



## Résumé

- Les fruits à coque (tels que les pignons bruts, les amandes brutes, les noix de coco séchées) peuvent être vecteurs d'agents pathogènes d'origine alimentaire, ils ont notamment provoqué des épidémies de maladies d'origine alimentaire.
- *Salmonella* et *Escherichia. coli* entérohémorragique (EHEC) sont des causes importantes de maladies d'origine alimentaire liées à la consommation de fruits à coque.
- Bien que les fruits à coque soient trop secs pour permettre une croissance bactérienne, les agents pathogènes, y compris *Salmonella* et EHEC, peuvent causer une maladie lorsqu'ils sont présents à de très faibles niveaux dans les aliments.
- Dans leur plan HACCP (Système d'analyse des risques - Points critiques pour leur maîtrise), les intervenants du secteur des fruits à coque devraient considérer que les agents pathogènes *Salmonella* et EHEC représentent un risque majeur pour la santé publique.
- L'application de Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) appropriées devrait réduire au minimum les risques de contamination avant et pendant la récolte.
- Les traitements assurant l'inactivation devraient être validés scientifiquement afin de déterminer si le traitement aurait pour effet de maîtriser les pathogènes entériques.
- De rigoureux contrôles sanitaires post-inactivation comprenant un programme PEM (*Pathogen Environmental Monitoring*) devraient être effectués afin d'éviter une recontamination du produit.



Tri manuel de pignons de pin.  
Un accès approprié, l'utilisation d'équipements de protection individuelle ainsi que des programmes de formation documentés en matière d'hygiène sont importants pour empêcher la contamination du produit final.

## Contexte

On considère généralement que les aliments à faible teneur en eau, tels que les fruits à coque, présentent un faible risque de maladies d'origine alimentaire car ils sont consommés à l'état sec. Dans les aliments à faible teneur en eau, le « facteur d'humidité » (ou activité de l'eau, c'est à dire l'humidité disponible) est trop faible pour permettre une croissance microbienne. Le facteur d'humidité dans les fruits à coque, par exemple, est généralement inférieur à 0,7. Cela peut conduire à l'idée largement répandue que de faibles niveaux de bactéries pathogènes dans les aliments tels que les fruits à coque ne constituent pas un problème de sécurité sanitaire des aliments.

Cependant, il est de plus en plus reconnu que de nombreux agents pathogènes d'origine alimentaire, y compris

*Salmonella* et EHEC, peuvent causer une maladie lorsqu'ils sont présents même à de très faibles niveaux, à savoir que la croissance microbienne n'est pas nécessaire pour qu'une maladie se produise. En outre, une fois les agents pathogènes ingérés, la forte teneur en matières grasses présente dans les fruits à coque peut protéger ces mêmes agents pathogènes des acides gastriques permettant le passage des micro-organismes viables à l'intestin. Bien qu'un certain nombre d'aliments à faible teneur en humidité aient été associés à des maladies d'origine alimentaire, par exemple les épices, le chocolat ou bien le lait maternisé en poudre, le fait de reconnaître les fruits à coque comme une source potentielle d'agents pathogènes d'origine alimentaire et de maladies humaines est relativement récent.

Des épidémies de salmonellose ont été associées à la consommation de fruits à coque, y compris les amandes brutes, les pignons bruts, les noix de coco séchées, ainsi que les produits dérivés comme le beurre d'arachides grillées et des produits à base de graines de sésame (par exemple, halva et tahini). À ce jour, la plupart des épidémies associées aux aliments à faible teneur en eau ont été liées au pathogène *Salmonella*. En 2011 cependant, il y a eu une épidémie de maladie associée à EHEC et due à la consommation de noisettes en coques, ainsi qu'une autre épidémie potentiellement liée à la consommation de noix.

En général, les enquêtes sur les épidémies liées aux fruits à coque sont difficiles à effectuer en raison de la longue durée de conservation du produit. En outre, les agents pathogènes sont généralement présents en petit nombre et peuvent être relevés mettant ainsi à l'épreuve les meilleures méthodes d'investigation existantes. La plupart des épidémies documentées ont été étudiées parce qu'elles étaient associées à des souches de *Salmonella* ou EHEC relativement rares, à tel point que des cas épars avaient été identifiés comme appartenant au même groupe de maladies. Dans les foyers dont les données sont disponibles, les cas se sont étalés sur plusieurs mois, et souvent sur une large zone géographique. Cela signifie que le produit contaminé par une souche pathogène très répandue peut ne pas être lié à une épidémie, même si des maladies ont eu lieu. La traçabilité et l'identification de la source de contamination initiale représentent une vraie gageure. Dans de nombreux cas, plusieurs mois séparent la contamination initiale de la consommation/maladie, et plusieurs distributeurs sont souvent impliqués dans la manipulation de produits provenant eux-mêmes de nombreux producteurs.

Outre les épidémies, des fruits à coque ont été rappelés après l'isolement de *Salmonella* ou EHEC (notamment dans les noisettes, les noix de macadamia, les noix de pécan, les pistaches, les pignons et les noix) au cours de tests de routine, en l'absence de maladies documentées. Les épidémies et les rappels sont la preuve que *Salmonella* et EHEC peuvent être présents dans les fruits à coque, et parfois, à des niveaux et une prévalence qui conduisent à des épidémies reconnues.

## Introduction à *Salmonella* et *E. coli* dans les fruits à coque

Le fait de reconnaître l'existence d'un lien entre le pathogène *Salmonella* et les fruits à coque a conduit à un certain nombre d'enquêtes. Ces enquêtes ont mis en évidence l'isolement du pathogène *Salmonella* à partir d'un large éventail de fruits à coque cultivés et transformés dans le monde entier. Lorsqu'ils sont présents dans un échantillon positif, la prévalence (pourcentage des échantillons positifs) et les niveaux (nombre de cellules) sont généralement faibles



Entreposage de pommes de pin après la récolte. Les fruits à coque peuvent être stockés pendant des semaines ou des mois après la récolte avant l'extraction du noyau. L'impact des précipitations sur les risques alimentaires devrait être évalué. Il serait souhaitable de mettre en place un programme de lutte antiparasitaire protégeant le produit contre l'infestation et la contamination.

(1% ou moins dans les échantillons de 100 g à des niveaux de quelques cellules pour 100 g). Bien que les données soient limitées, lorsque les lots sont positifs, la distribution de l'agent pathogène au sein du lot n'est généralement pas uniforme.

Il existe probablement de multiples sources de *Salmonella* et *E. coli* dans les fruits à coque. Certains éléments significatifs permettent de penser qu'une des sources de contamination est le verger lui-même. Beaucoup de fruits à coque sont récoltés directement sur le sol du verger après avoir été secoués mécaniquement ou à la main, ou encore arrachés de l'arbre à la main, puis jetés à terre, ou laissés tomber naturellement. Il en résulte un mélange important de fruits à coque, de débris de plantes et de terre. Certains éléments contaminants ramassés lors de la récolte peuvent alors se propager aux grains comestibles avant ou pendant le décorticage. L'humidité peut également jouer un rôle dans l'amplification des éléments contaminants si le produit récolté et sec n'est pas protégé contre l'eau d'irrigation ou de pluie.

L'eau peut être utilisée intentionnellement pour la manutention post-récolte de certains types de fruits à coque, par exemple pour enlever les coques ou adoucir les coquilles avant de les casser. La propagation d'éléments contaminants peut se produire lorsque les fruits à coque sont exposés à de l'eau recyclée non traitée.

De même, l'eau introduite au moment des décorticages ou dans d'autres installations de traitement, a été associée à la multiplication et à la persistance éventuelle de certaines souches au sein de l'environnement post-récolte. La contamination des installations peut conduire à une contamination sporadique des matières finies et des produits transformés. C'est pour cette raison qu'un solide programme de surveillance environnementale pour *Salmonella* devrait être mis en place pour toute installation de traitement, de manipulation et/ou d'emballage des produits finis.

## Survie de *Salmonella* et ECEH dans les fruits à coque

Grâce au séchage, les fruits à coque sont microbiologiquement stabilisés à des niveaux d'activité d'eau inférieure à 0,7. A des niveaux d'eau aussi faibles, les micro-organismes ne se multiplient pas, et la durée de vie des fruits à coque est généralement limitée par l'oxydation des lipides (rancissement). Le processus de dessiccation (séchage) réduit souvent les populations microbiennes en tuant une partie des cellules. L'ampleur de cette réduction (de très peu d'ordres de grandeur à quelques ordres de grandeur)

dépend d'un grand nombre de facteurs, y compris de la souche et des conditions de culture ainsi que de l'humidité et de la température pendant le séchage. Cependant, une fois séchées, les populations restantes de *Salmonella* et EHEC survivent exceptionnellement bien dans les fruits à coque. Lorsque les fruits à coque sont stockés au réfrigérateur ou au congélateur pratiquement aucune réduction n'est observée après plus d'un an de stockage. A température ambiante, la réduction est généralement très lente, il est possible de n'en constater aucun signe pendant plusieurs mois.

## Recommandations sur la prévention et la maîtrise de *Salmonella* et EHEC dans les fruits à coque

### Contrôles avant et pendant la récolte pour réduire le risque de contamination

Comme c'est le cas avec la plupart des cultures horticoles, la mise en œuvre de Bonnes Pratiques Agricoles appropriées (BPA) est considérée comme importante pour réduire la possibilité pour les agents pathogènes d'origine alimentaire de contaminer les cultures. Cela devrait commencer par une évaluation du site et des cultures spécifiques, leur exposition à des risques de contamination, et l'évaluation subséquente des moyens pratiques pour réduire ces risques. Comme les fruits à coque sont souvent récoltés à partir du sol, il est particulièrement important de réduire les facteurs qui augmentent la probabilité que les agents pathogènes d'origine alimentaire soient présents sur le sol du verger au moment de la récolte. L'utilisation d'amendements de sol d'origine animale n'ayant pas été compostés par un traitement validé scientifiquement représente un risque qu'il faut évaluer, le temps s'écoulant entre l'utilisation des amendements et la récolte devrait être maximisé. La pratique du pâturage des animaux dans les vergers, en particulier à l'approche de la récolte, devrait également être évaluée. Beaucoup de fruits à coque sont récoltés mécaniquement, il y a donc souvent peu de contact humain avant et pendant la récolte. Toutefois, les employés sur le terrain devraient être conscients des risques pour la sécurité sanitaire des aliments, ceci par le biais de programmes de formation sur place, et ils devraient avoir facilement accès à des installations sanitaires afin d'assurer que les déchets humains ne puissent pas être introduits dans le verger. La qualité microbiologique de l'eau utilisée pour l'irrigation et pour l'utilisation de produits chimiques agricoles doit être prise en considération, en particulier lorsque l'eau est utilisée avant la récolte ou directement sur les fruits mûrs. Le pâturage des animaux domestiques dans le verger est également un facteur de risque qui doit être évalué, de même, des efforts devraient être faits pour minimiser l'intrusion d'animaux sauvages et d'oiseaux dans le verger.

### Réduction de *Salmonella* et ECEH dans les fruits à coque après la récolte

Les méthodes de manutention post-récolte varient considérablement selon les différents types de fruits à coque. L'entreposage post-récolte peut varier de quelques heures à quelques mois, souvent à l'extérieur des structures physiques ou des bâtiments. Ainsi, il convient d'envisager l'utilisation de bâches ou d'autres moyens pour protéger le produit contre la pluie et les insectes ou autres ravageurs pendant le stockage. L'enlèvement des enveloppes, des coques, ou des coquilles peut être réalisé à l'aide de procédés humides ou secs et les



Tas de poussière de fruits à coque dans un établissement de décorticage de pignons de pin. De grandes quantités de poussières constituées de petits débris de terre et de fruits à coque (coquilles, cônes, coques, noyaux, etc.) forment un sous-produit courant du processus de décorticage. Les poussières doivent être gérées autant que possible afin de réduire la propagation des éléments contaminants dans tout l'établissement et surtout dans les zones des produits finis.

fruits à coque peuvent être séchés dans les conditions ambiantes avant ou après la récolte ou par l'utilisation de séchoirs à air chaud. Les opérations de décorticage et d'égrenage des fruits à coque créent généralement de grandes quantités de poussière; au milieu des poussières mouillées les micro-organismes peuvent se développer et atteindre un nombre élevé. Partout où l'eau est utilisée, en particulier lorsque le produit est mêlé à d'autres, il faudrait envisager l'utilisation d'un antimicrobien approprié afin de maintenir la qualité microbiologique de l'eau. Les charges organiques élevées nuisent souvent à l'efficacité antimicrobienne des désinfectants et peuvent en limiter leur utilisation. Ceci doit être pris en considération lors du choix d'un antimicrobien, au moment de déterminer la dose à utiliser, et le choix de l'endroit de l'application.

Pour le traitement du produit final, il est souhaitable de prendre en considération une étape d'élimination validée scientifiquement. La méthode la plus courante pour réduire les agents pathogènes dans les fruits à coque est une diffusion de chaleur. Cependant, les procédés thermiques préalablement validés pour les aliments humides ne s'appliquent pas aux fruits à coque. *Salmonella* et EHEC ont démontré plus de résistance à la chaleur quand ils sont présents dans un environnement alimentaire sec - dans la plupart des cas il s'agit d'une résistance majeure de plusieurs ordres de grandeur.

Certains procédés thermiques sont relativement faciles à valider à l'aide des données publiées (par exemple en ce qui concerne l'huile de cuisson, le blanchiment, ou les traitements à la vapeur pour les amandes). Néanmoins, un processus valable pour un type de fruits à coque ne s'applique pas universellement à tous les fruits à coque. Des différences dans l'inactivation de *Salmonella* et EHEC peuvent exister entre les différents types de fruits à coque en raison de la forme, la taille de la surface, ou d'autres facteurs pouvant influencer sur le transfert de chaleur. Pour certains procédés thermiques, comme la plaque de cuisson pour griller par voie sèche ou l'utilisation de torrificateurs rotatifs, le processus de validation doit être effectué pour chaque pièce d'équipement à l'aide d'organismes de substitution validés, il en existe actuellement très peu.

Le risque de recontamination d'un produit fini à base de fruit à coque est élevé si de Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) ne sont pas en place. Afin d'éviter une contamination il est recommandé de contrôler de façon adéquate la conception des installations, la circulation du produit (séparation des matières premières du produit fini), la maintenance de l'équipement et des installations, ainsi que le nettoyage, l'assainissement et l'hygiène personnelle. Le nettoyage et l'assainissement peuvent être difficiles à effectuer dans les zones sèches de l'établissement où l'humidité devrait normalement être limitée, cependant, le nettoyage à sec et des programmes d'assainissement sont disponibles et largement utilisés dans l'industrie alimentaire. L'efficacité du programme de nettoyage et d'assainissement doit être surveillée par un solide programme de surveillance de l'environnement qui comprenne l'évaluation de *Salmonella* ou d'autres agents pathogènes, le cas échéant.

### Lectures recommandées

GMA Nut Safety Task Force. 2010. *Industry handbook for safe processing of nuts*. Grocery Manufacturers Association, Washington, D.C. accessed at: [http://www.gmaonline.org/downloads/wygwam/Industry\\_Handbook\\_for\\_Safe\\_Processing\\_of\\_Nuts\\_1st\\_Edition\\_22Feb10.pdf](http://www.gmaonline.org/downloads/wygwam/Industry_Handbook_for_Safe_Processing_of_Nuts_1st_Edition_22Feb10.pdf)

Podolak, R., E. Enache, W. Stone, D. G. Black, and P. H. Elliott. 2010. *Sources and risk factors for contamination, survival, persistence, and heat resistance of Salmonella in low-moisture foods*. J. Food Prot. 73:1919-1936.

Scott, V. N., Y. U. H. Chen, T. A. Freier, J. Kuehm, M. Moorman, J. Meyer, T. Morille-Hinds, L. Post, L. Smoot, S. Hood, J. Shebuski, and J. Banks. 2009. *Control of Salmonella in low-moisture foods I: Minimizing entry of Salmonella into a processing facility*. Food Prot. Trends 29:342-353.

Chen, Y. H., V. N. Scott, T. A. Freier, J. Kuehm, M. Moorman, J. Meyer, T. Morille-Hinds, L. Post, L. Smoot, S. Hood, J. Shebuski, and J. Banks. 2009. *Control of Salmonella in low-moisture foods II: Hygiene practices to minimize Salmonella contamination and growth*. Food Prot. Trends 29:435-445.

Chen, Y. H., V. N. Scott, T. A. Freier, J. Kuehm, M. Moorman, J. Meyer, T. Morille-Hinds, L. Post, L. Smoot, S. Hood, J. Shebuski,

and J. Banks. 2009. *Control of Salmonella in low-moisture foods III: Process validation and environmental monitoring*. Food Prot. Trends 29:493-508.

### Ressources supplémentaires

[http://ucfoodsafety.ucdavis.edu/Nuts,\\_Legumes,\\_and\\_Seeds/n.asp](http://ucfoodsafety.ucdavis.edu/Nuts,_Legumes,_and_Seeds/n.asp)

### Remerciements

La FAO tient à exprimer sa gratitude à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce document, y compris les fonctionnaires de la FAO et de l'OMS. Nous tenons à remercier tout particulièrement le Dr Linda J. Harris (Université de Californie, Davis), auteure du texte. Le Dr Jeffery Farber (Santé Canada) a facilité l'élaboration du document et y a également contribué de manière significative. De chaleureux remerciements sont également adressés à M. Daniele Ciavolino, Ciavolino Daniele & Figli, Roma srl Rome, Italie, qui a bien voulu nous guider en nous expliquant la production des pignons de pin et les étapes de traitement à son usine. Toutes les photos sont fournies par Masami Takeuchi (FAO).