

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Botanique

القسم: علم النبات

Spécialité : Interaction plantes-pathogènes
et protection des végétaux

التخصص : تفاعل النباتات - ممرضات النباتات و حماية النبات

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

THEME

Recherche de l'effet antagoniste de *Trichoderma* spp. à l'égard de
Penicillium digitatum et *Penicillium italicum* agents de la pourriture
des agrumes

Réalisé Par :

Soutenu le : 12/12/2021.

M. BENDJEDDOU Mohamed El Amine

M. BENSETTITI Ali Walid

Devant le jury composé de :

Président : M. KEDDAD A.

Maître Assistant A, ENSA

Promoteur : M. BOUZNAD Z.

Professeur, ENSA

Co-promotrice : Mme. BOUREGHDA H.

Professeur, ENSA

Examineur : M. TAOUTAOU A.

Maître de Conférences A, ENSA

Sommaire

Liste des tableaux	V
Liste des figures	VI
Liste des abréviations.....	VIII
Liste des annexes	IX
Introduction	1
Données bibliographiques	
1. Les agrumes	4
1.1. Origine et aire géographique de répartition des agrumes	4
1.2. Taxonomie et diversité génétique des agrumes.....	5
1.3. Description botanique des agrumes	8
1.4. Situation de l'agrumiculture et son importance	9
1.4.1. A l'échelle mondiale	9
1.4.2. En Algérie	11
1.5. Les problèmes phytosanitaires rencontrés au niveau du bassin méditerranéen	16
2. Les maladies de post-récolte	18
2.1. Définition des maladies de post-récolte et pertes	18
2.2. Maladies physiologiques de post-récolte des agrumes	18
2.3. Maladies fongiques de post-récolte rencontrées sur les agrumes.....	21
2.4. Facteurs influençant la propagation des maladies de post-récolte	24
3. Description des deux principaux agents de pourriture des agrumes : <i>Penicillium digitatum</i> et <i>Penicillium italicum</i>	24
3.1. Généralités.....	24
3.2. Taxonomie des espèces responsables	25
3.3. Caractères cultureux et morphologiques	26
3.3.1. <i>Penicillium digitatum</i>	26
3.3.1.1. Caractères distinctifs.....	27
3.3.1.2. Mycotoxines	27
3.3.2. <i>Penicillium italicum</i>	27
3.3.2.1. Caractères distinctifs.....	28
3.3.2.2. Mycotoxines	28
3.4. Cycle infectieux	29

4. Contrôle des maladies de post-récolte	30
4.1. Principales matières actives utilisées dans le contrôle chimique	30
4.1.1. Imazalil (IMZ).....	31
4.1.2. Thiabendazole (TBZ).....	32
4.1.3. Sodium Ortho-Phenylphenate (SOPP).....	32
4.2. Contrôle physique	32
4.3. Biocontrôle	33
4.3.1. Définition.....	33
4.3.2. Microorganismes antagonistes et produits utilisés en bio contrôle.....	33
4.3.2.1. Bactéries.....	34
4.3.2.2. Champignons.....	34
4.3.2.3. Levures.....	35
5. Principaux agents antagonistes du genre « <i>Trichoderma</i> »	35
5.1. Généralités.....	35
5.2. Taxonomie.....	37
5.3. Caractères cultureux et morphologiques.....	39
5.4. Importance des marqueurs moléculaires dans l'identification des <i>Trichoderma</i> spp.	41
5.5. Mode d'antagonisme.....	41
5.5.1. Mycoparasitisme.....	42
5.5.2. Antibiose et métabolites secondaires.....	42
5.5.3. Compétition.....	42
5.5.4. Induction de la résistance de la plante.....	43
5.5.5. Stimulation de la croissance de la plante.....	43
Matériel et méthodes	45
1. Matériel	45
1.1. Matériel végétal « fruit ».....	45
1.2. Matériel fongique.....	45
1.2.1. Les agents pathogènes (agents de pourriture).....	45
1.2.2. Les agents antagonistes.....	45
2. Méthodes	45
2.1. Obtention des échantillons de fruits.....	45
2.2. Isolement et mise en culture des agents de pourriture.....	46
2.3. Purification des isolats par culture monospore.....	47
2.4. Identification des espèces fongiques responsables de pourritures.....	48
2.5. Test d'antagonisme : étude in vitro de l'activité antagoniste de différents isolats de <i>Trichoderma</i> vis-à-vis des agents de pourriture à <i>Penicillium</i>	48

2.5.1.	Obtention des agents de pourritures : <i>Penicillium</i> spp.....	48
2.5.2.	Obtention des souches antagonistes : <i>Trichoderma</i> spp.....	48
2.5.3.	Confrontation des <i>Penicillium</i> spp/ <i>Trichoderma</i> spp.....	49
2.5.3.1.	Confrontation directe.....	49
2.5.3.2.	Confrontation indirecte.....	50
2.6.	Evaluation de l'effet inhibiteur sur la croissance mycélienne	52
Résultats et discussion.....		53
1.	Résultats.....	53
1.1.	Isolement et identification des agents de pourritures.....	53
1.2.	Test d'antagonisme : évaluation in vitro de l'activité antagoniste des différentes souches de <i>Trichoderma</i> vis-à-vis les agents de pourriture à <i>Penicillium</i>	56
1.2.1.	Obtention des agents de pourritures : <i>Penicillium</i> spp.....	56
1.2.2.	Obtention des souches antagonistes : <i>Trichoderma</i> spp.....	56
1.2.3.	Confrontation des <i>Penicillium</i> spp/ <i>Trichoderma</i> spp.....	58
1.2.3.1.	Confrontation directe.....	58
1.2.3.2.	Confrontation indirecte	65
2.	Discussion.....	73
Conclusion générale		76
Références bibliographiques		78
Annexes		90

Résumé

Les maladies de la pourriture verte et de la pourriture bleue causées respectivement par *Penicillium digitatum* et *Penicillium italicum*, sont les maladies de post-récolte les plus fréquentes chez les agrumes. Le moyen de lutte le plus couramment utilisé face à ces maladies est la lutte chimique, cette dernière peut poser des problèmes pour la santé humaine. Cependant, le biocontrôle représente une alternative et une méthode prometteuse vis-à-vis de ces agents pathogènes, afin de réduire les dommages et empêcher leur propagation. Plusieurs isolats de l'agent antagoniste *Trichoderma* ont été utilisés dans les tests d'antagonisme menés *in vitro* (confrontation directe et indirecte) face aux agents de pourritures. Des résultats significatifs ont été obtenus par la majorité des isolats de la collection notamment en confrontation directe, les deux souches antagonistes TG2 et TG30 appartenant à l'espèce *T. gamsii* ont été les plus efficaces principalement à l'égard de *P. digitatum*.

Mots clés : Biocontrôle, Agrumes, Maladies de post-récolte, Agents de pourriture, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Trichoderma* spp, *Trichoderma gamsii*.

Abstract :

Green rot and blue rot diseases caused by *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*, respectively, are the most common postharvest diseases in citrus. The most commonly used control method for these diseases is chemical control, which can pose problems for human health. However, biocontrol represents an alternative and a promising method towards these pathogens, in order to reduce damage and prevent their spread. Several isolates of the antagonist agent *Trichoderma* have been used in *in vitro* antagonism tests (direct and indirect confrontation) against rotting agents. Significant results were obtained by the majority of the isolates in the collection, particularly in direct confrontation, the two antagonist strains TG2 and TG30 belonging to the species *T. gamsii* were the most effective, mainly towards *P. digitatum*.

Key words : Biocontrol, Citrus fruits, Post-harvest diseases, Rotting agents, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Trichoderma* spp, *Trichoderma gamsii*.

ملخص :

تعد أمراض التعفن الأخضر والتعفن الأزرق التي تسببها *Penicillium digitatum* و *Penicillium italicum* ، على التوالي ، أكثر أمراض ما بعد الحصاد شيوعاً في الحمضيات. أكثر طرق التحكم شيوعاً في هذه الأمراض هي مكافحة الكيمائية، والتي يمكن أن تسبب مشاكل لصحة الإنسان. ومع ذلك ، فإن مكافحة البيولوجية تمثل بديلاً وطريقة واعدة تجاه هذه العوامل الممرضة ، من أجل تقليل الضرر ومنع انتشارها. تم استخدام عدة عزلات من العامل المضاد *Trichoderma* في اختبارات التضاد في المختبر (المواجهة المباشرة وغير المباشرة) ضد العوامل المتعفنة. تم الحصول على نتائج مقنعة من قبل غالبية العزلات في المجموعة ، خاصة في المواجهة المباشرة ، كانت السلالتان المضادتان TG2 و TG30 من النوع *T. gamsii* الأكثر فاعلية ، خاصة فيما يتعلق بـ *P. digitatum*.

الكلمات المفتاحية : مكافحة البيولوجية، الحمضيات، أمراض ما بعد الحصاد، عوامل العفن، *Penicillium digitatum*، *Trichoderma gamsii*، *Trichoderma* spp، *Penicillium italicum*