذلك مرورا بمراحلها المختلفة بداية من مرحلة تكوين الجرثومة (جراثيم كونيدية او جراثيم جنسية) ثم مرحلة الاتبات وتكوين النسيج الهيفي (mycelium) وتكوين الحوامل الجرثومية (conidiophores) او الاجسام الثمرية الي حمل جراثيم جديدة.

واهم الفطريات المسجلة علي انها لها القدرة علي انتاج لسموم الفطرية هي الثلاثة اجناس للفطريات التالية الـ *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* وتؤكد التقارير العلمية ان اجناس الفطريات السابقة هي المسنولة عن انتاج اكثر من ثلثي عدد السموم الفطرية المعروفة حتي الان. ويوضح الجدول التالي نوع السم الفطري الناتج لكل سلالة فطرية:

## Toxigenic moulds and their toxins

Fungal Species	Toxins
<i>A.flavus</i> – <i>A.parasiticus</i>	Aflatoxins
<i>Penicillium verrucosum</i>	Ochratoxins
<i>Fusarium roseum</i>	Zearalenons

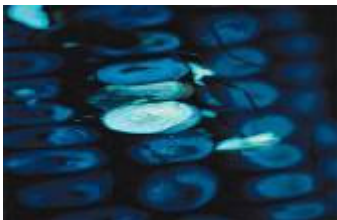


### اهم السموم الفطرية واكثرها انتشارا الافلاتوكسين (aflatoxins)

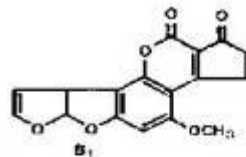
الافلاتوكسين اشتق اسمها اساسا من الفطر الذي اكتشفت قدرته علي انتاج هذه المواد وهو فطر الـ *A. flavus* حيث اخذ حرف الـ A من اسم الجنس والـ fla من اسم النوع مع اضافة الشق toxin لبيان انها مادة سامة لا يمكن القول بان هذا الفطر هو الوحيد المنتج للافلاتوكسين ولكن هناك انواع اخري من الفطريات التابعة لجنس الـ *Aspergillus* اهمها الـ *A. parasiticus*، وتنمو هذه الفطريات جيدا علي البذور الزيتية والنقل وعلي المنتجات الثانوية في صناعة الزيوت.

وبالدراسة المكثفة علي هذه السلالة الفطرية المفترزة للفتوكسين اتضح ان هذا الفطر انتج اربعة نواتج ايضا ثانوية سامة سميت بالافلاتوكسينات وقد اعطي لها رموز  $G_2, G_1, B_2, B_1$  وقد اشتهقت هذه الاحرف من لون الوميض الحادث نتيجة التعرض للاشعة فوق البنفسجية (ultra violet) حيث ان الـ  $B_2, B_1$  تعطي وبيض لونه ازرق عند التعرض للاشعة فوق بنفسجية في حين ان الـ  $G_2, G_1$  تعطي وبيض لونه اخضر عند التعرض لنفس الاشعة . اما الارقام فكانت نتيجة لاختلاف الافلاتوكسينات الاربعة في قيمة الـ Rf.

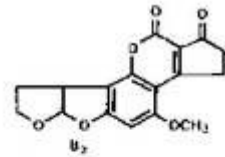
ويعد الـ  $B_1$  اكثر الانواع الاربعة خطورة وقد حددت المواصفات القياسية المصرية بالا تزيد نسبة الـ  $B_1$  عن 10 جزء في البليون والمجموع الكلي للاربعة انواع عن 20 جزء في البليون (ppb). هذا مع العلم بان هذه النسبة خفضت الان الي 5 جزء في البليون للـ  $B_1$  و 10 جزء في البليون لمجموع الاربعة انواع ، وبعض التقارير الاوربية والامريكية اشترطت بالا تزيد نسبة الـ  $B_1$  عن 4 ، 2 جزء في البليون. الـ  $B_1$  في اللبن يطلق عليه  $M_1$  (Milk toxin) (وهو عبارة عن مشتق هيدروكسيلي ناتج عن التمثيل الغذائي للـ  $B_1$ ) والحدود القصوي لتواجد هذا السم في اللبن هي 0.05 جزء في البليون . هذا مع العلم طبعا انه لا توجد حدود آمنة للافلاتوكسين بل يجب القول بان الحد الآمن هو غيابها تماما وخلو الغذاء منها والان كثير من بلاد العالم المتقدمة تشترط عدم الوجود التام للافلاتوكسين في الغذاء.



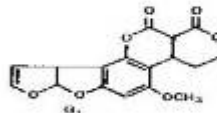
#### STRUCTURES OF AFLATOXINS



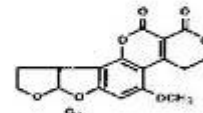
AFLATOXIN  $B_1$



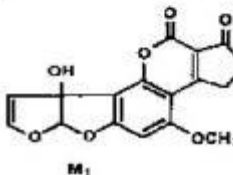
AFLATOXIN  $B_2$



AFLATOXIN  $G_1$



AFLATOXIN  $G_2$



AFLATOXIN  $M_1$

## التأثير السام للأفلاتوكسين:

يؤدي تناول اغذية ملوثة بالأفلاتوكسين للاسنان لكثير من الاعراض المرضية حيث يحدث فقد للشهية وبطء في النمو وارتعاش ونزيف دموي في الكلية والقناة الهضمية وتراكم للسوائل في تجويف الجسم وتأثر الاغشية المخاطية، اما علي المدى البعيد يحدث تليف كبدي - فشل كلوي - سرطان كبدي هذا بالإضافة للتأثير علي الجهاز التناسلي وخلل الجهاز العصبي، وتشوه الاجنة في السيدات الحوامل لحدوث خلل في تركيب الـ DNA.

اما عند تناول الحيوان لعلائق ملوثة بالأفلاتوكسين فانها تتمثل في الجسم وتتحول الي الـ  $M_1$  علي درجة من السمية تشبه الـ  $B_1$  وهو محب للدهن فينتقل للبن وبالتالي يمكن انتقاله مع لبن حيوانات المزرعة للاسنان وجزء منه يتراكم في انسجة لحم الحيوان ورغم ان جزء من الافلاتوكسين (ultra violet) ينخفض نوعا ما بواسطة عملية الطهو او الخبيز الا انه لا يتم القضاء علي الافلاتوكسين ويظل معظمه متواجدا بالغذاء.

## التأثيرات البيولوجية للسموم الفطرية

السموم الفطرية لها القدره على احداث حالات تسمم حرجه وسرطانات علاوه على احداث احدى التأثيرات الاتيه:

- **التأثير التيرتيوجيني** (هو عبارته عن تأثيرينتقل من الام الى الجنين اثناء فتره الحمل) مما يؤدي الي ولادة اجنه مشوهه او ميتة.
- **التأثير الميتا جيني** (هو عبارته عن تأثيرها على الكروموسومات الخاصه بنقل الصفات الوراثيه من الالاء الي الالناء).
- **التأثير الهستولوجي** (هو تغير في انسجه ووظائف الجسم) مما يحدث خلل في تلك الوظائف.

## ويأخذ التسمم الميكوتوكسيني شكلين هما:

- **التسمم الميكوتوكسيني الحاد (غير عكسي):** وهو يحدث عندما يتناول الحيوان كميته كبيره من السموم الفطرية عن طريق اغذيه ملوثة (وسمي غير عكسي) لان الحيوانات لاتعود الي حالتها الطبيعيه بازاله الماده الملوثة وتؤدي الي احداث تأثير علي الاجهزة والاعضاء في جسم الكائن الحي محدثة تغيرات عقيمة مثل (اسهال - تشنجات-ارتجاف - سرطان - موت فجائي).
- **التسمم الميكوتوكسيني المزمن (عكسي):** وهو يزول بازاله الماده الملوثة ولكنه يؤثر على القدره الانتاجية ويؤثر على بعض الانزيمات.

## Acute



Severe

## Aflatoxicosis of the liver



## بعض العوامل الهامة المؤثرة علي نمو الفطريات وتكوين سمومها :

### عوامل فيزيائية:

- الرطوبة  
نسبة الرطوبة من اهم العوامل المتحكمة في نمو الفطريات ويليهما درجة الحرارة ٠ ولنا ان نعلم ان مشاكل تلوث الاعلاف والحبوب بالفطريات ترجع لقدرة الفطريات علي النمو علي مستويات رطوبة منخفضة ( معظم الفطريات القادرة علي انتاج السموم الفطرية تنمو علي محتوى رطوبي يتراوح من ( ١٣ - ١٨ % ). لذلك فقد اوصت وزارة الزراعة الامريكية عام ١٩٦٨ بسرعة تجفيف حبوب الذرة الي ١٣ % رطوبة خلال ٢٤ ساعة من الحصاد للتحكم في منع حدوث الفساد بالفطريات وتكوين الميكوتوكسينات.
- الحرارة  
الفطريات تنمو طبيعا علي درجة حرارة تتراوح بين ٢٠ - ٣٠ م° ولكنها تنمو في مدي واسع من درجات الحرارة يتراوح بين اقل من درجة حرارة التجميد الي ٦٠ م° وكما ان النمو الفطري له مدي واسع من درجات الحرارة فان تكوين السم الفطري له مدي حراري وحرارة مثلي وليس شرط ان تكون الحرارة المثلي للفطريات والميكوتوكسينات متماثلة بل غالبا ما تكون مختلفة فمثلا الحرارة المثلي لفطر *A. flavus* تتراوح ما بين ٣٦ الي ٣٨ م° بمدي حراري يتراوح بين ٨-٦ م° بينما الحرارة المثلي لانتاج الافلاتوكسين من هذا الفطر تبلغ ٢٤-٢٥ م° وبمدي حراري ١١-٣٧ م°.
- درجة حموضة الوسط  
تتأثر كمية الميكوتوكسين المنتج بنوع الوسط النامي عليه الفطر ودرجة حموضته.
- التهوية  
بالرغم من ان الفطريات كائنات هوائية الا انه توجد اختلافات معنوية في احتياجاتها من الاكسجين وتؤثر البيئة الغازية علي التفاعلات الفسيولوجية للفطر ومن ثم علي تخليق السموم الفطرية, فمثلا اوضحت الدراسات ان مع ارتفاع نسبة ثاني اكسيد الكربون او خفض الاوكسجين انخفضت كمية الافلاتوكسين المتكونة نتيجة حدوث تثبيط لنمو الفطر.
- القدرة الوراثية للفطر  
لتكوين الميكوتوكسينات يلزم توفر السلالة الفطرية المسؤولة وتتحكم مرحلة النمو الفطري في تكوين السموم.

### عوامل كيميائية :

- المواد الحافظة والمضادات الفطرية  
استخدام المواد الحافظة مثل السوربات والبنزوات والبروبيونات يؤدي لتثبيط كلا من النمو الفطري وتكوين السموم.
- مواد التفاعل ومصدر الكربون :  
اثبتت الدراسات ان وجود كلا من سكر السكروز والجلوكوز والفركتوز يزيد من تكوين الافلاتوكسين اما اللاكتوز - المالتوز - الزيلوز - السريوز - الجلوسول يشجع من نمو الفطر ويقلل تراكم السموم.
- مصدر النتروجين: وجد ان منقوع الذرة والببتون ومستخلص الخميره يزيد من انتاج الافلاتوكسين وكبريات الامونيوم ونترات البوتاسيوم تشجع نمو الفطر بعكس كلوريد و كربونات البوتاسيوم.
- العناصر المعدنية: اثبتت الابحاث ان الزنك يزيد من انتاج التوكسين وعلى العكس اذا وجد الزنك بنسبه كبيره فانه يعمل كمثبط لانتاج التوكسين.

### الافلاتوكسين والاعذية المصرية:

ثبت بالدراسات والفحوصات لاغلب عينات الحبوب وبالاخص الذرة والبقول السوداني والنقل (اللوز- البندق) المصرية تلوثها بالافلاتوكسين وكذلك عينات بذرة القطن خاصة في جنوب مصر حيث يشجع ارتفاع الحرارة ونسبة الرطوبة في غرف التخزين لنمو الفطريات وبالتالي افراز السموم الخاصة بها.



- في دراسة مصرية (Mustafa, et al., 1996) لتقدير افلاتوكسين B<sub>1</sub> لعينات ( ١٧ عينة نقل ، ١٠ عينات توابل، ٣١ عينة نباتات طبية وعطرية، ١٢ عينة خضروات مجففة ، ٢٨ عينة حبوب مطحونة) مجمعة من محافظتي القاهرة والجيزة. سجلت نتائج الدراسة اعلي نسبة انتشار لـ B<sub>1</sub> في النقل (٨٢%) ثم التوابل (٤٠%) ثم النباتات العطرية والطبية (٢٩%) ثم الخضروات الجافة (٢٥%) وفي النهاية جاءت الحبوب المطحونة (٢١%). اما اعلي نسبة تركيز للـ B<sub>1</sub> فقد تم تسجيلها في النباتات الطبية والعطرية (٤٩ ppb) ثم الحبوب (٣٦ ppb) ثم التوابل (٢٥ ppb) ثم النقل (٢٤ ppb) وفي النهاية فاقل نسبة تركيز سجلت في الخضروات المجففة (٢٠ ppb).
- وفي دراسة لـ (Ebtehal, 2002) اكدت احتمالية تلوث عينات الذرة اثناء الحصاد وخلال التخزين في الحقل قبل اتمام المعاملات التصنيعية المختلفة عليها.
- في دراسة اخري (Sahar,2003) سجلت وجود الارباع انواع من الافلاتوكسينات بنسبة (٧٠ ppb) للمجموع الكلي ، نسبة (٤٩,٢٦ ppb) للـ B<sub>1</sub> لعينات دقيق ذرة استخلاص ٩٧% المجموعة من بعض المخازن البلدية بمحافظة الجيزة.
- وبالرغم من الاستهلاك السريع للخبز بمصر الا انه قد يتم حفظه منزليا لمدة يوم او يومين وذلك يعني بداية نمو للفطر عليه ، والخبز المصاب بالفطريات لا يصلح للاستهلاك الادمي علي الاطلاق او حتي للعلف الحيواني ، الاعتقاد السائد لدي بعض الناس بان الفطريات التي تنمو علي الخبز من النوع المنتج للبنسلين (مضادات حيوية) وليس من السموم الفطرية الا ان هذا الاعتقاد خاطئ تماما . اذا ان الفطريات التي تنمو علي الخبز تفرز سموم الافلاتوكسين وغيرها مما يعرض الانسان او الحيوان المتناول لها للمخاطرة الصحية.

### طرق تقدير الافلاتوكسين:

#### • اولا الطرق الفيزيائية:

من الممكن تقييم المواد الغذائية والاعلاف من حيث وجود او عدم وجود السموم الفطرية بطرق فيزيائية تعتمد علي التغير في المظهر او بعض مواصفات المادة التي تعرضت لغزو مسببات العفن ويلزم لذلك باحث ذو خبرة حيث انه يكتفي بالحكم عن طريق النظر لتحديد التلوث بالافلاتوكسين. حيث انه اذا نظر الباحث مثلا الي الحبوب ووجد عليها اعراض تعفن نتيجة الاصابة بالفطريات وقد تكون ملونة او ضامرة او بها جروح فالباحث يفترض وجود سموم فطرية ويقضي باستبعاد هذه الحبوب. وهناك طريقة اخري اكثر دقة تعتمد علي ان الحبوب المصابة بالافلاتوكسين عند تعرضها للاشعة فوق البنفسجية فانها تظهر ضوء فلورسنتي فمثلا في حبوب الذرة المصابة تظهر ضوء فلورسنتي اخضر مصفر ونفس الشيء في حالة البيكان واللوز المصاب.



## • ثانيا الطرق الكيميائية:

تتلخص هذه الطرق في استخلاص السم الفطري ثم عمل تنقية له وتقديره وصفا فقط علي TLC او وصفا وكما باستخدام الاجهزة الاكثر حساسية مثل الـ HPLC او الـ GLC.



## طرق منع حدوث الاصابة بالسموم الفطرية للانسان:

يمكن التقليل من حدوث الاصابة بالسموم الفطرية للانسان بالتحكم في النواحي الاتية:

### ١- من الناحية الزراعية

الاهتمام بالمحصول والظروف المناخية المحيطة به - الاهتمام بالتربة والاسمدة حيث ثبت بالدراسات حدوث تلوث للفول السوداني والذرة وبذرة القطن بالفطر قبل الحصاد ، ولوحظ ان الحصاد المبكر والتجفيف لمحتوي رطوبي آمن (١٢%) في اقل من ٤٨ ساعة بعد الحصاد يحد من التلوث بالافلاتوكسين .  
التحكم في ظروف التخزين ومراعاة اهمية اتباع الشروط الصحية الجيدة داخل جو المخزن للبذور او الحبوب المخزنة والاهتمام بوضع المحاصيل المخزنة علي قوائم خشبية مرتفعة عن الارضية وبعيدة عن الحوائط بمعدل ٣٠ سم بالإضافة الي التخزين في مخازن جيدة التهوية مطبق بها الممارسات الصحية والتصنيعية الجيدة (GHP, GMP).

### ٢- من ناحية الحيوان

الاهتمام بالحيوانات ونوع الغذاء المقدم اليها وضمان خلوه من الفطريات السامة وتوكسيناتها.

### ٣- من ناحية التصنيع الغذائي

منع تكون السموم الفطرية عن طريق حماية الغذاء من وصول الفطريات اليه عن طريق التصنيع في جو خالي بقدر الامكان من الجراثيم الفطرية وذلك باتباع الشروط الصحية داخل مصانع الأغذية او مصانع الأعلاف واماكن التخزين مع التأكد من استخدام العبوات النظيفة لتعبئة المواد الغذائية.

## مقاومة التلوث بالسموم الفطرية :

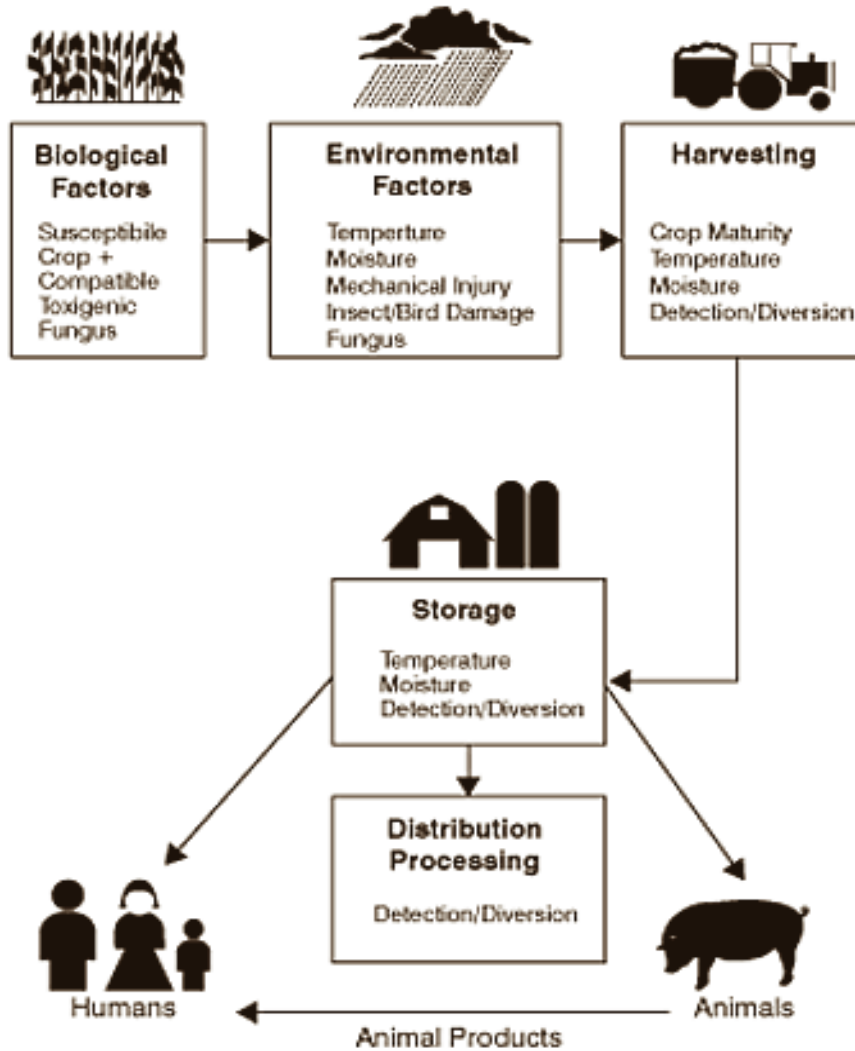
وبايجاز يمكن العمل في محورين رئيسين لمقاومة التلوث بالسموم الفطرية هما كالتالي:

### ١- الوقاية او المنع Prevention

وتتم عن طريق الالتزام ببعض الشروط الفنية القياسية اثناء حصاد وتصنيع وتعبئة وتداول المواد الغذائية والأعلاف مثل:

- الاهتمام بالمعاملات الميكانيكية التي تمنع كسر اغلفة القشرة للحبوب والبذور.
- اجراء عمليات الفرز المستمرة لاستبعاد النوعيات الرديئة.

- الالتزام بشروط التخزين الجيدة مثل:  
التحكم في العلاقة بين مستوي الأوكسجين وثاني اكسيد الكربون في جو المخزن.  
استخدام وسائل التحكم في درجات الرطوبة النسبية للمحافظة علي مستوي رطوبة منخفض للاعلاف.  
غسيل وتعقيم دوري للمعالف والمسافي وصوامع التخزين.
- اضافة المواد المضافة للفطريات **Antifungal additives**.



### Factors Affecting Mycotoxin in the food chain

- ٢- التخلص من السمية **Detoxification**  
والمقصود بها التخلص من الملوثات او ابطال مفعولها حتي يمكن الاستفادة من الأغذية والمحاصيل التي تعرضت للتلوث. ذلك مع ان البلدان المتقدمة تحتم تشريعاتها ضرورة التخلص من هذه الأغذية والمحاصيل.  
ومن اهم طرق التخلص من الملوثات:  
- استخدام الطرق الفيزيائية مثل:  
المعاملة باشعة الشمس او اشعه جاما او المعاملة بالحرارة المرتفعة او التجميد واستخدام مذيبيات عضويه مثل البنزين والكلوفورم.  
- استخدام الطرق الكيميائية مثل:  
و يشترط في المواد المستخدمة الاتكون لها اثار سامة او مسرطنة او ميتاجينية او تؤثر علي القيمة الغذائية للأغذية والاتحتاج الي تقنيات معقدة وان يكون لهذه المعاملة تأثير علي الملوثات وكذلك علي جراثيم وميسليوم



الفطر المنتج لهذه الملوثات ومن امثلة المعاملات الكيميائية المستخدمة المعامله بالأمونيا او مركباتها واثبتت فاعليتها في كسب الفول السوداني وبذرة

### المراجع المستخدمة

#### اولا المراجع العربية :

- ١- التسمم الغذائي الحاد والتسمم الطويل المدى - د سمير عبد العزيز غنيم - ١٩٩٦ - دار الجيل (بيروت)
- ٢- سلامة الغذاء - الهاسب وتحليل المخاطر - د. لطفي فهمي حمزاوي - ٢٠٠٤ - دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

#### ثانيا المراجع الاجنبية :

Ebtehal El Kholany, E.A. (2002). Studied on mycoflora associated Maize. M.Sc. thesis, .Fac. of Sci., Zagazig Univ., Egypt

Egyptian Standard (1990). The maximum limits of mycotoxins in foods (1875), Egyptian Organization for Standarization and Quality Control, Arab Republic of Egypt.

FAO (2001). Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control. FAO/IAEA training and reference center for food and pesticide control, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Mustafa,I. S., William, P., Mahmoud, S. I., El Sharkawy, S. and El Kashory, S. (1996). Aflatoxins B<sub>1</sub> in common Egyptian foods. AOAC International , 79(5).

Sahar Abd El- Wahab, S. B. (2003). Study on hazard analysis and critical control points (HACCP) in bakery product industry.Ph.D. thesis, Fac. Of Agric., Cairo Univ., Egypt.

Selim, M.I., Pependorf , W., Ibrahim, M. El Sharkawy, S. and El Kashory, E.(1996). Aflatoxin B1 in common Egyptian foods. J. of AOAC Int., 79(5): 1124-1129.