

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'UTILISATION DE LA SCOPOLÉTINE POUR LA RÉDUCTION DES AFLATOXINES DU MAÏS EN STOCK AU BÉNIN

*R. BA**, *N. M. F. MONTEIRO****, *H. KOUDJEGA***, *C. ADJAGBO***,
*J. KOHOUE***, *K. A. DJINADOU IGUE*****, *F. GBAGUIDI***,
*G. A. MENSAH***** & *L. BABA-MOUSSA**

**Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie ; Département de Biochimie et de Biologie Cellulaire/ FAST/UAC ; Email: laminesaid@yahoo.fr*

***Laboratoire de Pharmacognosie et des Huiles essentielles/Centre Béninois de Recherche Scientifique et Technique ; Email : ahokannou@yahoo.fr*

****Laboratoire de Nutrition et Sciences Alimentaires ; Département de Nutrition et Sciences Alimentaires/ FSA/UAC ; Email : montnelly@yahoo.fr*

*****Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Email : djinadoullice@yahoo.fr, République du Bénin.*

RÉSUMÉ

Au Bénin, le maïs est cultivé sur toute l'étendue du territoire occupant ainsi une place de choix. Sa conservation est confrontée à des pertes physiques et chimiques occasionnées par les ravageurs et moisissures. Les méthodes de conservation utilisées ne contrôlent pas toujours les pertes occasionnées par les mycotoxines. L'objectif de l'étude est de faire une synthèse des connaissances actuelles sur les produits, plantes et pratiques utilisés au cours de la conservation du maïs au Bénin. Les structures telles que les cribs métalliques ou artisanaux, des sacs de jute, des fûts métalliques, des greniers et des produits chimiques (sofagrains) sont utilisés pour la réduction des pertes physiques du maïs. Les travaux effectués sur la conservation du maïs montrent que le séchage solaire, le traitement thermique et les plantes (neem, caïlédrat) sont recommandés. Outre ces méthodes, les molécules telles que l'acide propionique, l'ammoniac, le cuivre sulfate, l'acide benzoïque, l'hypochlorite de sodium, l'urée et le propionate de sodium sont utilisées pour la réduction des aflatoxines des aliments. L'étude réalisée sur la conservation des cossettes de manioc au Bénin a montré que la scopolétine présente dans ces dernières, inhibe la sécrétion des aflatoxines par *A. flavus*. Aucun traitement n'est encore vulgarisé pour la réduction des pertes chimiques occasionnées par l'infection fongique du maïs. Alors l'utilisation de la scopolétine doit être envisagée pour faire une meilleure conservation du maïs. Ceci contribuera à la minimisation des pertes post récolte.

Mots clés : Racine, stockage, littérature, aflatoxine, céréales.

REVIEW ON THE USE OF SCOPOLETINE FOR AFLATOXINS'S REDUCTION DURING CORN STORAGE IN BENIN.

ABSTRACT

In Benin, corn is prominently grown throughout the territory. Its conservation is faced with physical and chemical losses caused by pests and mildews. The conservation methods used do not always control losses caused by mycotoxins. The objective of this study is to provide an overview of the current knowledge on products, plants and practices used in conservation of corn in Benin. Structures such as metal and craft cribs, jute bags, metal drums, attics and chemicals (Sofagrains) are used for the reduction of physical losses of corn. Works on the conservation of corn reveal that solar drying, heat treatment and plants (neem,

caïlcedrat) are recommended. Besides these methods, molecules such as propionic acid, ammonia, copper sulphate, benzoic acid, sodium hypochlorite, urea and sodium propionate are used for the reduction of aflatoxin foods. The study on the conservation of cassava chips in Benin revealed that the scopoletin present in the latter, inhibits the secretion of aflatoxins by *A. flavus*. No treatment has yet been popularized to reduce chemical losses from fungal infection of corn. Consequently, the use of scopoletin should be considered for a better conservation of corn. This will help to minimize post-harvest losses.

Keywords: Root, storage, literature, aflatoxin, cereals

INTRODUCTION

Le maïs est consommé non seulement par les hommes mais aussi par les animaux. Cette céréale étant une denrée périssable, sa conservation pose des problèmes de perte post récolte. Le maïs en stockage est susceptible d'être infecté par les microorganismes toxigènes. Parmi ces microorganismes, les champignons constituent un groupe important qui infecte un grand nombre de céréales. Cette infestation fongique peut conduire à une perte de valeur nutritive du produit, à une diminution du pouvoir germinatif des grains, à la décoloration et à la production d'odeurs nauséabondes (Magan *et al.*, 2003). Les mycotoxines sont des métabolites secondaires toxiques qui peuvent causer des maladies ou la mort lorsqu'elles sont ingérées par les animaux ou les êtres humains (Qazi & Fayyaz, 2006). Parmi ces derniers, les aflatoxines (substance toxique et réputée cancérigène) sont ceux qui posent un réel problème aux pays producteurs de matières premières. En effet, elles sont produites par des moisissures du genre *Aspergillus* et sont retrouvées dans un grand nombre de produits alimentaires surtout végétaux (Ehrlich *et al.*, 2004). La même source révèle qu'elles sont les plus importantes des mycotoxines présentant une toxicité sur la santé humaine, animale et d'impact sur le commerce international. Les aflatoxines sont principalement produites par les souches de *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* (Wilson *et al.*, 2002); *A. pseudotamarius* (Ito *et al.*, 2001) et *A. bombycis* (Peterson *et al.*, 2001). Les aliments tels que les céréales, les oléagineux, les épices, les noix, le lait et les fruits secs connaissent également les problèmes de contamination par les aflatoxines (Strosnider *et al.*, 2006). De plus en plus, l'attention est mise sur les problèmes de contamination par les mycotoxines des aliments de grande consommation tels que les céréales. Parmi ces dernières, des études ont montré que le maïs est celle dont le risque de contamination par les champignons producteurs de mycotoxine est le plus élevé à la différence des autres céréales (l'orge et le blé) susceptibles d'être plus résistantes (Abdellah & Larbi, 2007). La contamination par les aflatoxines peut survenir à tout moment avant, pendant et après la récolte, au cours du séchage ou du stockage. Les études de Tantaoui-Elaraki *et al.*

(1994) et ceux de Setamou *et al.* (1997), ont révélé un taux important des aflatoxines dans les échantillons de maïs cultivés dans les pays de la sous-région. Aussi d'après les résultats de recherche de Kpodo *et al.* (2000) et ceux de Fandohan *et al.* (2005), le maïs cultivé dans les régions du Ghana et du Bénin contient également des aflatoxines et d'autres mycotoxines (fumonisine). Les aflatoxines sont peu sensibles aux traitements thermiques (stérilisation, pasteurisation, congélation) ou de séchage (déshydratation, lyophilisation). Cependant, certaines molécules peuvent modifier voir éliminer leur teneur initiale dans la matière première. Par ailleurs, Gomez-Vasquez *et al.* (2004) ont prouvé l'effet fongistatique et fongicide de la scopolétine induit une inhibition de la production de mycotoxines. Aussi, les études sur la conservation des cossettes de manioc au Bénin, ont démontré que l'utilisation in vitro de la scopolétine empêche la sécrétion des aflatoxines (Gnonlonfin *et al.*, 2011). Les propriétés fongistatiques et fongicides de la scopolétine nous amène à nous poser la question, de savoir si cette substance ne peut telle pas être utilisée pour la prévention de la contamination du maïs par les aflatoxines.

Afin de disposer d'une méthode simple et efficace pour une meilleure conservation des produits agricoles, il est alors important de mener des recherches sur l'utilisation in vitro de la scopolétine pour réduire voir éliminer les aflatoxines dans les produits de grande consommation comme le maïs qui est produit sur toute l'étendue du territoire.

LITTÉRATURE

La démographie, sans cesse croissante ces dernières années dans les pays africains, conduit à une augmentation de la production céréalière dans les systèmes de culture au niveau des communautés rurales. La production céréalière du Bénin est dominée par le maïs, dont la culture a connu un essor remarquable au cours des vingt dernières années. Longtemps cantonnée aux zones méridionales, la production de cette céréale s'est étendue aux zones de production du coton dans les régions septentrionales. Autrefois cultivé essentiellement pour la consommation, il fait l'objet d'importantes transactions nationales et régionales. Ainsi, le système traditionnel de production généralement pratiqué fait place à un système caractérisé par l'extension des superficies et surtout par l'utilisation d'intrants performants (variété de maïs à haut rendement, utilisation d'engrais et de pesticides chimiques) avec pour corollaire l'augmentation de la production (Affognon *et al.*, 2000). Les producteurs stockent leurs récoltes dans des structures traditionnelles dont le type varie suivant le climat, les groupes ethniques et

certaines conditions socio-économiques. Ces structures sont en général précaires, rudimentaires et peu efficaces (Maboudou, 2004). Elles sont construites avec des matériaux végétaux disponibles dans le milieu et ne durent souvent pas plus de trois campagnes agricoles (Hinnou *et al.*, 2011). Des projets ont été financés par différentes institutions pour essayer de réduire à un niveau acceptable les taux de pertes post-récoltes des denrées alimentaires, notamment le maïs. Ces projets ont introduit en milieu paysan des structures améliorées de stockage qui ont induit une réduction notable du taux de pertes à 5 % et 1 % respectivement pour les greniers améliorés en bambou ou mallotus et les greniers améliorés en terre fermés PADSAs (2000). Le recours aux approches et techniques de recherche participatives lors de l'introduction de ces technologies (Affognon *et al.*, 2000) ont rapporté que le taux d'adoption de celles-ci reste toujours faible. Les pertes post-récolte enregistrées sont non seulement de nature physique (occasionnées par les insectes et rongeurs) mais aussi chimiques. En effet les pertes de nature chimiques sont occasionnées par la présence des moisissures productrices de mycotoxines. Parmi les mycotoxines, les plus toxiques sont les aflatoxines. Elles sont principalement produites par les souches d'*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* (Wilson *et al.*, 2002) ; *A. pseudotamarius* et *A. bombycis* (Ito *et al.*, 2001). *A. flavus* et *A. pseudotamarius* produisent principalement l'AFB1 et l'AFB2. Ils n'ont pas la capacité de synthétiser les aflatoxines G en raison du manque de certaines bases dans les gènes de biosynthèse de ces aflatoxines (Ehrlich *et al.*, 2004). *Aspergillus nomius*, *A. bombycis* et *A. parasiticus* produisent tous les quatre majeurs aflatoxines. Quant aux aflatoxines M1 et M2, elles sont des métabolites hydroxylés respectivement des aflatoxines B1 et B2 et sont produites dans la production du lait animal (Rahimi *et al.*, 2010). Turner *et al.* (2002) ont montré que l'hépatite B peut agir en synergie avec les aflatoxines pour augmenter le risque de carcinome hépatocellulaire. En outre, l'expérience suggère qu'il peut y avoir une interaction entre la consommation des aflatoxines et les maladies comme le paludisme et le VIH/SIDA (Gong *et al.*, 2004). Ainsi, diverses techniques ont été conçues pour détruire ou supprimer la toxicité des mycotoxines dans les aliments.

Ces techniques incluent l'élimination physique des portions contaminées des denrées alimentaires, le traitement par la chaleur et le rayonnement afin de convertir les toxines dans les composés relativement inoffensifs ou l'ajout d'adjuvants pour supprimer ou autrement masquer les effets néfastes des toxines (Park *et al.*, 2007). D'autres méthodes physiques comme le chauffage par micro-ondes et les traitements à l'ozone (ozonation) ont été également

recommandées pour la détoxification de l'aflatoxine des aliments contaminés (Igawa *et al.*, 2007). Parmi les solutions, certains composés chimiques ont été trouvés pour inhiber la production des aflatoxines par inhibition de la croissance des champignons. Au nombre de ces composés, nous avons l'acide propionique (0,1 – 0,5 %), l'ammoniac (0,5 %), le coppersulphate (0,5 – 1 %) et l'acide benzoïque (0,1 – 0,5 %) qui inhibent complètement la croissance de *A. parasiticus* (Bata *et al.*, 1999) ; le benzoate de sodium quant à lui, a un effet antimicrobien sur la croissance de *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* et *Aspergillus fumigatus* et la production des aflatoxines dans des gari emballés (2 kg/pack) au cours du stockage à température ambiante (30±2 ° C) Ogiehor *et al.* (2004). L'hypochlorite de sodium (0,1 – 0,5 %) expose une propriété antifongique (68–84 %). L'urée (0,1 – 0,5 %), l'acide citrique (0,5 %) et le propionate de sodium (0,1 – 0,5 %) étaient modérée en inhibant la croissance des champignons (Gowda *et al.*, 2004). Par ailleurs, il a été montré que les composantes de l'arbre neem (*Azadirachta indica*) sont aussi bien connu pour leur ingérence dans la biosynthèse des aflatoxines (Allameh *et al.*, 2001). De même, la scopolétine à la dose de 0,024 mM a empêché la sécrétion des aflatoxines dans les cossettes de manioc (Gnonlonfin *et al.*, 2011). Sa teneur varie des racines de manioc aux produits de sa transformation. Ainsi pour 100g d'échantillon, on a 57,6±2 mg de scopolétine dans le gari et 78,8±3,2 mg de scopolétine dans la farine de manioc (Obidoa & Obasi, 1991).

En dehors des racines de manioc, la scopolétine a été identifiée dans d'autres plantes. L'étude quantitative des coumarines d'une plante sauvage, *Prangos asperula Boissier* (Pa), a révélé des concentrations en scopolétine de l'ordre de 6,34 µg/g en moyenne dans les sommités fleuries et de 2,509 µg/g en moyenne dans les fruits (Garabeth *et al.*, 2008). La scopolétine a été également isolée dans d'autres espèces de plantes telles que: *Aster tataricus* et *Foeniculum vulgare* (Wang, 1997) ; les tiges d'*Erycibe Obtusifolia* Benth qui étaient habituellement utilisées dans la médecine traditionnelle chinoise contre le rhumatisme arthrite (Wang, 1997). Elle a été identifiée comme principal composé dans les plantes telles que *Nicotiana glauca*, *Lycium chinense*, *Angelica dahurica* et les racines de *trigonella foenum-graecum* (Wang, 1997). Silva *et al.* (2001) ont montré que la teneur de la scopolétine est plus élevée dans les feuilles de *Hevea brasiliensis* infectées que dans les feuilles matures de la même plante non infectée. Les propriétés antimicrobiennes et antifongiques de la scopolétine ont été révélées par les travaux de Buschmann *et al.* (2000) ; Gomez-Vasquez *et al.* (2004). Tout comme l'alizarine, l'aspéroloside, l'acubine et les anthraquinones tous actifs sur des bactéries comme *pseudomonas pneumoniae*, *proteus morgaii*, *staphylococcus*

aureus, *bacillus subtilis*, *escherichia coli*, *salmonella* et *shigella*, la scopolétine inhibe l'action de *E. coli* et *Helicobacter pylori* (Duncan et al., 1998). L'étude des phytoalexines du tournesol à savoir la scopolétine et l'ayapine, a permis de montrer que ces deux dérivés coumariniques sont spécifiques dans l'inhibition importante de la croissance du champignon *Phomamac donaldii* responsable de la maladie des tâches noires du tournesol avec comme IC₅₀ égale à 0,15 mmole/L pour l'ayapine et 0,13 mmole/L pour la scopolétine (Marion, 2006). L'effet inhibiteur de la scopolétine sur la croissance du champignon a été observé après 24h d'incubation. De ces mêmes études, le dosage de la scopolétine dans la plante, à différents temps après contamination par le *Phomamac donaldii*, a prouvé que la molécule présentait un niveau de synthèse et d'accumulation jusqu'à deux fois plus élevé chez le génotype tolérant étudié par rapport au génotype sensible et ceux dès 72 heures. Par ailleurs, la scopolétine tout en s'accumulant différenciellement dans les cellules de *Ulmus pumila* et *Ulmus campestris* infectées avec les spores de *Ophiostomaulmi*, manifeste une activité antifongique (Teresa Valle et al., 1997). Aussi, Gomez-Vasquez et al. (2004) ont prouvé l'effet fongistatique et fongicide de la scopolétine induisant une inhibition de la production de mycotoxines. L'accumulation rapide de la scopolétine entre 24 et 48 heures suite à la blessure des cellules des cossettes de manioc a permis d'observer l'absence de quelques mycotoxines dont l'aflatoxine sur les échantillons de manioc prélevés dans les villages au Ghana (Wareing et al., 2001) d'une part et d'autre part sur les échantillons de manioc prélevés au Bénin par Gnonlonfin et al. (2011). Dans cette même plante infectée par *Mycrocyclus ulei* et *Colletotrichum gloeosporioides*, (Garcia et al., 1995) ont montré l'accumulation de la scopolétine dans les clones de résistances de ces agents pathogènes. Elle a un effet hypotensif car en plus de dilater les vaisseaux sanguins obstrués, elle régularise l'hypertension artérielle chez les patients ayant introduit dans leur régime alimentaire le jus de noni aussi. Outre les autres molécules contenues dans la baie de goji, la scopolétine a été identifiée comme un régulateur de la tension artérielle, en plus d'être un anti-inflammatoire et un antibactérien (www.atoutfruitsec.com/goji-pxl-13.html). Des études in-vitro ont aussi démontré que la scopolétine empêchait la prolifération des cellules cancéreuses dans le cas du cancer de la prostate (www.atoutfruitsec.com/goji-pxl-13.html). Les résultats de Moon et al. (2006) indiquent que la scopolétine a un effet de régulation puissant sur les réactions inflammatoires qui sont influencées par les mastocytes. Panda et al. (2006) ont montré à travers leurs travaux que la scopolétine inhibe la peroxydation lipidique hépatique,

augmente l'activité des antioxydants (superoxyde dismutase et catalase) et régularise l'hyperthyroïdisme et hyperglycémiant. Par provocation du cycle cellulaire et accroissement apoptosis, la scopolétine en quantité 100; 200 et 400µg/mL inhibe la prolifération des cellules adéocarcinoma de la prostate humaine (Liu *et al.*, 2001). La répartition et les fonctions antifongiques de cette molécule nous amènent alors à envisager son utilisation pour résoudre le problème de persistance des aflatoxines dans le maïs en stockage au Bénin.

PROBLÈME

L'accroissement de la production du maïs, attire l'attention sur son stockage et sa conservation par les paysans. Parmi les produits agricoles, le maïs en particulier connaît de graves menaces dues à la multiplication rapide des ravageurs qui créent d'énormes manques à gagner aux paysans (Fandohan *et al.*, 2006). Les producteurs de la région enregistrent chaque année des pertes post-récoltes allant de 20 à 50 % après six (06) mois seulement de stockage (Gansou *et al.*, 2000). Des femmes enregistrent des niveaux de perte allant jusqu'à 75 % lorsqu'elles n'appliquent aucun traitement phytosanitaire PADS (2000). En effet, les structures inadéquates de stockage sont souvent à l'origine de ces pertes post-récolte (Adégbola, 2010). La non adoption des systèmes de conservation adéquat par les producteurs expose les céréales (maïs) aux problèmes de contamination chimiques (Fandohan *et al.*, 2006). Au Bénin, 99 % des enfants avaient des marqueurs d'aflatoxines dans leur sang (Gong *et al.*, 2002). Une grande partie de la population mondiale est chroniquement exposée aux aflatoxines comme la présence de l'aflatoxine M1 enregistrée dans le lait maternel au Ghana, Kenya, Nigeria, Sierra Leone, Soudan, Thaïlande, Émirats arabes Unis (Rahimi *et al.*, 2010) et dans des échantillons du sang de cordon ombilical au Ghana, Kenya, Nigeria et Sierra Leone (Bhat & Vasanthi, 2003).

IMPLICATION

La contamination par les aflatoxines conduit à des pertes nutritionnelles et économiques du maïs. Il présente un risque pour la santé des populations qui dépendent du maïs comme principale denrée de base. Sa persistance dans le maïs stocké nous amène à mettre en cause les différents produits et pratiques intervenant dans la conservation de cette céréale. A hautes doses, la mycotoxine peut conduire à des maladies graves comme la cirrhose du foie et la mort chez l'homme et l'animal. La contamination par l'aflatoxine empêche les produits de répondre aux réglementations et normes internationales, régionales et locales régissant le commerce agricole et la sécurité alimentaire.

Elle constitue alors un obstacle majeur pour nombre de producteurs agricoles qui veulent participer aux échanges agricoles et aux initiatives locales d'achat de denrées alimentaires. La contamination par l'aflatoxine a aussi une incidence sur la production de bétail en bonne santé au travers de la nourriture contaminée.

AVENIR

Des études ont été réalisées pour résoudre les problèmes de pertes physiques occasionnées par les ravageurs du maïs. Au Bénin, le sofagrain est le produit de conservation qui a été vulgarisé pour la conservation du maïs. Cependant, aucun produit ni molécule n'a encore été vulgarisé pour la réduction des pertes occasionnées par les moisissures productrices de mycotoxines. L'effet inhibiteur de la scopolétine prouvé par les résultats de recherches menés par Gnonlonfin *et al.* (2011) sur la conservation des cossettes de manioc au Bénin, nous amène à mener des investigations sur l'utilisation de cette substance pour la réduction des aflatoxines dans le maïs en stock. Afin de minimiser les pertes post-récoltes causées l'infection fongique, des investigations doivent être menées dans un premier temps, sur la méthode de dosage rapide de la scopolétine dans les racines de manioc pour usage courant et accessible. Dans un second temps, la détermination de la dose minimale de la scopolétine sans aucun risque d'intoxication pour les consommateurs doit être définir et vulgariser. Ceci permettra non seulement de garantir la sécurité sanitaire des populations par une meilleure conservation des produits agricoles de grande consommation tel que le maïs. Mais elle ouvrira aussi une piste pour la valorisation du manioc à partir du quel on pourra extraire la scopolétine à des fins commerciales augmentant ainsi les revenus des paysans. Dans un troisième temps, l'étude sensorielle auprès des consommateurs du maïs ainsi traité doit être envisager. Cette étude permettra d'évaluer l'acceptabilité du maïs traité avec la scopolétine extraite des racines de manioc. Enfin l'élaboration d'une technologie d'utilisation de la scopolétine des racines de manioc à grande échelle sera proposée. A la fin de ces différentes études, la concentration de scopolétine nécessaire pour une conservation optimale du maïs sera connue. Les producteurs gagneront dans la minimisation des pertes post-récoltes; dans la quantité de grains conservés; dans la réduction de l'utilisation d'intrant agricole et dans l'augmentation des revenus. La population gagnera dans le garantissement de la sécurité alimentaire; dans la consommation du maïs sain sans risque de contamination par les aflatoxines. Le Bénin gagnera dans l'importation de ces produits tout en étant en règle avec les normes européennes et la valorisation de ces produits locaux. La

réalisation de ces études permettra de réduire les risques d'intoxication par les produits prohibés, leurs effets négatifs sur l'environnement et l'abandon progressif de l'utilisation des produits prohibés pour le traitement des denrées stockées. Tout ceci aura un impact positif sur l'autosuffisance alimentaire et le développement de l'agriculture.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements au Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) du Bénin pour avoir mis à leur disposition des moyens financiers pour la réalisation de la présente étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELLAH Z. & LARBI I. 2007. Présence et réglemmentation des mycotoxines dans les aliments aux Maroc : Situation actuelle et perspectives. 7, 5-6.
- ADÉGBOLA Y. P., 2010. Economic Analyses of Maize Storage Innovations in Southern Benin. Thesis Submitted in fulfillment of the requirements for the Degree of doctor at Wageningen University, 182.
- AFFOIGNON H., KOSSOU D. & BELL A. 2000. Développement Participatif de Technologies Post-Récolte au Bénin : Expérience du Projet Pilote de Lutte Intégrée contre le Grand Capucin du Maïs dans le Système Post-Récolte des Paysans. 49.
- ALLAMEH A., RAZZAGHI-ABYANEH M., SHAMS M., REZAEI M. B. & JAIMAND K. 2001. Effects of neem leaf extract on production of aflatoxins and fatty acid synthetase, citrate dehydrogenase and glutathione S-transferase in *A. parasiticus*. *Mycopathologia*, 154, 79-84.
- BATA A. & LASZTITY R. 1999. Detoxification of mycotoxin-contaminated food and feed by microorganisms. *Trends in Food Science and Technology*. 10, 223-228
- BHAT R. V. & VASANTHI S. 2003. Mycotoxin food safety risks in developing countries. *Food safety in food security and food trade. Vision 2020 for food, agriculture and environment, Focus 10, brief 3 of 17*. 1-2.
- BUSCHMANN H., RODRIGUEZ M. X., TOHME J. & BEECHING J.R. 2000. Accumulation of hydroxycoumarins during post-harvest deterioration of tuberous roots of cassava (*Manihot esculenta Crantz*). *Ann. Bot.* 86, 1153-1160.
- DUNCAN S. H., FLINT H. J. & STEWART C. S. 1998. Inhibitory activity of gut bacteria against *Escherichia coli* O157 mediated by dietary plant metabolites. *FEMS Microbiology Letters*, Vol.164, pp. 258-283, ISSN 1574-6968.
- EHRlich K. C., CHANG P. K., YU J. & COTTY P. J. 2004. Aflatoxins biosynthesis cluster gene *cypA* is required for G aflatoxin formation. *Appl. Environ. Microbiol.* 70: 6518-6524.
- FANDOHAN P., AHOANSOU R., HOUSSOU P., HELL K., MARASAS W. F. O. & WINGFIELD M. J. 2006. Impact of mechanical shelling and dehulling on *Fusarium* infection and fumonisin contamination in Maize. Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, Taylor & Francis 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK.
- FANDOHAN P., GNONLONFIN B., HELL K., MARASAS W. F. O. & WINGFIELD M. J. 2005. Impact of indigenous storage systems and insect infestation on the contamination of maize with fumonisins *African Journal of Biotechnology* Vol. 5 (7), 546-552, 3.

- GARCIA D., SANNIER C., MACHEIX J. J. & D'AUZAC J. 1995. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 213-223.
- GANSOU G., YABI M. & KIKI E. 2000 : Etude des modes de «vente à terme» et de «vente précoce» des récoltes du maïs par les producteurs. PADS/DANIDA, Cotonou, Bénin, 43 p.
- GNONLONFIN B. J. G., ADJOVI Y., GBENOU J., GBAGUIDI F., BRIMER L. & SANNI A. 2011. Scopoletin in cassava products as an inhibitor of aflatoxin production, *journal of food safety*; 9.
- GOMEZ-VASQUEZ R., DAY R., BUSCHMANN H., RANGLES S., BEECHING J. R. & COOPER R. M., 2004. Phenylpropanoids, phenylalanine ammonia lyase and Peroxidases in elicitor-challenged cassava (*Manihot esculenta*) suspension cells and leaves. *Ann Bot* 94 : 87-97.
- GONG Y. Y., CARDWELL K. F., HOUNSA A., EGGAL S., TURNER P. C., HALL A. J. & WILD C. P. 2002. Dietary aflatoxin exposure and impaired growth in young children from Benin and Togo: a cross-sectional study. *Brit. Med. J.* 325: 20.21.
- GONG Y. Y., HOUNSA A., EGAL S., SUTELIFFE A. E., HALL A. J., CARDWELL K. F. & WILD C. P. 2004. Postweaning exposure to aflatoxin results in impaired child growth: a longitudinal study in Benin, West Africa. *Environ. Health Pers.* 112 : 1334-1338.
- GOWDA N. K. S., MALATHI V. & SUGANTHI R.U. 2004. Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. *Animal Feed Science and Technology*, 116, 281-291
- HINNOU C. L. & ALOUKOUTOU M. A. 2011. Stockage et conservation du maïs au Bénin: techniques efficaces et stratégies d'adoption.
- IGAWA T., TAKAHASHI-ANDO N., OCHIAI N., OHSATO S., SHIMIZU T., KUDO T., YAMAGUCHI I. & KIMURA M. 2007. Reduced contamination by the *Fusarium* mycotoxin zearalenone in maize kernels through genetic modification with a detoxification gene. *Appl Environ Microbiol.* 73(5) :1622-1629.
- ITO Y., PETERSON S. W., WICKLOW D. T. & GOTO T. 2001. *Aspergillus pseudotamarii* new aflatoxin producing species in *Aspergillus* section *Flavi*. *Mycol. Res.* 105, 233-239.
- KPODO K., SORENSEN A. K. & JAKOBSEN M. 1996. The occurrence of mycotoxins in fermented maize products. *Food Chem.* 56 : 147-153.
- LIU X. L., ZHANG X. L., FU K. & CHEN B. C. 2001. Qian, *Acta Pharmacol. Sin* 22:929.
- MAGAN N., HOPE R., CAIRNS V. & ALDRED D. 2003. Post-harvest fungal ecology: Impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *Eur. J. Plant Pathol.* 109 : 723-730.
- MABODOU A. G., ADÉGBOLA P. Y., COULIBALY O., HELL K. & AMOUZOU M. E., 2004. Factors affecting the use of improved clay store for maize storage in the central and northern Benin. *In: Fischer, T. (ed). New directions for a diverse planet. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September – 1 October 2004.*
- MARION A. 2006. Phoma du tournesol: Déterminisme de la tolérance de l'hôte à la maladie microorganismes. *Trends in Food Science and Technology.* 10, 223-228
- MOON P.D., BYUNG-HEE L.; HYUN-JA J., HYO-JIN A., SEOK-JAE P., HYUNG-RYONG K., SEONG-GYU K., JAE-YOUNG U., SEUNG-HEON H. & HYUNG-MIN K. 2006. Use of scopolétine to inhibit the production of inflammatory cytokines through inhibition of the IκB/NF-κB signal cascade in the human mast cell line HMC-1
- OBIDO A. & OBASI S. C., 1991. Coumarin compounds in cassava diets: 2 health implications of scopoletin in gari. *Plant Foods for Human Nutrition* 41 , 283-289.

- OGIEHOR I. S. & IKENEBOMEH M. J. 2004. Antimicrobial effects of sodium benzoate on the growth, survival and aflatoxin production potential of some species of *Aspergillus* in garri during storage. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(5), 300-303.
- PADSA (Programme d'Appui au Développement du Secteur Agricole). 2000. Évaluation à mi parcours du PADS. Rapport final. PADS/DANIDA, Cotonou, Bénin, 80 p.
- PANDA S. & KAR A. 2006. Isolation of scopoletin from *Aeglemarmelose* leaves and evaluation of its antithyroidal, antioxidative and antihyperglycemic potential in hyperthyroid rats. *Phyther. Res.* 20, 1103-1105.
- QAZI J. I. & FAYYAZ Z. 2006. Aflatoxin contaminated foods and health risk perspective for Pakistani population. *Mycopathol.* 4:27-34.
- RAHIMI E., BONYADIAN M., R 1268 AFEI M. & KAZEMEINI H. R. 2010. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. *Food Chem. Toxicol.* 48: 129-131.
- SETAMOU M., CARDWELL K. F., SCHULTHESS F. & HELL K. 1997. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination of preharvest maize in Benin. *Plant Dis.* 81 : 1323-1327.
- SILVA W. P. K., DERANIYAGALA S. A., WIJESUNDERA R. L. C., KARUNANAYAKE E. H. & PRIYANKA U. M. S. 2002. Isolation of scopoletin from leaves of *Hevea brasiliensis* and the effect of scopoletin on pathogens of *H. brasiliensis*. *Mycopathologia* 153 : 199-202.
- STROSNIDER H., AZZIZ-BAUMGARTNER E., BANZIGER M., BHAT RV., BREIMAN R., BRUNE M., DECOCK K., DILLEY A., GROOPMAN J., HELL K., HENRY S.H., JEFFERS D., JOLLY C., JOLLY P., KIBATA G.N., LEWIS L., LIU X., LUBER G., MCCOY L., MENSAH P., MIRAGLIA M., MISORE A., NJAPAU H., ONG C., ONSONGO M.T.K., PAGE S.W., PARK D., PATEL M., PHILLIPS T., PINEIRO M., PRONCZUK J., SCHURZ ROGERS H., RUBIN C., SABINO M., SCHAAFSMA A., SHEPHARD G., STROKA J., WILD C., WILLIAMS J. T. & WILSON D. 2006. "Workgroup Report: Public Health Strategies for Reducing Aflatoxin Exposure in Developing Countries." *Environmental Health Perspectives*, 114 :1989-1903.
- TANTAOUI-ELARAKI A., BENABDELLAH L., MAJDI M., ELALAOUI M. R. & DAHMANI A. 1994. Recherche des mycotoxines dans les denrées alimentaires distribuées au Maroc. *Actes Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II* 14, 11-16.
- TERESA VALLE J. L., LOPEZ J. & HERNANDEZ M. 1997. Purification Corchete: Antifungal activity of scopoletin and its differential accumulation in *Ulmus pumila* and *Ulmus campestris* cell suspension cultures infected with *Ophiostoma ulmi* spores.
- TURNER P. C., SYLLA A., DIALLO M. S., CASTEGNARO J. J., HALL A. J. & WILD C. P. 2002. The role of aflatoxins and hepatitis viruses in the etiopathogenesis of hepatocellular carcinoma: A basis for primary prevention in Guinea-Conakry, West Africa. *J. Gastroent. Hep.* 17: 441-448.
- WANG G. L., TIAN J. G. & CHEN D. C., 1997. Study on chemical composition of *Rubia cordifolia* L. and *R. tinctorum* L. II. Quantitative determination of alizarin and lucidin by reversedphase HPLC. *Yaowu Fenxi Zazhi*, 17, 219-221. Consulted as abstract: *Analytical Abstracts*, 60, H199 in Chinese.
- WAREING P. W., WESTBY A., GIBBS J. A., ALLOTEY L. T. & HALM M. 2001. Consumer preferences and fungal and mycotoxin contamination of dried cassava products from Ghana. *International Journal of Food Science and Technology* 36.
- WILSON D. M., MUBATANHEMA W. & JURJEVIC Z. 2002. Biology and ecology of mycotoxigenic: *Aspergillus* species as related to economic and health concerns. *Adv. Exp. Med. Biol.* 504, 3-17.

<http://www.atoutfruitsec.com/goji-pxl-13.html>: Consulté le 30/03/2012.

