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.

Limiter les taux de résidus de pesticides dans les produits maraîchers : L'expérience indienne

N.G.K. KARANTH

Food Protectants and Infestation Control Department, Central Food Technological Research Institute (CFTRI), Mysore - 570 013, Inde. Adel : nitturu@yahoo.com

Résumé
L'Inde est le deuxième producteur de légumes après la Chine, avec 13,4 % de la production mondiale. Des enquêtes menées par différents instituts de recherche à travers le pays ont montré qu'entre 50 et 70 % des légumes sont contaminés par des résidus d'insecticides. Des méthodes rapides, peu coûteuses et sensibles telles que « l'empreinte digitale des pesticides » et les tests ELISA développés au CFTRI à Mysore, confirmés par des analyses plus sophistiquées de chromatographie à gaz (GC), ont révélé que le plus souvent la charge en résidus était inférieure aux seuils de tolérance, avec toutefois certaines exceptions. Souvent, des résidus de DDT et HCH ont été détectés. Il apparaît que les résidus chimiques dans les légumes sont le plus souvent transmis par le sol. Des cultures microbiennes capables de dégrader le HCH ont été isolées au CFTRI et utilisées avec succès sous forme d'un produit, « Agrocure », pour accélérer la dégradation du HCH dans le sol. Pseudomonas ptm+ – une souche bactérienne pouvant produire un surfactant cellulaire en présence de HCH, a été caractérisée au CFTRI et utilisée en tant qu'agent de nettoyage, nommé « Baxeklen », pour lutter contre les pesticides présents dans les légumes. La bio-remédiation et le bio-nettoyage sont deux technologies extrêmement utiles pour limiter les résidus de pesticides dans les produits frais.

Introduction

L'Inde produit environ 81 millions t de légumes sur 5,12 millions ha, ce qui lui vaut d'être second producteur mondial de légumes après la Chine (Tableau I). Depuis une vingtaine d'années, un effort a été fait pour augmenter la production et leur exportation. Mais le développement du marché d'exportation rencontre des obstacles liés aux résidus de pesticides et à un suivi inadéquat de la qualité. Les pertes post-récoltes sont également un problème, du fait du manque de centres de collecte dans les grandes régions productrices, de mauvaises installations de stockage et de technologies de transformation insuffisantes. Diverses infrastructures de recherche en Inde s'intéressent à la gestion post-récolte des fruits et légumes (Tableau II).

Le problème de contamination par pesticides

L'Inde utilise actuellement environ 60 000 tonnes de pesticides par an, avec une diminution de 32 % depuis 5 ans. L'utilisation relative de chaque type de pesticide est indiquée dans le

tableau III. Il est intéressant de noter que les insecticides sont les pesticides les plus utilisés (70 %).

Notons qu'en Inde, le DDT et le BHC étaient les deux produits chimiques principalement utilisés dans les programmes de développement de l'agriculture et de la santé publique. Bien que partiellement interdits aujourd'hui, ils sont toujours très utilisés du fait de la large gamme de leurs usages et de leur disponibilité à faible coût. Ces molécules sont stables dans l'environnement (le DDT a une demi-vie supérieure à 10 ans dans le sol), ce qui constitue une préoccupation majeure, même si la prise et l'accumulation du DDT et de ses métabolites varient considérablement selon les espèces. Plus de 270 000 t de DDT et 600 000 t de HCH ont en effet été utilisées depuis leur introduction (respectivement 1952 et 1949). On les suspecte de contaminer une grande partie de l'environnement (la plupart des nappes phréatiques, sols…).

Des études ont indiqué que des résidus d'insecticides organochlorés (principalement le DDT et le HCH) sont détectables dans 50 à 70 % des produits frais et des légumes vendus sur le marché indien. Les résidus de DDT (parmi lesquels le métabolite toxique DDE) sont retrouvés de manière assez disséminée dans l'environnement indien, en particulier dans les végétaux et les huiles végétales de plusieurs Etats. Toutefois, les taux de concentration mesurés varient largement ; par exemple, on a retrouvé des niveaux de DDT variant de l'état de trace à 35 ppm sur un total de 2 154 échantillons analysés dans la province d'Andhra Pradesh (Tableau IV). Ces valeurs élevées dans l'état de l'Andra Pradesh pourraient s'expliquer par une utilisation intensive de DDT pour le contrôle du vecteur de la malaria dans le cadre du programme d'irradiation de cette maladie.

Des méthodes rapides et peu coûteuses pour détecter les pesticides

L'analyse des résidus de pesticides par des méthodes conventionnelles telles que GC et HPLC est coûteuse en temps et en investissements, bien que ces méthodes soient maintenant plus sensibles qu'avant. Même si elles présentent de nombreux avantages, ces méthodes coûtent encore très cher. Des méthodes sophistiquées permettant de surveiller le taux de résidus de pesticides de manière suffisamment fiable dans un nombre convenable d'échantillons sont en effet difficiles à mettre en place dans des pays en développement comme l'Inde.

Les méthodes de « Pesticide Finger Printing » (Empreinte Digitale des Pesticides), d'histoenzymologie, de Chromatographie sur Couche Mince, biochimiques et immunologiques sont rapides, fiables et abordables. Elles ont été développées en laboratoires au CFTRI et visent à surveiller le taux de résidus de pesticides dans les légumes destinés à la consommation locale ou à l'exportation. Les méthodes ELISA peuvent être considérées comme des techniques appropriées pour les pays en développement tels que l'Inde. Ces techniques sont en effet simples (peu de formation nécessaire), peu coûteuses et ne nécessitent pas beaucoup d'équipement.

« Pesticides Finger Printing » est une méthode bon marché, rapide (moins d'une minute), in situ, fiable (sensibilité de 0,3 à 10 ppm), unique car les couleurs formées sur les papiers à filtre chromatogénique indiquent non seulement la nature du résidu chimique, mais également sa localisation dans le tissu des fruits et légumes. Elle permet de détecter des résidus tels que le BHC, l'endosulfan, ainsi que d'autres produits chimiques contenant des chlorides (ex : pyrhéthrinoïdes, carabamates, organophosphates,…). Par ailleurs, le test ELISA et l'inhibition de la cholinestérase présentent des coûts peu importants ; ce sont des outils appropriés à une détection de résidus de pesticides de l'ordre du ppb (ppb = 10^{-9} g).

Les méthodes « Quick Check It » (Vérification rapide), permettant d'analyser les produits à la ferme, et « Lunch Box Kit » (Paquet pique-nique), pour des analyses sur place et des « batons » prêts à utiliser, sont développés par le CFTRI pour la recherche de pesticides tels que le DDT et l'endosulfan.

Techniques pour limiter la contamination par pesticides

En parallèle à ces différentes techniques de détection de pesticides dans les fruits et légumes, nous avons également développé au sein du CFTRI des méthodes pour éliminer les résidus chimiques qui sont principalement occasionnés par une contamination via le sol. CFTRI a par exemple travaillé sur la sensibilité de différentes espèces végétales à la présence de HCH dans les sols, et a ainsi montré que les carottes et le khol-khol (sorte de légume à feuille) étaient moins sensibles que d'autres cultures à la contamination par HCH dans certaines conditions. Des cultures de bactéries capables de dégrader HCH ont d'autre part été isolées et utilisées avec succès pour diminuer le taux de pesticides dans le sol en accélérant leur dégradation, prévenant ou minimisant ainsi le transport et l'accumulation dans les tissus comestibles. Pseudomonas – une souche bactérienne pouvant produire un surfactant cellulaire en présence de HCH – a été caractérisée au CFTRI et utilisée en tant qu'agent de nettoyage pour lutter contre les pesticides. Un produit biologique, « Agrocure », est utilisé comme mesure de « bio-remédiation » pour combattre les résidus de pesticides dans les sols et dans les aliments. Des démonstrations scientifiques et nos propres expériences durant les trente dernières années indiquent que les micro-organismes pourraient être judicieusement exploités pour limiter les résidus de pesticides dans les légumes frais en définissant des technologies et des approches biotechnologiques spécifiques à chacun d'entre eux.

Conclusion

La gestion de la sécurité alimentaire sur un plan mondial passera par une diffusion adaptée des connaissances relatives à toutes ces techniques au sein de la communauté des acteurs concernés et par un renforcement des efforts internationaux de recherche et de développement déployés dans ce sens.

Tableau I. Données générales sur le marché actuel des produits maraîchers en Inde

Production de produits maraîchers	81 000 000 t
Part de la production mondiale	13,4%
Surface cultivée	5 120 000 ha
Production de pommes de terre	25 000 000 t
Valeur des fruits et légumes frais exportés	US$ 5,5 milliards

Tableau II. Instituts de recherche indiens traitant de la gestion post-récolte des fruits et légumes

Partie Nord	Partie Sud
IARI, New Delhi HAU, Hissar Central Institute of Post Harvest Technology – Ludhiana	IIHR, Bangalore APAU, Hyderabad TNAU, Periakulam
Partie Est	**Partie Ouest**
BUCKVV, Kalyani RAU, Pusa ICAR Lab, Shillong	BARC, Mumbai KKV, Dapoli MPKVV, Rahuri Post-Harvest Technological Management Institute, Pune

Abréviations: IARI (Indian Agriculture Research Institute);HAU (Haryana Agricultural University); IIHR (Indian Institute of Horticultural Research); APAU (Andra Pradesh Agricultural University); TNAU (Tamil Nadu Agricultural University); BUCKVV (Bidhan Chandra Krishi Viswa Vidyaly); RAU (Rajendra Argicultural University); ICAR (Indian Council of Agricultural Research); BARC (Babha Atomic Research Centre); KKV (Konkan Krishi Vidyapeth); MPKVV (Mahatma Phule Krishi Vishwa Vidyalaya)

Tableau III. Production de pesticides en Inde (t)

	1994-95	Statut actuel
Insecticides	83,7	69,3
Fongicides	06,8	14,3
Herbicides	06,9	13,8
Raticides	00,6	00,4
Fumigeants	02,0	02,2
Total	100,0	100,0

Production totale 1994-1995 = 88 950 t ; actuelle = 59 847 t

Tableau IV. Résidus de pesticides (ppm) détectés dans des échantillons de fruits et légumes

Lieu d'échantillonnage	Pesticide détecté	Niveaux mesurés
Andhra Pradesh	DDT	Traces à 35,0
Punjab	HCH	Traces à 6,0
Karnataka	Aldrin	Traces à 2,0
Haryana	Endosulfan	Traces à 6,0
Maharashtra	Endrin	Traces
Delhi	Heptachlor	Traces
Huiles végétales Delhi et Punjab	DDT, HCH	Traces à 25,7 ; Traces à 0.8