



Techniques de lutte alternatives en verger prévenant l'apparition de *Penicillium expansum* en conservation

Synthèse bibliographique réalisée par **Anne Guérin (IFPC)**

18/10/2011

Microorganismes antagonistes

Parmi les méthodes de lutte alternatives permettant de réduire les dégâts dus aux maladies de post-récolte et répondant à la fois aux enjeux environnementaux actuels, une attention considérable a été portée sur la lutte biologique depuis les vingt dernières années (Drosby et al., 2009). Les résultats obtenus ont notamment montré que l'utilisation de micro-organismes antagonistes pouvait constituer une alternative intéressante à la lutte chimique. Leur utilisation contre *P. expansum* repose sur deux approches (Janisiewicz et Korsten, 2002) :

- une application juste avant récolte pour que l'antagoniste puisse coloniser les blessures occasionnées par la récolte avant le pathogène
- des applications tout au long du développement du fruit pour réduire les infections latentes, causes de l'apparition de pourritures après récolte lorsque les mécanismes de résistance naturels commencent à se dégrader.

Ces deux types de stratégie nécessitent donc de sélectionner des micro-organismes ayant une capacité de colonisation rapide du milieu, une tolérance à une faible disponibilité en nutriments (compétition avec le pathogène), une résistance aux conditions extérieures, notamment les UV et variations de températures (Leibinger et al., 1997 ; Janisiewicz et Korsten, 2002). Les levures *Aureobasidium pullulans* et *Rhodotorula glutinis* et la bactérie *Bacillus subtilis* sont des exemples de micro-organismes communément retrouvés sur la surface des fruits qui répondent à ces critères (Leibinger et al., 1997).

Plusieurs antagonistes ont été identifiés et testés contre les principales maladies de post-récolte des fruits (Jijakli, 1996 ; Jijakli et al., 1999 ; Janisiewicz et Korsten, 2002 ; Achbani et al., 2006 ; Drosby et al., 2009) et notamment contre *P. expansum*. Parmi les plus intéressants en termes d'efficacité, on peut citer :

- ***Aureobasidium pullulans***

Il existe une forme commerciale de ce champignon sous le nom de Boniprotect (commercialisé par PhM international). L'IFPC a réalisé un essai efficacité de ce produit en 2010. Le Boni-Protect avait été testé avec ajout de chlorure de calcium versus un témoin non traité. Les résultats ont montré une efficacité significative du produit sur le pourcentage de fruits altérés. En revanche, les résultats des dosages patuline sur jus issus des fruits altérés montrent un taux de patuline largement supérieur à la limite autorisée dans les deux modalités sans distinction entre les deux. Ces résultats s'expliquent par un problème d'ajustement du protocole concernant les conditions de stockage. En effet, dans des essais antérieurs les fruits avaient été stockés en extérieur mais à l'abri de l'humidité. L'altération des fruits était alors insuffisante pour avoir des résultats significatifs. Par excès d'optimisme suite à ces précédents résultats, il avait été décidé pour l'essai 2010 de stocker les fruits à l'extérieur mais non couverts pendant 3 semaines, soit une prolongation d'une semaine par rapport au protocole initialement prévu. Il faudrait donc peut-être réduire ce délai de stockage à une semaine pour éviter une altération trop avancée des fruits mais néanmoins suffisante.

Une étude menée par la firme montre que le Boniprotect réduit significativement l'altération des pommes durant le stockage après application en pré-récolte (Weiss et al., 2006) par rapport au témoin non traité et avec une efficacité équivalente aux fongicides de synthèse (dont captane et trifloxystrobine).

- ***Candida oleophila***

Il existe deux produits commerciaux de cette levure. Nexy, homologué en France et commercialisé par la firme Bionext et Aspire (Ecogen) homologué aux Etats-Unis.

- ***Candida saitoana***

- ***Candida sake***

Il existe un produit commercial espagnol sous le nom de Candifruit (Sipcam Inagra). L'efficacité de cette levure contre *P. expansum* a été mise en évidence en conditions contrôlées de laboratoire (Giraud et Crouzet, 2004). Mais le niveau d'efficacité n'est pas toujours constant d'une année sur l'autre. Le but de cette étude était également de définir la concentration optimale en agent biologique (10^7 ou 10^8 ufc/ml). Aucune différence significative entre les deux concentrations n'a été mise en évidence.

Concernant son efficacité en conditions réelles, une étude montre que l'application de *Candida sake* 2 jours avant récolte sur des fruits préalablement blessés, réduit de plus de 50% les infections par *P. expansum* en chambre froides et réduit de manière significative la sévérité du champignon après 4 mois de stockage (Teixido et al., 1998).

- ***Metschnikowia fructicola***

Il existe un produit commercial sous le nom de Shemer commercialisé en Israël par Agro Green et utilisé contre les maladies de stockage de la patate douce et de la carotte (Drosby et al., 2009). Une étude réalisée par le GRAB a révélé l'efficacité intéressante de plusieurs applications en pré-récolte et post-récolte sur *P. expansum* (Warlop, 2006 ; Blachinsky et al., 2007).

- ***Bacillus subtilis***

Il existe un produit homologué en France sous le nom de Sérénade commercialisé par BASF. La firme à l'origine du produit (AgraQuest) revendique son efficacité sur un grand nombre de maladies (Marrone, 2002) mais les études indépendantes sur pomme contre *P. expansum* sont rares. Cependant, l'efficacité de plusieurs applications en pré-récolte sur un autre genre de *Penicillium* (*P. digitatum* sur citron) a été démontrée (Leelasuphakul et al., 2008).

- ***Pseudomonas syringae***

Il existe un produit commercial sous le nom de Biosave 110 commercialisé par Ecoscience, homologué aux Etats-Unis et surtout utilisé contre les maladies de la pomme de terre (Drosby et al., 2009).

D'autres micro-organismes ont été identifiés comme antagonismes de *P. expansum* suite à des isollements ou des tests d'efficacité en laboratoire : *Cryptococcus laurentii* (Chand-Goyal et Spotts, 1997 ; Roberts, 1990), *Pichia guilliermondii* (Achbani et al., 2006), *Pichia anomala* (Jikali, 1996), *Candida tenuis* (Jikali et al., 1999), *Cryptococcus albidus* (un produit commercial sous le nom de YieldPlus commercialisé par Anchor Yeast) (Drosby et al., 2009).

Les travaux sur certains antagonistes montrent que les concentrations permettant d'avoir des niveaux de protection élevés vis-à-vis des pathogènes de post-récolte, oscillent autour de 10^9 pour les bactéries et de 5.10^7 CFU/ml pour les levures (Janisiewicz et al., 1998).

Plusieurs approches peuvent être envisagées pour améliorer l'efficacité de ces micro-organismes antagonistes (Janisiewicz et Korsten, 2002) :

✓ *L'ajout d'additifs d'origine naturelle*

La modification de l'environnement chimique des micro-organismes antagonistes via l'ajout de nutriments ou de composés chimiques au milieu de culture augmenterait l'efficacité de certaines levures citées précédemment. Ainsi, l'addition d'acides aminés améliorerait l'efficacité de *P. syringae* (Janisiewicz et al., 1992), l'éthanol à 10% celle d'une souche de *S. cerevisiae* résistante à l'éthanol contre *Botrytis* (Mari et al., 1998). On peut également citer les combinaisons avec du chlorure de calcium (Wisniewski et al., 1995), du bicarbonate de sodium (Drosby et al., 2003 ; Smilanick et al., 1997 ; Smilanick et Soresenon, 2000), des analogues du glucose (El-Ghaouth et al., 2000a) ou des sidérophores (élément chimique sécrété par les micro-organismes capable de séquestrer le fer, élément indispensable à la germination de certains pathogènes) (Janisiewicz et Korsten, 2002). Le bicarbonate de sodium, par exemple, aurait un effet curatif et préventif sur *P. expansum* (Drosby et al., 2003). Mélangé à 2% avec *C. oleophila*, il augmenterait l'activité antagoniste de cette levure (Drosby et al., 2003). Le bicarbonate de sodium s'est aussi montré efficace sur un autre genre de *Penicilium* (*P. digitatum* sur citron) utilisé seul (Smilanick et al., 1997). Son efficacité augmente s'il est suivi d'une application de la bactérie antagoniste *P. syringae* (Smilanick et Soresenon, 2000). Ces résultats ont cependant été obtenus en conditions de laboratoire et dans un contexte de post-récolte.

✓ *L'utilisation de mélange de souches de levures*

Les levures antagonistes ont un spectre d'action étroit comparés aux fongicides actuellement utilisés contre les maladies de conservation. Une des solutions pour augmenter leur activité serait de combiner ces différentes souches afin de compléter leur spectre d'action. Les combinaisons des micro-organismes *Aureobasidium pullulans* + *Bacillus subtilis* et *Rhodotorula glutinis* + *A. pullulans* semblent avoir une meilleure efficacité sur *P. expansum* que ces mêmes souches utilisées seules (test in vivo en conditions contrôlées) (Leibinger et al., 1997). L'étude montre également qu'en conditions de plein champ et avec 3 applications avant récolte, ces mélanges de souches auraient une efficacité équivalente aux fongicides appliqués en post-récolte (témoin dichlofuanide, non autorisé en France).

✓ *L'intégration avec d'autres méthodes*

Ces micro-organismes pourraient également être combinés avec une plus faible dose de fongicides actuellement homologués en pré-récolte contre les maladies de conservation (Drosby et al., 2003) ou avec d'autres produits alternatifs (tels que les SDN), qui utilisés seuls, n'ont pas donné de résultats très satisfaisants (effets de synergie).

SDN

Sur plantes pérennes, peu d'études ont été réalisées sur les SDN de manière générale et encore moins sur pommier et sur maladies de conservation. Parmi les rares études sur le sujet, plusieurs ont néanmoins montré l'efficacité intéressante de certains produits SDN sur *Penicillium*.

- **Chitosan**

Il s'agit d'un polymère d'origine naturelle de type polyoside obtenu à partir de la chitine, principal constituant de l'exo-squelette des arthropodes. Plusieurs formes commerciales sont recensées en Europe : Chitogel (Ecobulle, France), Chito plant (ChiPro GmbH, Bremen, Allemagne), notamment testé par le GRAB sur mildiou de la vigne et Kendal cops (Valagro, Italie).

Le chitosan aurait la propriété de créer un film protecteur à la surface du fruit qui limiterait l'apparition du pourrissement des fruits, aussi bien lorsqu'il est appliqué en pré ou en post récolte (Romanazzi, 2009). Son mécanisme d'action est double. Il limite le développement de *P. expansum* en inhibant la germination des spores, l'élongation du tube germinatif et la croissance mycélienne, mais avec une sensibilité différente selon le stade de développement du champignon (Liu et al., 2007). De plus, il induit des mécanismes de résistance chez la plante (Romanazzi, 2009 ; Zhang et al., 2011) et des changements physiologiques induisant un ralentissement du murissement (Zhang et al., 2011).

Une publication recense plusieurs résultats intéressants du chitosan en pré-récolte sur fraise, raisin de table et cerise contre *B. cinerea* (Romanazzi, 2009). Il montre généralement une meilleure efficacité à la concentration la plus élevée (souvent 1%) alors que son efficacité diminue avec l'utilisation d'une dose réduite.

Sur raisin, 1 application 21 jours avant récolte ou deux applications 21 et 5 jours avant récolte, réduirait significativement les infections par *B. cinerea* (inoculation artificielle après la récolte) et ce à différentes concentrations (1, 0,5 et 0,1%).

Des résultats similaires ont également été démontrés sur fraise avec inoculation artificielle et naturelle. Le chitosan était même significativement supérieur au traitement chimique de référence (pyrimethanil). La concentration de 1% semble être plus efficace que celle à 2%, qui occasionnerait parfois de la phytotoxicité.

Sur cerise, 7 jours avant récolte et à la concentration de 1%, son efficacité serait équivalente au tebuconazole.

L'efficacité du chitosan a également été mise en évidence sur plusieurs genres de *Penicillium* des agrumes (Zhang et al., 2011; Liu et al., 2007) et contre *P. expansum* sur tomate (Liu et al., 2007).

Le chitosan augmenterait l'efficacité de certains micro-organismes antagonistes. El-Ghaouth et al. (2000b) ont ainsi démontré l'intérêt des combinaisons *Cryptococcus laurentii* + 0,1% de chitosan contre *P. expansum* sur pomme. De même, la combinaison *Candida saitoana* + 0,2 % de glycolchitosan s'est révélée équivalente voire supérieure à la référence chimique thiabendazole et à *Candida saitoana* et chitosan utilisés seuls.

- **Stifénia (extrait de fenugrec)**

Peu d'études sont recensées sur le genre *Penicillium*. Une étude a cependant été menée par Kanan et al. (2009) sur *P. italicum* mais n'a montré aucune efficacité.

- **Laminarine (Iodus 40 de chez Goëmar)**

Bien que cette molécule, à action SDN et extraite de l'algue *Laminaria digitata*, ait souvent fait l'objet d'études, elle ne semble pas encore avoir été testée en pré-récolte sur maladies de conservation du pommier.

- **ASM (acibenzolar-S-methyl)**

L'INRA d'Angers a testé la forme commerciale de l'ASM (Bion 50 WG de chez Syngenta, actuellement homologué en France sur oïdium du blé et bactériose de la tomate) sur feu bactérien, tavelure et oïdium du pommier. Des résultats intéressants ont été mis en évidence sur feu bactérien et tavelure en conditions contrôlées et sur feu bactérien (40-50% de réduction de la fréquence des infections) et sur oïdium (réduction significative 2 années sur 3) en conditions réelles (Brisset et al., 2005).

- **Harpine**

L'harpine, protéine de la bactérie *Erwinia amylovora* responsable du feu bactérien, est connue comme molécule inductrice de résistance systémique acquise et de réponse d'hypersensibilité (De Capdeville, 2003, Brisset et al., 2005). L'application en pré-récolte d'harpine sur pommier augmenterait le transport, l'accumulation ou la synthèse de facteurs de résistance dans le fruit. L'effet serait avant tout préventif ou retarderait le développement des lésions, plus lent par rapport à un témoin non traité (De Capdeville, 2002).

Une étude montre que l'harpine, appliquée 8 et 4 jours avant récolte et à différentes concentrations (20, 40 ou 80 mg/L) réduisait significativement le pourcentage de fruits infectés par *P. expansum* 120j après la récolte et ce d'autant plus que la concentration appliquée augmente (De Capdeville, 2003) : 30% de fruits atteints contre 70% sur témoin pour la variété McIntosh, 5-10% de fruits atteints contre 32% sur témoin pour la variété Empire et 4% de fruits atteints contre 30% sur témoin pour la variété Red delicious. L'efficacité significative de l'harpine à différentes concentrations (10, 20, 30, 40 ou 80 mg/L) appliquée 24, 48 ou 96h avant inoculation de *P. expansum* est aussi confirmée dans une autre étude mais avec application sur fruits fraîchement récoltés (De Capdeville, 2002). L'efficacité de l'application est cependant plus importante à la plus grande concentration et 96h avant l'inoculation.

La combinaison de l'harpine avec d'autres techniques alternatives telles que les levures antagonistes (*C. saitoana*) ou le mélange avec d'autres molécules à action SDN (Chitosan), n'aurait pas d'effet synergétique (De Capdeville, 2002).

Il existe une forme commerciale de l'harpine sous le nom de Messenger (Eden Bioscience).

Autres composés d'origine naturelle

- **Calcium**

Dans la bibliographie, il apparaît que le développement de maladies de conservation est souvent lié à un manque de calcium dans les fruits (Qin et al., 2002 ; Poldervaart, 2011). C'est surtout l'utilisation du calcium combiné à d'autres techniques (notamment avec les micro-organismes antagonistes, combinaison évoquée précédemment) qui a été étudiée dans la littérature car utilisé seul, il ne pourrait entièrement remplacer les fongicides.

Le mécanisme d'action n'est aujourd'hui pas complètement élucidé. Le calcium semblerait stabiliser ou renforcer la paroi cellulaire, la rendant ainsi plus résistante aux enzymes de dégradation sécrétées par les organismes pathogènes. Il aurait aussi un effet direct sur les pathogènes, en inhibant la germination des spores et la croissance mycéliale. Un excès de calcium peut cependant endommager sérieusement les fruits en accélérant leur sénescence (Qin et al., 2002).

Le niveau de contrôle des maladies de conservation dépend de la quantité de calcium absorbée par le fruit, elle-même liée à la méthode d'application. Les applications en pré-récolte donnent des résultats hétérogènes. Ainsi, sous forme de chlorure de calcium, il ne réduirait pas le pourrissement malgré une augmentation de la teneur en Ca dans la chair du fruit (Qin et al., 2002). D'autres études ont rapporté l'effet intéressant du nitrate de calcium, suffisamment absorbé pour réduire le pourrissement de fruits naturellement contaminés (Qin et al., 2002).

Les effets peuvent également varier selon la période d'application. Les traitements de fin de saison sont plus efficaces que des traitements en début de saison, où la surface du fruit, et donc la surface d'absorption, est moins développée. Cependant en mai-juin, des stomates sont encore présents à la surface du jeune fruit. Vers la fin-juin, les stomates se transforment en lenticelles, par lesquelles le calcium est plus lentement absorbé (Poldervaart, 2011). Ainsi, pour une absorption optimale, il est préférable de faire deux applications, une en début et une en fin de saison.

L'ajout d'adjuvant tel qu'Agral (Syngeta) ou Silwet L-77 (De Sangoss) augmente l'absorption du calcium par le fruit (Qin et al., 2002). Ainsi une faible dose de calcium précédée par l'application d'un adjuvant permettrait d'atteindre une teneur en calcium suffisante pour significativement réduire le pourrissement. Par ailleurs, l'INRA d'Angers a testé le Régalis (BASF) à base de prohexadione-calcium sur plusieurs maladies du pommier mais pas sur maladies de conservation (Brisset et al., 2005). Cependant, il faut retenir les résultats intéressants sur feu bactérien et tavelure en conditions contrôlées et sur feu bactérien (50% de réduction de la fréquence des infections) et sur oïdium (réduction significative 2 années sur 3) en conditions réelles.

Liste des références

Achbani, E.H., Mounir R., Jaafari S., Douira A., Benbouazza A. & Jijakli H. 2006. La selection des antagonistes de *Penicillium expansum* et de *Botrytis cinerea*, deux parasites de post-récolte des pommes. In : 3ème conférence internationale sur les moyens alternatifs de protection des cultures. Lille, 13, 14 et 15 Mars, pp. 555-564.

Blachinsky, D., Antonov, J., Bercovitz, A., Elad, B., Feldman, K., Husid, A., Lazare, M., Marcov, N., Shamai, I., Keren-Zur, M., Droby, S., 2007. Commercial applications of "Shemer" for the control of pre- and postharvest diseases. IOBCWPRS Bulletin, 2007, Vol.30, 75–78.

Brisset, M.N., Chartier, R., Didelot, F., Parisi, L., Paulin, J.P., Robert, P., Tharaud, M., Lemarquand, A., Orain, G., Toubon, J.F., Brun, L., Derridj, S., Sauphanor, B. 2005. Inducteurs de défenses naturelles des plantes. Potentialités contre les bioagresseurs du pommier et du poirier. Phytoma la Défense des Végétaux, 2005, n°581, pp. 20-24.

Chand-Goyal, T., Spotts, R.A. 1997. Biological control of postharvest diseases of apple and pear under semi-commercial and commercial conditions using three saprophytic yeasts. Biological Control, 1997, Vol.10, pp. 199-206.

De Capdeville, G., Beer, S. V., Watkins, C. B., Wilson, C. L., Tedeschi, L. O., Aist, J. R. 2003. Pre- and post-harvest harpin treatments of apples induce resistance to blue mold. Plant Disease, 2003, Vol.87, pp. 39-44.

De Capdeville, G., Wilson, C. L., Beer, S. V., and Aist, J. R. 2002. Alternative disease control agents induce resistance to blue mold in harvested 'Red Delicious' apple fruit. Phytopathology, 2002, Vol.92, pp. 900-908.

Droby, S., Wisniewski, M., El Ghaouth, A., Wilson, C. 2003. Influence of food additives on the control of post-harvest rots of apple and peach and efficacy of the yeast-based biocontrol product Aspire. Post-harvest Biology and Technology, 2003, Vol.27, pp. 127-135.

Drosby, S., Wisniewski, M., Macarasin, D., Wilson, C. 2009. Twenty years of postharvest biocontrol research : is it time for a new paradigm ? Postharvest Biology and Technology, 2009, Vol.52, pp. 137-145.

El Ghaouth, A., Smilanick, J.L., Wisniewski, M., Wilson, C.L. 2000a. Improved control of apple and citrus fruit decay with a combination of *Candida saitoana* and 2-deoxy-D-glucose. Plant Disease, 2000, Vol. 84, pp. 249-253.

El-Ghaouth, A., Smilanick, J.L., Brown, G.E., Ippolito, A., Wisniewski, M., Wilson, C.L. 2000b. Application of *Candida saitoana* and glycolchitosan for the control of postharvest diseases of apple and citrus fruit under semi-commercial conditions. Plant Disease, 2000, Vol. 84, pp. 243-248.

Giraud, M., Crouzet, M.P. 2004. Contre les maladies de conservation pomme-poire : une levure en protection biologique. Infos-CTIFL, 2004, n°205, pp. 38-40.

Janisiewicz, W.J., Usall, J., Bors, B. 1992. Nutritional enhancement of biocontrol of blue mold on apples. *Phytopathology*, 1992, Vol.82, pp. 1364–1370.

Janisiewicz, W.J., Conway, W.S., Glenn, D.M., Sams, C.E. 1998. Integrating biological control and calcium treatment for controlling postharvest decay of apples. *Horticultural Science*, 1998, Vol.33, pp. 105–109.

Janisiewicz, W.J., Korsten, L., 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annual Review of Phytopathology*, 2002, Vol 40, pp. 411–441.

Jijakli, M.H. 1996. Etude des propriétés antagonistes de deux souches de levures vis-à-vis de *Botrytis cinerea* Pers. sur pomme en conservation (thèse de doctorat). Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 173 p.

Jijakli, M.H., Lepoivre, P., Grevesse, C. 1999. Yeast species for biocontrol of apple postharvest disease: an encouraging case of study for practical use. In: Mukerj, K.G., Chamola, B.P., and Upadhyay, R.K., eds. *Biotechnological approaches in biocontrol of plant pathogens*. Klumer Academic / Plenum Publishers, New york, p. 31-49.

Kanan, G., Al-Najar, R. 2009. In vitro and in vivo activity of selected plant crude extracts and fractions against *Penicillium italicum*. *Journal of Plant Protection Research*, 2009, Vol. 49, n°4, pp. 341-352.

Leelasuphakul, W., Hemmanee, P., Chuenchitt, S. 2008. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, Vol. 48, pp. 113–121.

Leibinger, W., Breuker, B., Hahn, M., Mendgen, K. 1997. Control of postharvest pathogens and colonization of the apple surface by antagonistic microorganisms in the field. *The American Phytopathological Society*, 1997, Vol. 87, n°11, pp. 1103-1110.

Liu, J., Tian, S.P., Meng, X.H., Xu Y. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2007, Vol.44, pp. 300–306.

Mari M, Carati A. 1998. Use of *Saccharomyces cerevisiae* with ethanol in the biological control of grey mould on pome fruits. COST 91 - COST 915 Joint Workshop - Non Conventional Methods for the Control of Postharvest Disease and Microbial Spoilage. Luxembourg:Publ. Eur. Community, pp. 85–91.

Marrone, P.G., 2002. An effective biofungicide with novel mode of action. *Pesticide Outlook*, Vol. 13, pp. 193–194.

Poldervaart, G. 2011. Calcium transport to fruits is a complicated process. *European Fruitgrowers Magazine*, 2011, n°4, pp. 16-19.

Qin, G.Z., Tian, S.P., Liu, H.B. 2002. Applications of calcium treatment in controlling postharvest diseases of fruit. *Chinese Bulletin of Botany*, 2002, Vol.19, n°3, pp. 257-264.

Roberts, R.G. 1990. Postharvest biological control of gray mold of apple by *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathology*, 1990, Vol.80 , pp. 526-530.

Romanazzi, G. 2009. Chitosan treatment for the control of postharvest decay of table grapes, strawberries and sweet cherries. *Fresh produce*, 2009, Vol. 4, n°1, pp. 111-115.

Smilanick, J.L., Margosan, D., Miikota, F., Usall, J., Michael, F., 1997. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant Disease*, Vol.83, pp. 139-145.

Smilanick, J.L., Soresenon, D., 2000. Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. *Postharvest Biology and Technology*, 2000, Vol. 21, pp. 157-168.

Teixidó, N., Viñas, I., Usall, J., and Magan, N. 1998. Control of blue mold of apples by preharvest application of *Candida sake* grown in media with different water activity. *Phytopathology*, 1998, Vol. 88, pp. 960-964.

Warlop, F. 2006. Maladies de conservation des fruits : aperçu de travaux de recherche en Israël. *Alter-Agri*, 2006, n°76, pp. 28-31.

Weiss, A., Mögel, G., Kunz, S. 2006. Development of "Boni-Protect" - a yeast preparation for use in the control of postharvest diseases of apples. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: 31st January-2nd February 2006, Weinsberg, Germany*, pp. 113-117.

Wisniewski, M., Droby, S., Chalutz, E., Eilam, Y. 1995. Effects of Ca^{2+} and Mg^{2+} on *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in vitro and on the biocontrol activity of *Candida oleophila*. *Plant Pathology*, 1995, Vol. 44, pp. 1016-24.

Zhang, H., Li, R., Liu, W. 2011. Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 2011, Vol.12, n°2, pp. 917-934.