E. HANAK, E. BOUTRIF, P. FABRE, M. PINEIRO, (éditeurs scientifiques), 2002. Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO, 11-13 décembre 2000, Montpellier, France, CIRAD-FAO. Cédérom du CIRAD, Montpellier, France.

Estimation des niveaux d'aflatoxines dans certaines denrées alimentaires et dans l'alimentation animale en Inde

D.V.R. REDDY[1], K. THIRUMALA-DEVI[1], S.V. REDDY[1], F. WALIYAR[1], M.A. MAYO[2,3], K. RAMA DEVI[3], R. ORTIZ[1] and J.M. LENNE[1]

[1]International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh 502 324, Inde. Adel : D.reddy@cgiar.org
[2]Scottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee, DD2 5DA, UK.
[3]Society for Transformation, Agriculture and Alternatives in Development (STAAD), Plot No. 1181, Road No. 45, Jubilee Hills, Hyderabad 500 033, Inde.

Résumé
En Inde, la contamination des aliments par des mycotoxines est devenue une préoccupation depuis une dizaine d'années, notamment au niveau de l'industrie de l'alimentation animale, suite aux décès d'un nombre important de poules ayant consommé une nourriture contaminée. Utilisant des testes immunochimiques, les auteurs ont analysé des échantillons d'épices disponibles sur les marchés locaux et d'ingrédients utilisés dans la production industrielle d'alimentation de volaille. La contamination par l'aflatoxine s'est avérée particulièrement élevée pour les piments de basse qualité (essentiellement consommés par les pauvres) ainsi que la poudre de piment vendue sous le label « qualité supérieure » au supermarché. Un niveau élevé de contamination a également été détectée dans le maïs et l'arachide utilisés dans la fabrication d'aliments pour volailles. Ce dernier résultat a conduit certains industriels à adopter les méthodes d'analyse utilisées pour faire des tests de routine sur les ingrédients. De manière générale, le suivi périodique des aliments à risque est nécessaire, ainsi que la mise en place de politiques pour décourager la vente de produits contaminés, afin de limiter les risques pour la santé humaine et animale.

Introduction

De nos jours, environ 300 millions de personnes vivent dans des conditions de pauvreté en Asie du Sud, dont 70% dans des zones rurales. Depuis quelques années, si la consommation alimentaire totale par habitant a augmenté, la malnutrition des enfants demeure un problème (PINSTRUP-ANDERSEN et al., 2000). Une grande majorité des denrées agricoles est susceptible d'être contaminées par les mycotoxines, substances qui causent des problèmes de santé aigus et chroniques (BUSBY et WOGAN, 1979 ; BOSCH et PEERS, 1991 ; KATIYAR et al., 2000). Le peu d'informations existantes indiquent que la population, et notamment les enfants, est significativement exposée aux aflatoxines. L'arachide et le maïs sont souvent utilisés en tant qu'ingrédients dans l'alimentation du bétail et des volailles. De même, la possibilité de trouver de l'aflatoxine dans les épices couramment utilisés n'a pas encore été étudiée.

Enquêtes sur la présence d'aflatoxine dans certaines denrées alimentaires

Au sein de l'ICRISAT, nous étudions le problème de la contamination par l'aflatoxine depuis bientôt 20 ans. Nous avons opté pour l'application de méthodes immunochimiques, à la fois rapides, peu coûteuses, et facilement adaptées aux situations de terrain dans les pays du Sud. Nous avons intensifié nos efforts dans ce domaine à la suite d'un événement d'importance majeure en Andhra Pradesh. Des tourteaux d'arachide, contaminés par l'aflatoxine ont provoqué la mort de plus de 200 000 poulets en 1994. Plus récemment, une ferme dans l'Etat de Karnataka a perdu plus de 2 000 poussins ayant consommé une farine de maïs contaminée. Plusieurs autres denrées, y compris des épices, sont également contaminées par des aflatoxines (JELINEK et al., 1989 ; VASANTHI et BHAT, 1998). Dans cette étude nous avons choisi d'analyser le contenu en aflatoxine des ingrédients de l'aliment pour volailles utilisés par une des plus grands industriels dans ce secteur en Inde (Janaki Feeds) ainsi que des épices disponibles sur les marchés locaux.

Nous avons pu produire récemment des anticorps monoclonaux et polyclonaux et développé un test ELISA compétitif, de loin le plus simple et le moins cher pour l'estimation des taux d'aflatoxine (en utilisant une méthode mettant en jeu la *penicillase*, il est possible d'estimer les teneurs en aflatoxine pour moins d'un dollar américain par échantillon). Il est efficace, robuste et peut être ainsi facilement utilisé dans les pays en développement.

Nous avons analysés 25 échantillons de rhizomes de gingembre, de curcuma en poudre et de rhizomes de curcuma, de grains de poivre noir et de graines de coriandre vendus sur le marché local. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau I.

Par ailleurs, des échantillons de gousse de piments ont été collectés de façon aléatoire des marchés dans la principale région productrice de piment en Inde, le District de Guntur. Il existe trois catégories de piments : les piments de catégorie 1 comprenant des gousses rouges très fortement colorées de 8 à 10 cm de long sans aucun dommage visuel ni infection par des champignons ou attaque d'insectes ; des piments de catégorie 2 contenant des gousses de 6 à 8 cm de long et contenant jusqu'à 20% de gousses décolorés ; les gousses des piments de catégorie 3 sont longs de 2 à 5 cm, contenant plus de 40% de gousses décolorés et la croissance des champignons est apparente visuellement. De même, les poudres de piments « Prêtes à utiliser » qui sont vendues comme étant de « qualité supérieure » ont été achetées dans des supermarchés. Les teneurs en aflatoxine ont été estimées en utilisant une procédure modifiée de test ELISA indirect (Tableau II).

Sur les 139 échantillons de piment testés, 65% se sont avérés être contaminés par l'aflatoxine B1 et 20% contenaient la toxine à des niveaux supérieur à 30 µg/kg. Dans tous les échantillons, seule l'aflatoxine B1 a été détectée. La concentration la plus élevée a été mesurée dans un échantillons de piment de grade 3 (969 µg/kg). Presque 40% des piments en poudre vendus dans les supermarchés contenaient de l'aflatoxine et 9% d'entre eux à des teneurs supérieures à 30 µg/kg (REDDY et al., sous presse). Ces résultats mettent en évidence un risque pour la population de manger des piments de basse qualité et des piments en poudre qui, malheureusement, sont vendus sous le label « qualité supérieure ».

Récemment, une forte croissance au sein de l'industrie de l'alimentation animale a pu être observée, du fait de marchés lucratifs en particulier celui des poulets. Dans ce contexte, nous avons, en collaboration avec l'industrie, surveillé le taux d'aflatoxine dans différents ingrédients de l'alimentation des volailles. Plus de 200 échantillons de tourteaux d'arachide, de maïs, d'aliments mixtes, de sorgho, de mils, de son de riz, de sorgho, de graines de soja et de tournesol ont ainsi été testés. Les résultats sont exposés dans le Tableau III. Des niveaux élevés d'aflatoxine ont été détectés dans le maïs et l'arachide (3300 µg/kg). Les

échantillons de soja se sont avérés ne pas contenir d'aflatoxine. A la vue de ces résultats, les industries de l'alimentation ont souhaité utiliser nos technologies pour effectuer des tests de routine sur les différents ingrédients de l'alimentation pour déterminer les taux d'aflatoxines. Actuellement, deux compagnies du secteur privé et une compagnie du secteur public utilisent notre technologie.

Nous avons également récemment reçu des fonds supplémentaires de la part de la Coopération Britannique (DFID) pour un projet qui, à terme, devrait conduire à la production d'arachides ne contenant pas d'aflatoxine. Dans ce projet nous rechercherons les facteurs qui influencent le niveau de contamination avant la récolte, pendant les manipulations et le stockage post-récolte. Récemment, nous avons également produit des anticorps de l'aflatoxine M1, qui passe en partie dans le lait. Ceci est devenu essentiel puisque les agriculteurs utilisent des fanes d'arachide contenant des petites gousses pour nourrir les troupeaux. Ces gousses sont souvent contaminées par les aflatoxines, conduisant à des pertes de rendement en lait et à la contamination du lait par l'aflatoxine M1.

Conclusion

Ces études montrent ainsi que les piments rouges de qualité III, la poudre de piment vendue au supermarché ainsi que le maïs et l'arachide utilisés dans l'alimentation animale peut contenir des taux d'aflatoxine bien supérieurs aux seuils admissibles (> 30 µg/kg). Afin de rectifier ce problème, il est essentiel de faire un suivi périodique de ces denrées, et de développer des politiques qui découragent la mise en vente de produits alimentaires contaminés.

Références

BOSCH, F.X., PEERS, F., 1991. Aflatoxins: data on human carcinogenic risk. In relevance to human cancer of N-Nitroso compounds. *In:* Tobacco and Mycotoxins, ed. J.K. O'NEILL, J. CHEN, H. BARSTCH, pp. 48-53. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

BUSBY, W.F. Jr., WOGAN, G.N., 1979. Food-borne mycotoxins and alimentary mycotoxicoses. *In:* Food-borne infections and Intoxications, 2nd ed., H. RIEMANN, F.L. BRYAN, pp. 519-610. Academic Press, New York.

JELINEK, C.F., POHLAND, A.E., WOOD, G., 1989. Worldwide occurrence of mycotoxins in foods and feeds. Journal of the Association of Official Analytical Chemist International, 72:223-230.

KATIYAR, S., THAKUR, V., GUPTA, R.C., SARIN, S.K., and DAS, B.C., 2000. P_{53} tumor suppressor gene mutations in hepatocellular carcinoma patients in India. Cancer, 88:1565-73.

PINSTRUP-ANDERSEN,P., PANDYA-LORCH, R.C., ROSEGRANT, M.W., 2000. Food Security: Problems, Prospects, and Policies. 2020 Vision Discussion Paper. Washington DC: International Food Policy Research Institute.

REDDY, S.V., KIRAN MAYI, D., UMA REDDY, M., THIRUMALA-DEVI, K., REDDY, D.V.R., in press. Aflatoxins in different grades of chillies (*Capsicum annum* L.) in India as determined by indirect competitive ELISA. Food Additives and Contaminants.

VASANTHI, S., BHAT, R.V., 1998. Mycotoxins in foods – occurrence, health and economic significance and food control measures. Indian Journal of Medical Research, 108:212-224.

Tableau I. Niveaux d'aflatoxines dans des échantillons d'épices

Denrée[2]	Nb contenant toxine/total analysé	Niveaux d'aflatoxine[3] µg/kg
Rhizomes de gingembre	2/25	24-26
Curcuma	0/26	-
Poivre Noir	2/28	16-20
Coriandre	0/50	-

1. THIRUMALA et al., non publié.
2. Tous les échantillons proviennent du marché local.
3. Analysés par un test ELISA compétitif indirect.

Tableau II. Niveaux d'aflatoxine dans les différentes qualités d'échantillons de piment analysés par test ELISA compétitif indirect

Echantillon	Nb analysés	Nb. éch. par niveau d'aflatoxine (µg/kg)					
		0	<10	11-30	31-50	51-100	>100
Piment cat. 1	42	21	16	3	1	1	0
Piment cat. 2	38	13	10	6	3	4	2
Piment cat. 3	44	3	21	4	3	2	11
Réserve froide	15	12	2	0	1	0	0
Poudre de piment	43	26	12	1	0	3	1

Tableau III. Présence et niveau d'aflatoxine dans des échantillons d'aliments pour volailles déterminés par test ELISA compétitif indirect.

% d'échantillons contenant la toxine/ No. d'échantillons analysés		Niveau d'aflatoxine (µg/kg)			
		10-29	30-49	50-100	>100
Tourteaux d'arachide	10/27	2	1	3	4
Maïs	41/95	15	9	8	9
Mil	1/8	1	0	0	0
Aliments mixtes	18/30	11	3	1	3
Son de riz	3/14	1	0	2	0
Sorgho	6/29	2	2	0	2
Soja	0/3	0	0	0	0
Tournesol	5/10	0	5	0	0