



**PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES
COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS**

Huitième session
La Haye, Pays-Bas, 31 mars – 4 avril 2014

**DOCUMENT DE DISCUSSION SUR LA RÉVISION POSSIBLE DU CODE D'USAGES EN MATIÈRE DE PRÉVENTION ET
RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES MYCOTOXINES
(CAC/RCP 51-2003)**

(Préparé par le groupe de travail électronique présidé par le Brésil et co-présidé par les États-Unis d'Amérique)

GÉNÉRALITÉS

1. À sa 6^{ème} session, le Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (CCCF) (mars 2012) est convenu d'élaborer un document de discussion pour identifier les lacunes dans le *Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines* (CAC/RCP 51-2003) (COP) afin de déterminer s'il est nécessaire d'établir un code d'usages distinct pour les fumonisines dans le maïs et s'il existe d'autres mesures pour contrôler les fumonisines dans ce produit.¹
2. À la 7^{ème} session du Comité (avril 2013), la délégation du Brésil, en tant que présidente du groupe de travail électronique sur les fumonisines dans le maïs et les produits à base de maïs, a informé le Comité que l'examen du code d'usages a révélé qu'il était principalement axé sur la production primaire et qu'il serait utile d'inclure de bonnes pratiques de fabrication efficaces comme le tri et le nettoyage pour éliminer les grains endommagés et autres matières étrangères au niveau industriel. Des modèles prédictifs ont été proposés pour contrôler les mycotoxines, fumonisines comprises, qui pourraient être inclus dans le code d'usages qui, au moment de son adoption, comportait une section sur l'Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP) comme futur système de gestion de la sécurité des aliments qui pourrait être inclus dans le Code.
3. Prenant acte du fait qu'il y a dix ans que le Code a été adopté et que de nouvelles informations sont disponibles comme on l'a vu précédemment, il a été proposé de réviser le Code pour prendre en compte ces nouvelles informations. Il a été noté que les mesures mentionnées ci-dessus n'étaient pas nécessairement spécifiques aux fumonisines et que la révision s'appliquerait par conséquent à toutes les mycotoxines. Il a par ailleurs été noté que la révision de la section générale du Code d'usages pourrait avoir un impact sur les appendices, et que les appendices devraient par conséquent être révisés pour assurer leur compatibilité avec le Code général.
4. Le Comité est convenu qu'il était trop tôt pour commencer de nouveaux travaux sur la révision du Code et que davantage d'informations étaient nécessaires sur la nature de la révision. Il a par conséquent été convenu de rétablir le groupe de travail électronique, dirigé par le Brésil et codirigé par les États-Unis d'Amérique, pour poursuivre l'élaboration du document de discussion et proposer la révision du Code pour examen à la prochaine session du Comité.² La liste des participants au groupe de travail électronique est présentée en annexe IV.

INTRODUCTION

5. Le *Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines* (CAC/RCP 51-2003) a été élaboré en vue de contrôler et gérer la contamination par les mycotoxines dans le monde entier. Le Code exprime l'importance de la mise en œuvre des bonnes pratiques agricoles (BPA) et des bonnes pratiques de fabrication (BPF) par les producteurs, indiquant d'envisager l'adoption d'un système de gestion supplémentaire dans le futur, à savoir le système HACCP.
6. Le Code contient les principes généraux pour la réduction des mycotoxines dans les céréales pendant les semences, la pré-récolte, la récolte, l'entreposage et le transport depuis l'entrepôt. Il contient également des appendices qui fournissent des mesures supplémentaires pour la zéaralénone, les fumonisines, l'ochratoxine A et les trichothécènes.
7. Le présent document de discussion se concentre principalement sur les aspects qui ne sont pas entièrement couverts dans le Code.

¹ REP12/CF, par. 92.

² REP13/CF, par. 127-132.

8. Pour préparer ce document de discussion, les travaux publiés, principalement au cours des dix dernières années, sur les mycotoxines dans les céréales, ont été examinés et l'information a été résumée dans l'information générale présentée en annexe III. L'avant-projet d'appendice sur la prévention et la réduction des aflatoxines (AF) et de l'ochratoxine (OTA) dans le sorgho, actuellement sous examen par le CCCF (CX/CF 14/8/10) et le document de discussion sur les aflatoxines dans les céréales (CX/CF 14/8/15), ont également été considérés dans le processus de révision. Par ailleurs, les observations soumises par les membres du groupe de travail électronique y compris les recommandations formulées à la 7^{ème} session du CCCF ont été prises en compte dans l'élaboration du document de discussion.

CONCLUSIONS

9. Le groupe de travail électronique est convenu de la nécessité de réviser le *Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines* pour inclure les connaissances acquises au cours des 10 dernières années sur l'interaction entre les champignons et les végétaux et la production de mycotoxines, tel qu'indiqué dans l'information générale. Cette révision devrait également inclure l'expérience des agriculteurs et des gouvernements à traiter les problèmes liés aux mycotoxines localement, tels que présentés dans les observations du groupe de travail électronique.

10. Les principaux points identifiés pour révision dans le présent document de discussion sont:

- Le système HACCP devrait être incorporé dans le Code.
- Un appendice sur les aflatoxines devrait être ajouté au Code. L'importance de ces mycotoxines dans les céréales est démontrée dans les documents actuellement à l'étude au CCCF: Prévention et réduction des aflatoxines (AF) et de l'ochratoxine A (OTA) dans le sorgho (CX/CF 14/8/10) et des aflatoxines dans les céréales (CX/CF 14/8/15).
- Une section sur la « transformation » devrait être ajoutée à la partie générale du Code et dans les appendices respectifs, car de nombreux procédés ont montré qu'ils réduisent la teneur en mycotoxines dans les céréales et les produits transformés.
- La lutte biologique comme moyen de maîtriser les mycotoxines devrait être incluse dans le Code. Des produits commerciaux sont actuellement disponibles pour lutter contre *Aspergillus flavus* dans le maïs.
- L'utilisation de modèles prédictifs devrait être incluse dans le Code. Ces modèles sont actuellement disponibles pour prévoir l'application des pesticides et/ou la période de la récolte par rapport aux mycotoxines *Fusarium*.

11. Le descriptif de projet avec la proposition de nouveaux travaux est présenté en annexe I.

12. Les modifications recommandées dans le *Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les appendices sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les tricothécènes* (CAC/RCP 51-2003) sont présentées en annexe II. Le plan de cette annexe est le suivant:

- Les informations supplémentaires relatives au Code sont soulignées et le texte supprimé est ~~biffé~~.
- Dans certains cas, le texte a été supprimé ou résumé pour éviter les répétitions.
- Les modifications concernées sont accompagnées d'une justification.

13. Les membres et observateurs du Codex sont invités à examiner les conclusions telles qu'énoncées dans les paragraphes 9-10 afin de déterminer la nécessité de réviser le Code et si c'est le cas, à examiner le descriptif de projet en annexe I. Lors de l'examen des conclusions, les membres et observateurs du Codex sont aimablement invités à tenir compte de l'appendice sur la prévention et la réduction de la contamination par les aflatoxines et l'ochratoxine A dans le sorgho (CX/CF 14/8/10) et des conclusions et recommandations du document de discussion sur les aflatoxines dans les céréales (CX/CF 14/8/15³) afin d'adopter une approche cohérente aux mesures de gestion dans la lutte contre les mycotoxines dans les céréales.

³ Les documents de travail pour examen à la 8^{ème} session du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments sont disponibles sur le site internet du Codex à: <http://www.codexalimentarius.org/meetings-reports/en/> ou en ouvrant le lien ftp: <ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf8>

ANNEXE I DESCRIPTIF DE PROJET

PROPOSITION DE NOUVEAUX TRAVAUX SUR LA RÉVISION DU « CODE D'USAGES EN MATIÈRE DE PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES MYCOTOXINES, Y COMPRIS LES APPENDICES SUR L'OCHRATOXINE A, LA ZÉARALÉNONE, LES FUMONISINES, LES TRICHOTHÉCÈNES (DON) ET LES AFLATOXINES (CAC/RCP 51-2003) »

1. Objectif et champ d'application des nouveaux travaux

L'objectif des nouveaux travaux proposés est de fournir aux pays membres, aux producteurs et aux industriels céréaliers une orientation dans la prévention et la réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines. Cette orientation inclura les développements les plus récents en matière de BPA et de BPF utilisées dans le monde entier.

2. Pertinence et actualité

Le *Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les appendices sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les trichothécènes* a été adopté par la Commission du Codex Alimentarius en 2003. Depuis, de vastes recherches ont été menées sur l'interaction entre les champignons et les végétaux, la biosynthèse et le métabolisme des mycotoxines et les mesures de prévention et de réduction de la contamination des aliments par les mycotoxines, comme l'utilisation de modèles prédictifs et de la lutte biologique. Par conséquent, une révision du Code tenant compte de ces nouveaux développements de la science et de la technologie est nécessaire. Par ailleurs, des mesures de gestion spécifiques à la lutte contre la contamination des céréales par les aflatoxines sont également nécessaires et seront traitées dans un appendice distinct au Code..

3. Principales questions à traiter

Les mesures spécifiques de lutte contre les aflatoxines et les mesures supplémentaires de prévention et de réduction des mycotoxines dans les céréales, actuellement non incluses dans le Code, afin d'aligner le document sur les BPA et les BPF actuelles et autres méthodologies et technologies pertinentes actuellement en vigueur et largement appliquées, comme les méthodes de lutte biologique et les modèles prédictifs.

4. Évaluation au regard des critères régissant l'établissement des priorités des travaux

La protection des consommateurs du point de vue sanitaire, la sécurité des aliments, garantir des pratiques équitables dans le commerce des aliments et tenir compte des besoins des pays en développement. Les nouveaux travaux fourniront aux pays une orientation supplémentaire et actualisée pour prévenir et réduire la contamination par les mycotoxines et réduire ainsi l'exposition alimentaire des consommateurs aux céréales et aux produits à base de céréales, améliorant de ce fait la qualité globale de ces produits.

5. Pertinence par rapport aux objectifs stratégiques du Codex

Les travaux proposés répondent à trois objectifs stratégiques du Codex du *Plan stratégique 2014-2019 du Codex*:

Objectif 1. Établir des normes internationales régissant les aliments qui traitent des enjeux actuels et naissants relatifs aux aliments

La contamination des céréales par les mycotoxines est une question de sécurité sanitaire qui a un impact sur la santé publique, la sécurité alimentaire et le commerce des aliments.

Objectif 2. Veiller à l'application des principes de l'analyse des risques dans l'élaboration des normes du Codex.

Ces travaux permettront d'établir des options et des stratégies de gestion des risques pour prévenir et réduire les concentrations de mycotoxines dans les céréales. Après la mise en œuvre de ces pratiques, de nouvelles données pourront être obtenues et une nouvelle analyse des risques pourra être menée pour évaluer l'impact de cette révision et pourra aussi faciliter l'établissement de limites maximales pour les mycotoxines dans les céréales et les produits à base de céréales.

Objectif 4. Mettre en œuvre des systèmes et des pratiques de gestion des tâches efficaces et efficaces

L'examen et la mise en œuvre des pratiques recommandées, de la production primaire au niveau industriel, peuvent contribuer à lutter contre la contamination par les mycotoxines.

6. Informations sur la relation entre la proposition et les documents existants du Codex

Le *Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines* est un document inclusif qui traite des BAP et des BPF générales appliquées à toutes les céréales et qui contient les mesures de gestion spécifiques à certaines mycotoxines. Ce Code soutient l'application des limites maximales pour les mycotoxines dans les céréales inscrites dans la *Norme générale pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale* (CODEX STAN 193-1995). Le Code complètera par ailleurs d'autres textes Codex pertinents existants ou en cours d'élaboration comme le *Code d'usages en matière d'hygiène pour les aliments à faible teneur en humidité* (Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire)

7. Identification de tout besoin et disponibilité d'avis scientifiques d'experts

Des avis scientifiques supplémentaires ne sont pas nécessaires.

8. Identification de tout besoin de contributions techniques à une norme en provenance d'organisations extérieures

Il n'y a pas de besoin d'obtenir de contributions techniques supplémentaires en provenance d'organisations extérieures.

9. Calendrier proposé pour la réalisation de ces nouveaux travaux

2014 – Approbation des nouveaux travaux à la 37^{ème} session de la Commission du Codex Alimentarius (juillet 2014).

2015 / 2017 – Examen du Code aux étapes 4 et 7 par le CCCF. Ce calendrier fournit la flexibilité nécessaire à la révision approfondie du Code.

S'il y a accord, le Code pourra être finalisé en 2015 ou 2016 selon la procédure normale, à savoir l'avancement du Code à l'étape 5/8 (omission des étapes 6/7) pour adoption par la Commission en 2015 ou l'avancement du Code à l'étape 8 pour adoption par la CAC en 2016.

2017 – Adoption du Code à la 40^{ème} session de la Commission.

APPENDICE II

Modifications recommandées au Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les appendices sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les trichothécènes (CAC/RCP 51-2003)

CODE D'USAGES EN MATIÈRE DE PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES MYCOTOXINES, Y COMPRIS LES APPENDICES SUR L'OCRATOXINE A, LA ZÉARALÉNONE, LES FUMONISINES, LES TRICOTHÉCÈNES ET LES AFLATOXINES

CAC/RCP 51-2003 (rev 2014)

1. Il est impossible à l'heure actuelle d'éliminer totalement les mycotoxines des produits contaminés. L'élaboration et l'acceptation d'un Code d'usages général par le Codex fournira à tous les pays les mêmes conseils à prendre en considération quand ils essaient de contrôler et gérer la contamination par diverses mycotoxines. Afin que ce Code d'usages soit utile, les producteurs de chaque pays devront examiner les principes généraux qui y sont énoncés, en tenant compte des cultures, du climat et des pratiques agricoles locaux, ~~avant de tenter d'appliquer les dispositions du Code~~. Il est important que les producteurs réalisent que les bonnes pratiques agricoles (BPA) représentent la première ligne de défense contre la contamination des céréales par les mycotoxines, suivie par la mise en œuvre de bonnes pratiques de fabrication (BPF) durant la manutention, l'entreposage, ~~la transformation~~ et la distribution des céréales destinées à l'alimentation humaine et animale. L'industrie se doit de mettre en œuvre les BPF si nécessaire, notamment pendant la transformation.
2. Si besoin est, les agro-céréaliers devraient être formés à l'application des BAP et maintenir une relation étroite avec les conseillers agricoles et les autorités gouvernementales pour obtenir des informations et des conseils sur le choix des produits appropriés en matière de protection des végétaux et des cultivars disponibles dans leur région qui réduiraient les concentrations de mycotoxines dans les céréales.

Justification: texte importé de l'appendice 4 (trichothécènes), modifié pour être plus général.

3. Les recommandations pour la réduction des mycotoxines dans les céréales ~~sont divisées en deux parties: tiennent compte des méthodes recommandées fondées sur les BAP et les BPF. Bonnes pratiques agricoles (BPA) et les Bonnes pratiques de fabrication (BPF), outre un système de gestion complémentaire à examiner dans l'avenir est celui des principes~~ l'Analyse des risques – Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) ou processus équivalents. La mise en œuvre des principes HACCP réduira la contamination par les mycotoxines par l'application de mesures de lutte préventives autant que possible principalement pendant l'entreposage et la transformation des céréales.

Justification: texte en partie dans l'ancien paragraphe 40.

4. Ce Code d'usages général contient des principes généraux pour la réduction de diverses mycotoxines dans les céréales qui devraient être sanctionnés par les autorités nationales. Ces dernières et d'autres organisations devraient apprendre aux producteurs à tenir compte des facteurs environnementaux qui favorisent l'infection et le développement des champignons toxiques et la production de toxines dans les cultures céréalières sur l'exploitation. Il faudrait mettre l'accent sur le fait que la stratégie à suivre au moment des semis, avant et après la récolte pour une culture particulière dépendra des conditions climatiques de l'année donnée, en tenant compte des cultures locales et des modes de production traditionnels d'un pays ou d'une région donnés. Il est nécessaire de ~~mettre au point~~ mettre à la disposition des producteurs/manutentionnaires/transformateurs des pochettes d'essai rapides, accessibles et précises et des plans d'échantillonnage associés qui permettront de tester des expéditions de céréales sans perturber inutilement les opérations. Des méthodes devraient être mises en place pour manipuler correctement moyennant la séparation, le reconditionnement, le retrait ou le déroutement des cultures céréalières qui peuvent constituer une menace pour la santé humaine et/ou animale. Les autorités nationales devraient soutenir la recherche sur des méthodes et techniques propres à empêcher la contamination fongique en champ et durant la récolte et l'entreposage.

Justification: De nombreuses pochettes d'essai « rapides, accessibles » sont disponibles dans le commerce.

Semis

5. Envisager la mise en place et le maintien d'un plan de rotation des cultures afin d'éviter de planter la même ~~produit dans un champ durant deux années consécutives~~ récolte dans le même champ, durant deux saisons consécutives pour réduire l'inoculum en champ. ~~Le blé et le maïs sont particulièrement sensibles à l'espèce *Fusarium* et ne devraient pas être utilisés en rotation l'un après l'autre. Des végétaux comme les pommes de terre, d'autres légumes, le trèfle et la luzerne qui ne sont pas des hôtes de l'espèce *Fusarium* devraient être cultivés en rotation pour réduire l'inoculum en champ.~~

Justification: un énoncé plus général permet de tenir compte des champignons aflatoxigènes. Le texte exclu a été inclus dans les appendices spécifiques.

6. Quand cela est possible et pratique, préparer un lit de semences pour les nouvelles cultures en labourant dessous ou en détruisant ou en enlevant les vieilles têtes à semences, les tiges et autres débris qui pourraient avoir servi ou pourraient servir comme substrats pour le développement de champignons producteurs de mycotoxines. Dans les zones qui sont exposées à l'érosion, des systèmes de culture sans labour peuvent être requis à des fins de conservation des sols.

7. Utiliser les résultats des analyses pédologiques afin de déterminer s'il est nécessaire d'appliquer des fertilisants et/ou des amendements afin d'assurer un pH approprié des sols et une bonne nutrition des plantes, de façon à éviter à ces dernières le stress, notamment pendant la période de développement des semences.
8. Utiliser, quand il en existe, des variétés de semences sélectionnées pour leur résistance aux moisissures et aux insectes parasites. Seules les variétés de semences dont l'emploi est recommandé dans une zone particulière d'un pays devraient être plantées dans cette zone.
9. Dans la mesure du possible, procéder aux semis de façon à éviter les températures élevées et la sécheresse pendant la période correspondant au développement ou à la maturation des semences. Les modèles prédictifs, quand ils sont disponibles, pourraient servir à planifier la meilleure période de semis.

Justification: *comme on l'a déjà été identifié précédemment, les modèles prédictifs de lutte contre l'infection fongique, notamment Fusarium, sont déjà en place dans un grand nombre de pays pour diverses cultures (voir l'information générale).*

10. ~~Eviter les plantations trop rapprochées.~~ S'assurer de la densité appropriée des plantations en respectant les espacements recommandés entre les rangées et entre les plants pour les espèces ou variétés cultivées. L'information concernant l'espacement peut être fournie par les producteurs de semences ou les organisations autorisées.

Avant la récolte

11. Réduire au minimum les dégâts causés par les insectes et par les infections fongiques au voisinage de la culture, grâce à l'application d'insecticides et de fongicides agréés et à d'autres pratiques appropriées dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les ravageurs. Les modèles prédictifs pourraient servir à planifier le meilleur moment pour l'application des pesticides.

Justification: *information soutenue par la documentation (voir l'information générale)*

12. Lutter contre les mauvaises herbes ~~à l'aide de~~ en utilisant des méthodes mécaniques ou ~~en appliquant~~ des herbicides agréés et grâce à d'autres pratiques sûres et appropriées.
13. Éviter de provoquer des dégâts mécaniques aux plantes pendant le cycle de culture.
14. Si on pratique l'irrigation, s'assurer que l'eau est répartie de façon régulière et que chaque plante en reçoit une quantité suffisante. L'irrigation est une méthode valable pour réduire le stress causé aux plantes dans certaines conditions de croissance. Les précipitations excessives durant l'anthèse (floraison) favorisent la dissémination et l'infection par *Fusarium* spp.; aussi faudrait-il éviter d'irriguer durant l'anthèse et durant le mûrissement des végétaux, en particulier pour le blé, l'avoine, l'orge et le seigle.
15. Procéder à la récolte lorsque la teneur en eau des plantes est faible et qu'elles sont arrivées à pleine maturité, à moins qu'en laissant les cultures parvenir à leur pleine maturité, on risque de leur faire subir des conditions extrêmes de chaleur, de précipitations ou de sécheresse. Retarder la récolte de céréales déjà contaminées par l'espèce *Fusarium* peut causer une augmentation sensible de la teneur en mycotoxines de la culture.
16. Avant la récolte, s'assurer que tout l'équipement qui servira à la récolte et à l'entreposage des cultures, est fonctionnel. Un inconvénient durant cette période critique peut nuire à la qualité des grains et renforcer la formation de mycotoxines. Préparer les pièces de rechange dans l'exploitation de manière à ne pas perdre de temps pour les réparations. Vérifier que l'équipement nécessaire pour mesurer la teneur en eau est disponible et étalonné.

Récolte

17. Les conteneurs (par exemple, wagons, camions) à utiliser pour la collecte et le transport des grains récoltés du champ jusqu'aux installations de séchage, et aux installations d'entreposage après le séchage, devraient être propres, secs et ~~non~~ infestés par des insectes, exempts d'anciens grains ou de poussière de grains, d'insectes et de moisissures visibles avant l'utilisation et la réutilisation.
18. Dans la mesure du possible, on évitera de causer des dégâts mécaniques aux grains et le contact avec le sol durant l'opération de récolte. Des mesures seront prises pour minimiser la diffusion des têtes à semences, des balles, des tiges infectées et des débris sur le sol où les spores peuvent inoculer la récolte suivante.
19. Durant l'opération de récolte, il est nécessaire de déterminer la teneur en eau en divers points de chaque charge de céréales récoltées, étant donné que la teneur en eau peut varier considérablement dans le même champ.
20. Immédiatement après la récolte, déterminer la teneur en eau des céréales; ~~le cas échéant, et si nécessaire,~~ les faire sécher jusqu'au taux d'humidité recommandé pour l'entreposage (généralement moins de 15 pour cent). Cela est important pour prévenir le développement ultérieur des espèces fongiques qui pourraient être présentes sur les céréales fraîches, notamment les espèces *Fusarium*. Les échantillons prélevés pour mesurer la teneur en eau devraient être représentatifs du lot autant que possible. Pour réduire la variation de la teneur en eau dans le lot, on peut transférer les céréales jusqu'à une autre installation (ou silo) après le séchage.

~~20. Il faudrait faire sécher les céréales de manière à réduire les dégâts au minimum et à maintenir des taux d'humidité plus bas que ceux requis pour favoriser la prolifération fongique durant l'entreposage (généralement moins de 15%). Cela est nécessaire pour empêcher le développement ultérieur d'un certain nombre d'espèces de champignons qui peuvent être présents sur des céréales fraîches, en particulier l'espèce *Fusarium*.~~

Justification: *les paragraphes 19 et 20 ont été réunis et résumés*

21. Il faut nettoyer les céréales récemment récoltées afin d'enlever les grains endommagés et d'autres matières étrangères. Les grains contaminés mais sans symptôme ne peuvent être enlevés par des méthodes de nettoyage standard. Certains procédés de nettoyage, comme par exemple les tables de gravité et le tri optique, permettent d'éliminer quelques les grains brisés qui sont sensibles à l'infection contaminés. ~~Il faut tenter de mettre au point des méthodes pratiques pour séparer les grains contaminés mais sans symptôme de ceux qui ne sont pas contaminés.~~

Justification: *De nombreuses études ont été menées dans ce domaine au cours des 10 dernières années. Par ailleurs, « il faut tenter de mettre au point des méthodes » est une généralité qui pourrait être appliquée dans beaucoup d'autres domaines.*

Entreposage

22. Un programme de gestion intégrée des animaux nuisibles devrait également être appliqué pendant l'entreposage. Eviter d'empiler ou d'entasser des produits récemment récoltés pendant plus de quelques heures avant le séchage ou le battage, afin d'amoinrir les risques de prolifération fongique. Le séchage au soleil devrait être effectué sur des surfaces propres, et sans contact direct avec le sol, et les grains devraient être protégés de la pluie et de la rosée pendant ce processus. Le séchage au soleil de certains produits dans un milieu très humide peut entraîner une infection par les moisissures. Aérer les denrées par une ventilation forcée si nécessaire. Des bacs plats et des séchoirs à recirculation des lots sont adéquats pour les opérations à petite échelle alors que l'utilisation de séchoirs à flux continu sera suffisante pour le séchage à grande échelle pour les périodes d'entreposage prolongé.

Justification: *inclut le texte pris dans le document sur le sorgho.*

23. Il faut s'assurer que les installations d'entreposage comprennent des structures sèches, bien ventilées qui fournissent une protection contre les pluies, un drainage des eaux souterraines, une protection contre l'entrée des rongeurs, et des oiseaux et des insectes et minimisent l'impact des fluctuations minimales de température.

24. Commencer par utiliser des céréales de haute qualité et mûres si possible, exemptes de dommages mécaniques, dus aux insectes ou aux moisissures. Il faut faire sécher les céréales jusqu'à des teneurs en eau sûres si besoin est et les faire refroidir aussi vite que possible après la récolte. Réduire au minimum la quantité de matières étrangères et de grains endommagés dans les céréales entreposées. ~~Se reporter au paragraphe (29) pour évaluer l'utilisation de pesticides agréés.~~

25. Si nécessaire, on surveillera le niveau de mycotoxines dans les céréales lorsqu'elles arrivent à l'entrepôt et lorsqu'elles en sortent, à l'aide de plans d'échantillonnage et d'essai appropriés.

26. Pour les denrées ensachées, s'assurer que les sacs sont propres et secs et les empiler sur des palettes ou intercaler une couche imperméable à l'eau entre les sacs et le sol. Les sacs qui favorisent l'aération sont préférables pour l'entreposage.

27. Aérer si possible les céréales en faisant circuler de l'air dans la zone d'entreposage pour maintenir une température appropriée et uniforme dans toute cette zone. Les céréales peuvent aussi être transférées d'un conteneur d'entreposage dans un autre pour favoriser l'aération et l'élimination des points chauds potentiels pendant l'entreposage. Contrôler régulièrement la teneur en eau et la température dans les céréales stockées durant l'entreposage.

28. Mesurer la température des céréales entreposées à des intervalles déterminés pendant l'entreposage. Une hausse de température de 2-3 °C peut indiquer un développement microbien et/ou une infestation par les insectes. Séparer les parties apparemment infectées des céréales et envoyer des échantillons pour l'analyse. Ensuite, abaisser la température des céréales restantes et aérer. Eviter d'utiliser des céréales contaminées pour la production d'aliments destinés à la consommation humaine ou animale.

29. Utiliser de bonnes méthodes d'entretien afin de réduire au minimum la présence d'insectes et la formation de moisissures dans les entrepôts. On utilisera notamment des insecticides et des fongicides agréés appropriés ou d'autres méthodes adaptées dans le cadre d'un programme de gestion intégrée des animaux nuisibles. On prendra bien soin de choisir des produits chimiques qui n'influeront pas sur les céréales ni les endommageront, en tenant compte de l'utilisation finale prévue des céréales, et de les utiliser dans les quantités prescrites.

30. L'utilisation d'un agent de conservation agréé et approprié (par exemple des acides organiques tels que l'acide propionique) peut s'avérer utile dans la mesure où ces acides suppriment efficacement les moisissures et préviennent l'apparition de mycotoxines dans les céréales destinées uniquement à l'alimentation animale. Les sels des acides sont habituellement plus efficaces pour l'entreposage à long terme. Il faudra faire preuve de prudence car ces composés peuvent agir négativement sur le goût et l'odeur des céréales.

31. Documenter les méthodes de récolte et d'entreposage appliquées chaque saison en prenant note des mesures (par exemple température, teneur en eau et humidité) et de tout déroutement ou changement par rapport aux pratiques traditionnelles. Ces informations pourraient être très utiles pour expliquer la (les) cause(s) de la formation de moisissures et de mycotoxines durant une campagne particulière et permettraient d'éviter de répéter les mêmes erreurs par la suite.

Transport depuis l'entreposage

32. Les conteneurs pour le transport devraient être secs et exempts d'anciens grains, de moisissures visibles, d'insectes et de toute matière contaminée. Selon les besoins, ils devraient être nettoyés et désinfectés à l'aide des substances appropriées (qui ne causeront pas d'odeurs ou de goût désagréables, et ne contamineront pas les grains) avant et après l'emploi et être adaptés à la cargaison prévue. L'emploi de fumigants et d'insecticides agréés pourrait être utile. Au moment du déchargement, il faudra vider le conteneur de tout son contenu et le nettoyer dans les règles.
33. On protégera les expéditions de céréales de tout surcroît d'humidité en utilisant des conteneurs couverts ou étanches ou des bâches. On évitera minimisera les fluctuations de température et les mesures qui pourraient provoquer une condensation à la surface des graines, ce qui pourrait conduire à la formation d'humidité localisée et favoriser l'apparition de moisissures et de mycotoxines.
34. Eviter la pénétration d'insectes, d'oiseaux et de rongeurs durant le transport en utilisant des conteneurs expressément conçus à cet effet et des traitements chimiques à action répulsive s'ils sont approuvés pour l'utilisation finale prévue des céréales.

Transformation

35. Le tri et le nettoyage sont des procédés efficaces pour éliminer les grains contaminés et réduire la teneur en mycotoxines dans les céréales. Les grains infectés par les moisissures et/ou endommagés devraient être écartés afin de prévenir leur entrée dans la chaîne des aliments et le processus de transformation des aliments de consommation animale.
36. Il est important que le lot de céréales soit testé pour sa teneur en mycotoxines avant de poursuivre la transformation, notamment quand le risque de contamination par les mycotoxines est élevé. Les lots qui contiennent des concentrations plus élevées devraient être transformés pour diminuer de façon significative les concentrations de mycotoxines et garantir un produit sans danger pour les consommateurs.
37. Le brossage, le décorticage et l'épluchage des grains réduisent de façon significative la teneur en mycotoxines, car les parties externes du grain contiennent des concentrations de mycotoxines plus élevées.
38. La mouture à sec des grains peut réduire la teneur en mycotoxines des produits moulus utilisés en tant qu'ingrédients alimentaires. La mouture humide des grains de maïs sépare la plupart des mycotoxines de la fraction d'amidon utilisée en tant qu'ingrédients alimentaires.
39. Le système HACCP est un outil important pour définir quelles étapes de la transformation devraient être contrôlées pour réduire la présence des mycotoxines dans les aliments.

II. UN SYSTÈME DE GESTION COMPLÉMENTAIRE À ENVISAGER DANS L'AVENIR

~~35. Le système de l'analyse des risques — Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) est un système de gestion de la sécurité sanitaire des aliments qui sert à identifier et à maîtriser les risques durant la production et la transformation. Les principes généraux du système HACCP ont été décrits dans plusieurs documents.~~

~~36. Le principe HACCP est un système de gestion intégrée universel. Lorsqu'il est correctement mis en œuvre, ce système devrait déboucher sur une réduction du niveau des mycotoxines dans de nombreuses céréales. L'utilisation des principes HACCP comme système de gestion de la sécurité sanitaire des aliments présente de nombreux avantages par rapport à d'autres types de contrôle de la gestion dans certains secteurs de l'industrie alimentaire. Au niveau de l'exploitation, en particulier en champ, de nombreux facteurs qui influent sur la contamination des céréales par les mycotoxines sont liés à l'environnement, par exemple le temps et les insectes, et il est difficile, voire impossible de les maîtriser. En d'autres termes, les points critiques pour la maîtrise souvent n'existent pas en champ. Toutefois, après la récolte, on peut identifier ces points pour détecter les mycotoxines produites par les champignons durant l'entreposage. Par exemple, un point critique pour la maîtrise pourrait être au terme de l'opération de séchage et une limite critique pourrait être la teneur en eau/activité de l'eau.~~

~~37. Il est recommandé d'orienter les ressources de manière à ce qu'elles encouragent les Bonnes pratiques agricoles (BPA) avant la récolte et les bonnes pratiques de fabrication (BPF) durant la transformation et la distribution de divers produits. Un système HACCP devrait être fondé sur des BPA et BPF rationnelles.~~

~~38. Il est également recommandé de se reporter à l'Appendice du document Codex CAC/RCP 1-1969, Rév.4 (2003) "Système d'analyse des risques — Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et Directives concernant son application", avant d'envisager d'appliquer le système HACCP.~~

~~39. Il faudrait également étudier le manuel HACCP pour le contrôle des mycotoxines publié récemment par la FAO/AIEA.~~

40. A la troisième Conférence internationale sur les mycotoxines, qui a eu lieu en Tunisie en mars 1999, il a été recommandé en général d'incorporer dans les programmes de lutte intégrée contre les mycotoxines les principes HACCP pour la maîtrise des risques associés à la contamination par les mycotoxines des aliments destinés à la consommation humaine et animale. La mise en œuvre des principes HACCP minimisera la contamination par les mycotoxines moyennant l'application de mesures préventives autant que possible dans la production, la manutention, l'entreposage et la transformation de chaque culture céréalière.

Justification: n'est pas nécessaire car inclus dans le paragraphe 2.

APPENDICE 1

**PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LA ZÉARALÉNONE
MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES
PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)**

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Fusarium* et la contamination par la zéaralénone des céréales en champ et pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 5 à 10 du Code d'usages général pour la prévention et la réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines.

Avant la récolte

3. Se reporter aux paragraphes 11 à 16 du Code d'usages général.
4. Il faudra peut-être surveiller avant la récolte l'apparition de l'infection des épis de céréales par *Fusarium* durant la floraison, en procédant à un échantillonnage et en déterminant le degré d'infection par des méthodes microbiologiques standard. On devra peut-être déterminer également la teneur en mycotoxines dans des échantillons représentatifs prélevés avant la récolte. L'utilisation de la plante cultivée devrait être fondée sur la prévalence d'infection et la teneur en mycotoxines des grains.
5. Les risques de zéaralénone dans le blé augmentent quand il pleut avant la récolte. Les modèles prédictifs peuvent être utiles pour planifier la récolte des céréales avant l'arrivée des précipitations.
6. Le blé et le maïs se sont révélés particulièrement sensibles à l'espèce *Fusarium* et ne devraient pas être utilisés en rotation l'un avec l'autre. Les cultures qui ne sont pas des hôtes de l'espèce *Fusarium* devraient être utilisées en rotation pour réduire l'inoculum en champ.

Justification: précédemment dans le Code général (para 5, précédemment 4)

Récolte

7. Se reporter aux paragraphes 17 à 21 du Code d'usages général.

Entreposage

8. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

Transport depuis l'entreposage

9. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Transformation

10. Se reporter aux paragraphes 35 à 39 du Code d'usages général.

~~10. Les petits grains ratatinés peuvent contenir plus de zéaralénone que les grains normaux sains. Le vannage des grains au moment de la récolte ou par la suite permettra d'éliminer les grains ratatinés.~~

Justification: le vannage est une sorte de tri et de nettoyage, qui sont inclus au para.35.

~~Système de gestion de la zéaralénone fondée sur le système d'analyse des risques — points critiques pour leur maîtrise (HACCP)~~

- ~~9. Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code d'usages général.~~

Justification: la section sur HACCP a été supprimée

APPENDICE 2

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES FUMONISINES MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Fusarium* et la contamination par les fumonisines des céréales pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 5 à 10 du Code d'usages général.

Avant la récolte

3. Se reporter aux paragraphes 11 à 16 du Code d'usages général.

Récolte

4. Se reporter aux paragraphes 17 à 21 du Code d'usages général.
5. Il faudra prévoir avec discernement le moment de la récolte du maïs. Il a été démontré que le maïs qui s'est développé et a été récolté durant les mois chauds peut avoir une teneur en fumonisines beaucoup plus élevée que le maïs qui s'est développé et a été récolté durant les mois plus froids de l'année. Les modèles prédictifs peuvent être utilisés pour planifier le meilleur moment pour la récolte.
6. Le blé et le maïs se sont révélés particulièrement sensibles à l'espèce *Fusarium* et ne devraient pas être utilisés en rotation l'un avec l'autre. Les cultures qui ne sont pas des hôtes de l'espèce *Fusarium* devraient être utilisées en rotation pour réduire l'inoculum en champ.

Justification: précédemment dans le Code général (para.5, précédemment 4)

Entreposage

7. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

Transport depuis l'entreposage

8. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Transformation

9. Se reporter aux paragraphes 35 à 39 du Code d'usages général.
10. La nixtamalisation, procédé selon lequel le maïs est bouilli et trempé dans une solution d'hydroxyde de calcium, peut réduire les concentrations de fumonisines dans les tortillas et autres produits à base de maïs.
11. L'extrusion du maïs peut diminuer les concentrations de fumonisines, cependant, une partie se lie aux protéines, sucres et autres composants dans les matrices alimentaires.

Système de gestion des fumonisines fondée sur le système de l'analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP)

8. ~~Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code général concernant HACCP.~~

Justification: la section sur HACCP a été supprimée.

APPENDICE 3

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR L'OCHRATOXINE A
MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES
PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par les champignons et la contamination par l'ochratoxine A des céréales pendant la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 5 à 10 du Code d'usages général.

Avant la récolte

3. Se reporter aux paragraphes 11 à 16 du Code d'usages général.
4. Certains facteurs durant la période qui précède la récolte peuvent avoir une incidence sur les concentrations d'ochratoxine A dans les grains récoltés, notamment les dégâts dus au gel, la présence de champignons concurrents, des précipitations excessives et le stress dû à la sécheresse.

Récolte

5. Se reporter aux paragraphes 17 à 21 du Code d'usages général.

Conservation

6. L'ochratoxine est principalement une mycotoxine d'entreposage. Il faudrait faire sécher les grains autant que faire se peut avant la récolte en fonction du milieu ambiant et de l'état des cultures. S'il est impossible de récolter les grains lorsque l'activité de l'eau est inférieure à 0,70, les faire sécher jusqu'à ce que leur teneur en eau corresponde à une activité de l'eau de moins de 0,70 (teneur en eau inférieure à 14 pour cent dans les petits grains) aussi rapidement que possible. Pour éviter la formation d'ochratoxine A, commencer le séchage immédiatement après la récolte ~~et utiliser à cet effet de préférence de l'air chaud.~~ Dans les régions tempérées, lorsqu'un entreposage intermédiaire ou tampon est nécessaire en raison de la faible capacité de séchage, s'assurer que la teneur en eau est inférieure à 16 pour cent, que la durée du stockage tampon est de moins de 10 jours et que la température est inférieure à 20 °C.

Entreposage

6. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

Transport depuis l'entreposage

7. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Transformation

8. Se reporter aux paragraphes 34 à 39 du Code d'usages général.

~~Système de gestion de l'ochratoxine a fondé sur le système de l'analyse des risques — points critiques pour leur maîtrise (HACCP)~~

9. ~~Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code d'usages général.~~

Justification: la section sur HACCP a été supprimée

APPENDICE 4

**PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES TRICHOTHÉCÈNES
MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES
PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)**

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Fusarium* et la contamination par les trichothécènes des céréales pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation.

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 5 à 10 du Code d'usages général.

Avant la récolte

3. Se reporter aux paragraphes 11 à 16 du Code d'usages général.
- ~~4. Il ne faut pas laisser les grains mûrs sur le champ pendant longtemps, en particulier par temps froid et humide. En général, les toxines T-2 et HT-2 ne sont pas présentes dans les grains au moment de la récolte, mais peuvent apparaître dans les grains endommagés par l'eau dans le champ ou dans les grains qui deviennent humides au moment de la récolte ou durant l'entreposage.~~
4. Se reporter au paragraphe 4 de l'appendice 1. Les modèles prédictifs peuvent aider les producteurs à décider s'il y a lieu ou non d'appliquer des fongicides. Il faudra peut-être surveiller avant la récolte l'apparition de l'infection des épis de céréales par *Fusarium* durant la floraison, en procédant à un échantillonnage et en déterminant le degré d'infection par des méthodes microbiologiques standard. On devra peut-être déterminer également la teneur en mycotoxines dans des échantillons représentatifs prélevés avant la récolte. L'utilisation de la plante cultivée devrait être fondée sur la prévalence d'infection et la teneur en mycotoxines des grains.

Justification: la première phrase a été ajoutée et le paragraphe indiqué a été repris ici.

- ~~6. Les céréaliculteurs devraient maintenir des relations étroites avec les groupes de négociants en céréales locaux. Ces groupes devraient être d'importantes sources d'information et de conseils en ce qui concerne le choix de produits phytosanitaires, de cultivars et de souches appropriés qui prendront en compte ceux résistants à *Fusarium* et sont disponibles sur place.~~

Justification: ce point a été inclus au para 2 du Code d'usages général.

Récolte

5. Se reporter aux paragraphes 17 à 21 du Code d'usages général.
6. Il ne faut pas laisser les grains mûrs sur le champ pendant longtemps, en particulier par temps froid et humide. En général, les toxines T-2 et HT-2 ne sont pas présentes dans les grains au moment de la récolte, mais peuvent apparaître dans les grains endommagés par l'eau dans le champ ou dans les grains qui deviennent humides au moment de la récolte ou durant l'entreposage.

Justification: plus approprié dans la section sur la récolte

Entreposage

7. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

Transport depuis l'entreposage

8. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Transformation

9. Se reporter aux paragraphes 35 à 39 du Code d'usages général.

10. L'extrusion peut réduire les concentrations en trichothécènes dans les produits transformés, notamment le déoxynivalénol.

~~Système de gestion des trichothécènes fondé sur le système de l'analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP)~~

- ~~9. Se reporter aux paragraphes 35 à 40 du Code d'usages général.~~

Justification: la section sur HACCP a été supprimée

APPENDICE 5**PRÉVENTION RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION DES CÉRÉALES PAR LES AFLATOXINES****MÉTHODES RECOMMANDÉES FONDÉES SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES (BPA) ET LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION (BPF)**

1. Les bonnes pratiques agricoles comprennent des méthodes pour réduire l'infection par *Aspergillus* et la contamination par les aflatoxines des céréales pendant les semis, la récolte, l'entreposage, le transport et la transformation

Semis

2. Se reporter aux paragraphes 5 à 10 du Code d'usages général.

Avant la récolte

3. Se reporter aux paragraphes 11 à 16 du Code d'usages général.

4. La lutte biologique peut être utilisée pour les aflatoxines, mais le produit doit être approuvé, sans danger, et d'un bon rapport coût/efficacité concernant le pathogène végétal ciblé.

Récolte

5. Se reporter aux paragraphes 17 à 21 du Code d'usages général.

Entreposage

6. Se reporter aux paragraphes 22 à 31 du Code d'usages général.

7. Le meilleur moyen de lutter contre les aflatoxines dans les céréales est de prévenir leur formation pendant l'entreposage. Le délai entre la récolte et le séchage avant l'entreposage devrait être réduit.

Transport depuis l'entreposage

8. Se reporter aux paragraphes 32 à 34 du Code d'usages général.

Transformation

9. Se reporter aux paragraphes 35 à 39 du Code d'usages général.

APPENDIX III
BACKGROUND INFORMATION

MYCOTOXIN PRODUCTION IN CEREALS

- The main mycotoxins of significance in cereals are aflatoxins, fumonisins, ochratoxin A, deoxynivalenol and zearalenone, which are produced by species of fungi from the common genera *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*. These fungi may either grow on the crop or invade the crop after harvest, producing toxins during drying and storage. The incidence of mycotoxins depends on a wide variety of agronomic and climate conditions, and on whether a particular cultivar is grown within the area to which it is adapted. The conditions for fungi growth and mycotoxins production are shown on Table 1.

Table 1. Minimal conditions for fungi growth and mycotoxin production by *Aspergillus flavus*, *Fusarium* sp and *Penicillium verrucosum*

Fungi	Mycotoxin	Fungi growth				Mycotoxin production		Reference
		T opt (°C)	T min (°C)	T max (°C)	Aw	Aw	T (°C)	
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxins	33	10-12	43-48	0.82 ^a	0.82	13-37	Pitt and Hocking, 2009
<i>Fusarium graminearum</i>	Zearalenone	24-26			0.90 ^b	0.95-0.97	12-28	Jimenez et al., 1996
<i>Fusarium graminearum</i>	Deoxynivalenol					0.95-0.995	25	Pitt and Hocking, 2009
<i>Fusarium graminearum</i>	Nivalenol					0.96-0.98	20	Llorens et al., 2004
<i>Fusarium proliferatum</i>	Fumonisin					0.93-0.976 ^c		Samapundo et al. 2007
<i>Fusarium verticillioides</i>	Fumonisin	25	2.5-5	32-37	0.87 ^a	0.92		Pitt and Hocking, 2009
<i>Penicillium verrucosum</i>	Ochratoxin A	20	0	31	0.80	0.86		Pitt and Hocking, 2009

^a at 25°C, ^b at 20°C, ^c at 10-20% O₂

- A fungus may be associated with a plant during the plant growth (pre-harvest) as a commensal or a pathogen, or have no association with the plant, in which case invasion of a crop and mycotoxin production occur post-harvest. Thus, the control of pre-harvest toxin formation must be based on entirely different strategies from the control of toxins which occur post-harvest (Pitt, 2006).
- The control of pre-harvest mycotoxin formation is more difficult than post-harvest. Uncontrollable factors such as crop, climate and environmental dictate whether the fungi grow and whether mycotoxins are likely to be formed. Two very important generalizations can be made. First, growth of these plant associated fungi occurs only in specific crops, where there is a definite plant-fungus association. Second, the fungi that produce these toxins grow only at high water activity, so these toxins which are formed pre-harvest are rarely formed during storage (Pitt, 2006). The control of post-harvest toxin is basically a food technology problem and could be controlled by implementing GAPs and GMPs.

PREVENTION AND CONTROL OF TOXINS FORMED DURING PRE-HARVEST

- The pre-harvest control of mycotoxin production depends on the fungi and the associated crop. Table 2 shows the main risk management strategies for the major mycotoxins in pre-harvest.

Table 2. Risk management strategies for the major mycotoxins in cereals during pre-harvest.

Aflatoxins	Fumonisin	Ochratoxin A	Deoxynivalenol and zearalenone
<ul style="list-style-type: none"> • GAP • Developing drought-resistant cultivars • Biological control • Predictive models • Timely harvesting • Breeding for host plant resistance 	<ul style="list-style-type: none"> • GAP • Ensuring that cultivars are adapted to local environments • Breeding for insect resistance • Breeding for host plant resistance • Transgenic Bt maize • Predictive models • Timely harvesting 	<ul style="list-style-type: none"> • GAP • Timely harvesting 	<ul style="list-style-type: none"> • GAP • Breeding for host plant resistance • Using cultivars that mature over a range of dates • Transgenic Bt maize • Using fungicides at anthesis or silking • Predictive models

Adapted from Pitt et al. (2012).

Good Agricultural Practice (GAP)

5. GAP involves good farm management, in general maintaining healthy crops and sustainable agriculture together with other activities (FAO, 2002):
- (i) Planting with optimal row and seed spacing for local conditions, especially water availability, to reduce plant stress;
 - (ii) Maintaining adequate water supplies, by irrigation where practicable;
 - (iii) Reducing erosion by contouring, ditching, or hedging;
 - (iv) Controlling weeds, and mulching crops to reduce moisture stress;
 - (v) Controlling insects that damage developing grains or nuts and permit entry of the fungi that produce mycotoxins;
 - (vi) Rotation crops to reduce insect infestation and fungal infection, which are exacerbated by monoculture;
 - (vii) Applying fertilizers at appropriate times and concentrations, to benefit the crop but limit run-off of nutrients such as nitrogen and phosphorus;
 - (viii) Harvesting crops at or before full maturity, because over mature crops are liable to increase risk from insect damage and water stress and hence mycotoxin production;
 - (ix) Drying crops rapidly and completely, as soon as possible after harvest; and
 - (x) Maintaining good storage conditions on the farm (storage facilities should be soundly constructed to prevent water ingress, with raised floors to prevent moisture migration from soil; properly dried crops should be stored in closely woven sacks that permit air exchange; and rodents and insects should be controlled)

Conventional and non-conventional breeding for host plant resistance

Aspergillus and aflatoxin resistance

6. Commercial maize hybrids have been evaluated for inherent insect resistance since the early 1970's as well as for reduced aflatoxin levels from *Aspergillus flavus* natural field infection, and researchers have found significant differences in aflatoxin levels among hybrids samples from non-infested plots (Widstrom, et. al, 1978).
7. Cultivars Mo20W x Teosinte and 'Ibadan B' were resistant to maize ear infesting insects compared to control maize hybrids (Barry, et. al., 1991). The specific kernel resistance mechanisms were examined in kernels from maize populations MAS:gk and MAS:pw,nf, resistant to post-harvest aflatoxin contamination by *A. flavus* as well as fungal growth (Brown, et. al., 1993). Only autoclaving, crushing or wounding of the embryo caused a loss of aflatoxin accumulation resistance, and it was concluded that the metabolic activities of the living embryo conveyed the resistance.
8. Plant antifungal proteins were identified in the seeds of maize and other grains (Vigers, et, al., 1991). In a later study inbreds Tex6, Y7, and Mp420, and the F1 hybrids with these inbreds were highly and consistently resistant to *Aspergillus* ear rot, kernel infection and production of aflatoxins (Campbell, 1995). It was determined that the resistance seen in the inbreds in addition to other resistant inbreds, was likely inherited and therefore part of the plant genome. In another experiment, aflatoxin resistant maize genotypes were compared to drought tolerant genotypes as to cuticle and wax layers in the kernel (Tubajika, 2001). The results suggested that the pericarp wax layer in the kernels imparted resistance to *A. flavus* infection as this genotype had very high levels according to microscopic observations.

9. Naidoo et al. (2002) found the inbreds Tex6 and Oh516 had the lowest levels of aflatoxins and were most resistant to ear rot. The determination of the dominant alleles in inbred MI82 resistant to *A. flavus* and aflatoxin accumulation possibly transferrable to commercial inbreds showed to be promising (Maupin, et. al., 2003).
10. Present-day breeding endeavors concerning the development of aflatoxin-resistant maize lines have resulted in several germplasm releases. In 2008, the IITA-SRRC collaborative breeding program released TZAR 101–106, resulting from a combination of African and southern-adapted US lines (Menkir et al. 2008). The inbred maize line GT-603 was released in 2011, after having originated from GT-MAS:gk (Guo et al. 2011), while Mp-718 and Mp-719 were issued as southern acclimatized resistant lines which unlike the earlier Mp lines, are both shorter and earlier (Scully et al. 2012; Williams & Windham 2012). These lines are being studied in hybrid combinations through the SERAT program (Scully et al. 2012). Unfortunately at this time these maize lines are not commercially viable; however they do offer a source of invaluable resistance genes and can be utilized for the development of host resistant approaches to eliminate aflatoxin contamination (Brown, et. al. 2013).

Fusarium and fumonisin resistance

11. In the early 1990's, work on a sweet maize line resistant to *F. verticillioides* kernel infection, was being conducted to determine genetic factors as the potential mechanism of resistance specifically examining maternal tissues such as the silk, pericarp and closing layer (Headrick, 1991). The field inoculation study determined that silk actively growing after pollination inhibited *F. verticillioides* from infecting the kernel and indicated the potential use of this inbred as the possible parent for use in seed production. In 2001, maize genotypes GT-MAS:gk and MI82 known for *A. flavus* infection and aflatoxin contamination were examined for resistance to *F. verticillioides* growth (Brown, et. al., 2001). It was determined that non-wounded kernels of the resistant hybrid were less susceptible to *F. verticillioides* infection.
12. Resistance to fumonisin accumulation and Fusarium ear rot in maize was studied, with a number of dominant genes determined which conveyed resistance with the potential to transfer these alleles to commercial hybrids (Clements, et. al., 2004; Alexander et al., 2009). Lanubile et al. (2010) found that in the maize resistant line CO441, defense related genes assayed from *F. verticillioides* (b-tubulin 2 and FUM21) were transcribed at high amounts before contamination and supplied rudimentary protecting against the fungus. The FvMK1 mitogen-activated protein kinase gene was identified in *F. verticillioides*, which regulates fungal growth, conidia production, and pathogenesis as well as lowers the action of the FUM1 and FUM8 fumonisin synthesis genes (Zhang et al., 2011).
13. Santiago, et al. (2013) evaluated a large number of maize inbred line kernels inoculation with *Fusarium verticillioides* for Fusarium ear rot and fumonisin accumulation. The highest levels of resistance to Fusarium ear rot and fumonisin accumulation were found in sixty-one of the maize inbreds, which differed in kernel color, use, kernel type and heterotic group. Many of these maize inbreds can be employed to enhance resistance to *F. verticillioides* infection and fumonisin accumulation by performing crosses between the most resistant maize inbreds of each subgroup.

Fusarium, Aspergillus, fumonisin and aflatoxin combined resistance

14. In a multi-lab study, highly resistant maize hybrid lines GT-MAS:gk and Mp420 were screened for proteins conveying antifungal activity against both *A. flavus* and *F. verticillioides* during germination of maize kernels (Guo, et. al., 1997). Higher concentrations were found in the germinated kernels compared to controls, and the 22kDa zeamatin-like protein was present as well as two ribosome inactivating proteins (RIP), of 11-kDa and 9-kDa in size. In the non-germinated kernels, a 32-kDa proRIP-like form and an 18kDa peptide were found. When purified zeamatin and RIP were tested on *A. flavus*, growth of the fungus was inhibited, and plant extracts from germinated kernels inhibited both *A. flavus* and *F. verticillioides*. In another similar study on seeds from maize inbred Tex6, a >100 kDa protein was found to inhibit aflatoxin biosynthesis, and a 28-kDa protein similar to pathogenesis-related proteins-5 (PRs), which is very similar to thaumatin, was determined to inhibit growth (Huang, et. al., 1997). Dry kernel extracts were tested for antifungal activity from resistant populations T115, CI2, Tex-6, and MI82 and were found to contain a 14-kDa protein which was determined to both inhibit *A. flavus* growth and produce trypsin activity causing the spore to rupture and hyphae to develop abnormally (Chen, et. al., 1998). This same maize trypsin inhibitor was found to be an effective inhibitor of both *A. flavus* and *F. verticillioides* fungi simultaneously (Chen, 1999). Five additional proteins were determined to be associated with resistance to aflatoxin production in resistant maize populations GT-MAS:gk, CI2, T115, MP420, and Tex6 that are also stress-related proteins (Chen, et. al., 2001).
15. Twenty four recombinant inbred lines demonstrating the highest mean fumonisin concentration and 24 lines showing the lowest mean fumonisin concentration were selected for further evaluation were inoculated with *F. verticillioides* and *F. proliferatum* or with *A. flavus* in replicated trials. The maize inbred groups of low-fumonisin accumulation were significantly lower in fumonisin and aflatoxin levels as well as Fusarium and Aspergillus ear rots (Robertson-Hoyt, et al, 2007)
16. More recently, 20 inbreds were tested for *F. verticillioides* and *A. flavus* resistance and indicated that inbreds with aflatoxin resistance may be good sources for breeding for fumonisin resistance (Henry et al. 2009). High aflatoxin and fumonisin resistance were demonstrated in the inbreds Mp715 and MP 717. Maize inbred Mp313E revealed resistance against fumonisins only (Williams & Windham, 2009).

Chemical control

17. For some crops, infection can be reduced through the use of fungicides or insecticides. Insecticides can be partially effective only for those infections that are associated with insect injury. Fungicides are widely used in wheat to prevent infection by *Fusarium graminearum* and other fungi that cause Fusarium head blight. Gauging the need for fungicides and optimizing the timing of applications has been greatly improved through the development of risk-assessment models, which are available on-line for many wheat-growing areas (<http://www.wheatscab.psu.edu/>). Properly timed fungicide applications can reduce infection and mycotoxin contamination, but disease control does not always result in reduced mycotoxin contamination (Schmale and Munkvold, 2013)

Biological control

18. Many biocontrol agents were first identified through *in vitro* inhibition tests, but there is not always a correlation between *in vitro* inhibition tests and field performance of biocontrol agents (Fravel, 2005). This difference is usually explained by various environmental conditions which may affect the antagonist performance (Cotty; Mellon, 2006) or laboratory conditions may artificially favour the antagonist (Weller, 1988). It is increasingly clear the trend and need of inserting the biocontrol agents in an integrated pest management scheme (Medeiros et al., 2012).

Aflatoxins

19. The *A. flavus* biological control strategy involves the application of an atoxigenic strain of *A. flavus* to the soil surface, which then colonizes the crop and out-competes the existing toxigenic strains (Schmale and Munkvold, 2013). Usually the selected strain is introduced to the field on a carrier substrate that permits growth of the fungus with consequent production of high numbers of spores (Dorner et al. 1999; Taniwaki & Pitt, 2013).
20. Depending on climatic factors and concentration of toxigenic spores in a given field, aflatoxin reductions may range widely. Field experiments in different crops have demonstrated significant reductions in the aflatoxin contamination (70-90%) (Dorner, 2004; Dorner, 2008; Dorner, 2009; Probst et al., 2011). Accinelli et al. (2012) applied bioplastic granules inoculated with atoxigenic strains of *A. flavus* on the soil surface of corn crops, achieving a reduction of aflatoxin contamination by 59-92%.
21. Table 3 shows the two commercially available biocontrol products for *Aspergillus* in corn: Afla-guard® and *Aspergillus flavus* AF36. Both products contain naturally occurring, nontoxigenic strains of *Aspergillus flavus*. Afla-guard® is recommended for AFs control in corn (field, sweet and popcorn) and peanuts, being applied at the first sign of corn tasseling and before active silking. *Aspergillus flavus* AF36 is for use in corn, cotton and pistachio, and its application in corn occurs from the 7 leaf stage (V7) until silking. Currently, no other commercial products are available for other cereals.

Table 3. Biocontrol products developed for control of postharvest diseases and aflatoxin

Product	Microbial agent	Food commodity	Manufacturer/distributor
<i>Aspergillus flavus</i> AF36	<i>A. flavus</i> strain AF36	Corn, cotton and pistachio	Arizona Cotton Research/Protection Council, USA
Afla-guard®	<i>A. flavus</i> strain NRRL21882	Peanuts and corn	Syngenta Crop Protection, USA

22. AF36 has been shown to produce cyclopiazonic acid (CPA) in treated maize and peanuts. Chronic toxicity of CPA has not been studied, but recent animal studies show significant harmful effects from short-term exposure to CPA at low doses (King et al., 2011).

Fumonisin

23. For Fusarium head blight, microorganisms that are antagonistic to the *Fusarium* pathogens are applied to the wheat heads. Some reports showed that production of FB1 was reduced up to 63.2%, FB2 up to 43.4% and deoxynivalenol and zearalenone up to 92% and 87.5%, respectively (Stiles and Bullerman, 2002). Nayaka et al. (2010) showed that maize seed treated with suspension of *Trichoderma harzianum* followed by spray treatment with pure *T. harzianum* culture suspension reduced the levels of fumonisins in all maize cultivars by 56.4-85.8%.
24. Pereira et al. (2011) isolated *Bacillus amyloloquefaciens* and *Microbacterium oleovorans* from maize and tested their potential to reduce FB1 levels in maize kernels co-inoculated with *Fusarium verticillioides*. FB1 reduction ranged up to 94.4% in grains treated with *B. amyloloquefaciens*, and up to 81.5% in grains treated with *M. oleovorans*. Dalié et al. (2012) have shown that *Pediococcus pentosaceus* (strain LOO6) produced some extracellular metabolites (MRS medium) capable of reducing fumonisin production (75-80.0% after 20 days of incubation), both in liquid medium as in maize kernels. However, under certain conditions, the bacterial strain used could also enhance fumonisins production.

Ocratoxin A

25. Several bacterial and fungal strains belonging to *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Butyribrio*, *Phenylobacterium*, *Pleurotus*, *Saccharomyces*, *Bacillus* and *Acinetobacter* genera and certain fungi belonging to *Aspergillus*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Phaffia*, *Penicillium* and *Rhizopus* (*R. stolonifer* and *R. oryzae*) genera, are able to degrade OTA *in vitro* up to more than 95% (Abunrosa et al, 2006).

Predictive models

26. Predicting models have been developed for specific geographical regions in several countries. Although it can be developed and applicable to any region, if data are available, these models need to be tested for a number of years to determine their feasibility, due to the high variability associated with the levels of mycotoxins.
27. De La Campa et al. (2005) constructed a preliminary empirical model to predict fumonisin concentration in maize at harvest based on regression analyses of field data collected in Argentina and the Philippines. The variability of fumonisins was explained mainly by location or weather (47%) and insect damage to the ears (17%). Overall, more than 82% of the variability of fumonisin content in maize was explained by the model.
28. Battilani et al. (2008) evaluated the role of the cropping system on fumonisin levels in northern Italy to contribute to the development of a predictive system for fumonisin contamination. In the period from 2002 to 2007, 438 maize samples were collected in five regions, supported by agronomic data, and analyzed for fumonisin content. The logistic regression model developed explained 60% of the variability of fumonisins levels in maize, with major roles for longitude, maturity class and growing weeks contributing the most. This model did not include meteorological information.
29. FUMAgrain, a model developed in Italy, is based on the pathosystem of *F. verticillioides* and *Ostrinianubialis* (European corn borer) in maize. The elements of the pathosystem are simulated by three submodels: (i) maize development, (ii) *F. verticillioides* infection and fumonisin synthesis and (iii) European Corn Borer wounding activity on maize grain (Maiorano, et al., 2009). Inputs to the model are (i) planting date, (ii) hourly meteorological data including temperature, relative humidity, wind speed and rain intensity, (iii) information on the phenological development of the hybrid planted (flowering and dry-down), and (iv) information about the chemical treatment against European Corn Borer.
30. FUMAgrain gives an initial risk alert at the end of flowering based on the meteorological conditions during this phase. A second alert follows maturation when an assessment is made from (i) maize grain moisture, (ii) European Corn Borer damage to the ear, and (iii) fumonisin synthesis risk. FUMAgrain demonstrated good capability to simulate fumonisin synthesis in maize grain in Italy and is useful for determining the optimal harvest date while respecting grain safety levels required by the international market.
31. Froment et al (2011) described Qualimetre®, a mycotoxin prediction model based on different agro-climatic statistical models using data of maize (DON, zearalenone and fumonisins) and wheat (DON) production in France and Belgium. This tool was proposed to be used on line by grain purchasers and provides a probability of acceptability for each plot at a mycotoxin threshold.
32. Torelli et al. (2012) developed an artificial neural network (ANN) model suitable for predicting fumonisins, deoxynivalenol and zearalenone contamination of maize at harvest time. Irrigation, chemical treatment against the European corn borer and harvest date significantly affected the level of fumonisin contamination ($P < 0.05$). The authors concluded that the model has the potential for the development of a new approach for the rapid cataloging of grain plot according to fumonisin levels.
33. DONcast is a web-based interactive model for DON in wheat, which allowed input of field-specific weather and agronomic variables. The model was developed to assist producers in decisions on whether or not to apply a fungicide, and for grain marketing decisions. The predictions have explained 76% of the variability in DON using a database from 1996 to 2003 (Hooker et al., 2002; Schaafsma & Hooker, 2006).
34. These models must be tested and validated in many areas, not only to make the models more widely useful but also to test their robustness to climate variation. More research is needed to evaluate if any of the models developed for specific regions can consistently and accurately be applied over other growing regions. As with all predictive models, these require reliable climate and agronomic data and some sophisticated mathematics (Schaafsma & Hooker, 2006).

STORAGE AND TRANSPORT

35. Before going to storage, broken or cracked kernels and foreign matter should be removed from the lot. Broken kernels are more likely to be contaminated or to get contaminated during storage than sound kernels. Foreign material may restrict air movement through the grain mass leading to temperature and moisture problems that may favor storage mould development (Sweets, 2013). It is important that the quality of the grain is monitored and that grain damage and microbial spoilage are minimised as far as possible, in particular with respect to mould growth and mycotoxin production (Eeckhout et al, 2013).
36. General and specific good hygiene and quality control measures should be taken to avoid the spread of inoculum by contaminated trailers, augers, grain stores and all kind of equipment that have not been cleaned and contain leftover contaminated grain from the previous harvest. A rigorous hygiene programme during harvest, storage and transport is hence of great importance (Eeckhout et al, 2013).
37. To avoid mycotoxin contamination and dispersal of mycotoxin-producing moulds, farmers and contractors should be reminded of their obligation to keep their agricultural trailer or truck clean, both at the inside and outside. Hygienic rules should be respected also at the collection or storage facility and the surroundings of the collection facilities (including lawns, concrete areas, pits, etc.) should be properly maintained. Rain and run-off water can drain well. Traps for rodents are placed in the areas surrounding grain storage and waste storage locations (Eeckhout et al, 2013).

38. During storage, the critical points to maintain include regular and accurate moisture and temperature determination and efficient and prompt aeration and drying conditions. Wheat, barley and oats should be kept at 14-15%, maize at 14% and rice at 13-14% of moisture content (Magan & Aldred, 2007; Kabak, et al., 2006; Magan et al., 2003).
39. Giorni et al. (2008) tested the potential of using modified atmospheres (25.0–75.0% CO₂) to control *A. flavus* development and aflatoxin B1 production on maize grain post-harvest. The populations of *A. flavus* were significantly lower with 25 and 75% CO₂ in the atmosphere and all treatments with CO₂ were able to reduce toxin production (57.0-98.0%).

PROCESSING

40. Good manufacturing practice (GMP) is often used to reduce mycotoxin contamination in cereal grains, and includes practices that prevent fungal growth and hence reduce or remove mycotoxin contamination after harvesting and drying. The mycotoxin content and the processing effect on their levels may define the destination targets of the cereal lots. If the levels do not comply with the grain maximum level, the lot can be directed to specific operational targets for food/feed industry (Cheli et al., 2013; Pitt et al., 2013).
41. The various food processes that may have effects on mycotoxins include sorting, trimming, cleaning, milling, brewing, cooking, baking, frying, roasting, canning, flaking, alkaline cooking, nixtamalization, and extrusion. Most of the food processes have variable effects on mycotoxins, with those that use high temperatures having the greatest effects (Bullerman and Bianchini, 2007). The effects of these practices depend on the crop and mycotoxin and are discussed in details in this document. Food processes that could affect each toxin are summarized in Table 2.

Table 2. Processing that may affect the mycotoxin content in food

Mycotoxin	Processing that may affect the mycotoxin content
Aflatoxin	Sorting, toasting, nixtamalization, chemical treatments, sorbents (for feed), wet milling
Fumonisin	Sorting, nixtamalization, extrusion, flaking, roasting, wet milling
Zearalenone	Sorting, chemical treatment, nixtamalization, extrusion, wet milling
Deoxynivalenol	Sorting, extrusion, wet milling
Ochratoxin A	Sorting, autoclaving, extrusion, roasting

Aflatoxins

42. In general, it is very difficult to decrease aflatoxin levels since they are heat-resistant (up to 260°C) and soluble in intermediate polar solvents (Hwana and Lee, 2006). Heat treatment under moist conditions is more efficient, but the reduction is affected by the matrix, the binomial time-temperature and products formulation. Reduction of aflatoxin ranges from 28 to 84% in corn products and from 30 to 60% in wheat products. Toasting promotes about 40% reduction in the levels of aflatoxins (Cheli, et al., 2013; Hwang & Lee, 2006).
43. Nixtamalization is a process for making masa for tortillas and other maize products involving boiling and soaking maize in a solution of calcium hydroxide. The process may reduce the content of AFs by 52 to 84%, the aflatoxins G1 and G2 being the most susceptible and aflatoxin B1 the most resistant (Arriola et al. 1988). Another chemical treatment is the application of sodium hydrosulphite associated with heat treatment or pressure, achieving a reduction of 70% of the aflatoxin levels (JALILI & JINAP, 2012).
44. Wet milling of maize for starch production was found to achieve a reduction of aflatoxin levels of 99 – 99.8%. (Yahl et al, 1971; Bennett & Anderson, 1978; Romer, 1984).
45. The effect of citric acid concentration and the moisture content on aflatoxin degradation on sorghum samples was studied during extrusion-cooking milled sorghum, the reduction ranged from 17 to 92% (Méndez-Albores et al. 2009).
46. Soaking of unpeeled rice during the parboiling process makes water to migrate to inner portions of the grain, carrying-over water-soluble compounds. Coelho et al (1999) demonstrated that 32% of AFB1, 44% of AFB2, 36% of AFG1 and 22% of AFG2 migrated into the inner parts of the grain after 6 hours of soaking and autoclaving during 30 minutes before the processing (Coelho et al.1999).
47. Aly and Hathout (2011) concluded that acid hydrolysis of vegetal protein is a suitable method for decontamination of aflatoxin in highly contaminated grains, specially gluten fractions. Completed degradation occurred in the presence of 5mol/L of HCl after 4h at 110°C).
48. The most prevalent approach for counteracting aflatoxin in the feed industry is to include sorbent materials into the feed, for more or less selective removal of toxins by means of adsorption within the route of the gastrointestinal tract (Hwigg, et al., 2001).

49. The fate of aflatoxins and fumonisins was studied through the traditional processing of naturally contaminated maize in mawe, makume, ogi, akassa, and owo, maize-based foods common in Benin, West Africa (Fandohan et al., 2005). Overall reduction of mycotoxin level was more significant during the preparation of makume (93% reduction of aflatoxins, 87% reduction of fumonisins) and akassa (92% reduction of aflatoxins, 50% reduction of fumonisins). Sorting, winnowing, washing, crushing combined with dehulling of maize grains were the unit operations that appeared very effective in achieving significant mycotoxin removal. Fermentation and cooking showed little effect.

Fumonisin

50. The fate of fumonisin during processing is affected by many factors, including the temperature, moisture of the product, the toxin concentration in the raw product and the presence of other ingredients in the processed food. Processing operations include sorting, milling (dry and wet), heat, extrusion and nixtamalization.
51. Sorting and cleaning may lower fumonisin concentration by removal of contaminated material, but does not destroy the mycotoxins. Broken maize kernels contain near 10 times higher levels of fumonisins than intact ones. Strategies to separate healthy from contaminated kernels include removing the contaminated maize in the buoyant fraction after treatment with saturated sodium chloride solution (Shetty & Bhat, 1999) and sequentially passing stored maize kernels through cleaning equipment followed by a gravity table (Malone et al., 1998). Afolabi et al. (2006) proposed the visible sorting of maize grain as a technique to reduce fumonisin levels by subsistence farmers.
52. A study conducted in three commercial maize mills showed that fumonisins are distributed in milling streams approximately according to their occurrence in the maize seed structure (Scudamore & Patel, 2009). The concentrations of mycotoxins found in the grits and flours, which are mostly derived from the endosperm typically, contain the lowest mycotoxin levels and concentrations are further closely related to particle size. Levels of fumonisins in the milled products vary greatly with the milling conditions and the nature and condition of each maize consignment. The levels found in maize flour could represent from 26 to 310% of that present in the initial maize grain.
53. Wet-milling is used to obtain maize starch, germ, gluten, solubles and fiber. In laboratory studies of the fate of fumonisin B₁ and B₂ in wet milling the original fumonisin was distributed among solubles (2 – 15%); fiber (19 - 41%); germ (9 – 22%); and gluten (37 – 42%). No fumonisin was detected in the starch fraction (Bennett et al, 1996).
54. Dry-milling gives rise to the bran (obtained from the removal of pericarp) and the germ, followed by the fractions obtained by decreasing particle size - grits, corn meal and flour (Alexander et al., 1987). Fumonisin are not expected to be destroyed during this process and are found in all fractions, with higher concentration in bran and germ (Katta et al. 1997, Brera et al, 2004). Resnik (2006) showed that germ and bran had fumonisins levels 29 fold higher than corn meal and corn grits, 13 fold higher than corn flour and 3 fold higher than whole maize.
55. The effects of heating on the stability of fumonisins depend on the process, the temperature and heating time. Many studies have reported significant reduction of fumonisin levels occurs during processes at temperatures > 150°C, such as those used for dry or moist maize meal production (Scott & Lawrence, 1995), frying maize chips (Jackson et al., 1997), baking, roasting and alkaline cooking (Castelo et al. 1998, Jackson et al. 1997, Katta et al. 1999) and flaking, cooking and toasting (de Girolamo et al., 2001). In all these studies, fumonisins were analyzed by the traditional method which does not detect the bound (hidden, masked) fumonisins.
56. Fumonisin are quite stable and are not destroyed by moderate heat (Castelo et al. 1998b), but an 80% reduction by heating at higher temperatures has been reported (Visconti et al., 1999). However, caution is required in assessing risk as it has been reported that breakdown products such as 'hydrolysed fumonisin' may be formed and these may be almost as toxic as the parent compound (EMAN, 2006).
57. Baking, frying and extrusion cooking of corn at high temperatures (> 190°C) also reduces fumonisin concentrations in foods, with the amount of reduction achieved depending on cooking time, temperature, recipe, and other factors. However, the chemical fate of fumonisins in baked, fried, and extruded foods is not well understood and it is not known if the reduced concentrations result from thermal decomposition of fumonisins or from their binding to proteins, sugars or other compounds in food matrices (Humpf and Voss, 2004).
58. Becker-Algeri et al (2013) evaluated the effects of thermal treatments on FB1 level on polished (husked white), parboiled and whole grain rice (brown, husked). Conventional cooking reduced the initial natural contamination by 80%, autoclaving artificial contaminated samples did not reduce the levels and dry heated treatment reduced 70%.
59. Bullerman et al. (2008) have shown that N-(deoxy-D-fructosyl) FB1 are extruded with glucose, in addition to hydrolyzed FB1 (HFB1) and N-carboxymethyl FB1. Seefelder et al (2003) have shown that FB1 and HFB1 are able to bind to polysaccharides and proteins via their two tricarballic acid side chains. Currently, analytical methods to detect those bound fumonisins in food matrix are available

60. Voss et al (2006) evaluated the toxicity of maize grits spiked with FB1 extruded with 10% glucose fed to rats. With one exception, the fumonisin B1-spiked and fermented extrusion products caused moderately severe kidney lesions and reduced kidney weights, effects typically found in fumonisin-exposed rats. Lesions in rats fed contaminated grits after extrusion with glucose were significantly less severe and not accompanied by kidney weight changes. The authors concluded that extrusion with glucose supplementation is potentially useful for safely reducing the toxicity of fumonisins in maize-based products. Lu et al (2002) had reached the same conclusion and shown that glucose bind to fumonisins via the amino group. Dall'Asta et al. (2010), however, have found a higher amount of total detectable fumonisins in *in vitro* digested food in comparison with the nondigested matrix, an amount even higher than that calculated through the application of the hydrolysis procedure.
61. Jackson et al. (2012) summarized studies published about the fate of FB1 in maize submitted to extrusion under different conditions. The review indicated that FB1 stability during extrusion depends on the temperature, screw speed and presence of reducing sugars. They also showed that *in vivo* bioassays conducted so far indicated that extrusion, especially with glucose, is a useful tool to reduce FB1 toxicity of contaminated maize.
62. Voss et al. (2011) tested whether extrusion, with or without glucose supplementation (10%), is an efficient technique in reducing FB1 toxicity. They fed male rats with naturally contaminated extruded maize grits and found out that extrusion with glucose significantly reduced FB1 intakes and prevented the development of kidney lesions and disruption of sphingolipid metabolism.
63. Nixtamalization can reduce fumonisin concentration from 50 to 80%, with 35 to 60% of fumonisin being detected in its hydrolyzed form (Burns et al., 2008; Dombink-Kurtzman et al., 2000). A modified nixtamalization procedure, incorporating various combinations of hydrogen peroxide and sodium bicarbonate in addition to calcium hydroxide, has been reported to give a 100% reduction of FB1, however, the masa product exhibited about 60% of the toxicity of the untreated maize using a brine shrimp assay procedure (Park et al., 1996). Burns et al. (2008) suggested that mycotoxin-in-corn matrix interactions during nixtamalization reduce the bioavailability and toxicity of FB1 in rats.
64. Palencia et al (2003) found that tortillas prepared using the traditional nixtamalization method of Mayan communities contained FB1, FB2 and FB3 and their hydrolyzed counterparts. There were equimolar amounts of FB1 and HFB1 in the tortillas, but the total fumonisins were reduced by 50%. They also found a reduced sphinganine elevation in cells treated with extracts of tortillas compared with cells treated with extracts of contaminated maize.
65. Voss et al. (2013) showed with *in vivo* experiments that nixtamalization is effective in the reduction of the potential toxicity of corn contaminated with FB1. They fed male rats, during 3 weeks, with diets containing low, medium or high levels of FB1-contaminated raw corn or alkaline cooked corn. Significantly increased sphinganine and sphingosine concentrations in the kidneys and FB1 characteristic kidney lesions were found in animals fed with uncooked for all levels tested, while in the alkaline cooked contaminated with the highest level the effects were less intense.
66. Ethanol fermentation of fumonisin contaminated maize results in very little degradation of the toxins; most of the toxins remain in the distiller's grains, thin stillage and distiller's soluble fraction (Bennett and Richard, 1996; Bothast et al., 1992). Fumonisin have also been found in beer, indicating that the toxins persist under the conditions (temperature, pH) prevailing during the brewing process (Scott & Lawrence, 1995; Hlywka & Bullerman, 1999).
67. Visconti et al. (1996) found that gamma-irradiation (15 kGy) effectively sterilized the maize flour, but caused only about a 20% reduction in its fumonisin content. Ferreira-Castro et al (2007) found possible decreased fumonisins levels by irradiating maize with 5 or 10 kGy; however, at 2 kGy, the survived fungi (36%) were able to produce more fumonisins than the fungi in the control samples. Aziz et al. (2007) found that the viable counts of *Fusarium* in seeds decreased by increasing the radiation dose levels; 7 kGy was sufficient for complete destruction of FB1 in wheat and maize.
68. In a study by D'Ovidio et al. (2007), fumonisins in naturally contaminated whole kernel and ground corn samples irradiated by both gamma and electron beam at increasing levels were not reduced significantly. However, *Fusarium* spp. was totally eliminated at 30kGray in the ground corn and at 100 kGy in whole corn. In the same study, popcorn kernels rejected from the cleaning process were popped in a microwaved, resulting in significant reduction of fumonisins.
69. Mycotoxins can be degraded or converted into less toxic molecules by biological decontamination with enzymes and selected microorganisms. More recently, biological decontamination and biodegradation of mycotoxins with microorganisms or enzymes have been used (He et al, 2010). Many species of bacteria and fungi have been shown to enzymatically degrade mycotoxins (Bata & Laszity, 1999; Pereira et al, 2010). Black yeast strains (Duvick et al., 1998) and bacterial strains (Benedetti et al., 2006; Heidl et al., 2010) can catabolize fumonisins. However, question remains on the toxicity of products of enzymatic degradation and undesired effects of fermentation with non-native microorganisms on the quality of food (Shetty & Jespersen, 2006).

Zearalenone

70. During cleaning and sorting 84% of zearalenone could be removed (EFSA, 2011).Palpacelli et al. (2007) have shown that stone milling results in a 40-50% reduction of zearalenone in wheat flour, which was significantly lower compared to use of a modern roller mill. Wolff (2005) studied the effect of sorting, cleaning and milling on the zearalenone concentration. The by-products from cleaning the raw cereal grains (dust, hulls and others) contained 3- to 30-fold higher zearalenone concentrations than the cleaned cereal grains, while concentration in bran was up to 2-fold higher than in grain.

71. Ryu et al. (2002) showed that during the dry milling of corn, wheat, barley, and other cereals, zearalenone was found in highest amounts in fractions of the commodity that are less likely to be used for food production (germ and bran fractions). In the wet milling of corn, mycotoxins, including aflatoxin, zearalenone and fumonisins, can be found in the steep water, gluten, fiber and germ, while the starch tends to be relatively free of these mycotoxins (Lauren and Ringrose, 1997; Ryu et al., 2002). Several studies reported no detectable zearalenone in starch from wet milling (Bennett et al., 1978; Romer, 1984; Bennett et al., 1978b).
72. A wide variety of chemicals, including calcium hydroxide monomethylamine, sodium bisulfite, moist and dry ozone, chlorine gas, hydrogen peroxide, ascorbic acid, hydrochloric acid, sulfur dioxide, formaldehyde, ammonia and ammonium hydroxide, have been found to be effective (at different extents) against several *Fusarium* mycotoxins, including zearalenone, DON, T-2 toxin, and fumonisins (Visconti, 2001).
73. Heating of pure zearalenone or zearalenone contaminated grain for several hours at 150°C did not lead to a significant loss of zearalenone. Starting at 200°C a moderate degradation was observed (Lauren and Smith, 2001). Heating of zearalenone in an aqueous solution or under alkaline conditions led to degradation starting at 150°C whereas boiling in water did not influence the zearalenone content (Ryu et al., 1999).
74. According to EFSA (2011), only under alkaline conditions or during extrusion cooking (heating under a high degree of pressure) a reduction of above 40% was observed. Extrusion cooking can reduce zearalenone levels in food as well as its estrogenic activity (Ryu et al., 2002).
75. A high degradation rate was observed during extrusion of maize grits or maize meal spiked with zearalenone. Depending on the extrusion parameters (temperature, moisture content, screw speed) the zearalenone concentration was reduced by 66-83% (Ryu et al., 1999), 66-81% (Cetin and Bullerman, 2005) and 6-54% (Scudamore et al., 2008a). The loss of zearalenone seems not to be affected much by the presence of dextrose. The addition of salt resulted in higher zearalenone levels indicating a lower reduction rate (Scudamore et al., 2008a). Extrusion cooking of wheat spiked with 305 µg/kg of zearalenone resulted in a reduction rate of 3-17% depending on the parameters used (Scudamore et al., 2008b).
76. During the traditional preparation of tortillas using naturally contaminated corn the reduction ranged from 59 to 100% (Abbas et al., 1988). This strong degradation can be explained by the alkaline conditions during nixtamalization.
77. In bread-baking experiments at approximately 200°C for 30 minutes using wheat flour with a zearalenone concentration of 1-20 mg/kg, 34-40% of zearalenone was degraded. The production of instant noodles with the addition of 1% potassium carbonate resulted in a 48-62% reduction of zearalenone. In biscuits with 3% sodium bicarbonate zearalenone was decreased by 16-27% (Matsuura et al., 1981).
78. Fermentation of foods with bacteria and yeast resulted in reduction in zearalenone levels, however, this process can result in the conversion of zearalenone to more potent derivatives such as α -zearalenol (Ryu et al., 2002).
79. Zearalenone also may be transferred from contaminated grains into beer, in the brewing process (Bullerman & Bianchini, 2010; Scott, 1996), while no mycotoxins have been detected in ethanol produced from contaminated cereals (Visconti, 2001). The source of these mycotoxins could be the malted grain or adjuncts, such as corn in the form of grits or syrup, rice grits, unmalted barley, wheat starch, or sorghum grits, which are used to provide fermentable carbohydrates for the yeast (Hoseney, 1994; Scott, 1996). Kocić-Tanackov (2007) showed that during micro-malting zearalenone content increased. Zearalenone content determined in finished malt was higher than in barley.

Deoxynivalenol (DON)

80. There is a close relationship between the percentage of *Fusarium*-damage kernels and DON content (Beyer et al., 2007). Based on the analysis of Fisher-transformed r values (z_r values), *Fusarium* damage kernels had the strongest relationship with DON, with a mean r of 0.73 (Paul et al., 2005).
81. Debranning of wheat, a mechanical process by which the outer layers of wheat grains are removed prior to the milling process, is used in industrial processing as it can enhance the milling performance of wheat and the degree of refinement of flour and semolina (Dexter & Wood, 1996). However the effect of debranning and the efficiency of mycotoxin removal are variable (Cheli et al., 2013).
82. In a study of the fate of mycotoxins in wet milling for starch production investigators found either nil or trace (close to detection limits) of DON in starch (Lauren et al., 1997).
83. Milling reduces mycotoxin concentrations in fractions used for human consumption, but concentrates mycotoxins into fractions commonly used as animal feed. However, these fractions may represent promising novel food ingredients with a high value for human nutrition, too, as with bran (Cheli et al., 2013). During milling the highest concentrations of DON were found in the bran, the lowest in the reduction flour (Lancova et al., 2008).
84. Extrusion cooking of corn flour is effective (higher than 95%) for the inactivation of DON in all tested conditions: 150°C and 180°C, 15 and 30% flour moisture, with or without sodium metabisulphite addition (1%) (Cazzaniga et al., 2001).

85. Treatment of contaminated maize (4.4 mg/kg) with sodium bisulfite solutions at 80°C for 18h can reduce about 85% of DON into a its sulfonate conjugate, which appears to be nontoxic to pigs (Young et al, 1987). Other chemical treatment with hydrochloric acid, hydrogen peroxide, sodium hypochlorite, ascorbic acid and ammonium carbonate, did not prove any efficiency against DON (Jouany, 2007).
86. Bakery processing has been reported to reduce DON contamination by some authors (Abbas et al. 1985, Seitz et al. 1986, Boyacioglu et al. 1993), while others suggested that DON is highly stable in this process (El-Banna et al.1983, Scott et al. 1983, 1984). Moreover, DON appeared to be very stable at 100°C at the pH of the bread (Wolf and Bullerman 1998). Baking at 210 °C for 14 min had no significant effect on DON levels according to Lancova et al. (2008). Pacin et al (2010) suggested that any reduction is a result of not only from thermal decomposition but also fermentation losses.
87. A new approach for reducing the absorption of DON from contaminated food was reported by Tamura et al. (2013). The method uses low-methoxyl pectin gel to trap the DON physically, and significantly suppressed its absorption in the gastrointestinal tract. The suppression would not affect the absorption of essential nutrients as the gel degraded in intestine. Further studies are required to formulate applications for cereal or corn-based foods contaminated with DON.

Ochratoxin A (OTA)

88. Sorting and cleaning are not important to reduce OTA content, as only 2-3% reduction of OTA in barley was achieved by cleaning (Scudamore et al., 2003).
89. Removal of the surface layers by abrasive scouring or polishing and milling to remove outer layers for white flour production lowers OTA levels, since the mycotoxin tends to be concentrated in the outer bran layers of cereals (Duarte et al, 2010).
90. OTA is a moderately heat stable molecule that can survive most food processing operations and, therefore, it appears in final and derived products (Bullerman and Bianchini, 2007). However, under certain conditions of high temperature, acidic or alkaline conditions or in the presence of enzymes breakdown can occur (Scudamore, 2005).
91. During the white bread manufacturing process, grain cleaning by scouring the removal of the bran and offal fractions decreases OTA content by up to 25%. Heat treatment during flour and bread production does not seem to affect OTA levels (Scudamore et al., 2003).
92. The stability of OTA during extrusion of contaminated whole meal wheat flour was examined using pilot scale equipment. Factors examined were temperature, moisture content, screw speed and residence time. OTA was partially stable, with breakdown increasing with temperature and moisture content. However, even under the harshest conditions likely to be used in commercial practice, maximum loss was no greater than 40%, with a residence time of about 40 seconds. The chemical properties of OTA suggest that breakdown might be affected by changes in pH and that further studies are necessary to investigate this possibility (Scudamore, 2004).
93. According to Duarte et al. (2011) autoclaving oatmeal with 50% water resulted in a loss of 74% of the OTA content, while applying the same process to dry oatmeal or rice cereal lead to greater reductions (86 e 87.5%) (Bullerman and Bianchini, 2007). The extrusion processing, largely used in breakfast cereal production, can also reduce the levels of OTA. Scudamore et al. (2004) studied the stability of OTA during extrusion of contaminated whole meal wheat flour, observing that a higher temperature and moisture content lead to a bigger OTA breakdown. Degradation was also increased by longer residence time, when lower mass flow rates were applied, because the time the product spent in the extruder was increased. However, the maximum loss observed was no greater than 40% of the initial amount of OTA (Bullerman and Bianchini, 2007).

HACCP

94. The hazard analysis and critical control point (HACCP) has become awidely recognized and recommended method for food safety assurance (WHO, 2007). This tool is of great importance to define which steps of the processing should be controlled to avoid the presence of mycotoxins in ready-to-eat products.
95. The HACCP principles are a way of operating and depend on the technical and economical capability of the implementing countries (Pitt et al., 2012). Some control measures may depend on investments in equipment and analytical control.

REFERENCES

- Abbas HK, Mirocha CJ, Rosiles R and Carvajal M, 1988. Decomposition of zearalenone and deoxynivalenol in the process of making tortillas from corn. *Cereal Chemistry*, 65, 15-19.
- Abbas, H. K., Mirocha, C. J., Pawlowsky, R. J., and Pusch, D. J., 1985, Effect of cleaning, milling and baking on deoxynivalenol in wheat. *Applied and Environmental Microbiology*, 50, 482-486.
- Abbas, H.K., Zablutowicz, R.M., Horn, B.W., Phillips, N.A., Johnson, B.J., Jin, X., Abel, C.A., 2011. Comparison of major biocontrol strains of nonaflatoxigenic *Aspergillus flavus* for the reduction of aflatoxins and cyclopiazonic acid in maize. *Food Additives and Contaminants Part A Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment* 28: 198-208.
- Abunrosa L, Santos L, Venancio A. Degradation of ochratoxin-A by proteases and crude enzyme extract of *Aspergillus niger*. *Food Biotechnol.* 2006;20:231-236.
- Accinelli, C., Mencarelli, M., Sacca, M.L., Vicari, A., Abbas, H.K., 2012. Managing and monitoring of *Aspergillus flavus* in corn using bioplastic based formulations. *Crop Protection* 32: 30-35.
- Alexander, N. J., R. H. Proctor, and S. P. McCormick, 2009: Genes, gene clusters, and biosynthesis of trichothecenes and fumonisins in *Fusarium*. *Toxin Rev.* 28, 198—215.
- Aly, S.E.;Hathout, A.S. Fate of aflatoxin B1 in contaminated corn gluten during acid hydrolysis. *Journal of Science and Food Agriculture.* 91 (2011) 421-427.
- Atehnkeng, J., Ojiambo, P.S., Ikotun, T., Sikora, R.A., Cotty, P.J., Bandyopadhyay, R., 2008. Evaluation of *atoxigenic isolates of Aspergillus flavus* as potential biocontrol agents for aflatoxin in maize. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment* 25:1264-1271.
- Barry, D., Widstrom, N.W., Darrah, L.L., McMillian, W.W., Riley, T.J., Scott, G.E., and Lillehoj, E.B. 1991. Maize ear damage by insects in relation to genotype and aflatoxin contamination in pre-harvest maize grain. *J. Econ. Entomol.* 85(6):2492-2495.
- Bata A, Lasztity R (1999) Detoxification of mycotoxin contaminated food and feed by microorganisms. *Trends Food Sci. Technol.* 10: 223-228.
- Becker-Algeri,, T.A.; Heidtmann-Bemvenuti, R.; Hackbart, H.C.S.; Badiale-Furlong, E. Thermal treatment and their effects on the fumonisin B1 level in rice. *Food Control*, 34 (2013) 488-493.
- Benedetti, R., Nazzi, F., Locci, R. and Firrao, G., 2006. Degradation of fumonisin B1 by a bacterial strain isolated from soil. *Biodegradation* 17:31-38.
- Bennett, G.A. & R.A. Anderson, 1978. Distribution of aflatoxin and/or zearalenone in wet-milled corn products: a review, *J. Agric. Food Chem.*, 26(5): 1055-1060.
- Bennett, G.A., E.E. Vandegrift, O.L. Shotwell, S.A. Watson & B.J. Bocan, 1978b. Zearalenone: distribution in wet-milling fractions from contaminated corn, *Cereal Chem.*, 55:455-461.
- Beyer, M; Klix, M. B; Verret, J. A. Estimation mycotoxin contents of *Fusarium*-damaged winter wheat kernels. *International Journal of Food Microbiology*, 119 (3), 153-158, 2007
- Boyacioglu, D., Hettiarachchy, N. S., And D'apponia, B. L., 1993, Additives affect deoxynivalenol (vomitoxin) flour during breadbaking. *Journal of Food Science*, 58, 416-418.
- Brera C, Catano C, de Santis B, Debegnach F, de Giacomo M, Pannunzi E, Miraglia M. Effect of industrial processing on the distribution of aflatoxins and zearalenone in corn-milling fractions. *J Agric Food Chem.* 2006 Jul 12;54(14):5014-9.
- Brown, R.L., Menkir, A., Chen, Z-Y., Bhatnagar, D., Yu, J., Yao, H. & Cleveland, T.E. 2013. Breeding aflatoxin-resistant maize lines using recent advances in technologies – a review, *Food Addit. & Contam: Part A*, 30:8, 1382-139
- Brown, R.L., Cleveland, T.E., Woloshuk, C.P., Payne, G.A., and Bhatnagar, D. 2001. Growth inhibition of a *Fusarium verticillioides* GUS strain in corn kernels of aflatoxin-resistant genotypes. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 57:708-711.
- Brown, R.L., Cotty, P.J., Cleveland, T.E., and Widstrom, N.W. 1993. Living maize embryo influences accumulation of aflatoxin in maize kernels. *J. Food Protection* 56(11):967-971.
- Bullerman LB and Bianchini A. Stability of mycotoxins during food processing. *Int J Food Microbiol.* 119:140-6, 2007.
- Campbell, K.W., and White, D.G. 1995. Evaluation of corn genotypes for resistance to *Aspergillus* ear rot, kernel infection, and aflatoxin production. *Pl. Dis.* 79:1039-1045.
- Castells M, Marín S, Sanchis V, Ramos AJ.. Fate of mycotoxins in cereals during extrusion cooking: a review. *Food Addit Contam.* 2005 Feb;22(2):150-7.
- Castells, M. et al. Distribution of fumonisins and aflatoxins in corn fractions during industrial cornflake processing. *International Journal of Food Microbiology.* 123, 81–87, 2008.

Castells, M. et al. Distribution of total aflatoxins in milled fractions of hulled rice. <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> . 55, 2760–2764, 2007.
Castelo, M.M. et al. Occurrence of fumonisins in corn-based food products. <i>Journal of Food Protection</i> . 61, 704–707, 1998a.
Castelo, M.M. et al. Stability of fumonisins in thermally processed corn products. <i>Journal of Food Protection</i> . 61, 1030–1033, 1998b.
Cazzaniga, D.; Basílico, J.C.; González, R.J.; Torres, R.L. Mycotoxin inactivation by extrusion cooking of corn flour <i>Letters in Applied Microbiology</i> . 33 - 2, (2001) 144–147.
Cetin Y and Bullerman LB, 2005. Evaluation of reduced toxicity of zearalenone by extrusion processing as measured by the MTT cell proliferation assay. <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> , 53, 6558-6563.
Cheli, F. et al. Effect of milling procedures on mycotoxin distribution in wheat fractions: A review. <i>LWT - Food Science and Technology</i> . 54:307-314, 2013.
Chen, Z.-Y., Brown, R.L., Lax, A.R., Guo, B.Z., Cleveland, T.E., and Russin, J.S. 1999. Inhibition of plant-pathogenic fungi by a corn trypsin inhibitor over expressed in <i>Escherichia coli</i> . <i>Appl. Environ. Microbiol.</i> 65(3):1320-1324.
Chen, Z.-Y., Brown, R.L., Cleveland, T.E., Damann, K.E., and Russin, J.S. 2001. Comparison of Constitutive and Inducible Maize Kernel Proteins of Genotypes Resistant or Susceptible to Aflatoxin Production. <i>J. Food Protect.</i> 64(11): 1785-1792.
Chen, Z.-Y., Brown, R.L., Damann, K.E., and Cleveland, T.E. 2002. Identification of unique or elevated levels of kernel proteins in aflatoxin resistant maize genotypes through proteome analysis. <i>Phytopathol.</i> 92:1084-1094.
Chen, Z.-Y., Brown, R.L., Lax, A.R., Guo, B.Z., Cleveland, T.E., and Russin, J.S. 1998. Resistance to <i>Aspergillus flavus</i> in corn kernels is associated with a 14-kDa protein. <i>Phytopathol.</i> 88:276-281.
Clements, M.J., Maragos, C.M., Pataky, J.K., and White, D.G. 2004. Sources or Resistance to Fumonisin Accumulation in Grain and Fusarium Ear and Kernel Rot of Corn. <i>Phytopathol.</i> 94(3):251-260.
Cotty, P.J.; Mellon, J.E. Ecology of aflatoxin producing fungi and biocontrol of aflatoxin contamination. <i>Mycotoxin Research</i> , New Orleans, v.22, n.2, p.110-117, Jun. 2006.
David G. Schmale, DG., Munkvold, GP. <i>Mycotoxins in Crops: A Threat to Human and Domestic Animal Health</i> . http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Mycotoxins/Pages/ManagementStrategies.aspx , 2013
De Arriola, M.C, De Porres, E.;CABRERA, S.; ZEPEDA, M., ROLZ, C. Aflatoxin fate during alkaline cooking of corn for tortilla preparation, <i>J. Agric. Food Chem.</i> , 1988, 36 (3), pp 530–533
De Girolamo, A. et al. Effect of processing on fumonisin concentrations in corn flakes. <i>Journal of Food Protection</i> . 64, 701–705, 2001.
Delwiche, S. R. et al. High-speed optical sorting of soft wheat for reduction of deoxynivalenol. <i>Plant Disease</i> . 89: 1214-1219, 2005.
Dexter, J. E. & Wood, P. J. Recent applications of debranning of wheat before milling. <i>Trends in Food Science & Technology</i> . 7: 35-41, 1996.
Dorner, J.W. Biological control of aflatoxin contamination in corn using a nontoxigenic strain of <i>Aspergillus flavus</i> . <i>Journal of Food Protection</i> , Des Moines, v.72, n.4, p.801-804, 2009.
Dorner, J.W. Management and prevention of mycotoxins in peanuts. <i>Food Additives And Contaminants</i> , Oxon, v.25, n.2, p.203-208, Feb. 2008.
Dorner, J.W., Cole, R.J. and Wicklow, D.T. 1999. Aflatoxin reduction in corn through field application of competitive fungi. <i>J. Food Prot.</i> 62: 650-656.
Dors, G.C.; Pinto, L.A.A.; Badiale-Furlong, E. Migration of mycotoxins into rice starchy endosperm during the parboiling process.(2009). <i>LWT. Food Science and Technology</i> , 42: 433-437.
Duarte SC, Pena A, Lino CM A review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. <i>Food Microbiol.</i> 2010 Apr;27(2):187-98.
Duvick, J., Rood, T., Maddox, J. and Gilliam, J.T., 1998. Detoxification of mycotoxins in planta as a strategy for improving grain quality and diseases resistance: identification of fumonisin-degrading microbes from maize. In: Kohmoto, K. and Yoder, O.C. (eds.) <i>Molecular genetics of host-specific toxins in plant disease</i> . Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 369-381.
Simon G. Edwards, SG. Zearalenone risk in wheat associated with pre-harvest rainfall. WMF meets IUPAC. Conference abstracts, 5-9.nov.2012, Rotterdam, Netherlands.
Eeckhout, M.; Landschoot, S.; Deschuyffeleer, N.; Laethauwer, S.; Haesaert, G. 2013. Guidelines for prevention and control of mould growth and mycotoxin production in cereals available at: http://en.mytox.be/wp-content/uploads/2013/09/Guidelines-for-prevention-and-control-of-mould-growth-and-mycotoxin-production-in-cereals.pdf
EL-BANNA, A. A., Lau, P.-Y., And SCOTT, P. M., 1983, Fate of my-cotoxins during processing of foodstuffs II - deoxynivalenol (vomitoxin) during making of Egyptian bread. <i>Journal of Food Protection</i> ,46, 484–486
EMAN (European Mycotoxin Awareness Network). (2006). Available from < http://193.132.193.215/eman2/index.asp >.

European Food Safety Authority (EFSA) - Scientific Opinion on the risks for public health related to the presence of zearalenone in food. EFSA Journal 2011;9(6):2197.
P. Fandohana P, Zoumenoub D, Hounhouiganb D.J., MarasasW.F.O., Wingfield, M.J., Helle K. Fate of aflatoxins and fumonisins during the processing of maize into food products in Benin. International Journal of Food Microbiology 98 (2005) 249– 259
FAO. 2002. Good Agricultural Practices. 2 nd version. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FRAVEL, D.R. Commercialization and implementation of biocontrol. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v.43, p.337-59, Jul. 2005.
Furlong, E.B., et al. 1999. Aflatoxina, ocratoxina A e zearalenona em alimentos da região sul do Rio Grande do Sul. Revista do Instituto Adolfo Lutz, 58(2): 109.
Gorman, D.P. and Kang, M.S. 1991. Pre-harvest aflatoxin contamination in maize: resistance and genetics. <i>Plant Breed</i> 107: 1-10.
Guo BZ, Krakowsky MD, Ni X, Scully BT, Lee RD, Coy AE, Widstrom NW. 2011. Registration of maize inbred line GT603. J Plant Regist. 5:211–214.
Guo, B.Z., Chen, Z.-Y., Brown, R.L., Lax, A.R., Cleveland, T.E., Russin, J.S., Mehta, A.D., Selitrennikoff, C.P., and Widstrom, N.W. 1997. Germination induced accumulation of specific proteins and antifungal activities in corn kernels. <i>Phytopathol.</i> 87(11):1174-1178.
Harteringer, D. Moll, W.-D.. Fumonisin elimination and prospects for detoxification by enzymatic transformation, <i>World Mycotoxin Journal</i> , August 2011; 4 (3): 271-283
Hazel, C. M. & Patel, S. (2004). Influence of processing on trichothecene levels. <i>Toxicology Letters.</i> 153: 51-59.
He J, Zhou T, Young JC, Boland GJ, Scott PM (2010) Chemical and biological transformations for detoxification of trichothecene mycotoxins in human and animal food chains: a review. <i>Trends Food Sci. Technol.</i> 21(2): 67-76.
Headrick, J.M., and Pataky, J.K. 1991. Maternal influence on the resistance of sweet corn lines to kernel infection by <i>Fusarium moniliforme</i> . <i>Phytopathol.</i> 81:268-274.
Heinl, S., Harteringer, D., Thamhesl, M., Kunz-Vekiru, E., Krska, R., Schatzmayr, G., Moll, W.D. and Grabherr, R., 2010. Degradation of fumonisin B1 by the consecutive action of two bacterial enzymes. <i>Journal of Biotechnology</i> 145: 120-129.
Henry, W. B., W. P. Williams, G. L. Windham, and L. K. Hawkins, 2009: Evaluation of maize inbred lines for resistance to <i>Aspergillus</i> and <i>Fusarium</i> ear rot and mycotoxin accumulation. <i>Agron. J.</i> 101, 1219—1226.
Huang, Z., White, D.G., and Payne, G.A. 1997. Corn seed proteins inhibitory to <i>Aspergillus flavus</i> and aflatoxin biosynthesis. <i>Phytopathol.</i> 87:622-627
Humpf, H.U. and Voss, K.A. Effects of thermal food processing on the chemical structure and toxicity of fumonisin mycotoxin. <i>Molecular Nutrition & Food Research.</i> 48: 255–269, 2004.
Hwang, J.H & Lee, K.G. Reduction of aflatoxin B1 contamination in wheat by various cooking treatments.(2006) <i>Food Chemistry</i> , 98: 71-75
ISAKEIT, T. Prevention of aflatoxin contamination of corn using af-36 or afla-guard®. Available in: http://amarillo.tamu.edu/files/2010/11/09_FS_FC004_Atoxigenic.pdf . Accessed on 10-17-2013.
Jackson, L.S. et al. Effect of thermal processing on the stability of fumonisins. Pages 345-353 in: <i>Fumonisin in Food</i> . L. S. Jackson, J. W. DeVries, and L. B. Bullerman, eds. Plenum Press, New York. 1996.
Jackson, L.S., Katta, S.K., Fingerhut, D.D., DeVries, J.W. and Bullerman, L.B., 1997. Effects of baking and frying on the fumonisin B1 content of corn-based foods. <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 45: 4800-4805.
Jackson, L.S.; Voss, K.A. Ryu, D. Effects of different extrusion conditions on the chemical and toxicological fate of fumonisin B1 in maize: a short review. World Mycotoxin Journal , v.5, n.3, p.251-260, 2012.
Jalili, M.; Jinap, S. Role of sodium hydrosulphite and pressure on the reduction of aflatoxins and ochratoxin A in black pepper. (2012) <i>Food Control</i> , 27: 11-15.
Jouany, J.P. Methods for preventing, decontaminations and minimizing the toxicity of mycotoxins in feed. <i>Animal Feed Science and Technology</i> 137 (2007) 342-362.
Kabak, B., Dobson, A. D. W., & Var, I. (2006). Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. <i>Critical Reviews in Food Science and Nutrition</i> , 46(8), 593-619.
King, ED, Bassi, Jr. AB, Ross, DC, Druebbisch B. An industry perspective on the use of “atoxigenic” strains of <i>Aspergillus flavus</i> as biological control agents and the significance of cyclopiazonic acid. <i>Toxin Reviews</i> , 2011; 30(2–3): 33–41
Kocić-Tanackov, SD - Zearalenone production during micro-malting of barley. <i>Proc. Nat. Sci., Matrica Srpska Novi Sad</i> , 113, 27-34, 2007.
KÖHL, J., J. POSTMA, P. NICOT, M. RUOCCO AND B. BLUM. Stepwise screening of microorganisms for commercial use in biological control of plant-pathogenic fungi and bacteria. <i>Biological Control</i> , 57, 1-12, 2011.
KOMALA, V.V.; RATNAVATHI, C.V.; KUMAR, V.B.S.; DAS, I.K.(2012) Inhibition of aflatoxin B1 production by antifungal component, eugenol in stored sorghum grains. <i>Food Control</i> , 26: 139-146.

- Kommedahl, T. and Windels, C. E. 1981. Root-, stalk-, and ear-infecting *Fusarium* species on corn in the USA. Pages 94-103 in: P. E. Nelson, T. A. Toussoun, and R. J. Cook, eds. *Fusarium: Diseases, Biology, and Taxonomy*. Pennsylvania State University, University Park.
- Kushiro, M. Effects of milling and cooking process on the deoxynivalenol content in wheat. *International Journal of Molecular Sciences*. 9: 2127–2145, 2008.
- Lancova K, Hajslova J, Kostelanska M, Kohoutkova J, Nedelnik J, Moravcova H, Vanova M. Source Fate of trichothecene mycotoxins during the processing: milling and baking. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2008 May;25(5):650-9
- Lanubile, A., P. Luca, and M. Adriano, 2010: Differential gene expression in kernels and silks of maize lines with contrasting levels of ear rot resistance after *Fusarium verticillioides* infection. *J. Plant Physiol*. 167, 1398—1406.
- Lauren DR and Smith WA, 2001. Stability of the *Fusarium* mycotoxins nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone in ground maize under typical cooking environments. *Food Additives & Contaminants*, 18, 1011-1016.
- Lauren, D.R., Ringrose, M.A., 1997. Determination of the fate of three *Fusarium* mycotoxins through wet-milling of maize using an improved HPLC analytical technique. *Food Additives and Contaminants* 14 (5), 435–443.
- Magan, N.; Hope, R.; Caims, V.; Aldred, D., 2003. Post-Harvested fungal ecology impact of fungal growth and mycotoxins accumulations in stored grain. *European Journal of Plant Pathology* 109, 720-730
- Maiorano, A.; Reyneri, A.; Sacco, D.; Magni, A. and Ramponi, C. 2009. A dynamic risk assessment model (FUMAGrain) of fumonisin synthesis by *Fusarium verticillioides* in maize grain in Italy. *Crop Protection* 28: 243-256.
- Maitree Suttajit, Ph.D Prevention and control of mycotoxins disponível em: http://www.fao.org/documents/en/empty.jsp?cx=018170620143701104933%3Azn2zurhzcta&cof=FORID%3A11&q=Maitree+Suttajit%2C+Ph.D&search_radio=docRep&x=13&y=12: Consulta em 06/08/2013.
- Matsuura Y, Yoshizawa T and Mrooka N, 1981. Effect of food additives and heating on the decomposition of zearalenone in wheat flour. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*, 22, 293-298.
- Maupin, L.M., Clements, M.J., and White, D.G. 2003. Evaluation of the M182 corn lines as a source of resistance to aflatoxin accumulation in grain and use of BGYF as a selection tool. *Pl. Dis*. 87:1059-1066.
- MEDEIROS, F.H.V.; MARTINS, S.J.; ZUCCHI, T.D.; MELO, I.S.; BATISTA, L.R.; MACHADO, J.C. Biological control of mycotoxin-producing molds *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 36, n. 5, p. 483-497, set./out., 2012.
- MÉNDEZ-ALBORES, A.; VELES-MEDINA, J.; URBINA-ÁLVAREZ, E.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F.; MORENO-MARTÍNEZ, E.(2009) Effect of citric acid on aflatoxin degradation and functional and textural properties of extruded sorghum. *Animal Feed Science and Technology*, 150: 316-329.
- Miller, J. D. 1994. Epidemiology of *Fusarium* ear diseases of cereals. p. 19-36. In J. D. Miller and H. L. Trenholm (eds). *Mycotoxins in Grain – Compounds other than Aflatoxin*. Eagan Press, St. Paul, MN.
- Miller, J.D. 2001. Factors that affect the occurrence of fumonisin. *Environ. Health Perspect* 109 Suppl 2: 321-323.
- Munkvold, G.P. 2003. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize. *Eur. J. Plant Pathol*. 109:705-713.
- Munkvold, G.P. and Desjardins, A.E. Fumonisin in maize. Can we reduce their occurrence?
- Munkvold, G.P.; Hellmich, R.L. and Rice, L.G. 1999. Comparison of fumonisin concentrations in kernels of transgenic Bt maize hybrids and nontransgenic hybrids. *Plant Dis*. 83: 130-138.
- Murphy, P. A. et al. Effect of processing on fumonisin content of corn. Pages 323-334 in: *Fumonisin in Food*. L. S. Jackson, J. W. Devries, and L. B. Bullerman, eds. Plenum Press, New York. 1996.
- Murphy, P.A., Rice, L.G. and Ross, P.F., 1993. Fumonisin B1, B2, and B3 content of Iowa, Wisconsin, and Illinois corn and corn screenings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 263-266.
- Naidoo, G., Forbes, A.M., Paul, C., White, D.G., and Rocheford, T.R. 2002. Resistance to *Aspergillus* ear rot and aflatoxin accumulation in maize F1 hybrids. *Crop Sci*. 42:360-364.
- Niderkorn V, Boudra H, Morgavi DP (2006) Binding of *Fusarium* mycotoxins by fermentative bacteria in vitro. *Appl. Environ. Microb*. 101: 849-856.
- NUNES C., J. USALL, N. TEIXIDÓ, M. ABADIAS, I. VIÑAS, 2002. Improved control of postharvest decay of pears by the combination of *Candida sake* (CPA-1) and ammonium molybdate. *Phytopathology* 92(3), 281-7.
- Pacin, A. ET al. Effect of the bread making process on wheat flour contaminated by deoxynivalenol and exposure estimate. *Food Control*. 21: 492–495, 2010.
- Palpacelli V, Beco L and Ciani M, 2007. Vomitoxin and zearalenone content of soft wheat flour milled by different methods. *Journal of Food Protection*, 70, 509-513.
- Park JW, Lee C, Kim YB. Fate of aflatoxin B1 during the cooking of Korean polished rice. *J Food Prot*. 2005 Jul;68(7):1431-4.

- Park, D. L. et al. Reduction of risks associated with fumonisin contamination in corn. Pages 335-344 in: *Fumonisin in Food*. L. S. Jackson, J. W. Devries, and L. B. Bullerman, eds. Plenum Press, New York. 1996.
- Parsons, M.W. and Munkvold, G.P. 2010. Associations of planting date, drought stress, and insects with *Fusarium* ear rot and fumonisin B1 contamination in California maize. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo. Risk Assess.* 27: 591-607.
- Pereira P, Nesci A, Castillo C, Etcheverry M (2010) Impact of bacterial biological control agents on fumonisin B1 content and *Fusarium verticillioides* infection of field-grown maize. *Biol. Control.* 53: 258-266.
- Pérez-Flores, G.C., Moreno-Martínez, E. and Méndez-Albores, A. (2011), Effect of Microwave Heating during Alkaline-Cooking of Aflatoxin Contaminated Maize. *Journal of Food Science*, 76: T48–T52.
- Pitt, J.I. 2006. Fungal ecology and the occurrence of mycotoxins, p. 33-41. *In* H. Njapau, S. Trujillo, H. P. van Egmond and D. L. Park (eds). *Mycotoxins and Phycotoxins: Advances in Determination, Toxicology and Exposure Management*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Pitt, J.I.; Taniwaki, M.H.; Cole, M.B. Mycotoxin production in major crops as influenced by growing, harvesting, storage and processing, with emphasis on the achievement of food safety objectives. *Food Control.* 32 (2013) 205-215.
- Pitt, J.I.; Wild, C.P.; Baan, R.A.; Gelderblom, W.C.A.; Miller, J.D.; Riley, R.T. and Wu, F. 2012. Improving public health through mycotoxin control. International Agency for Research on Cancer N° 158. Lyon: IARC, France.
- Placinta, C.M. et al. A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins. *Animal Feed Science and Technology.* 78, 1999.
- Prandini A, Sigolo S, Filippi L, Battilani P, Piva G. Review of predictive models for *Fusarium* head blight and related mycotoxin contamination in wheat. *Food and Chemical Toxicology* 47 (2009) 927–931.
- Probst, C.; Bandyopadhyay, R.; Price, L.E. and Cotty, P.J. 2011. Identification of Atoxigenic *Aspergillus flavus* Isolates to Reduce Aflatoxin Contamination of Maize in Kenya. *Plant Disease* 95: 212-218.
- Robertson-Hoyt, L. A., Betrán, J., Payne, G. A., White, D. G., Isakeit, T., Maragos, C. M., & Holland, J. B. 2007. Relationships among resistances to *Fusarium* and *Aspergillus* ear rots and contamination by fumonisin and aflatoxin in maize. *Phytopathol.* 97(3):311-317.
- Romer, T., Detecting mycotoxins in corn and corn-milling products, *Feedstuffs*, 56(37): 22-23
- Ryu D, Hanna MA and Bullerman LB, 1999. Stability of zearalenone during extrusion of corn grits. *Journal of Food Protection*, 62, 1482-1484.
- Ryu, D., Jackson, L.S., Bullerman, L.B., 2002. Effects of processing on zearalenone. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 504, 205–216.
- Santiago, R., Cao, A., Malvar, R. A., Reid, L. M., & Butrón, A. 2013. Assessment of corn resistance to fumonisin accumulation in a broad collection of inbred lines. *Field Crops Research*, 149:193-202.
- Schaafsma, A.W. and Hooker, D.C., 2006. Application in forecasting deoxynivalenol in wheat using DONcast. p. 211- 222. *In* D. Barug, D. Bhatnagar, H. P. Van Egmond, J. W. Van der Kamp, W. A. Van Osenbruggen and A. Visconti (ed). *The mycotoxin factbook*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Schaafsma, A.W. and Hooker, D.C., 2007. Climatic models to predict occurrence of *Fusarium* toxins in wheat and maize. *International Journal of Food Microbiology* 119: 116–125.
- Scott, P. M., Kanhere, S. R., Lau, P. Y., Dexter, J. E., And Greenhalgh, R., 1983, Effects of experimental flour milling and breadbaking on retention of deoxynivalenol (vomitoxin) in hard Red
- Scott, P. M., Kanhere, S. R., Dexter, J. E., Brennan, P. W., And Trenholm, H. L., 1984, Distribution of the trichothecene mycotoxin deoxynivalenol (vomitoxin) during the milling of naturally contaminated hard red spring wheat and its fate in baked products. *Food Additives and Contaminants*, 1, 313-323.
- Scott, P.M. (1996): Mycotoxins transmitted into beer from contaminated grains during brewing, *J. AOAC Int.* 179(4): 875-882.
- Scott, P.M. and Lawrence, G.A., 1994. Stability and problems in recovery of fumonisins added to corn-based foods. *Journal of AOAC International* 77: 541-545.
- Scudamore KA, Banks J, MacDonald SJ. Fate of ochratoxin A in the processing of whole wheat grains during milling and bread production. *Food Addit Contam.* 2003 Dec;20(12):1153-63.
- Scudamore KA, Banks JN, Guy RC. Fate of ochratoxin A in the processing of whole wheat grain during extrusion. *Food Addit Contam.* 2004 May;21(5):488-97.
- Scully BT, Guo BZ, Ni X, Williams WP, Henry WB, Krakowsky MD, Brown RL. 2012. Development of aflatoxin and insect resistant corn inbreds adapted to the Southern U.S.
- Seltz, L. M., EUSTACE, W. D., MOHR, H. E., SHOGREN, M. D., And YAMAZAKI, W. L., 1986, Cleaning, milling and baking tests with hard red winter wheat containing deoxynivalenol. *Cereal Chemistry*, 63, 146-150.

- Shetty PH, Jespersen L (2006) *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria as potential mycotoxin decontamination agents. *Trends Food Sci. Technol.* 17: 48-55
- STILES J, BULLERMAN LB. Inhibition of *Fusarium* species and mycotoxin production by *Bacillus pumilus* NEB1 and *Lactobacillus rhamnosus* VT1. Proceedings of 13th International Reinhardtbrunn Symposium. In: *Modern Fungicides and Antifungal Compounds III* Agro Concept GmbH. Dehne HW, Gisi U, Kuck KH, Russell PE, Bonn LH (Eds), Germany, May 14-18, 2002.
- Sweets, L. 2013. Stored Grain Fungi Available at: <http://agebb.missouri.edu/storage/disease/sgfungi.htm> Sydenham, E. W. et al. Potential of alkaline hydrolysis for the removal of fumonisins from contaminated corn. *J. Agric. Food Chem.* 43:1198-1201, 1995.
- Sydenham, E.W., Van der Westhuizen, L., Stockenstrom, S., Shephard, G.S. and Thiel, P.G., 1994. Fumonisin-contaminated maize: physical treatment for the partial decontamination of bulk shipments. *Food Additives and Contaminants* 11: 25-32.
- Tamura, C., Nakauma, M.; Furusawa, H.; Kadota, T.; Kamata, Y.; Nishijima, M., Itoh, S.; Sugita-Konishi, Y. Formulation of a pectin gel that efficiently traps mycotoxin deoxynivalenol and reduces its bioavailability *Carbohydrate Polymers* 93 (2013) 747– 752.
- TANGNI, EK, PUSSEMIER, L. Ochratoxin A and citrinin loads in stored wheat grains: Impact of grain dust and possible prediction using ergosterol measurement. *Food Additives and Contaminants*, 2006, 23(2): 181–189.
- Taniwaki, M.H. and Pitt, J.I. 2013. Mycotoxins. Chapter 23. p. 597-618. In: *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. Doyle, M.P. & Buchanan, R.L. eds. 4th ed. ASM Press: Washington, D.C.
- TSITSIGIANNIS, D.I.; DIMAKOPOULOU, D.; ANTONIOU, P.P.; TJAMOS, E.C. Biological control strategies of mycotoxigenic fungi and associated mycotoxins in Mediterranean basin crops -. *Phytopathologia Mediterranea*, 51 (1): 158-174, 2012.
- Tubajika, K. M. and Damann, K. E. 2001. Sources of Resistance to Aflatoxin Production in Maize. *Journal Agric. Food Chem.* 49(5):2652-2656.
- Vigers, AJ, Roberts, WK., Selitrennikoff, C.P. 1991. A new family of plant antifungal proteins. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 4:315-323.
- Visconti, A. et al. Mycotoxins of growing interest, Fumonisin. In *Third Joint FAO/WHO/UNEP International Conference on Mycotoxins* Tunis, Tunisia, 3–6 March. 1999.
- Visconti, A. Problems associated with *Fusarium* mycotoxins in cereals. *Bulletin of the Institute for Comprehensive Agricultural Sciences, Kinki University*. Vol.:N°:9; 39-55 (2001).
- VKM -Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 2013. Risk assessment of mycotoxins in cereal grain in Norway Available at: <http://www.vkm.no/dav/eee04d10c4.pdf> Wolf, C. E., And Bullerman, L. B., 1998, Heat and pH alter the concentration of deoxynivalenol in an aqueous environment. *Journal of Food Protection*, 61, 365-367.
- Voss, K.A.; Riley, R.T.; Jackson, L.S.; Jablonski, J.E.; Bianchini, A.; Bullerman, L.B.; Hanna, M.A.; Ryu, D. Extrusion cooking with glucose supplementation of fumonisin-contaminated corn grits protects against nephrotoxicity and disrupted sphingolipid metabolism in rats. *Molecular Nutrition & Food Research*, v.55, p. 312-320, 2011
- Voss, K.A.; Riley, R.T.; Moore, N.D.; Burns, T.D. Alkaline cooking (nixtamalisation) and the reduction in the in vivo toxicity of fumonisin-contaminated corn in a rat feeding bioassay. *Food additives and Contaminants: Part A*, v.30, n.8, p. 1415-1421, 2013.
- WELLER, D. M. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annual Review of Phytopathology*, 26:379-407, 1988.
- Widstrom, N.W., McMillian, W.W., and Wilson, D.M. 1987. Segregation for resistance to aflatoxin contamination among seeds on an ear of hybrid maize. *Crop Sci.* 27:961-963.
- Widstrom, N.W., Wiseman, B.R., McMillian, W.W., Kwolek, W.F., Lillehoj, E.B., Jellum, M.D., and Massey, J.H. 1978. Evaluation of commercial and experimental three-way corn hybrids for aflatoxin B1 production potential. *Agron. J.* 70:986-989.
- Williams W.P. and Windham G.L. 2012. Registration of Mp718 and Mp719 germplasm lines of maize. *J Plant Regist.* 6:200–202.
- Williams, W. P., and G. L. Windham, 2009: Diallel analysis of fumonisin accumulation in maize. *Field Crops Res.* 114, 324–326.
- Wolff J, 2005. Effects of handling and processing on deoxynivalenol and zearalenone content of cereals and cereal products. *Mycotoxin Research*, 21, 246-250.
- Yahl, K.R., S.A. Watson, R.J. Smith & R. Barabolo, Laboratory wet-milling of corn containing high levels of aflatoxin and a survey of commercial wet-milling products, *Cereal Chem.*, 48:385-391.
- YIN, Y. et al. Biological control of aflatoxin contamination of crops. *Journal of Zhejiang University. Science B*, Hangzhou, v.9, n.10, p.787-792, 2008.
- Young, J.C.; Trenholm, H.L.; Friend, D.W.; Prelusky, D.B., 1987. Detoxification of deoxynivalenol with sodium bisulfate and evaluation of the effects when pure mycotoxin or contaminated corn was treated and given to pigs. *J. Agric. Food Chem.* 35, 259-261.
- Zhang, Y., Y.-E. Choi, X. Zou, and J.-R. Xu, 2011: The FvMK1 mitogen-activated protein kinase gene regulates conidiation, pathogenesis, and fumonisin production in *Fusarium verticillioides*. *Fungal Genet. Biol.* 48, 71–79.

APPENDICE IV

LISTE DES PARTICIPANTS

Chair / Présidente /Presidente
Brazil / Brésil / Brasil
Ms Ligia Lindner Schreiner

Specialist on Regulation and Health Surveillance
 National Health Surveillance Agency
 General Office of Food
 SIA Trecho 5 Area Especial 57 Bloco D - 2 Andar
 71205-050 Brasilia
 BRAZIL
 Tel: +556134625399
 Fax: +556134625313
 E-mail: ligia.schreiner@anvisa.gov.br

Co-Chair / Co-Président / Co-Presidente
United States of America / États-Unis d'Amérique / Estados Unidos de América
Nega Beru

Director, Office of Food Safety
 Center for Food Safety and Applied Nutrition
 U.S. Food and Drug Administration
 5100 Paint Branch Parkway
 College Park, MD 20740
 1240 403 2021 (Phone)
 E-mail: nega.beru@fda.hhs.gov

ARGENTINA / ARGENTINE

Ing. Gabriela Alejandra Catalani
 Punto Focal del Codex Argentina
 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Azopardo 1025,
 Piso 11, Oficina 8, Buenos Aires (CP 1063 ACW), Argentina
 E-mail: gcatal@minagri.gob.ar / codex@minagri.gob.ar

Ms Silvana Ruarte

Head of Food Chemical Analysis
 National Administration of Drugs, Food and Medical Technology
 Ministry of Health
 Estados Unidos, 25
 1101 Buenos Aires City
 Argentina
 Tel: +541143400800
 Fax: +541143400800
 E-mail: sruarte@anmat.gob.ar

AUSTRALIA / AUSTRALIE

Dr Leigh Henderson
 Section Manager, Product Safety Standards
 Food Standards Australia New Zealand
 Level 3, 154 Featherstone Street
 Wellington 6011 NEW ZEALAND
 Tel: +64 4 978 5650
 E-mail: leigh.henderson@foodstandards.gov.au

AUSTRIA / AUTRICHE

Ms DI Elke Rauscher-Gabernig
 Austrian Agency for Health and Food Safety Division Data
 Statistics and Risk Assessment
 Spargelfeldstr. 191 A-1220 Vienna, Austria
 E-mail: elke.rauscher-gabernig@ages.at

BOTSWANA

Dr Ken D. Johnstone
 Head of Chemistry Department
 National Food Technology Research Centre
 Tel: (+267) 5445539
 Fax: (+267) 5440713
 E-mail: www.naftec.org / kenneth@naftec.org /
kenjohnstone@gmail.com
 Postal Address: Private Bag 008, Kanye, Botswana

Hussein Tarimo

E-mail: htarimo@gov.bw or hhtarimo@yahoo.co.uk

BRAZIL / BRÉSIL / BRASIL

Adriana Palma de Almeida - Scientific Researcher at Instituto
 E-mail: apalma@ial.sp.gov.br

Professor Andrezza Maria Fernandes - São Paulo University
 -E-mail: andrezza@usp.br

Beatriz T. Iamanaka

Scientific Researcher at ITAL
 E-mail: beatriz@ital.sp.gov.br

Professor Deise Helena Baggio Ribeiro

Universidade Federal de Santa Catarina
E-mail: deise@cca.ufsc.br

Professor Eliana Badiale Furlong

Universidade Federal do Rio Grande
E-mail: dqmebf@super.furg.br

Professor Eloisa Dutra Caldas

University of Brasilia
College of Health Sciences
E-mail: eloisa@unb.br

Professor Maria Antonia Calori Domingues

São Paulo University
E-mail: macdomin@esalq.usp.br

José Maurício Fernandes

E-mail: Scientific Researcher at Embrapa trigo
E-mail: mauricio.fernandes@embrapa.br

Laercio Goularte

E-mail: lgoularte@sfdk.com.br

Marta H. Taniwaki

Scientific Researcher at ITAL
E-mail: marta@ital.sp.gov.br

CANADA / CANADÁ

Carla Hilts

Chemical Health Hazard Assessment
Division Bureau of Chemical Safety
Food Directorate Health Products and Food Branch Health
E-mail: carla.hilts@hc-sc.gc.ca@ins.gov.ca

Ian Richard

Scientific Evaluator
Bureau of Chemical Safety
Food Directorate
Health Canada
E-mail: ian.richard@hc-sc.gc.ca

Ms. Becky McMullin

Director, R & D & Tech Services
Heinz Canada LP
75 Erie Street South
Leamington ON N8H 3W8
Tel: 519-322-4051
E-mail: becky.mcmullin@ca.hjheinz.com

CHINA / CHINE

Prof. Peiwu Li

General Director
Key Lab of Detection for Mycotoxins, Ministry of Agriculture
Quality & Safety Inspection and Test Center of Oilseeds
Products, MOA, PRC Oil Crops Research Institute, CAAS, PRC
E-mail: peiwuli@oilcrops.cn

Zhihui Zhao Professor

Institute for Agri-Food Standards and Testing Technology
Shanghai Academy of Agricultural Sciences
Add: No.1000 Jinqi Road, Shanghai, 201403, P.R.China
Mobile: 18918162068/ Tel: 021-52235463
Fax: 021-62203612
E-mail: zhao9912@hotmail.com

Mr Yongning WU

Professor, Chief Scientist
MOH Key Lab of Food Safety Risk Assessment
China National Center of Food Safety Risk Assessment (CFSA)
7 PanjiayuanNanli
100021 Beijing
CHINA
Tel: 86-10-67779118 or 52165589
Fax: 86-10-67791253 or 52165489
E-mail: wuyongning@cfsa.net.cn / china_cdc@aliyun.com

Mr Jingguang LI

Professor
MOH Key Lab of Food Safety Risk Assessment
China National Center of Food Safety Risk Assessment
7 PanjiayuanNanli
100021 Beijing
CHINA
Tel: 86-10-67791253
E-mail: lijg@cfsa.net.cn

Ms Shuan ZHOU

MOH Key Lab of Food Safety Risk Assessment
China National Center of Food Safety Risk Assessment (CFSA)
7 PanjiayuanNanli
100021 Beijing
CHINA
Tel: 86-10-67791253
E-mail: zhoush@cfsa.net.cn

Ms Yi SHAO

Research Associate
Division II of Food Safety Standards
China National Center of Food Safety Risk Assessment (CFSA)
Building 2
No.37, Guangqulu, Chanoyang District
100022 Beijing
CHINA
Tel: 86-10-52165421
E-mail: shaoyi@cfsa.net.cn

EUROPEAN UNION / UNION EUROPÉENNE /
UNIÓN EUROPEA**Mr Frans Verstraete**

European Commission
Health and Consumers Directorate-General
Tel: +32 - 2 - 295 63 59
E-mail: frans.verstraete@ec.europa.eu / codex@ec.europa.eu

FRANCE / FRANCIA

Mrs Patricia Dillmann

Ministry of Economics
E-mail: patricia.dillmann@dgccrf.finances.gouv.fr

Mr David Brouque

Ministry of Agriculture
E-mail: david.brouque@agriculture.gouv.fr

GERMANY / ALLEMAGNE / ALEMANIA

Dr. Christine Schwake-Anduschus

Max Rubner-Institut
Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide
Schützenberg 12
32756 Detmold
Tel: 05231 741 132
E-Mail: christine.schwake-anduschus@mri.bund.de

INDIA / INDE

Dr Lata

Principal Scientist, Division of Microbiology
Indian Agricultural Research Institute, New Delhi
Contact No: 91-11-25847649
E-mail: latambio@yahoo.com

Dr Sangit Kuamr

Principal Scientist
Directorate of Maize Research, PUSA, New Delhi
E-mail: kumar_sangit@yahoo.co.in

IRAN / IRÁN

Mansooreh Mazahery

Senior Expert of Mycotoxins and Iran Secretariat of CCCF & CCGP
E-mail: man2r2001@yahoo.com / m_mazaheri@standard.ac.ir

NIGERIA / NIGÉRIA

Dr. Hussaini Anthony Makun

Associate Professor of Biochemistry
Deputy Chairman of University Board of Research,
Federal University of Technology,
P.M.B 65, Minna, Nigeria
Tel: +2348035882233

JAPAN / JAPON / JAPÓN

Mr. Wataru Iizuka

Assistant Director
Standards and Evaluation Division, Department of Food Safety,
Ministry of Health, Labour and Welfare
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
Phone: +81-3-3595-2341 Fax: +81-3-3501-4868
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

Mr. Tetsuo Urushiyama

Assistant Director
Food Safety and Consumer Policy Division, Food Safety and
Consumer Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and
Fisheries
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8907, Japan
Phone: +81-3-3502-8732 Fax: +81-3-3507-4232
E-mail: tetsuo_urushiyama@nm.maff.go.jp
copy to: codex_maff@nm.maff.go.jp

Ms. Mikiko Hayashi

Section Chief
Animal Products Safety Division, Food Safety and Consumer
Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8907, Japan
Tel: +81-3-6744-1708 Fax: +81-3-3502-8275
E-mail: mikiko_hayashi@nm.maff.go.jp

MEXICO / MEXIQUE / MÉXICO

Pamela Suárez Brito

Gerente de Asuntos Internacionales en Inocuidad Alimentaria.
Dirección Ejecutiva de Operación Internacional
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos
Sanitarios. Secretaría de Salud
E-mail: psuarez@cofepris.gob.mx

Daniela Inocencio Flores
Enlace de Alto Nivel de Responsabilidad en Inocuidad
Alimentaria
Dirección Ejecutiva de Operación Internacional
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
Secretaría de Salud
E-mail: dinocencio@cofepris.gob.mx

REPUBLIC OF KOREA / RÉPUBLIQUE DE CORÉE /
REPÚBLICA DE COREA**Kiljin Kang**

Deputy director
E-mail: gjgang@kora.kr

Hayun Bong

Codex Researcher
E-mail: catharina@korea.kr

RUSSIAN FEDERATION / FÉDÉRATION DE RUSSIE /
FEDERACIÓN DE RUSIA

Irina Sedova

Senior researcher of the Institute of Nutrition RAMS
E-mail: isedova@ion.ru

SUDAN / SOUDAN / SUDÁN

Gaafar Ibrahim

National Expert(Mycology)
Co-chair National Codex Committee
Sudanese standard & metrology organization
Mobile No:+249912888440
E-mail: Gaafaribrahim80@yahoo.com /
gaafaribrahim80@hotmail.com

Ibtihag Bor Eltom

Manager of Mycotoxins Center
Mobile:+24915388777
E-mail: ibtihagelmustafa@gmail.com

Nafisa Ahmed Khalifa

Tel:+24923002323
E-mail: ansfeesa34@yahoo.com

THAILAND / THAÏLANDE / TAILANDIA

Mrs. Chutiwan Jatupornpong

Standards officer, Office of Standard Development,
National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards,
50 Phaholyothin Road, Ladyao, Chatuchak,
Bangkok 10900 Thailand
Tel: (+662) 561 2277
Fax (+662) 561 3357, (+662) 561 3373
E-mail: codex@acfs.go.th and chutiwan9@hotmail.com

UNITED STATES OF AMERICA / ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE /
ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Dr. Kathleen D'Ovidio

Center for Food Safety and Applied Nutrition
U.S. Food and Drug Administration
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
Tel: 1240 402 1529
E-mail: Kathleen.D'Ovidio@fda.hhs.gov

Dr. Henry Kim

Center for Food Safety and Applied Nutrition
U.S. Food and Drug Administration
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
Tel: 1240 402 2023
E-mail: Henry.Kim@fda.hhs.gov

FOOD DRINK EUROPE

Patrick Fox

Tel: +3225008756
E-mail: p.fox@fooddrinkeurope.eu

INTERNATIONAL ALLIANCE OF DIETARY / FOOD
SUPPLEMENT ASSOCIATIONS (IADSA)

Yi Fan Jiang

Tel: +65 6681 0105
E-mail: yifanjiang@iadsa.org

INTERNATIONAL COUNCIL OF GROCERY
MANUFACTURERS ASSOCIATION (ICGMA)

Susan Abel

Vice President Safety and Compliance
Food & Consumer Products of Canada
100 Sheppard Avenue East, Suite 600
Toronto, ON M2N 6N5
Office: 416-510-8756
Cell: 647-242-8802
E-mail: susana@fcpc.ca
www.fcpc.ca
@FCPC1

Adrienne T. Black, Ph.D., DABT

Senior Manager, Science Policy and Chemical Safety
Grocery Manufacturers Association
1350 I Street NW, Suite 300
Washington, DC 20005
Tel: (202) 639-5972
E-mail: ablack@gmaonline.org

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL
SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF)

Dr Marta H. Taniwaki

E-mail: marta@ital.sp.gov.br

Dr Leon Gorris

E-mail: Leon.Gorris@unilever.com

INTERNATIONAL SPECIAL DIETARY FOODS INDUSTRIES
(ISDI)

Mr. Xavier Lavigne

Secretary General
E-mail: xavierlavigne@isdi.org