

commission du codex alimentarius



ORGANISATION DES NATIONS
UNIES POUR L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ



BUREAU CONJOINT: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROME Tél: +39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Point 14 (e) de l'ordre du jour

CX/FAC 04/36/22

Décembre 2003

PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES ET LES CONTAMINANTS

Trente-sixième session
Rotterdam (Pays-Bas), 22 - 26 mars 2004

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR LES AFLATOXINES DANS LES FRUITS À COQUE (AUTRES QUE LES AMANDES, LES NOISETTES ET LES PISTACHES), Y COMPRIS DES INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LA CONTAMINATION PAR LES AFLATOXINES ET SUR LES MÉTHODES D'ANALYSES PERMETTANT DE DÉTECTER LA PRÉSENCE DES AFLATOXINES DANS LES FRUITS À COQUE

Les gouvernements et les organisations internationales qui souhaitent soumettre des observations sur cette question sont invités à le faire en écrivant, **avant le 16 février 2004**, à l'adresse suivante: Service central de liaison avec le Codex des Pays-Bas, Ministère de l'agriculture, de l'aménagement de la nature et de qualité alimentaire, boîte postale 20401, 2500 E.K., La Haye (Pays-Bas) (Télécopie: +31.70.378.6141; courriel: info@codexalimentarius.nl, avec copie adressée au Secrétaire, Commission du Codex Alimentarius, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie) (Télécopie: +39.06.5705.4593; courriel: Codex@fao.org).

HISTORIQUE

1. À sa trente-quatrième session, le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants (CCFAC) était convenu qu'un groupe de rédaction dirigé par l'Iran réviserait le document de travail sur les aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes pour distribution, observations et examen supplémentaire à sa présente session. À cette même session, le Comité était également convenu de demander des informations sur les aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes ainsi que sur les méthodes d'analyse possibles pour l'identification et la quantification des aflatoxines présentes dans les fruits à coque d'espèces arborescentes.
2. À sa trente-cinquième session, s'appuyant sur les données présentées dans le document CX/FAC 03/23, le CCFAC est convenu d'établir des limites maximales pour les aflatoxines présentes dans les amandes, les noisettes et les pistaches. Les données concernant d'autres variétés de fruits à coque d'espèces arborescentes ont été jugées insuffisantes pour que des limites maximales puissent être élaborées. Le Comité est convenu que la délégation iranienne réviserait le document de travail pour distribution, observations et examen complémentaire à sa prochaine session et que des renseignements supplémentaires seraient demandés sur la contamination par les aflatoxines des fruits à coque d'espèces arborescentes autres que les amandes, les noisettes et les pistaches.
3. Les données fournies par la Chine en réponse à la lettre circulaire CL 2003/13-FAC (point 18) ont été incorporées dans le document de travail révisé.

4. Les gouvernements et les organisations internationales intéressées sont invités à communiquer des observations sur le document de travail révisé sur les *Aflatoxines dans les fruits à coque autres que les amandes, noisettes et pistaches, y compris les renseignements fournis sur la contamination par les aflatoxines et sur les méthodes d'analyse possibles pour la détection des aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes*, comme indiqué ci-dessus. Faute d'un délai suffisant entre la soumission des observations et la trente-sixième session du Comité, les observations reçues seront publiées dans la langue originale.

INTRODUCTION

5. La contamination par les aflatoxines est un problème qui peut se poser dans les fruits à coque d'espèces arborescentes et d'autres produits de base. La fréquence de la contamination et la concentration d'aflatoxines dans les fruits à coque contaminés varient largement d'un endroit à l'autre, d'une année à l'autre et d'un cultivar à l'autre. En raison de la variabilité associée aux différentes cultures de fruits à coque, aux différentes zones de production et aux différentes pratiques agronomiques, il n'a pas été possible de fournir des détails sur tous les fruits à coque d'espèces arborescentes. Le présent document est applicable à tous les fruits à coque d'espèces arborescentes ayant une amande comestible, destinés à la fois à la consommation et au commerce international, en particulier mais pas seulement aux amandes (*Prunus amygdalus*), aux noix du Brésil (*Bertholletia excelsa*), aux noix de cajou (*Anacardium occidentale*), aux noisettes (*Corylus* Spp.), aux noix de *Macadamia* (*Macadamia integrifolia*), aux noix de pécan (*Carya illinoensis*), aux pignons (*Pinus parrayana*), aux pistaches (*Pistacia vera*) et aux noix (*Juglans regia*).

6. Les aflatoxines sont un groupe de composés structurellement reliés produits par quelques souches d'*Aspergillus flavus*, d'*A. parasiticus* et d'*A. nomius*. Les aflatoxines d'origine naturelle sont les aflatoxines B₁, B₂, G₁ et G₂. Normalement, l'aflatoxine B₁ prédomine dans les produits contaminés; les aflatoxines B₂, G₁, et G₂ ne sont généralement pas présentes si AFB₁ est absente¹. Les fruits à coque d'espèces arborescentes et leurs variétés semblent différer quant à leur sensibilité à la contamination par les aflatoxines. Bon nombre des différences apparentes peuvent résulter de facteurs environnementaux, de différentes associations de ravageurs ainsi que de la capacité technique de trier les fruits à coque endommagés et contaminés durant la transformation après la récolte.

7. Les produits qui risquent le plus d'être contaminés par les aflatoxines comprennent le maïs, les arachides, les graines de coton, les noix du Brésil, les pistaches, les figues, les épices et le coprah. Les sources alimentaires les plus importantes d'aflatoxines sont le maïs et les arachides ainsi que leurs produits de transformation, qui peuvent constituer une partie essentielle du régime alimentaire dans certains pays.¹

STRUCTURE CHIMIQUE

8. Chimiquement, les aflatoxines sont des composés hétéroclites d'origine naturelle fortement oxygénés et ont des structures étroitement liées. Toutes les aflatoxines contiennent essentiellement un noyau de coumarine associé à un bifuran. Une structure de pentanone est attachée au noyau de coumarine dans le cas d'aflatoxines de série B. Celui-ci est remplacé par un lactone à six membres dans les aflatoxines de série G.²

EVALUATION TOXICOLOGIQUE

9. Les aflatoxines ont été évaluées par le JECFA à ses trente-troisième, quarante-sixième, quarante-neuvième et cinquante-sixième sessions (aflatoxine M₁ uniquement). A sa quarante-neuvième session en 1997, le JECFA a examiné les estimations du pouvoir carcinogène des aflatoxines et des risques possibles associés à leur ingestion. Lors de cette réunion, aucune DJA n'a été proposée du fait que ces composés sont des cancérigènes génotoxiques, mais les estimations de la capacité de favoriser le développement du cancer du foie chez l'homme due à une exposition à l'aflatoxine B₁ étaient tirées d'études épidémiologiques et toxicologiques. Le JECFA s'est penché sur une vaste gamme d'études conduites tant chez les animaux que chez l'homme qui a fourni des informations qualitatives et quantitatives sur l'hépatocarcinogénicité des aflatoxines. Il a évalué l'activité de ces contaminants, relié ces activités aux estimations de l'ingestion et examiné l'impact potentiel de deux normes hypothétiques sur les arachides (10 ou 20 µg/kg) sur des populations échantillons et leur risque global¹. Il faudrait disposer d'informations similaires concernant les fruits à coque d'espèces arborescentes.

10. Dans l'évaluation effectuée à sa quarante-neuvième session, le JECFA a noté que le pouvoir carcinogène de l'aflatoxine B1 est sensiblement plus élevé chez les porteurs du virus de l'hépatite B (environ 0,3 cancer/an/100 000 personnes/ng d'aflatoxine B1/kg de poids corporel par jour), comme déterminé par la présence dans le sérum de l'antigène de surface du virus de l'hépatite B (AgHBs +individus), que dans AgHBs – individus (quelque 0,01 cancer/an/100 000 personnes/ng d'aflatoxine B1/kg de poids corporel par jour)¹. Le JECFA a aussi noté que la vaccination contre le virus de l'hépatite B réduirait le nombre de porteurs du virus, amoindrissant ainsi l'activité des aflatoxines parmi les populations vaccinées, et conduisant à une réduction du risque de cancer du foie.¹

11. Des études récentes ont montré la présence de composés anti-mutagènes (y compris l'acide linoléique) dans le maïs, qui inhibent le potentiel mutagène de l'aflatoxine B1³⁻⁴. On signale également que certains fruits à coque d'espèces arborescentes (noix, noix de pécan, pistaches, etc.) contiennent de l'acide linoléique⁵. Il est par conséquent nécessaire de vérifier l'effet inhibiteur possible de l'acide linoléique en tant que composé antimutagène dans les fruits à coque d'espèces arborescentes.

ECHANTILLONNAGE

12. Bien que la fréquence de la contamination des fruits à coque d'espèces arborescentes par les aflatoxines soit faible, les teneurs en aflatoxines peuvent être très variables et des concentrations élevées peuvent être présentes dans un petit pourcentage de fruits à coque⁶⁻⁷. La répartition des aflatoxines dans les pistaches et les amandes a fait l'objet d'études approfondies aux Etats-Unis.⁷⁻¹⁵ Les résultats des recherches indiquent que le triage en vue de déterminer la qualité du produit permet d'éliminer une grande partie des aflatoxines présentes au moment de la récolte. En outre, ces études ont inclus une évaluation des méthodes d'échantillonnage qui pourraient constituer la base pour un plan d'échantillonnage du Codex pour les aflatoxines. La répartition des aflatoxines est très hétérogène dans les fruits à coque d'espèces arborescentes, d'où l'importance de bien définir les grandes lignes du plan d'échantillonnage. D'autres pays doivent fournir des données sur la répartition avant qu'un plan d'échantillonnage international puisse être élaboré pour les fruits à coque d'espèces arborescentes.

MÉTHODES D'ANALYSE

13. Aujourd'hui, pour l'analyse des mycotoxines, il existe des moyens appropriés concernant l'assurance de la qualité, qui permettent à la fois d'aider les laboratoires à obtenir des résultats précis et fiables et de vérifier et de démontrer des performances satisfaisantes constantes. Les méthodes d'analyse validées sont celles pour lesquelles des caractéristiques de performance ont été établies par des essais interlaboratoires en collaboration et celles-ci sont maintenant généralement reconnues comme étant essentielles à des fins de surveillance et de réglementation. Outre l'emploi de méthodes validées, des procédures internes de contrôle de la qualité doivent être mises en oeuvre dans les laboratoires de chimie et cela implique normalement l'accréditation, la participation à des tests de performance et l'emploi correct de matériel de contrôle et de référence.¹⁶

14. Diverses méthodes d'analyse pour l'identification et la quantification des aflatoxines ont été mises en place. Pour l'analyse des aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes, la chromatographie en couche mince (CCM), la chromatographie liquide à haute résolution (CLHR) et des méthodes d'analyse immunochimiques ont été validées. Les premières méthodes s'appuyaient en général sur CCM.¹⁷ La CCM est encore très largement utilisée pour la détermination des aflatoxines dans de nombreux pays en développement. Les méthodes CLHR avec détection par fluorescence sont les plus communes dans les pays développés.¹⁸⁻²² Les méthodes CCM et CL pour déterminer les aflatoxines dans les aliments sont difficiles et exigent beaucoup de temps. Grâce aux progrès technologiques, des troussees d'analyse fondées sur des anticorps hautement spécifiques sont maintenant disponibles dans le commerce et peuvent être utilisées comme méthode de triage rapide pour l'analyse des aflatoxines dans les aliments. Un petit nombre seulement de ces troussees d'analyse ont été évaluées lors d'études en collaboration. On estime que des méthodes immunologiques simples, spécifiques et rapides joueront un rôle de premier plan dans la surveillance des fruits à coque d'espèces arborescentes et d'autres produits pour la détection des aflatoxines.²³ Si la concentration des aflatoxines dépasse les limites acceptées, les résultats doivent être confirmés à l'aide de tests de confirmation (par exemple CCM).

PRÉSENCE DES AFLATOXINES DANS LES FRUITS À COQUE D'ESPÈCES ARBORESCENTES

15. Les champignons *Aspergillus* se développent communément sur la masse morte, y compris sur la couche de pétales et de feuilles tombés ainsi que sur d'autre matériel végétal mort, présent sur le sol dans les vergers. *Aspergillus* n'est que rarement capable d'infecter une plante saine ou le tissu des fruits à coque. L'infection par *Aspergillus* et la production d'aflatoxines qui en résulte dépendent du stress subi par la plante et des dommages causés par les insectes et les ravageurs. L'humidité ambiante et les températures optimales favorisent la prolifération des champignons. Les spores libérées par les champignons peuvent être transportées par le vent et par divers insectes dans le feuillage et sur les fruits qui se développent sur l'arbre avec la possibilité de produire des aflatoxines. Chaque fois que possible, il faudra incorporer des débris organiques dans le sol du verger durant les premières phases du développement des fruits à coque, mettre en place un programme de contrôle le plus tôt possible, gérer l'irrigation (si nécessaire) pour réduire l'humidité du sol du verger et l'humidité relative élevée durant la maturation des fruits. Après la maturation et la récolte, on suivra les procédures après récolte habituelles pour la majorité des espèces de fruits à coque, c'est-à-dire la collecte, le nettoyage, le séchage, le décortilage, le lavage et/ou le séchage. Certaines opérations sont propres à des espèces individuelles de fruits à coque, notamment le triage, le calibrage, le classement par grades et les tests de détection de la contamination par les aflatoxines. La durée de conservation des fruits à coque d'espèces arborescentes récoltés devrait varier en fonction du degré de transformation subie et des conditions d'entreposage.

a) Amandes

16. Les amandes sont sensibles aux attaques des insectes avant la récolte lorsqu'elles sont encore sur l'arbre et après la récolte lorsqu'on les laisse sur le sol pendant des périodes plus ou moins longues avant de les transporter jusqu'aux entrepôts.

17. L'analyse CLHR de onze échantillons d'amandes [avec et sans coque] importés du Qatar en 1997 a révélé qu'aucun d'entre eux n'était contaminé par des aflatoxines. La limite de détection était de 0,1 µg/kg pour chaque aflatoxine.²⁴

18. Sur les 9 719 échantillons d'amandes fraîches et semi-transformées analysés avec la méthode CLHR durant la période 1993-1999 aux Etats-Unis, 8 736 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), 611 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre la limite de détection et 4,9 µg/kg, 212 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 5 et 19,9 µg/kg, 121 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 20 et 99,9 µg/kg et 39 échantillons contenaient des aflatoxines totales dépassant 100 µg/kg. La limite de détection de la méthode était de 0,1 µg/kg. La concentration maximale détectée était de 1450 µg/kg. Les échantillons prélevés sur des amandes endommagées (par exemple éraflées, entières ou brisées, non classées, blanchies) ont affiché la présence la plus forte d'aflatoxines.²⁵

19. Pour la campagne de 1993, on a analysé les aflatoxines présentes dans 1 547 échantillons d'amandes naturelles entières et/ou brisées et d'amandes d'un stock destiné à la transformation. L'analyse a été effectuée à l'aide de la méthode CLHR. La limite de détection pour les aflatoxines totales était de 1 µg/kg. Dix-neuf échantillons d'amandes naturelles entières et/ou brisées, 84 échantillons du stock destiné à la transformation et 8 échantillons non classés contenaient des aflatoxines à des concentrations dépassant 1 µg/kg. La teneur totale en aflatoxines était de 0,67 µg/kg.¹⁵

20. Deux cent trente-trois échantillons d'amandes décortiquées et non décortiquées ont été soumis à des essais dans le but de détecter la présence d'aflatoxines avec la méthode CCM en 1972. La présence d'aflatoxines a été décelé dans 10 des 74 échantillons d'amandes non décortiquées et non triées et 9 des 10 échantillons contenaient des aflatoxines totales en quantité inférieure à 20 µg/kg. La limite de détection de la méthode était de 1 µg/kg. Les méthodes de triage ont permis d'éliminer la grande partie des amandes décortiquées contaminées étant donné qu'aucun des 26 échantillons d'amandes entières traitées ne contenait des aflatoxines.⁶

21. La présence d'aflatoxines dans 38 échantillons d'amandes provenant du marché de détail espagnol a été étudiée à l'aide de la méthode CCM en 1986 et 1987. AFB1 et AFB2 ont été détectées dans un échantillon d'amande aux concentrations de 95 µg/kg et 15 µg/kg, respectivement.²⁶

b) Noix du Brésil

22. Sur 416 échantillons de noix du Brésil (décortiquées et entières) analysés à l'aide de la méthode CCM durant la période 1998-2002 au Brésil, 203 échantillons contenaient des aflatoxines totales en quantité inférieure à 0,8 µg/kg, 60 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 0,8 et 2 µg/kg, 40 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 2 et 4 µg/kg, 38 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 4 et 20 µg/kg et 75 échantillons contenaient des aflatoxines totales en quantité supérieure à 20 µg/kg. Le degré de contamination se situait dans la fourchette 0,4 - 10732 µg/kg. La limite de détection de la méthode CCM pour les aflatoxines B1, B2, G1 et G2 était de 0,6, 0,3, 0,4 et 0,3 µg/kg, respectivement.²⁷

23. En 1993, sur 176 noix du Brésil analysées aux Etats-Unis, 11% étaient contaminées dans des quantités allant de simples traces jusqu'à 20 µg/kg, et 6% étaient contaminées à des concentrations dépassant 20 µg/kg. La teneur maximale détectée était de 619 µg/kg.²⁸

24. Sur 74 échantillons de noix du Brésil analysés au Japon, 70 échantillons n'étaient pas contaminés et deux échantillons seulement contenaient des aflatoxines en quantités supérieures à 10 µg/kg. La teneur maximale détectée était de 123 µg/kg.¹

25. Selon l'étude de la FSA dans quatre régions du Royaume-Uni, sur 12 échantillons de noix du Brésil analysés à l'aide de la méthode CLHR, la teneur en aflatoxines totales de tous les échantillons était inférieure à 1 µg/kg (limite de détection).²⁹

c) Noix de cajou

26. On a étudié la présence d'aflatoxines dans trois échantillons de noix de cajou provenant d'un marché de détail de Lotz en Pologne. On a constaté qu'un échantillon était contaminé par AFB1 à une concentration de 0,35 µg/kg.³⁰

27. Aucune aflatoxine n'a été détectée dans 17 échantillons de noix de cajou analysés par la méthode CCM à Osaka, Japon, durant la période 1988-1992. La limite de détection était de 1 µg/kg pour les aflatoxines individuelles.³¹

28. Selon l'étude de la FSA, sur six échantillons de noix de cajou analysés avec la méthode CLHR, aucun des échantillons n'était contaminé par les aflatoxines. La limite de détection pour les aflatoxines totales était inférieure à 1 µg/kg.²⁹

d) Noisettes

29. Selon l'étude de la FSA, la teneur en aflatoxines totales de deux échantillons de noisettes analysés par la méthode, était inférieure à 0,8 µg/kg (limite de détection).²⁹

30. Deux échantillons ont été analysés avec la méthode CLHR au cours d'une étude des noisettes au Qatar en 1997. Aucun des échantillons n'était contaminé par des aflatoxines. La limite de détection pour l'aflatoxine B1 était de 0,1 µg/kg.²⁴

31. Durant la période 1998-2002, 13802 échantillons de noisettes ont été analysés à l'aide de CCM et CLHR en Turquie. La moyenne pour AFB1 allait de 0,018 à 0,520 µg/kg et la teneur maximale détectée était de 149,9 µg/kg.³²

e) Noix de Macadamia

32. Aucune aflatoxine n'a été détectée dans les deux échantillons de noix de *Macadamia* analysés avec la méthode CCM à Osaka, Japon, de 1988 à 1992. La limite de détection était de 0,1 µg/kg pour les aflatoxines individuelles.³¹

f) Noix de pécan

33. Selon une étude réalisée aux Etats-Unis de 1972 à 1974 à l'aide de la méthode CCM, seulement trois échantillons sur 48 contenaient des aflatoxines totales à des concentrations supérieures à 8 µg/kg (limite de détection).³³

34. D'après une étude de la FSA, la teneur en aflatoxines totales de deux échantillons de noix de pécan, analysés avec la méthode CLHR, était inférieure à 0,8 µg/kg (limite de détection).²⁹

g) Pignons

35. Une étude de la FSA a montré que la teneur en aflatoxines totales de trois échantillons de pignons, analysés avec la méthode CLHR, était inférieure à 0,8 µg/kg (limite de détection).²⁹
36. Aucune aflatoxine B₁ n'a été détectée dans les trois échantillons de pignons analysés avec la méthode CLHR en Chine en février 2003. La limite de détection était de 5 ng/g pour l'aflatoxine B₁.⁴²

h) Pistaches

37. D'après un rapport du Mexique, sur 244 échantillons de pistaches analysés de 1993 à 1996, cinq échantillons contenaient des aflatoxines en quantité supérieure à 20 µg/kg.¹
38. Sur 21 échantillons de pistaches analysés en Suède de 1996 à 1998, 14 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), cinq échantillons contenaient AFB₁ entre la limite de détection et 2 µg/kg et 2 échantillons contenaient AFB₁ en quantité supérieure à 2 ppb. La teneur maximale détectée était de 1900 ppb et la limite de détection de la méthode était de 0,005 µg/kg.³⁴
39. Aucune aflatoxine n'a été détectée dans 24 échantillons de pistaches analysés à l'aide de CCM à Osaka, Japon, de 1988 à 1992. La limite de détection était de 0,1 µg/kg pour les aflatoxines individuelles.³¹
40. Selon le rapport du Ministère japonais de la santé, sur 2 422 échantillons de pistaches analysés durant la période 1972-1989, 2 339 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), 35 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre la limite de détection et 10 µg/kg et 48 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ en quantité supérieure à 10 µg/kg.¹ Sur 47 361 échantillons de pistaches analysés, principalement avec CCM et une petite partie avec la méthode CLHR, de mars 1998 à mars 2001 en République islamique d'Iran, 28 227 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), 7 862 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre la limite de détection et 2 µg/kg, 6 583 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre 2 et 10 µg/kg et 4 689 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ en quantité supérieure à 10 µg/kg. La teneur maximale détectée était de 1426 µg/kg.³⁵⁻³⁶
41. Dans les laboratoires de contrôle des produits alimentaires et des médicaments du Ministère iranien de la santé, 7 926 échantillons de pistaches ont été analysés principalement à l'aide de CLHR de mars 2001 à mars 2002. Les données ont fait ressortir que 5 390 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), 1 324 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre la limite de détection et 2 µg/kg, 451 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre 2 et 10 µg/kg et 761 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ en quantité dépassant 10 mcg/kg. La concentration maximale détectée était de 261,8 µg/kg. La limite de détection pour l'aflatoxine B₁ était de 0,1 µg/kg.³⁷
42. De mars 2001 à mars 2002, 3 629 échantillons de pistaches ont été analysés par l'Institut des normes et de la recherche industrielle de l'Iran affilié aux laboratoires de contrôle de la qualité des aliments à l'aide des méthodes CCM. D'après les résultats, 2 286 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), 201 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre la limite de détection et 2 µg/kg, 689 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ entre 2 et 10 µg/kg et 453 échantillons contenaient l'aflatoxine B₁ en quantité supérieure à 10 µg/kg. La teneur maximale détectée était de 710 µg/kg.³⁸
43. Sur 2 333 échantillons de pistaches fraîches analysés aux Etats-Unis à l'aide de la méthode CLHR entre 1999 et 2002, 2 118 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), 107 échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 0,5 et 2 µg/kg, 35 échantillons avaient une teneur en aflatoxines totales de 2-5 µg/kg, 24 échantillons une teneur en aflatoxines totales de 5-10 µg/kg, 19 échantillons une teneur en aflatoxines totales de 10-15 µg/kg, 4 échantillons une teneur en aflatoxines totales de 15-20 µg/kg et 26 échantillons une teneur en aflatoxines totales dépassant 20 µg/kg. La concentration maximale détectée était de 169 µg/kg. La limite de détection pour les aflatoxines totales était de 0,5 µg/kg.³⁹
44. Durant la période 1998-2002, 523 échantillons de pistaches ont été analysés à l'aide des méthodes CLHR et CCM en Turquie. Pour AFB₁, la moyenne était de 1 - 3,78 µg/kg et la concentration maximale détectée était de 113 µg/kg.³²

45. Il ressort d'une étude de la FSA que sur 52 échantillons de pistaches analysés à l'aide de CLHR, 44 échantillons n'étaient pas contaminés (< limite de détection), deux échantillons contenaient des aflatoxines totales entre la limite de détection et 4 µg/kg, deux échantillons contenaient des aflatoxines totales entre 4 et 10 µg/kg et quatre échantillons contenaient des aflatoxines totales en quantité dépassant 10 µg/kg. La concentration maximale relevée était de 106,9 µg/kg. La limite de détection de la méthode pour les aflatoxines totales était inférieure à 0,8 µg/kg.²⁹

i) Noix

46. L'analyse de 40 échantillons de noix non décortiquées à l'aide de la méthode CCM aux Etats-Unis a révélé que 14 échantillons étaient contaminés par les aflatoxines et que trois échantillons seulement étaient contaminés à des concentrations supérieures à 1 µg/kg. La teneur maximale détectée était de 10 µg/kg. On a relevé la particularité de plusieurs lots de noix, non décortiquées et décortiquées, du fait qu'ils contenaient AFB₂ en l'absence de AFB₁. Une identification positive de B₂ a été faite dans certains cas en comparant le spectre de masse avec celui d'une norme.⁴⁰

47. L'analyse à l'aide de CLHR de 4 échantillons de noix [sans coque] importés du Qatar en 1997 a fait ressortir qu'aucun des échantillons n'était contaminé par les aflatoxines. La limite de détection était de 0,1 µg/kg pour chaque aflatoxine.²⁴

48. Aucune aflatoxine n'a été détectée dans trois échantillons de noix analysés par la méthode CCM à Osaka, Japon, de 1988 à 1992. La limite de détection était de 0,1 µg/kg pour les aflatoxines individuelles.³¹

49. Durant la période 1998-2002, 51 échantillons de noix ont été analysés à l'aide des méthodes CCM et CLHR en Turquie. Les concentrations moyenne et maximale de AFB₁ étaient respectivement de 0,029 et 1,1 µg/kg.³²

50. L'analyse à l'aide de CLHR de trente et un échantillons de noix effectuée en Chine en février 2003 a fait ressortir qu'aucun des échantillons n'était contaminé par l'aflatoxine B₁. La limite de détection était de 5 ng/g pour l'aflatoxine B₁.⁴²

INGESTION ALIMENTAIRE

51. L'exposition humaine aux aflatoxines s'effectue principalement par l'ingestion d'aliments contaminés. Les céréales, les arachides, les fruits à coque d'espèces arborescentes et la farine de graines de coton figurent parmi les aliments sur lesquels se développent communément des champignons producteurs d'aflatoxines. La viande, les oeufs, le lait et d'autres produits comestibles provenant d'animaux qui consomment des aliments contaminés par les aflatoxines sont d'autres sources d'exposition potentielle¹. Actuellement, on ne dispose pas de suffisamment de données sur l'exposition aux aflatoxines due à la consommation de fruits à coque d'espèces arborescentes.

52. Les fruits à coque d'espèces arborescentes constituent une très petite partie de l'ingestion alimentaire journalière dans différentes régions du monde. Selon les régimes alimentaires régionaux de GEMS/FOOD (1998) résumés au tableau 1, l'ingestion journalière de fruits à coque d'espèces arborescentes varie de 0 à 1,8 gramme par personne et par jour (g/personne/jour)⁴¹. Sur la base de cette information, on peut estimer les pourcentages des fruits à coque par rapport à la consommation de céréales dans les pays du Moyen-Orient et européens à 0,23 et 1,68%, respectivement (Tableau 1).

**Tableau 1: Consommation de fruits à coque d'espèces arborescentes (g/personne/jour)
Par comparaison avec les céréales dans différentes régions du monde⁴¹**

Denrées alimentaires	Moyen-Orient	Extrême-Orient	Afrique	Amérique latine	Europe
Fruits à coque	1,0	13,5	3,4	17,5	3,8
Céréales	430,8	425,3	318,4	252,5	226,3
Fruits à coque /Céréales (%)	0,23	2,98	1,07	6,93	1,68
Céréales /Fruits à coque (Rapport)	430,80	33,50	93,65	14,43	59,55

53. Par conséquent, bien que des produits comme le maïs, les arachides, les graines de coton, les noix du Brésil, les pistaches et le coprah soient classés parmi ceux qui présentent le plus haut risque de contamination par les aflatoxines, leur risque chez l'homme varie en raison des différences dans l'ingestion alimentaire. Ces données peuvent porter à croire que la consommation de fruits à coque d'espèces arborescentes est très faible par rapport à celle de céréales et que cette consommation plus faible devrait être prise en compte lors de la fixation des tolérances à l'aflatoxine.

54. L'ingestion d'aflatoxines estimée en France, calculée par le JECFA (1998) et présentée au tableau 2 montre clairement que plus de 95 % de l'ingestion d'aflatoxines vient de la consommation de céréales, tandis que les fruits à coque [y compris les fruits à coque d'espèces arborescentes et les arachides] représentent seulement 1,6 % de l'ingestion d'aflatoxines.¹

Tableau 2: Ingestion estimée d'aflatoxines en France (µg/jour) [Evaluation du JECFA (1998)]¹

Denrées alimentaires	Ingestion moyenne d'aflatoxines (µg/jour)	(%)
Fruits à coque	2,42	95,65
Noix	0,04	1,58
Epices	0,01	0,40
Lait	0,06	2,37
Total	2,53	100

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS:

55. Le présent document de travail sur les aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes porte à formuler les recommandations générales suivantes qui seront examinées par le CCFAC à sa trente-sixième session:

- I) Sur la base des données toxicologiques disponibles à ce jour, les concentrations d'aflatoxines doivent être aussi basses que possible sur le plan technologique, en prenant en compte des facteurs économiques et sociaux. Les moyens de réduire l'exposition des consommateurs aux fruits à coque d'espèces arborescentes contaminés par des aflatoxines consistent notamment à:
 - 1) Appliquer de bonnes pratiques agricoles (BPA), ce qui permettra d'éliminer ou de réduire les voies possibles par lesquelles les champignons peuvent pénétrer dans les fruits à coque, commencer à proliférer et produire des aflatoxines avant et pendant la récolte.
 - 2) Appliquer de bonnes pratiques de fabrication (BPF) et de bonnes pratiques d'entreposage (BPE) après la récolte et les opérations de transformation.
 - C) Soutenir la recherche sur l'écologie des champignons *Aspergillus*, les effets des divers facteurs environnementaux, et les interactions champignons pathogènes/ ravageurs qui pourraient influencer sur la contamination des fruits à coque par l'aflatoxine sur l'arbre et durant l'entreposage, dans le but de détecter les points de contrôle critique qui pourraient être utilisés lors de l'élaboration d'un plan HACCP pour les fruits à coque d'espèces arborescentes dans une zone donnée.
 - D) Appuyer des recherches supplémentaires sur les méthodes et les techniques pouvant prévenir la contamination fongique des fruits à coque d'espèces arborescentes avant la récolte et durant la récolte, la transformation et l'entreposage.
- II) Il est recommandé au CCFAC de demander aux gouvernements de fournir des données d'examen supplémentaires sur la présence des aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes afin de compléter les données contenues dans le présent document, de manière à pouvoir envisager d'établir des limites maximales. Il est en outre recommandé de demander aux gouvernements de présenter toutes les données dont ils disposent sur la répartition des aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes dans leurs pays respectifs.

- III) Une fois que le Codex aura décidé qu'une limite maximale doit être établie pour les aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes, il est recommandé que le CCMAS élabore des plans d'échantillonnage et des méthodes d'analyse pour les aflatoxines dans les fruits à coque d'espèces arborescentes.

REFERENCES

1. **JECFA**, 1998: Forty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of Certain Food additives and Contaminants: Aflatoxins. WHO Food Additives Series 40 (Geneva WHO), pp 359-469.
2. **Salunkhe D K, Adsule R N and Padule D N**, 1987: Aflatoxins in foods and feeds, Metropolitan Book Co. Pvt. Ltd., New Dehli, India, p. 18.
3. **Burgos-Hernandez A, Lopez-Garcia R, Njapau H and Park DL**, 2001: Anti-mutagenic compounds from corn. Food Add. Cont. 18(9): 797-809.
4. **Weng CY, Martinez AJ and Park DL**, 1997: Anti-aflatoxin mutagenic factors in corn. Food Add. Cont. 14(3): 269-279.
5. **Http://www.nuthealth.org/nut**
6. **Schade J E, McGreevy K, King A D jr, Mackey B and Fuller G**, 1975: Incidence of aflatoxin in California almonds. Appl Microbiol 29(1): 48-53.
7. **Schatzki T F**, 1995b: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 2. Distribution in freshly harvested pistachios. J. Agric. Food. Chem. 43, 1566-1569.
8. **Schatzki T F**, 1995a: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 1. Lot distribution. J. Agric. Food. Chem. 43, 1561-1565.
9. **Schatzki T F & Pan JL**. 1996: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 3. Distribution in pistachio process streams. J. Agric. Food. Chem. 44, 1076-1084.
10. **Schatzki T F & Pan JL**. 1997: Distribution of Aflatoxin in pistachios.4. Distribution in small pistachios. J. Agric. Food. Chem. 45, 205-207.
11. **Schatzki T F**, 1998: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 5. Sampling and testing U.S. pistachios for Aflatoxin. J. Agric. Food. Chem. 46, 2-4.
12. **Schatzki T F**, 1999: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 6. Seller's and buyer's risk. J. Agric. Food. Chem. 47, 3771-3775.
13. **Schatzki T F**, 2000: Distribution of Aflatoxin in pistachios. 7. Sequential sampling. J. Agric. Food. Chem. 48, 4365-4368.
14. **Schatzki T F and Ong M S**, 2000: Distribution of aflatoxin in almonds with heavy insect damage. J. Agric. Food Chem. 48(2): 489-492.
15. **Schatzki T F**, 1996: Distribution of aflatoxin in almonds. J. Agric. Food Chem. 44(11): 3595-3597.
16. **Gilbert J**, 1999: Quality assurance in mycotoxin analysis. Food Nutr. Aric. 23: 33-36.
17. **AOAC Official Method 974.16**, 2000: Aflatoxins in pistachio nuts. Thin-Layer Chromatographic method. AOAC Int. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Chapter 49, page 31. Gaithersburg, MD.
18. **AOAC Official Method 994.08**, 2000: Aflatoxins in corn, almonds, brazil nuts, peanuts, and pistachio nuts. liquid chromatographic method. AOAC Int. Official Methods of Analysis (17th Ed.)Chapter 49, page 26. Gaithersburg, MD.
19. **AOAC Official Method 999.07**, 2000: Aflatoxin B₁ and total aflatoxins in peanut butter, pistachio paste, fig paste, and paprika powder - immunoaffinity column LC with post-column derivatization. AOAC Int. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Chapter 49 (Supplement). Gaithersburg, MD.
20. **Goda Y, Akiyama H, Otsuki T, Fujii A and Toyoda M**, 2001: Application and improvement of aflatoxin analysis in foods using a multifunctional column and HPLC. [Article in Japanese]. Shokuhin Eiseigaku Zasshi. 42(1): 56-62.

21. **Scholten J M and Spanjer M C**, 1996: Determination of aflatoxin B₁ in pistachio kernels and shells. *J AOAC Int.* 79(6): 1360-1364.
22. **Wilson T J and Romer T R**, 1991: Use of the mycosep multifunctional cleanup column for liquid chromatographic determination of aflatoxins in agricultural products. *J AOAC Int.* 74(6): 951-956.
23. **Trucksess M W and Wood G E**, 1994: Recent methods of analysis for aflatoxins in foods and feeds, In: *The Toxicology of Aflatoxins: Human Health Veterinary and Significance*. Groopman J D (ed) Eagan Press, pp 409-431.
24. **Abdulkader A H W, Al-Ali A and Al-Jedah J**, 2000: Aflatoxin contamination in edible nuts imported in Qatar. *Food Cont.* 11: 157-160.
25. **The Almond Board of California**, 2002: Results of aflatoxin tests on raw and semi- processed almonds between 1993-2000. *ABC Surveillance Data*. pp 1-3.
26. **Jimenez M, Mateo R, Querol A, Huerta T and Hernandez E**, 1991: Mycotoxins and mycotoxigenic moulds in nuts and sunflower seeds for human consumption. *Mycopathol.* 115: 121-7.
27. **Ministry of Agriculture, National Department of Vegetal Defence, Laboratory for Quality Control and Food Safety/LAV-MG, Brazil**, 2002: Data on Brazil nut during 1998-2002.
28. **Pohland A E**, 1993: Mycotoxins in review. *Food Add. Cont.* 10:17-28.
29. **Food Standards Agency**, Food Survey information sheet no. 21/02, 2002: Survey of nuts, nut products and dried tree fruits for mycotoxins. <http://www.foodstandards.gov.uk/multimedia/pdfs/21nuts.pdf>
30. **Leszczynska J, Kucharska U and Zegota H**, 2000: Aflatoxins in nuts assayed by immunological methods. *Europ. Food Res. Technol.* 210(3): 213-215.
31. **Taguchi S, Fukushima S, Sumimoto, T, Yoshida, S and Nishimune T**, 1995: Aflatoxins in Foods Collected in Osaka, Japan, from 1988 to 1992. *J. AOACI.* 78: 325-327.
32. **Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Protection and Control, Republic of Turkey**, 2002: Data on aflatoxins in hazelnuts, pistachios, walnuts and almonds during 1998-2002.
33. **Escher F E, Koehler P E and Ayres J C**, 1974: A study on aflatoxin and mold contaminations in improved variety pecans. *J. Food Sci.* 39: 1127-1129.
34. **Thuvander A, Moller T, Enghardt Barbieri H, Jansson A, Salomonsson A-C and Olsen M**, 2001: Dietary intake of some important mycotoxins by the Swedish population. *Food Addit. Contam.* 18(8): 696-706.
35. **Iranian Ministry of Health and Medical Education, Food and Drug Control Labs**, 2001: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March1998-March 2001.
36. **Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Food and Microbiology Labs**, 2001: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March1998-March 2001.
37. **Iranian Ministry of Health and Medical Education, Food and Drug Control Labs**, 2002: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March 2001-March 2002.
38. **Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Food and Microbiology Labs**, 2002: The situation of aflatoxin contamination in pistachio during March 2001-March 2002.
39. **FDA**, 2002: "Total aflatoxin levels in United States raw pistachio nuts during 1999 to 2002.
40. **Fuller G, Spooncer W W, King A D, Schade J and Mackey B**, 1977: Survey of aflatoxins in California tree nuts. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 54: 231A-234A.
41. **WHO Food Safety Issues, GEMS/FOOD Regional Diets**, 1998.
42. **Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese center for Disease Control and Prevention**, February 2003 :Aflatoxin B₁ in pine nuts and walnuts in china.