



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 للزراعة

Département : Botanique

القسم: علم النبات

Spécialité : Interaction plantes-pathogènes
et Protection des plantes

التخصص: تفاعل النباتات - ممرضات
النباتات وحماية النبات

Mémoire De Fin D'études

Pour l'obtention du Diplôme de Master

THÈME

Recherche sur la germination des spores des agents pathogènes fongiques
Cas des *Colletotrichum* spp associés aux agrumes

Présenté par : M. KRAZI Aymen Djamel Eddine

Soutenu publiquement le 15/12/2025

Devant le jury composé de :

Président :

M. BOUZNAD Z.

Professeur, (ENSA)

Promoteur :

M. TAOUTAOU A.

Professeur, (ENSA)

Examinatrice :

Mme GHIAT N.

MAA, (ENSA)

Promotion : 2020/2025

Résumé :

Les agrumes constituent une culture fruitière d'importance économique et nutritionnelle, mais leur production est affectée par plusieurs maladies, notamment l'anthracnose causée par des espèces du genre *Colletotrichum*. La germination des conidies représente une étape essentielle du processus infectieux. Cette étude vise à évaluer l'influence de la concentration sporale sur la germination de trois isolats de *Colletotrichum* spp. (P21, C4M et K7RC), ainsi que l'effet des filtrats de culture sur la germination et l'existence éventuelle de phénomènes d'auto-inhibition et d'inhibition croisée. Des suspensions sporales allant de 10^1 à 10^7 spores/mL ont été étudiées après 6, 12 et 24 heures d'incubation par observation microscopique. Les résultats montrent que la concentration de 10^5 spores/mL constitue l'optimum de germination pour les trois isolats, tandis que les concentrations supérieures entraînent une diminution du taux de germination. À 24 heures, les taux maximaux observés atteignent 68 % pour P21 et K7RC et 66 % pour C4M. L'étude des filtrats révèle une diminution de la germination lorsque chaque filtrat est appliqué sur son propre isolat, indiquant un phénomène d'auto-inhibition, alors que plusieurs combinaisons croisées entraînent une stimulation de la germination, notamment le filtrat P21 sur C4M et le filtrat K7RC sur C4M. Ces résultats mettent en évidence l'importance de la concentration sporale et des interactions entre les métabolites produits par les différents isolats dans la régulation de la germination des spores de *Colletotrichum* et contribuent à une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans le développement du pathogène.

تُعد الحمضيات من المحاصيل الفاكهية ذات الأهمية الاقتصادية والغذائية، إلا أن إنتاجها يتأثر بعدة أمراض، من بينها مرض الأثر الكنوز ويُعد إنبات الكونيديات مرحلة أساسية في عملية العدوى. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم *Colletotrichum* الذي تسببه أنواع من جنس ، بالإضافة إلى دراسة تأثير K7RC و C4M و P21 وهي *Colletotrichum* spp. تأثير تركيز الأبواغ على إنبات ثلاث عزلات من الراشحات الفطرية على الإنبات واحتمال حدوث ظاهري التنشيط الذاتي والتنشيط المتبادل. تمت دراسة معلقات بوجية بتركيز تراوحت بين 10^1 و 10^7 بوع/مل بعد 6 و 12 و 24 ساعة من الحضانة باستعمال الملاحظة المجهرية. أظهرت النتائج أن تركيز 10^5 بوع/مل يمثل التركيز الأمثل للإنبات لدى العزلات الثلاث، في حين أدت التراكيز الأعلى إلى انخفاض نسبة الإنبات. وبعد 24 ساعة، بلغت أعلى نسب كما أظهرت دراسة الراشحات انخفاضاً في نسبة الإنبات عند C4M و 66% للعزلة K7RC و P21 الإنبات المسجلة 68% للعزلتين تطبيق كل راشح على العزلة نفسها، مما يدل على وجود تأثير تنشيطي ذاتي، بينما أدت عدة تركيبات متبادلة إلى تحفيز الإنبات، خاصة وتبرز هذه النتائج أهمية تركيز الأبواغ والتفاعلات C4M على العزلة K7RC وراشح C4M على العزلة P21 عند استعمال راشح ، كما تساهم في تحسين فهم الآليات المرتبطة *Colletotrichum* بين المركبات الناتجة عن العزلات المختلفة في تنظيم إنبات أبواغ ، بتطور هذا المرض.

Citrus crops are of major economic and nutritional importance, but their production is affected by several diseases, particularly anthracnose caused by species of the genus *Colletotrichum*. Conidial germination represents a critical stage in the infection process. This study aimed to evaluate the effect of spore concentration on the germination of three *Colletotrichum* spp. isolates (P21, C4M and K7RC), as well as the effect of culture filtrates on germination and the possible occurrence of self-inhibition and cross-inhibition phenomena. Spore suspensions ranging from 10^1 to 10^7 spores/mL were evaluated after 6, 12 and 24 hours of incubation using microscopic observation. The results showed that 10^5 spores/mL represented the optimal germination concentration for the three isolates, whereas higher concentrations resulted in a decrease in germination rates. After 24 hours, the maximum observed germination rates reached 68% for P21 and K7RC and 66% for C4M. The filtrate experiments showed a reduction in germination when each filtrate was applied to its corresponding isolate, indicating a self-

inhibitory effect, whereas several cross-filtrate combinations stimulated germination, particularly P21 filtrate on C4M and K7RC filtrate on C4M. These findings highlight the importance of spore concentration and interactions between metabolites produced by different isolates in regulating *Colletotrichum* spore germination and contribute to a better understanding of the mechanisms involved in pathogen development.

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
1- Recherche bibliographique.....	2
1.1 Présentation et aspect phytosanitaires des Agrumes.....	2
1.1.1 Historique des agrumes	2
1.1.2 Origine et répartition des agrumes	3
1.1.3 Origine et répartition des agrumes.....	3
1.1.4 Problèmes phytosanitaires des agrumes.....	3
1.1.4.1 Les ravageurs.....	3
1.1.4.2 Les maladies bactériennes.....	4
1.1.4.3 Les maladies virales	4
1.1.4.4 Les maladies fongiques / oomycètes / maladies de bois	4
1.1.5 Présentation de l'antracnose	6
1.1.6 Symptômes de la maladie	5
1.1.7 Description du genre <i>Colletotrichum</i>	8
1.1.8 Description morphologique	9
1.1.9 Facteurs de pathogénicité de <i>colletotrichum</i> des agrumes	9
1.1.9.2 Épidémiologie	10
1.1.9.3 Adhésion et formation de l'appressorium	10
1.1.9.4 Rôle des effecteurs dans l'infection.....	11
1.1.9.5 Pénétration de l'hôte et phase biotrophique	12
1.1.9.6 Phase nécrotrophique et dégradation des tissus	12
1.1.9.7 Modulation hormonale de l'hôte par <i>Colletotrichum</i>	13
1.2 La lutte contre l'antracnose	13
1.2.1 – Lutte conventionnelle	13
1.2. 3 – La lutte biologique	13
1.2.4 Modes d'action des filtrats fongiques	14
1.2.4.1 Dégradation de la paroi fongique par des enzymes hydrolytiques	14

1.2.4.2	Altération de la morphologie hyphalienne	14
1.2.5	Lutte intégrée.....	15
1.3	La germination des spores fongiques	15
1.3.1	Morphologie et étapes de la germination des spores fongiques.....	15
1.3.1.1	Structure de base d'une spore dormante	15
1.3.1.2	Premiers stades : activation et sortie de dormance	16
1.3.1.3	Formation du tube germinatif	16
1.3.2	Facteurs influençant la germination des spores fongiques	16
1.3.3	Mécanismes cellulaires et moléculaires de la germination des spores fongiques.....	18
1.3.3.1	Activation métabolique.....	18
1.3.3.2	Dégradation locale ou modification de la paroi.....	19
1.3.3.3	Signalisation et régulation génétique.....	19
1.3.3.4	Effets inhibiteurs : perturbation des membranes, stress oxydatif.....	19
1.4	Germination des spores de <i>Colletotrichum</i>	19
1.4.3.	Facteurs abiotiques affectant la germination	20
1.4.4	Mécanismes moléculaires observés lors de la germination	22
2.	Matériels et méthodes :	24
2.1	Matériel biologique.....	24
2.2	Effet de la concentration sporale sur la germination :.....	24
2.2.1	Préparation des suspensions sporales	25
2.2.2	Incubation des suspensions.....	25
2.2.3	Observation microscopique et calcul du taux de germination.....	25
2.3.	Auto-inhibition de la germination des spores	26
2.3.1.	Préparation des suspensions sporales	26
2.3.2.	Préparation des filtrats de culture	26
2.3.2 .3	Filtration du milieu	26
2.3.3.	Application des filtrats et évaluation de la germination	27
2.3.3.1	Dépôt des suspensions et des filtrats.....	27
2.3.3.2	Observation microscopique	27
2.3.3.3	Calcul du taux de germination.....	27
3.	Résultats et discussion	29
3.1	Effet de la concentration sporale sur la germination des spores des trois isolats.....	30
3.1.1	Descreption des résultats.....	30

3.1.1.1 Après 6 heures d'incubation :	30
3.1.1.2 Après 12 heures d'incubation :	30
3.1.2 Analyse statistique.....	35
3.2 Effet de filtrat sur la germination des spores des trois isolats.....	37
3.2.1 Description des résultats.....	37
3.2.1.1 Après 6 heures d'incubation	37
3.2.1.2 Après 12 heures d'incubation.....	38
3.2.2 Analyse statistique.....	49
4. Conclusion :	57
5. Les références bibliographiques :	58