

**LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MALADIES DE POST-RECOLTE DES
POMMES : SELECTION DES ANTAGONISTES DE *PENICILLIUM*
EXPANSUM ET DE *BOTRYTIS CINEREA***

**ACHBANI E.H.¹, MOUNIR R.¹, JAAFARI S.², DOUIRA A.³,
BENBOUAZZA A.¹ & JIJAKLI H.⁴**

¹Institut National de la Recherche Agronomique, Meknès, Maroc

²Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

³Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc

⁴Faculté universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique

Email: achbani5@yahoo.fr

RESUME

Des isollements sur la surface des pommes (var *G. Dilicious*) ont abouti à l'isolement de différentes bactéries, levures et champignons (33 au total). Six levures ont manifesté sur pomme un haut pouvoir antagoniste à 25°C, contre deux parasites de post récolte, *Penicillium expansum* et/ou *Botrytis cinerea*. Les isolats Ach1-1, Ach2-1, Ach2-2, 1112-3, 1113-10 et 1113-5 ont manifesté un taux de protection dépassant les 80% vis-à-vis de *P. expansum* à 5 jours après confrontation. Le taux de protection le plus élevé est noté chez l'isolat Ach2-1 avec 96%. Par contre, dans le cas de *B. cinerea*, les taux de protection de Ach2-1 et Ach2-2, sont respectivement 100% et 96% à 6 jours d'incubation. A 5°C, ces isolats gardent leur pouvoir antagoniste élevé dépassant les 82%. Les antagonistes Ach1-1 et 1113-5 ont été retenus pour la suite du programme.

Mots-clés : Antagonistes, levures, post récolte, pomme, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*.

SUMMARY

The potential antagonistic micro-organisms (33 isolates) belonging to yeast, bacteria and fungi have been isolated from apple surface. Six yeasts of them (All strains Ach1-1, Ach2-1, Ach2-2, 1112-3, 1113-10 and 1113-5) showed a high level of protection (more than 80%) at 25°C, against *P. expansum* or *B. cinerea* for 5 days. The highest level of protection against *P. expansum* (96%) was observed with the application of Ach 2-1. Six days after inoculation of *B. cinerea*, strains Ach 2-2 and Ach 2-1 insured 100% and 96 % of protection, respectively. At lower temperature (5°C), percentages of protection observed after apple treatment with those antagonistic strains were ranged from 82% to 94% 20 days after *P. expansum* inoculation. Strain Ach1-1 and 1113-5 were retained as the best antagonists for the subsequent studies.

Key-words: Antagonists, postharvest, apple, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*.

INTRODUCTION

Le Maroc contribue à raison de 30% de la production des pommes en Afrique, ce qui le place en seconde position après l'Afrique du Sud. Le tiers de la superficie exploitée (soit environ 9000 ha) se situe dans la région de Meknès et ses environs, avec une capacité frigorifique de 45000 tonnes (Oukébbi, comm. pers.).

La part de la production de pommes entreposées dans les frigos subit malheureusement des détériorations dues aux problèmes phytosanitaires. Les pertes peuvent atteindre 60% et sont occasionnées essentiellement par des maladies d'origine fongiques telles que *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, *Fusarium avenaceum* (Bondoux, 1992). L'incidence de chacun de ces parasites reste à déterminer, même s'il semble que *B. cinerea* et *P. expansum*, deux parasites de blessures, soient à l'origine de beaucoup de contaminations observées sur fruits (Bondoux, 1992). Ces pertes, économiquement importantes, agissent sur le prix de vente de la pomme, devenant souvent supérieur au pouvoir d'achat d'une grande majorité des couches sociales. Les méthodes de lutte utilisées contre ces parasites sont principalement de nature chimique. Les fongicides les plus utilisés appartiennent à la famille des benzimidazoles. L'usage de ces fongicides a engendré l'apparition de souches de pathogènes résistantes.

Par ailleurs, la plupart des pays importateurs de fruits et plus particulièrement les pays européens ont adopté des législations très strictes vis-à-vis de l'emploi des pesticides. Ainsi, l'utilisation de certains produits est déjà limitée. La vinclozoline ne peut plus être utilisée sur pommier et poirier que pendant la période de floraison pour combattre la pourriture grise (*B. cinerea*). Le captane est interdit en Allemagne et en Hollande pour des problèmes d'éco-toxicologie (Janisiewicz et Korsten, 2002). Dans d'autres pays européens, la période entre la dernière application de cette matière active et la récolte a été allongée (Janisiewicz et Korsten, 2002). Dans un avenir proche, certains produits efficaces, comme le benzimidazole, ne seront plus autorisés. Ces mesures s'accompagnent d'une réduction des limites maximales de résidus tolérées sur les fruits.

La recherche d'une alternative de lutte permettant, d'une part, de réduire les dégâts dus aux maladies de post-récolte et, d'autre part, de répondre aux contraintes imposées par le marché international, est-elle devenue une des priorités de ce secteur. Parmi les méthodes de lutte alternatives, une attention particulière a été portée sur la lutte biologique (Roberts, 1990 ; Wilson et Wisniewski, 1992 ; Bull et al., 1997 ; Chand-Goyal et Spotts, 1997 ; El Ghaouth et al., 1998). Les résultats obtenus durant les dix dernières années dans ce domaine ont montré qu'elle peut constituer une alternative intéressante à la lutte chimique (Ippolito et Nigro, 2000). Plusieurs antagonistes ont été identifiés contre les principales maladies de post-récolte des fruits et légumes tels que les souches appartenant aux espèces de *Bacillus subtilis* et de *Pseudomonas syringae* (bactéries), aux espèces de *Pichia anomala*, *P. gallermondii*, *Candida oleophila*, *Cryptococcus laurentii* (Levures). Enfin, deux biopesticides ont été agréés en post-récolte sur pommes et poires ; l'un à base d'une souche de levure et l'autre à base d'une souche de bactérie, homologués aux Etats-Unis d'Amérique.

Le développement de lutte biologique au Maroc vis-à-vis des maladies de conservation des pommes passe par la réalisation tout d'abord de la sélection des antagonistes des deux principaux parasites de ces fruits, *B. cinerea* et *P. expansum*. Ainsi, les objectifs assignés à ce travail sont : 1) Sélection *in vivo* des antagonistes des

deux pathogènes des pommes à la température de 25°C et à 5°C et 2) Identification des microorganismes antagonistes retenus.

MATERIEL ET METHODES

Sélection *in vivo* des antagonistes des maladies de post-récolte des pommes

La technique de sélection des antagonistes de Jijakli (1996) est utilisée vis-à-vis des deux principaux pathogènes sur pommes, *P. expansum* et *B. cinerea*. Le même protocole est pratiqué dans tous les essais de sélection réalisés avec toutefois de légères modifications qui ont touché le diamètre de la blessure et la quantité de la suspension par blessure qui sont respectivement 6 ou 8mm et 50 ou 70 µl.

Isolément des microorganismes :

La sélection se fait en plusieurs étapes :

i) *Extraction des microorganismes (levures, bactéries, champignons) à partir de la surface des pommes*: A partir des différents lots de pomme (*G. délicieux*) achetés au marché, 4 pommes de chaque lot sont introduites dans un sac de topkits de 3000 ml contenant 1000ml du tampon de lavage KPBT (Tampon phosphate de potassium 0.5M à pH6.5 contenant 0.005% de tween 80). Il faut, par précaution, mettre les sacs dans deux autres pour éviter l'endommagement: du sac contenant l'eau de lavage. L'ensemble est mis à agiter sur un agitateur électrique réglé à 120 tours/min. Après agitation, on prélève 5 ml de chaque solution mère (SM) et on procède à une série de dilutions dans le KPBT et dans des flacons de 15 ml : X5, X10, X50 et X100.

ii) *Ensemblement sur boîtes de Pétri contenant PDA (Potato Dextrose Agar)* : De chaque dilution, cent µl ont été prélevés à l'aide d'une pipette à embout jetable stérile et étalés sur une boîte avec PDA à l'aide d'un étaloir. Trois répétitions pour chaque dilution sont réalisées. Les boîtes sont ensuite emballées avec du Reynolds puis incubées à 25°C avec le couvercle en bas.

iii) *Lecture des boîtes ensesmenées et purification* : Après 48h d'incubation, les différentes colonies observées sur le milieu sont décrites (taille, couleur, opacité, etc.) codifiées puis repiquées sur PDA en boîtes. Le tout est mis pour incubation à 25°C. Trois repiquages sont effectués à 24h d'intervalle, pour chaque souche en vue de ne conserver que des souches pures et actives. La nature de la souche (levure ou bactérie) est déterminée par observation au microscope (GX25 pour levures ou X40 pour bactéries)

Sélection des antagonistes issus des eaux de lavage

i) *Préparation des fruits*: Les pommes de la variété *G. délicieux* sont désinfectées par trempage pendant deux minutes dans l'hypochlorite de sodium à 10%, puis rincées deux fois successives dans de l'eau distillée stérile et séchées sous le flux laminaire. Ensuite deux blessures par fruit espacées de 4 à 5 cm l'une de l'autre, ayant chacune 6 (ou 8) mm de diamètre et 2 à 3 mm de profondeur, sont réalisées à l'aide d'un emporte pièce au niveau de la zone équatoriale du fruit. Chaque fruit est mis dans un flacon en plastique (15 x 10 cm) contenant du papier filtre. Les flacons sont déposés dans la chambre de culture à 25°C pendant 24 heures.

ii) Application des souches isolées : les suspensions des différentes souches isolées sont préparées dans de l'eau isotonique (0,85% de NaCl) stérile, à partir desquelles deux concentrations par isolat sont déterminées en utilisant la densité optique (DO) à 595 nm, Do 0,5 et Do 0,75.

Comme témoin positif, une souche de *Candida oleophila*, antagoniste de *P. expansum* et de *B. cinerea* (source : Unité de Phytopathologie, FUSAGX, Belgique) est utilisée à la concentration de 10^8 levures/ml en adoptant pour le calcul, l'équation reliant la densité optique DO (595 nm) aux nombres de cellules par ml qui est la suivante :

$$[\text{DO}-0,015]/0,014 = \text{Nombre de cellule par ml} \times 10^6 = \text{Concentration initiale (Ci)} \quad (\text{Ijakti, 1996}).$$

L'inoculation des pommes consiste en un dépôt de 50 µl de la suspension des différentes doses des cultures (DO 0,75 et DO 0,50) dans la blessure (5 fruits par dose, ce qui fait 10 blessures au total par dose). Pour garder l'humidité suffisante autour de la pomme, 3 ml d'eau distillée stérile sont versés dans chaque flacon. Une fois fermés par leur couvercle, les flacons sont incubés à 25°C dans une chambre de culture.

iii) Application des champignons *P. expansum* «P1 et ou 882» ou de *B. cinerea* (1^{ère} série de sélection) issus de la collection de l'Unité de Phytopathologie de Gembloux (Fusagx-Belgique) après 24 h d'incubation : La suspension de *P. expansum* et/ou de *B. cinerea* est préparée et garrant à l'aide d'une anse de platine une culture du champignon poussée sur PDA incubé à 25°C et sous une photopériode de 16 h pendant 7 jours puis inondée par 10 ml d'eau distillée stérile avec tween 20 (0,5 ml/l). Le contenu est filtré sur un entonnoir avec une étamine. Ensuite, la suspension est ajustée à 10^6 spores/ml à l'aide de la cellule de Bürker. La co-inoculation des fruits se fait une heure après leur sortie de la chambre, en déposant 50 µl de la suspension fongique dans toutes les blessures. Les flacons sont recouverts de nouveau et remis en incubation sous les mêmes conditions pendant 5 jours. Le témoin est représenté par 5 fruits ayant reçu uniquement le pathogène.

iv) Lecture : Le pourcentage de protection des pommes vis-à-vis *P. expansum* et ou *B. cinerea* réalisé à 5, 7 et 11 jours à 25°C et à 20 et 26 jours à 5°C se détermine selon la formule suivante :

$$\text{où : } \% \text{Protection / témoin} = \frac{\text{Dmdex} - 6(\text{ou}8)}{\text{Dmditémoin} - 6(\text{ou}8)} \times 100$$

Dm = diamètre moyen (des 10 blessures) des lésions ;

Le chiffre 6 (ou 8) correspond au diamètre de la blessure (de l'emporte pièce) ;

Témoin = Blessure inoculée seule par le pathogène ;

X = isolat donné

Identification des microorganismes antagonistes retenus

Les isolats retenus comme des antagonistes vis-à-vis de *P. expansum* et *B. cinerea* ont été envoyés pour identification à la société DSMZ « La collection allemande des microorganismes et des cultures des cellules » à Braunschweig en

Allemagne DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH (pour Ach1.*) et à BCCM/MUCL (The Belgian Coordinated Collections of Micro-organisms/Mycothèque de l'Université Catholique de Louvain) et Louvain-la-neuve, Belgique, pour le reste des antagonistes.

RESULTATS

Sélection in vivo des antagonistes des maladies de post-récolte des pommes

Une première série de sélection a été réalisée à Gembloux -Belgique (Fusagx) vis-à-vis des deux principaux pathogènes sur pommes, *P. expansum* et *B. cinerea*. Une technique de sélection des antagonistes des maladies de post-récolte à partir de la surface des fruits des pommes est utilisée vis-à-vis de ces deux principaux pathogènes sur pommes. Il s'agit de confronter sur blessures pratiquées sur pommes d'une part les souches isolées sur PDA à partir des eaux de lavage recueillies sur la surface des pommes et les deux pathogènes susdits. Une souche de *Candida oleophila* est utilisée comme antagoniste de référence. Les deux essais (Tableaux 1 et 2) menés ont abouti à la sélection de 3 antagonistes sur un ensemble de 9 isolats purifiés (3 levures et 5 bactéries) avec un pouvoir antagoniste intéressant sur les deux champignons pathogènes. Les isolats Ach1-1, Ach2-1 et Ach2-2 ont manifesté un taux de protection dépassant les 90% vis-à-vis de *P. expansum*, 5 jours après confrontation (Tableau 1). Le taux de protection le plus élevé est enregistré avec l'isolat Ach2-1 avec 96%. Après 7 jours d'incubation, le niveau de protection a diminué mais il reste supérieur à 72%. Le taux maximum étant manifesté par la souche Ach1-1 avec 85% de protection (Tableau 1). La protection après 11 jours reste constante et fluctue entre 71 (Ach2-1) et 85% (Ach1-1). A la DO 0,5 (Dose ou densité optique), le niveau de protection de l'ensemble des souches est légèrement réduit à 5 et à 7 jours d'incubation et reste le même à 11 jours d'incubation.

Tableau 1: Pourcentage de protection par rapport au témoin des microorganismes isolés sur pomme vis-à-vis *Penicillium expansum* après 5, 7 et 11 j d'incubation à 25°C (DO : densité optique à 595, NC : Non compté)

| Isolat | DO 0,5 | | | DO 0,75 | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| | 5 jours incubation | 7 jours d'incubation | 11 jours d'incubation | 5 jours incubation | 7 jours d'incubation | 11 jours d'incubation |
| <i>C.oleophila</i> | 42,45 | 42,93 | 40,11 | 67,63 | 45,55 | 39,55 |
| Eau lavage | 49,64 | 40,31 | 33,15 | 49,64 | 40,31 | 33,15 |
| Ach 1.1 | 84,89 | 71,20 | 62,12 | 91,37 | 85,34 | 85,52 |
| Ach 1.2 | 46,04 | 35,08 | NC | 28,06 | 29,84 | NC |
| Ach 1.3 | 74,82 | 60,21 | 65,46 | 69,07 | 53,93 | 43,18 |
| Ach 1.4 | 40,29 | 33,51 | NC | 33,09 | 25,65 | NC |
| Ach 1.5 | 33,81 | 25,65 | NC | 28,78 | 26,70 | NC |
| Ach 1.6 | 42,45 | 36,65 | NC | 33,09 | 35,08 | NC |
| Ach 1.7 | 33,09 | 29,32 | NC | 29,50 | 20,42 | NC |
| Ach 2.1 | 88,49 | 80,11 | 72,42 | 95,68 | 75,39 | 71,03 |
| Ach 2.2 | 87,05 | 80,11 | 74,65 | 92,09 | 72,25 | 75,49 |

Vis-à-vis de *B. cinerea* (Tableau 2), le taux de protection offert par deux des trois souches (Ach2-1 et Ach2-2 (la souche Ach1-1 n'ayant pas été testée) et la souche de *C. oleophila* est de 100% jusqu'à 11 jours d'incubation sauf pour Ach2-1 qui redescend successivement à 95% et à 91% à 7 et à 11 jours d'incubation.

Tableau 2 : Pourcentage de protection par rapport au témoin des antagonistes (Ach1,3, Ach2.1 et Ach2.2) sur pomme vis-à-vis de *Bortrytis cinerea* après 5, 6 et 8 j d'incubation à 25°C. (C.o : *Candida oleophila*)

| Isolat | Durée d'incubation en jours | | |
|------------------------------|-----------------------------|-------|-------|
| | 5 | 6 | 8 |
| C.o (10 ⁵ cfu/ml) | 87,94 | 82,81 | 83,39 |
| C.o (10 ⁷ cfu/ml) | 100 | 100 | 100 |
| Ach 1.3 DO 0,75 | 87,94 | 79,37 | 70 |
| Ach 2.1 DO 0,75 | 100 | 95,70 | 91,85 |
| Ach 2.2 DO 0,75 | 100 | 100 | 97,29 |

D'autres essais d'isolements à partir des eaux de lavage issues de la surface des pommes et de confrontations *in vivo* sur pommes vis-à-vis de *P. expansum* ont été réalisés (Tableau 3) et ont abouti à une collection de 25 souches (bactéries, levures et champignons). Parmi lesquelles, sept isolats ont exprimé à 25°C un niveau de protection jugé intéressant et variant entre 67 et 86% (Tableau 3). Ces isolats sont 1113-6 (67%), 1112-2 (68%), 1112-1 (68%), 1112-9 (69%), 1113-4 (78%), 1112-3 (84%), 1113-10 (85%) et 1113-5 (86%) (Tableau 3). A 5°C, l'expression des premiers symptômes de *P. expansum* sur les témoins se manifeste après 13 jours d'incubation. La première lecture réalisée à 20 jours d'incubation fait apparaître des niveaux de protection très importants dans l'ensemble des isolats testés. Ces niveaux ont varié de 78 (1113-9) à 94% (Ach2-2) (Tableau 4). Les isolats Ach gardent leur pouvoir antagoniste élevé dépassant les 91% de protection, suivis par 1113-10 (90%), 1113-5 (89%) et 1112-3 (82%). A 26 jours d'incubation, les niveaux de protection ont baissé, mais restent supérieurs à 60%. Ach2-2 et 1113-5 ont manifesté un antagonisme toujours élevé avec 89 et 87% respectivement. Ach2-1 et 1113-10 assurent une protection de l'ordre de 75%, Ach1-1 avec 72% et pour le reste, cette protection est de 61% (Tableau 4)

Identification des microorganismes antagonistes retenus

Certains isolats dont le pouvoir antagoniste est jugé intéressant sont retenus pour la suite du travail (Écologie, mode d'action et formulation). Le résultat d'identification de ces isolats a montré qu'ils appartiennent tous à une espèce de levure que nous ne pouvons pas divulguer pour le moment, vu le caractère confidentiel de notre travail.

Tableau 3 : Pourcentage de protection par rapport au témoin (10⁶ cfu/ml) des antagonistes (Ach2.2, 1113.* et 1112.* à 10⁷ cfu/ml) sur pomme vis-à-vis de *P. expansum* après 5 jours d'incubation à 25°C (Pe : *P. expansum*)

| Isolat | % protection /Témoin |
|------------|----------------------|
| Control Pe | 0 |
| Ach2-2 | 68,34 |
| 1113-4 | 77,89 |
| 1113-9 | 68,84 |
| 1113-10 | 85,43 |
| 1112-3 | 84,42 |
| 1112-2 | 67,84 |
| 1113-5 | 85,93 |
| 1113-6 | 67,34 |
| 1112-1 | 68,34 |

Tableau 4 : Pourcentage de protection par rapport au témoin (10⁶ cfu/ml) des antagonistes (Ach*.*, 1113.* et 1112.3 à 10⁷ cfu/ml) sur pomme vis-à-vis de *P. expansum* après 20 et 26 jours d'incubation à 5°C (Pe : *P. expansum*)

| Isolat | Durée d'incubation en jours | |
|---------|-----------------------------|-------|
| | 20 | 26 |
| Control | 0 | 0 |
| Ach1-1 | 90,91 | 71,75 |
| ACH2-1 | 91,56 | 75,34 |
| ACH2-2 | 93,51 | 88,79 |
| 1113-10 | 90,26 | 75,34 |
| 1113-5 | 88,96 | 86,55 |
| 1112-3 | 82,47 | 60,54 |

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La recherche de moyens de lutte alternatifs à l'usage des pesticides s'est avérée primordiale dans les systèmes de production intégrée adoptés par divers pays en vue de réduire les pertes dues aux maladies de conservation. Dans ces systèmes, la lutte biologique occupe une place privilégiée. De nombreux microorganismes se sont avérés efficaces dans la protection des pommes, des pêches, des agrumes vis-à-vis des pourritures de post-récolte.

La surface du fruit (pomme dans notre cas) semble être un site favorable à la sélection des antagonistes contre les maladies de post-récolte. Janisiewicz et Korsten (2002) rapportent que la sélection des antagonistes doit être effectuée sur des fruits sains dans le verger en stockage, de préférence à partir, des fruits issus de vergers biologiques où les populations naturelles ne sont pas perturbées par l'utilisation des

produits cliniques. Sur 329 microorganismes épiphytes existants à la surface des pommes, Jijakli (1996) a pu isoler deux souches de levures, *Pichia anomala* (souche K) et *Candida sake* (souche O), comme étant deux agents de biocontrôle vis-à-vis de *P. expansum* et *B. chereza* sur pommes. D'autres levures telles que *Acremonium breve*, *Candida tenuis*, *C. sake* et *Candida* spp. ont été rapportées dans la littérature comme des antagonistes des espèces fongiques sus mentionnées, responsables des principales maladies de conservation des pommes (Jijakli *et al.*, 1999). La même méthode utilisée par Jijakli (1996) est adoptée dans notre cas, nous a permis de sélectionner sur très peu d'isollements des microorganismes présentant un haut pouvoir antagoniste sur ces deux parasites (*P. expansum* et *B. chereza*) de post récolte des pommes, et confirme ainsi que la surface des pommes constitue, en effet, un lieu privilégié pour l'obtention des microorganismes de biocontrôle. 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 5.10^7 cfu/ml pour les levures (Janisiewicz, 1998). Dans le cas de la levure, *Pichia anomala* (souche K), une efficacité jugée acceptable est obtenue lorsque celle-ci est appliquée à une concentration de 10^7 cfu/ml sur blessure ayant reçu par la suite une suspension fongique de 10^6 spores/ml de *P. expansum* ou de *B. chereza* (Jijakli *et al.*, 1999). De même que le niveau de protection est fonction du temps qui s'écoule entre l'application de l'antagoniste et du pathogène, la durée de 24h a été rapportée comme étant la durée favorable pour l'obtention d'un bon contrôle (Jijakli, 1996). Nos résultats sont conformes à ceux rapportés par ces auteurs, les concentrations utilisées pour nos isolats antagonistes et pathogènes sont respectivement de 10^7 et de 10^6 cfu/ml et le temps séparant les deux applications est de 24h.

Notre travail ne constitue, en effet, qu'une première étape de développement d'un agent efficace de biocontrôle qui devra être suivie par d'autres, relatives à la capacité de l'agent sélectionné à être produit en masse, à résister aux divers stress de l'environnement surtout si le contrôle cible la pré-récolte, et à être formulé sans que leur pouvoir antagoniste soit perturbé.

Concernant l'innocuité de l'espèce antagoniste retenue dans ce travail, celle-ci n'est ni un pathogène primaire pour l'homme, ni reconnue comme producteur de mycotoxines (www.arnold-survivior). L'avis du groupe scientifique «AFSC» en France, adopté en juillet 2004 (www.efsa.eu.int/science/afsc/opinions/candidax-fc.htm), considère que cette espèce utilisée pour la production d'un polysaccharide utilisé comme additifs alimentaires, ne produit pas de toxines. Il ajoute que la base de données toxicologiques pour ce polysaccharide est limitée, mais indique qu'il a une faible toxicité.

En perspective, trois objectifs seront réalisés successivement : (a), l'influence *in vitro* des facteurs physiques (température, l'activité de l'eau, le pH et les UV) sur la croissance des souches sélectionnées, ensuite (b), l'influence de ces facteurs *in vivo* directement sur fruits, et enfin (c), l'identification d'adjuvants permettant d'améliorer la survie et l'efficacité des agents antagonistes malgré les paramètres défavorables.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la CUD (Coopération Universitaire de Développement) de la Belgique qui a financé cette étude qui fait partie du Projet «PIC» sur la lutte biologique contre les maladies Post-récolte des pommes entre la Belgique et le Maroc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bondoux P., 1992. Maladies de conservation des fruits à pépins, pommes et poires. Institut National de la Recherche Agronomique Paris, 173p.
- Bull. C. T., Strak J.P., Smlanick J. L., 1997. *Pseudomonas syringae* strains ESC-10 and ESC-11 survive in wounds on citrus and control green and blue moulds of citrus. *Biol. Control.*, 8, 81-88.
- Castoria R., De Curtis F., Lima G., Caputo L., Pacifica S., De Cicco V., 2001. *Aureobacterium pullulans* (LS-30) an antagonist of postharvest pathogens of fruits : Study on its modes of action. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 7-17.
- Chand-Coyal T., Spots RA., 1997. Biological control of postharvest diseases of apple and pear under semi-commercial and commercial conditions using three saprophytic yeasts. *Biol. Control*, 10, 199-205.
- El Ghaouth A., Wilson C.L., Wisniewski M., 1998. Ultrastructural and cytochemical aspect of the biocontrol activity of *Candida sativiana* in apple fruit. *Phytopathology*, 88, 282-291.
- Ippolito A., Nigro F., 2000. Impact of pre-harvest application of biological control agents on post harvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Crop Protection*, 19, 715-723.
- Janisiewicz W.J., 1998. Biocontrol of postharvest disease of temperature fruits. *Challenges and opportunities*. Marcel Dekker, Inc. New York, United States of America, 171-197.
- Janisiewicz W.J., Korsien L., 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 40, 411-441.
- Jijakli M.H., 1996. Etude des propriétés antagonistes de deux souches de levures vis-à-vis de *Botrytis chereza* Pers. sur pomme en conservation. Faculté Universitaires des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 173p.
- Jijakli M.H., Lepovre P., Grevesse C., 1999. Yeast species for biocontrol of apple postharvest diseases: An encouraging case of study for practical use. *Biotechnological Approche in Biocontrol of plant pathogens*. Edn. by Mukerji *et al.*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 31-49.
- Leibinger W., Brenker B., Hahn M., Mendgen K., 1997. Control of Postharvest Pathogens and Colonization of the Apple Surface by Antagonistic Microorganisms in the Field. *Phytopathology*, 87, 1103-1110.
- Roberts R.G., 1990. Postharvest biological control of gray mold of apple by *Cytophthora laurentii*. *Phytopathology* 80 : 526-530.
- Wilson C. L., Wisniewski M.E., 1992. Future alternative to synthetic fungicides for the control of postharvest diseases. *in* Tjamos E.S. *et al.* (Eds.), *Biological Control of Plant Disease*. Plenum Press, New York : 133-148.

PROCEEDINGS

Achbani

6^{ÈME} CONGRÈS DE L'ASSOCIATION MAROCAINE DE PROTECTION DES PLANTES

Rabat, 29 - 30 novembre 2006

AMPP

Etude de la rétention de l'orthophényl-phénol sur des argiles extraites
des sols marocains 101
**MOUNTACER, TAJEDDINE, DAHCHOUR, SATTRALAH, SALAH RAFAQ
& SARAKHA**

SESSION II: LUTTE BIOLOGIQUE

- Lutte biologique contre les maladies de Post-récolte des pommes :
sélection des antagonistes de *Penicillium expansum* et de *Botrytis cinerea* 109
ACHBANI, MOUNIR, JAAPARI, DOUIRA, BENBOUZZA & JIJAKLI
- Contrôle biologique des maladies de post-récolte des fruits d'agrumes causées
par *Penicillium digitatum*, *P. italicum* et *Geotrichum candidum* 119
KHARMACH & YOUSSEFI
- Antagonisme *in-vivo* de *Trichoderma spp.* contre quatre pathogènes foliaires du
sorgho : *Drechslera maydis*, *D. sorghicola*, *D. tetramera* et *D. sorokiniana*. 129
BERBER, OUZZANI TOUHAMI & DOUIRA
- Etude *in vitro* de l'activité antagoniste de quelques Microorganismes à
l'encontre de *Pythium diclinum* 141
EL ANDROUSSE & EL AISSAMI
- Méthodes de sélection d'agents biologiques 153
EL YOUSFI
- Etat actuel de la faune auxiliaire en culture de pomme de terre dans la région
du Saïs 169
BOUTALEB JOUTEI, BASSY & KOUTA
- Contribution à la connaissance des espèces et variants des coccinelles
(Coleoptera Coccinellidae) associées aux agrumes dans les régions du Gharb
et du Loukkos 179
SMAILI, SBAGHI, WADJINNY & FUERSCH
- Allocation du temps, prédation et satiété chez onze phénotypes d'*Adalia*
decempunctata (Col., Coccinellidae) sur le puceron noir de l'oranger *Toxoptera*
aurantii Boyer de Fonscolombe (Hom, Aphididae) sur agrumes 185
SMAILI, WADJINNY & SBAGHI
- Expérience de 4 ans de contrôle de la *Ceratitis capitata* par la capture massive
avec le pack 3 MINATOR sur des variétés extra précoces d'agrumes 197
VICENTE & ELHARD
- Contrôle de la mouche d'Olive "*Bactrocera oleae* Gmelin" par la capture
massive des adultes 223
TAJNARI, AIT M'HAND, BARAKAT & ENNAJI