



## Chemical By Azoxystrobin Against Moisissures Citrus Fruit Fight (Lutte Chimique Par L'azoxystrobine Contre Les Moisissures Des Fruits D'agrumes)

Authors

**Khaled ATTRASSI<sup>1</sup>, Alain BADOCC<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire Science de la vie et de la terre, CRMEF (Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation), 14000 Kénitra, Maroc

Email: [attrassi2@yahoo.fr](mailto:attrassi2@yahoo.fr)

<sup>2</sup>GESVAB – EA 3675, UFR des Sciences pharmaceutiques, Université de Bordeaux, ISVV, 210 Chemin de Leysotte, Villenave-d'Ornon.

Email: [alain.badoc@u.bordeaux.fr](mailto:alain.badoc@u.bordeaux.fr)

### Abstract

The study of the effect of two culture media on the development of six fungal genera (*Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* and *Moniliella*) isolated from two citrus (orange and dark orange clementine oranges) Conservation showed that media based on PDA medium apple and favor the development of these fungi. On PDA medium, the mycelial growth is 25 ° C maximum.

In vitro, azoxystrobin was more effective on mycelial growth. In vivo, reducing mold two important citrus were at 4 ° C and 25 ° C average except for *Aspergillus* and *Moniliella*.

**Key-words:** citrus fruits, fungi, mycelial growth, struggle with azoxystrobin

### INTRODUCTION

Les fruits d'agrumes sont récoltés en début de maturation pour maximiser la durée de conservation et la période de mise en marché (Youssef *et al.*, 2012). Toutefois, une conservation prolongée des fruits les expose à différentes affections qui peuvent être d'origine physiologique, souvent liées au froid, ou d'origine parasitaire, pour l'essentiel des maladies fongiques (Attrassi *et al.*, 2007 ; Attrassi *et al.*, 2005 ; Ortuno *et al.*, 2011 ; Schirra *et al.*, 2006 ; Yang *et al.*, 2013).

Les portes d'entrée des agents pathogènes pendant la récolte et le stockage des agrumes sont des blessures et des microlésions accidentelles. Les champignons parasites pénètrent aussi par les stomates. Les blessures ont des origines variées : accidents divers (grêle, chocs, coups d'angle à la cueillette, prédateurs, chaleur, froid ou raréfaction de l'oxygène). Après pénétration, les microorganismes (*Penicillium* spp., *Rhizopus*

*nigricans*, etc.) restent inactifs pendant un certain temps et constituent une niche de multiplication. Ils reprennent leur activité lors de la maturité des fruits. Les champignons détruisent les cellules de l'hôte en sécrétant des enzymes. Ils peuvent attaquer les polysaccharides des parois cellulaires et les protéines membranaires (Attrassi *et al.*, 2007 ; Attrassi *et al.*, 2005 ; Bailly, 1990 ; Bondoux, 1992 ; Ortuno *et al.*, 2011 ; Schirra *et al.*, 2006 ; Selmaoui, 1999 ; Snowdon, 1990 ; Yang *et al.*, 2013 ; Youssef *et al.*, 2012).

Les fruits qui entrent en station de conservation ne deviennent pas tous commercialisables, d'où des pertes financières qui s'ajoutent aux coûts de transport et de stockage (Swinburne, 1983). Il est difficile d'estimer les pertes dues à chaque pathogène car les blessures sont colonisées par un complexe fongique (Selmaoui, 1999).

Dans ce travail, la biologie et la physiologie de six genres fongiques, isolées à partir de lésions de deux agrumes conservées en chambre froide ont

été étudiées, et leur niveau de résistance vis-à-vis d'un antifongique, l'azoxystrobine, a été évalué.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des fruits d'agrumes en conservation pourries de différentes chambres froides de Kénitra (Maroc) ont été désinfectés par l'éthanol 90°. Les fragments malades ont été découpés et déposés en conditions aseptiques sur le milieu PDA solidifié, à raison de 20 ml par boîte de Petri, additionné de 100 mg/l de chloramphénicol. Les boîtes sont incubées à 25°C et à l'obscurité. Afin d'obtenir des cultures pures, chaque colonie est repiquée plusieurs fois dans de nouvelles boîtes de PDA.

L'identification des espèces fongiques est basée sur plusieurs clés de détermination (Botton *et al.*, 1990 ; Pitt, 1988 ; Samson *et al.*, 1984). Six genres fongiques ont été identifiés : *Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* et *Moniliella*.

Deux types de milieux de culture ont été testés pour évaluer la croissance mycélienne et la sporulation des champignons. Leur composition, pour 1000 ml d'eau distillée, est indiquée ci-après :

- Milieux naturels : Pomme (400 g de pulpe de pomme, 15 g agar).

- Milieux organiques : PDA (200 g pomme de terre, 20 g glucose, 15 g agar) (Botton *et al.*, 1990 ; Davet et Rouxel, 1997).

Un disque mycélien de 5 mm de diamètre est placé au centre d'une boîte de Petri contenant 20 ml de milieu de culture testé. Les cultures sont incubées dix jours à l'obscurité à 28°C.

Etude de l'effet de la température sur la croissance mycélienne à partir des disques mycéliens, issus de cultures âgées de dix jours, sont placés dans des boîtes de Petri contenant le milieu PDA à pH 6,7. Ces boîtes sont incubées à l'obscurité et à différentes températures (5, 10, 18, 25 et 32°C).

Evaluation de la croissance mycélienne est estimée après dix jours d'incubation par la mesure de la moyenne de deux diamètres perpendiculaires des colonies. Dans chaque essai, trois boîtes sont utilisées, avec trois ensemencements par boîte et chaque test est répété trois fois.

On a utilisé l'Ortiva®, qui contient 250 g d'azoxystrobine/l, fongicide de la famille des strobilurines. Pour l'étude de l'effet de l'azoxystrobine sur la croissance mycélienne, le fongicide en suspension dans de l'eau stérile est incorporé à l'aide d'une pipette stérile au milieu PDA en surfusion (45°C) à 125, 625 et 1250 ppm. Des disques mycéliens, prélevés à partir de cultures âgées de 10 à 15 jours sur le milieu PDA, sont placés en boîtes de Petri contenant le milieu PDA - fongicide et le milieu PDA seul pour le témoin. Pour chaque test, trois essais sont réalisés et trois boîtes sont utilisées par essai, avec, dans chaque boîte, trois inoculations. La croissance mycélienne est évaluée après dix jours d'incubation à 25°C par mesure du diamètre des colonies.

L'efficacité du fongicide est déterminée par le calcul du pourcentage d'inhibition :

$$I (\%) = \frac{X - Xi}{X} \times 100$$

X: Estimation de la croissance mycélienne (mm) dans un milieu sans fongicide (témoin).

Xi: Estimation de la croissance mycélienne dans un milieu en présence du fongicide.

Les CI<sub>50</sub> et CI<sub>90</sub> sont déterminées graphiquement à partir de la relation linéaire entre le logarithme décimal de la concentration en fongicide (en abscisses) et les valeurs probits issues des pourcentages d'inhibition de la croissance mycélienne (en ordonnées).

Etude de l'effet de l'azoxystrobine *in vivo* à partir des fruits d'agrumes, préalablement stérilisés à l'éthanol 90°, sont blessées à l'aide d'une aiguille stérile en quatre points de la région équatoriale du fruit puis trempées dans un Becher contenant 1 l de solution du fongicide à 1250 ppm. Après deux heures, chaque fruit d'agrumes est inoculé aux quatre points par les fragments mycéliens d'un genre fongique prélevé sur une culture âgée de dix jours sur le milieu PDA à l'aide d'une aiguille stérile. Les fruits sont alors répartis séparément dans des sachets en plastique fermés, préalablement pulvérisés d'eau distillée stérile afin de maintenir une humidité relative élevée pour favoriser la croissance des champignons et

éviter les pertes d'eau des fruits. Pour assurer une obscurité totale, ces sachets sont placés dans de grands sachets en plastique noir et ils sont conservés à l'obscurité pendant deux mois à 4°C ou dix jours à 25°C. Le développement des pourritures est évalué par mesure perpendiculaire des diamètres des lésions, ce qui permet de calculer le pourcentage d'inhibition :

$$I (\%) = \frac{D - Di}{D} \times 100$$

D: Diamètre de la pourriture du témoin

Di: Diamètre de la pourriture du fruit traité par le fongicide.

Trois essais sont effectués pour chaque test et pour chaque essai, trois fruits sont inoculés.

Le traitement statistique des données est réalisée par le test "Duncan's multiple range" au seuil de 5 %.

## RÉSULTATS

Les milieux PDA et Pomme permettent une bonne croissance mycélienne des genres fongiques testées (Tableau I). *Alternaria*, *Fusarium* et *Moniliella* ne se développent pas à 32°C (Tableau II). Les autres genres montrent une croissance variable. La croissance mycélienne est faible à 5 et 32°C. Par contre, elle est maximale à 18 et 25°C pour tous les genres fongiques étudiés.

**Tableau I :** Effet de deux milieux de culture sur la croissance mycélienne de six genres fongiques responsables de la pourriture des fruits de deux agrumes.

Croissance (mm)		Pomme	PDA	Moyenne
Clémentines	<i>Penicillium</i>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	90
	<i>Rhizopus</i>	90 <sup>a</sup>	85,5 <sup>a</sup>	87,7
	<i>Aspergillus</i>	82 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	84
	<i>Alternaria</i>	67 <sup>b</sup>	57 <sup>b</sup>	62
	<i>Fusarium</i>	54 <sup>b</sup>	63 <sup>b</sup>	58,5
	<i>Moniliella</i>	43,5 <sup>b</sup>	53,5 <sup>b</sup>	48,5
	Moyenne	71,08	72,5	
Croissance (mm)		Pomme	PDA	Moyenne
Oranges	<i>Penicillium</i>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	90
	<i>Rhizopus</i>	90 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>	88,5
	<i>Aspergillus</i>	80 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	82,5
	<i>Alternaria</i>	60 <sup>b</sup>	59 <sup>b</sup>	59,5
	<i>Fusarium</i>	56 <sup>b</sup>	66 <sup>b</sup>	61
	<i>Moniliella</i>	40,5 <sup>b</sup>	50,5 <sup>b</sup>	45,5
	Moyenne	69,4	72,9	

Sur la même ligne et pour un même stade de vie, deux résultats suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %

**Tableau II :** Influence de la température sur la croissance mycélienne de six genres fongiques responsables de la pourriture des fruits de deux agrumes en conservation.

Croissance (mm)		5°C	10°C	18°C	25°C	32°C
Clémentines	<i>Penicillium</i>	20 <sup>c</sup>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	12 <sup>d</sup>
	<i>Rhizopus</i>	18 <sup>c</sup>	85 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	11 <sup>c</sup>
	<i>Aspergillus</i>	16 <sup>c</sup>	85 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	10 <sup>c</sup>
	<i>Alternaria</i>	13 <sup>c</sup>	25 <sup>c</sup>	46 <sup>b</sup>	80 <sup>a</sup>	4 <sup>d</sup>
	<i>Fusarium</i>	12 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	32 <sup>b</sup>	70 <sup>a</sup>	2 <sup>d</sup>
	<i>Moniliella</i>	10 <sup>c</sup>	22 <sup>c</sup>	36 <sup>b</sup>	60 <sup>a</sup>	2 <sup>d</sup>
	Moyenne	14,8	54,5	64	79,3	8,8
Croissance (mm)		5°C	10°C	18°C	25°C	32°C
Oranges	<i>Penicillium</i>	18 <sup>c</sup>	88 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	12 <sup>c</sup>
	<i>Rhizopus</i>	19 <sup>c</sup>	83 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	14 <sup>c</sup>
	<i>Aspergillus</i>	20 <sup>c</sup>	90 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>	10 <sup>c</sup>
	<i>Alternaria</i>	14 <sup>c</sup>	23 <sup>c</sup>	50 <sup>b</sup>	82 <sup>a</sup>	2 <sup>d</sup>
	<i>Fusarium</i>	11 <sup>c</sup>	19 <sup>c</sup>	34 <sup>b</sup>	68 <sup>a</sup>	3 <sup>d</sup>
	<i>Moniliella</i>	09 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	36 <sup>b</sup>	62 <sup>a</sup>	2 <sup>d</sup>
	Moyenne	15,1	53,8	64	80,3	9,5

Sur la même ligne et pour un même stade de vie, deux résultats suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %

L'azoxystrobine est peu efficace pour la croissance mycélienne d'*Aspergillus* et *Moniliella* (CI50 et CI90>1250 ppm) (Tableau III). Elle est moyennement efficace pour *Rhizopus* et *Penicillium* (CI50< 625 ppm et CI90>1250ppm) et active pour les autres espèces (CI50< 625 ppm et CI90< 1250 ppm).

**Tableau III :** CI<sub>50</sub> et CI<sub>90</sub> (ppm) de la croissance mycélienne, de six champignons responsables de la pourriture des fruits de deux agrumes en présence d'azoxystrobine.

Genres fongiques		AZOXYSTROBINE	
		Croissance	
		CI <sub>50</sub>	CI <sub>90</sub>
Clémentines	<i>Penicillium</i>	< 625	>1250
	<i>Rhizopus</i>	< 625	>1250
	<i>Aspergillus</i>	>1250	>1250
	<i>Alternaria</i>	< 625	< 1250
	<i>Fusarium</i>	< 625	< 1250
	<i>Moniliella</i>	>1250	>1250
Genres fongiques		AZOXYSTROBINE	
		Croissance	
		CI <sub>50</sub>	CI <sub>90</sub>
Oranges	<i>Penicillium</i>	< 625	>1250
	<i>Rhizopus</i>	< 625	>1250
	<i>Aspergillus</i>	>1250	>1250
	<i>Alternaria</i>	< 625	> 1250
	<i>Fusarium</i>	< 625	< 1250
	<i>Moniliella</i>	>1250	>1250

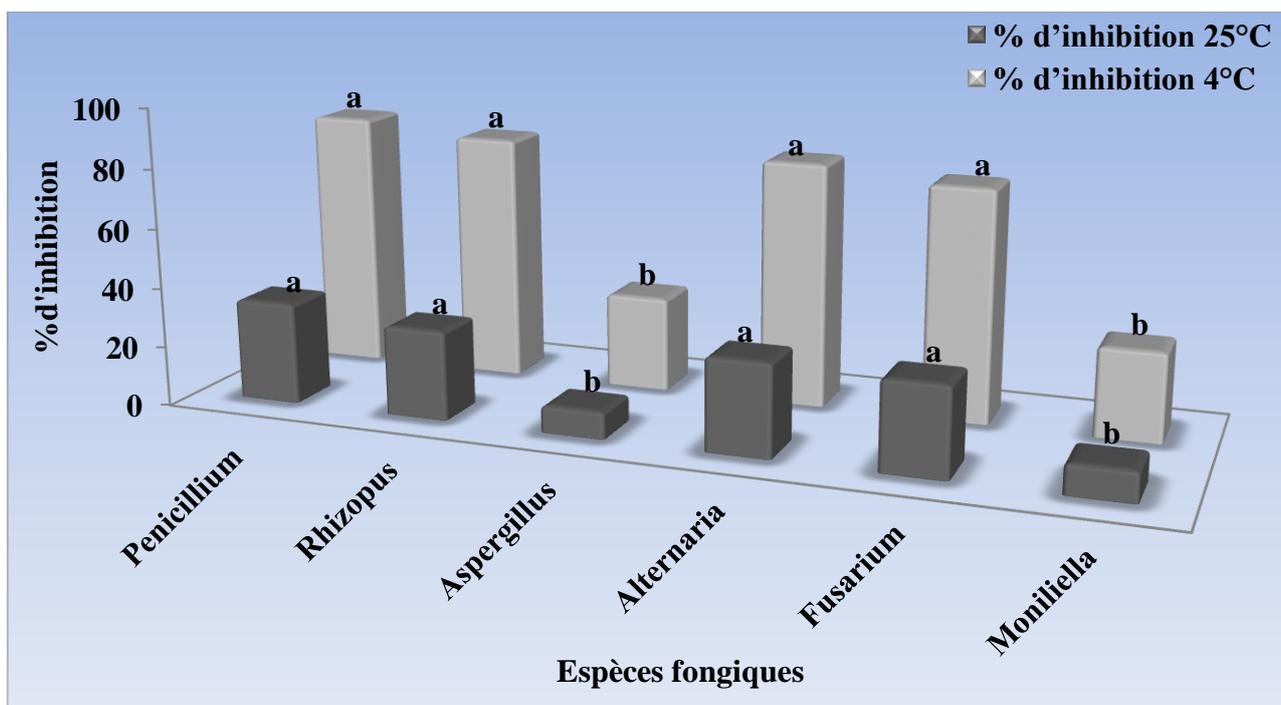
*Aspergillus* et *Moniliella* se sont montrés résistants à l'azoxystrobine (Tableau IV). Ce fongicide est, par contre, très efficace sur la croissance mycélienne des autres champignons avec des pourcentages d'inhibition supérieurs à 96 %.

**Tableau IV :** Évaluation de la résistance ou de la sensibilité de six champignons responsables de la pourriture des fruits d'agrumes à l'azoxystrobine à 1250 ppm.

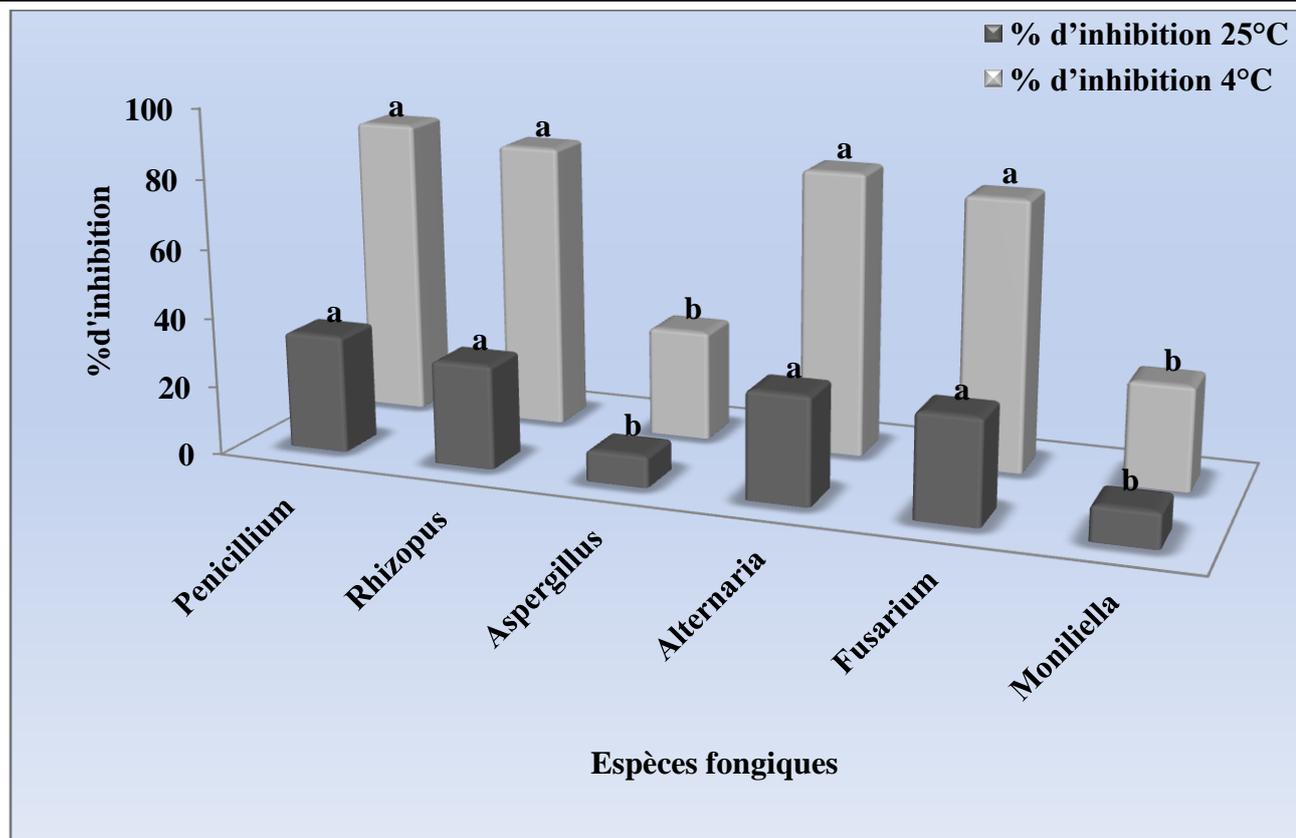
% d'inhibition de l'espèce fongique		AZOXYSTROBINE Croissance
Clémentines	<i>Penicillium</i>	100,0 <sup>a</sup>
	<i>Rhizopus</i>	100,0 <sup>a</sup>
	<i>Aspergillus</i>	21,6 <sup>b</sup>
	<i>Alternaria</i>	96,9 <sup>b</sup>
	<i>Fusarium</i>	99,6 <sup>a</sup>
	<i>Moniliella</i>	15,6 <sup>b</sup>
% d'inhibition de l'espèce fongique		AZOXYSTROBINE Croissance
Oranges	<i>Penicillium</i>	100,0 <sup>a</sup>
	<i>Rhizopus</i>	97,0 <sup>a</sup>
	<i>Aspergillus</i>	22,3 <sup>b</sup>
	<i>Alternaria</i>	100,0 <sup>a</sup>
	<i>Fusarium</i>	96,6 <sup>a</sup>
	<i>Moniliella</i>	18,7 <sup>b</sup>

Sur la même ligne et pour un même stade de vie, deux résultats suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %

*In vivo* de l'azoxystrobine présente une efficacité importante à 4°C et moyenne à 25 °C (Figure 1) vis-à-vis des champignons étudiés en inhibant le développement de la pourriture sur les fruits d'agrumes inoculés à l'exception d'*Aspergillus* et *Moniliella* pour lesquels l'inhibition est faible aux deux températures.



**Fig. 1 :** Effet de l'azoxystrobine sur le développement de la pourriture des fruits clémentines inoculées par les douze espèces fongiques et incubées à 4 et 25°C.



**Fig. 2:** Effet de l'azoxystrobine sur le développement de la pourriture des fruits oranges inoculées par les douze espèces fongiques et incubées à 4 et 25°C.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Six genres fongiques ont été isolés et identifiés à partir des deux d'agrumes pourries en conservation : *Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* et *Moniliella*. Les fruits d'agrumes sont riches en eau et en sucre facilement métabolisable par les champignons. Une contamination simple ou multiple des fruits peut provenir de nombreuses sources : sol, eau, irrigation, engrais (en particulier compost), matériel agricole, travailleurs, conditions de stockage et de conservation.

Les champignons étudiés se développent bien sur les milieux naturels et le milieu organique. Le milieu organique (PDA) est le plus favorable à toutes les espèces étudiées. De fait, ces milieux ont été utilisés par plusieurs chercheurs comme milieux nutritifs de base (Davet et Rouxel, 1997 ; Mislivec et Tuite, 1970 ; Petrunak et Christ, 1992 ; Pitt, 1988 ; Ramdani, 1989).

Les champignons exigent généralement différentes conditions de température au cours de

leur développement. C'est un facteur influence les étapes de leur cycle de vie.

La croissance mycélienne des six champignons isolés des lésions des fruits d'agrumes en conservation est maximale à 18-25°C, avec une croissance moyenne entre 10 et 18°C. Des résultats similaires ont été signalés chez *Alternaria alternata* et *Penicillium expansum* (Selmaoui, 1999). D'autres travaux ont montré que les optimums de croissance mycélienne se trouvent entre 25 et 30°C pour *Alternaria alternata* (Hasijà, 1970 ; Lamarque, 1987).

*In vitro* et *in vivo*, l'azoxystrobine donne des résultats satisfaisants sur la croissance de la plupart des espèces étudiées. *Aspergillus* et *Moniliella* ont résisté aussi bien *in vitro* qu'*in vivo*. La fongitoxicité de ce produit résulte de son interaction avec des groupements amines et hydroxyles des enzymes intervenant dans le processus de la respiration (Leroux et Moncomble, 1993a ; Leroux et Moncomble, 1993b ; Owens, 1963 ; Sijpesteijn, 1970).

Les traitements post-récolte des fruits d'agrumes par trempage dans l'azoxystrobine réduisent de façon significative leur moisissures. De même, le traitement de pêches par l'azoxystrobine a réduit le développement de la moisissure chevelue causée par *Rhizopus stolonifer* de 0 à 22 % (Leroux et Moncomble, 1993a ; Northover et Zhou, 2002).

À l'issue de ce travail, on retiendra que dans le cas d'une conservation à 4°C, l'azoxystrobine permet de stopper l'activité de la plupart des champignons responsables de la pourriture des fruits d'agrumes.

## RÉFÉRENCES

- Attrassi (K.), Benkirane (R.), Attrassi (B.), Douira (A.) - Effet de l'association de certains fongicides avec le chlorure de calcium sur le développement d'un complexe fongique responsable de la pourriture des pommes en conservation. - *Phytoprotection*, 2007, **88**(1), 17-26.
- Attrassi (K.), Selmaoui (K.), Ouazzani Touhami (A.), Badoc (A.), Douira (A.) - Biologie et physiologie des principaux agents fongiques de la pourriture des pommes en conservation et lutte chimique par l'azoxystrobine. - *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 2005, **144**(1-2), 47-62.
- Bailly (R.) - *Guide pratique de défense des cultures : Reconnaissance des ennemis Notion de protection des cultures. 4<sup>e</sup> ed.* Paris: Acta, 1990, 557 p.
- Botton (B.), Breton (A.), Fevre (M.), Gauthier (S.), Guy (P.), Larpent (J.P.), Reymond (P.), Sarglier (J.J.), Vayssier (Y.), Veau (P.) - *Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle.* Paris, Milan, Barcelone : Masson, «Collection Biotechnologies (Paris) », 1990, 2<sup>ed</sup>. rev. et compl., 512 p.
- Bondoux (P.) - *Maladies de conservation des fruits à pépins, pommes et poires.* Paris : INRA, PHM, 1992, 173 p.
- Davet (P.), Rouxel (F.) - *Détection et isolement des champignons du sol.* Paris : INRA, «Techniques et Pratiques (Paris) », 1997, 203 p
- Hasijà (S.K.) - Physiological studies of *Alternaria citri* and *A. tenuis*. - *Mycologia*, 1970, **62**(2), 289-295.
- Lamarque (C.) - Étude comparée de l'évolution des *Alternaria* du tournesol en Australie et en France. - *Phytoma*, 1987, (393), 24-27.
- Leroux (P.), Moncomble (D.) - Lutte chimique contre la pourriture grise de la vigne. Passé, présent, futur (1<sup>re</sup> partie). - *Phytoma*, 1993a, (450), 27-30.
- Leroux (P.), Moncomble (D.) - Lutte chimique contre la pourriture grise de la vigne. Passé, présent, futur (2<sup>e</sup> partie). - *Phytoma*, 1993b, (451), 23-27.
- Mislivec (P.B.), Tuite (J.) - Temperature and relative humidity requirements of species of *Penicillium* isolated from yellow dent corn kernels. - *Mycologia*, 1970, **62**(1), 75-88.
- Northover (J.), Zhou (T.) - Control of *Rhizopus* rots of peaches with postharvest treatments of tebuconazole, fludioxonil, and *Pseudomonas syringae*. - *Can. J. Plant Pathol.*, 2002, **24**(2), 144-153.
- Ortuno (A.), Diaz (L.), Alvarez, (N.), Porrás (I.), Garcia-Lidon (A.), Del Rio ( J. A.) -Comparative study of flavonoid and scoparone accumulation in different Citrus species and their susceptibility to *Penicillium digitatum*. From Food Chemistry (2011), **125**(1), 232-239.
- Owens (R.G.) - Chemistry and physiology of fungicidal action. - *Annu. Rev. hytopathol.*, 1963, **1**, 77-100.
- Petrunka (D.M.), Christ (B.J.) - Isoenzyme variability in *Alternaria solani* and *Alternaria alternata*. - *Phytopathology*, 1992, **82**(11), 1343-1347.
- Pitt (J.I.) - *A laboratory guide to common Penicillium species.* North Ryde, W.S.W., Australia: Commonwealth Scientific and

- Industrial Research Organization, Division of Food Processing, 1988, 187 p.
17. Ramdani (A.), 1989. Les pourritures à *Penicillium expansum* Link ex. Thom des pommes et des poires dans une station frigorifique de la région de Mekhnès : problèmes et remèdes. *Mémoire 3<sup>e</sup> cycle en Agronomie, Option Phytopathologie, IAV Hassan II*, 112 p.
  18. Samson (R.A.), Reenen-Hoekstra (E.S. van), Oorschot (C.A.N. van) -Introduction to food-borne fungi. Baarn: Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 1984, 2nd ed., 248 p.
  19. Schirra (M.), D'Aquino (S.), Palma (A.), Angioni (A.), Cabras (P.), Migheli (Q.) - Residues of the quinone outside inhibitor fungicide trifloxystrobin after postharvest dip treatments to control *Penicillium* spp. on Citrusfruits. From *Journal of Food Protection* (2006), **69**(7), 1646-1652.
  20. Selmaoui (K.) - Étude d'un complexe fongique responsable de la pourriture des pommes en conservation. Application de quelques moyens de lutte chimique. *Thèse Doct. Univ. Ibn Tofail, Fac Sci. Kenitra, Maroc*, 1999, 175 p.
  21. Sijpesteijn (A.K.)- Biochemical modes of action of agricultural fungicides. - *World Rev. Pest. Contr.*, U.K., 1970, **9**(2), 85-93.
  22. Snowdon (A.L.) - A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables: General introduction and fruits. London: Wolfe Scientific, 1990, 302 p.
  23. Swinburne (T.R.) - Quiescent infections in post-harvest diseases. In Dennis (C.) (Ed.), *Post-harvest pathology of fruits and vegetables*. London: Academic Press, 1983, 1-21.
  24. Yang (W.), Deng (L-z.), Zhou (L.), Zhong (B-l.), Lai (T-m.), Chun (J.) -Screening of plant extracts for fungistasis to *Penicillium italicum* of navel orange. From *Shipin Keji* (2013), **38**(12), 238-241.
  25. Youssef ( K.), Ligorio (A.), Sanzani (S. M.), Nigro (F.), Ippolito (A.)-Control of storage diseases of citrusby pre- and postharvest application of salts. From *Postharvest Biology and Technology* (2012), **72**, 57-63.