

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG ĐỐI KHÁNG CỦA XẠ KHUẨN ĐỐI VỚI NẤM *Helminthosporium maydis* GÂY BỆNH ĐỐM LÁ NHỎ HẠI BẮP

Lê Minh Tường¹, Lê Thị Ngọc Xuân¹
và Nguyễn Thị Thanh Xuân²

¹Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Nông nghiệp và TNTN, Trường Đại học An Giang

Email liên hệ: lmtuong@ctu.edu.vn; Điện thoại: 0918003719

Antagonistic activity evaluation of actinomycetes isolates against *Helminthosporium maydis* causing southern leaf blight on maize

The objective of this research was to investigate the potential antagonism of actinomycetes isolates against Helminthosporium maydis fungus causing southern leaf blight on maize. The antagonistic activity of 6 actinomycetes isolates toward H. maydis fungus were examined in the Laboratory conditions with 4 replications. The results showed that 3 actinomycetes isolates of TÔ-VL11d, KS-ST6b and BM-VL12 had highest antagonistic effect on H. maydis with radius of inhibition zones reached 11.00 mm, 11.40 mm, 9.60 mm, respectively and antagonistic efficacy of 53.93%, 53.13%, 51.27% at 10 days after testing. On the other hand, the efficiency of 6 actinomycetes isolates in prevention of H. maydis mycelial growth was conducted with 5 replications. The results indicated that BM-VL12 isolate had highest reduction on mycelial growth of H. maydis fungus with the colony diameter reached 45.6 mm at 7 days after inoculation.

Keywords: Actinomycetes, *Helminthosporium turcicum*, Maize, prevention of mycelia growth, southern leaf blight.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngô (bắp) (*Zea mays* L.) là cây lương thực quan trọng trong nền kinh tế toàn cầu và ngô được sử dụng với ba mục đích chính như làm lương thực cho người, thức ăn cho gia súc và nguyên liệu cho nhiều sản phẩm công nghiệp (Đình Thế Lộc và *ctv.*, 1997). Hiện nay, trên đồng ruộng trồng các giống ngô nhập nội và các giống bắp lai bị bệnh đốm lá nhỏ tấn công và gây hại đáng kể về năng suất và

chất lượng bắp (Vũ Triệu Mân, 2007). Việc áp dụng biện pháp hóa học trong phòng trị bệnh bên cạnh mang lại hiệu quả nhanh chóng nhưng cũng gây ra nhiều vấn đề liên quan đến ô nhiễm môi trường, dư lượng trong nông phẩm, ảnh hưởng sức khỏe con người và gây ra tính kháng thuốc của mầm bệnh. Hiện nay, việc ứng dụng biện pháp phòng trừ sinh học trong quản lý dịch hại ngày càng được chú ý do chi phí thấp và thân thiện với môi trường (Huang *et al.*, 2010). Trong số các vi sinh vật có triển vọng

Người phân biện: TS. Nguyễn Đức Cường.

trong phòng trừ sinh học bệnh cây thì xạ khuẩn là nhóm được nghiên cứu và ứng dụng phổ biến (Lê Minh Tường và ctv., 2016). Xạ khuẩn có khả năng đối kháng với nhiều mầm bệnh được ghi nhận thông qua các cơ chế tiết kháng sinh, tiết ra các hợp chất chuyển hóa thứ cấp có hoạt tính kháng nấm, kháng vi khuẩn (Lam, 2006; Palaniyandi *et al.*, 2013); ký sinh trên mầm bệnh (Shimizu *et al.*, 2001), tiết ra enzyme ngoại bào (như cellulases, chitinases, β -glucanase...) (Lam, 2006; Lê Minh Tường và ctv., 2016). Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm ra chủng xạ khuẩn có khả năng phòng trừ bệnh đốm lá nhỏ hại bắp do nấm *Helminthosporium maydis* gây ra, làm tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo về chế phẩm sinh học có nguồn gốc từ xạ khuẩn ứng dụng trong phòng trừ bệnh đốm lá nhỏ hại bắp nói riêng và bệnh hại cây trồng nói chung.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu thí nghiệm

- Nguồn xạ khuẩn: 6 chủng xạ khuẩn (TÔ-VL11d, KS-ST6b, KS-ST8b, BM-VL12, BT-CT7, BT-VL20) được cung cấp từ Phòng Thí nghiệm Bệnh cây, Bộ môn Bảo vệ thực vật, Trường Đại học Cần Thơ. Các chủng xạ khuẩn trên thuộc chi *Streptomyces* và có khả năng đối kháng cao với nấm *Rhizoctonia solani* gây bệnh đốm vằn trên bắp với hiệu suất đối kháng từ 42,7% đến 60,8% (Lê Minh Tường và Đỗ Thanh Tuyền, 2016) và nấm *Rhizoctonia solani* gây bệnh đốm vằn trên lúa với hiệu suất đối kháng từ 63,50% đến 83,59% (Lê Minh Tường và Ngô Thị Kim Ngân, 2015).

- Nguồn nấm: Dòng nấm *H. maydis* do Phòng Thí nghiệm Bệnh cây, Bộ môn Bảo vệ thực vật, Trường Đại học Cần Thơ cung cấp. Dòng nấm này đã được ghi nhận có triệu chứng điển hình của bệnh đốm lá nhỏ hại bắp thu thập tại xã Nhơn Nghĩa A, huyện Châu Thành A, tỉnh Hậu Giang và có khả năng xâm nhiễm và gây hại nặng nhất trên bắp trong số 8 dòng nấm thu thập được.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá khả năng đối kháng của các chủng xạ khuẩn đối với nấm *Helminthosporium maydis* gây bệnh đốm lá nhỏ trên cây bắp trong phòng thí nghiệm

* *Tiến hành thí nghiệm*: Những chủng xạ khuẩn được nuôi cấy trên môi trường MS trong 7 ngày, xác định mật số và chuyển về huyền phù với mật số xạ khuẩn cần dùng là 10^8 cfu/ml. Chủng nấm *H. maydis* được nuôi cấy trong môi trường PDA trong 5 ngày.

* *Bố trí thí nghiệm*: Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 lần lặp lại, mỗi nghiệm thức là một chủng xạ khuẩn thí nghiệm. Khoanh khuẩn ty nấm *H. maydis* có đường kính 5 mm được trong đặt đĩa petri (chứa 10 ml môi trường PDA) và cách thành đĩa 1 cm. Khoanh giấy thấm có đường kính 5 mm được tẩm huyền phù các chủng xạ khuẩn thí nghiệm được đặt đối xứng với khoanh khuẩn ty nấm và cách thành đĩa 1 cm. Ở nghiệm thức đối chứng, các khoanh giấy thấm tẩm xạ khuẩn được thay bằng khoanh giấy thấm tẩm nước cất thanh trùng. Sau đó, các đĩa petri thí nghiệm được đặt ở điều kiện nhiệt độ 28°C.

* *Chỉ tiêu ghi nhận*:

- Đo bán kính vòng vô khuẩn ở các thời điểm 6, 7, 8, 9 và 10 ngày sau khi bố trí thí nghiệm.

- Đo bán kính tản nấm ở các thời điểm 6, 7, 8, 9 và 10 ngày sau khi bố trí thí nghiệm và tính hiệu suất đối kháng theo công thức (Palanayandi *et al.*, 2013).

$$\text{HSDK (\%)} = \frac{[(\text{BKTNđc} - \text{BKTNxk})/\text{BKTNđc}] \times 100}{1}$$

Trong đó: BKTNđc: Bán kính tản nấm phát triển về phía đối chứng.

BKTNxk: Bán kính tản nấm phát triển về phía xạ khuẩn.

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của các chủng xạ khuẩn đối với sự phát triển khuẩn ty nấm *Helminthosporium turcicum* trên môi trường thạch

* *Tiến hành thí nghiệm:* Các chủng xạ khuẩn được nuôi cấy trên môi trường MS trong 7 ngày và chuyển về huyền phù với mật số 10^8 cfu/ml. Chủng nấm *H. maydis* được nuôi cấy trong môi trường PDA trong 5 ngày.

* *Bố trí thí nghiệm:* Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 1 nhân tố và 5 lần lặp lại, mỗi nghiệm thức là một chủng xạ khuẩn thí nghiệm. Cho 1 ml huyền phù xạ khuẩn (mật số 10^8 cfu/ml) vào đĩa petri chứa 9 ml môi trường PDA lỏng ở nhiệt độ 50°C . Nghiệm thức đối chứng, đĩa petri chứa 9 ml PDA + 1 ml nước cất thanh trùng. Sau đó, đục các khoanh nấm *H. maydis* có đường kính 5mm và cho vào đĩa petri đã chuẩn bị.

* *Chỉ tiêu ghi nhận:* Đo bán kính sự phát triển của tản nấm *H. maydis* ở thời điểm 4, 5, 6 và 7 ngày sau khi bố trí thí nghiệm.

2.2.3. Xử lý số liệu

Tất cả số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Office Excel 2010 và phân tích bằng phần mềm thống kê MSTATC qua phép thử Duncan.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng đối kháng của các chủng xạ khuẩn đối với nấm *Helminthosporium turcicum* gây bệnh đốm lá nhỏ trên bắp trong điều kiện phòng thí nghiệm

Khả năng đối kháng của xạ khuẩn với nấm *H. maydis* gây bệnh đốm lá nhỏ trên bắp trong điều kiện phòng thí nghiệm được đánh giá thông qua bán kính vòng vô khuẩn (Bảng 1) và hiệu suất đối kháng (Bảng 2) ở các thời điểm 6, 7, 8, 9, 10 ngày sau bố trí thí nghiệm.

* *Bán kính vòng vô khuẩn (BKVVK):* Ở thời điểm 6 ngày sau khi bố trí thí nghiệm (NSBT), tất cả các chủng xạ khuẩn đều thể hiện khả năng đối kháng với nấm *H. maydis* gây bệnh đốm lá nhỏ trên bắp. Trong đó, 3 chủng TÔ-VL11d, KS-ST8b và BM-VL12 có BKVK lần lượt là 21,40 mm, 21,40 mm và 22,40 mm, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại. Kết quả tương tự ở thời điểm 7 NSBT, 3 chủng TÔ-VL11d, KS-ST8b, BM-VL12 có BKVK cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại. Ở thời điểm 8 NSBT, chủng TÔ-VL11d tiếp tục thể hiện khả năng đối kháng cao với BKVVK tương ứng 15,20 mm, tuy không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với chủng KS-ST6b có BKVVK là 14,40 mm nhưng cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại. Ở thời điểm 9 NSBT, chủng TÔ-VL11d tiếp tục thể hiện khả năng đối kháng cao với BKVVK tương

ứng 13,00 mm, tuy không khác biệt ý nghĩa thống kê so với chủng KS-ST6b có BKVVK là 12,60 mm nhưng cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại (Hình 1). Ở thời điểm 10

NSBT, 2 chủng TÔ-VL11d và KS-ST6b vẫn thể hiện khả năng đối kháng cao với BKVVK lần lượt là 11,00 mm và 11,40 mm, cao hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại.

Bảng 1. Bán kính vòng vô khuẩn của 6 chủng xạ khuẩn với nấm *Helminthosporium maydis* qua các thời điểm khảo sát

TT	Chủng xạ khuẩn	Bán kính vòng vô khuẩn (mm) qua các thời điểm				
		6 NSBT	7 NSBT	8 NSBT	9 NSBT	10 NSBT
1	TÔ-VL11 ^d	21,40 ^a	19,20 ^a	15,20 ^a	12,60 ^{ab}	11,00 ^a
2	KS-ST6 ^b	21,40 ^a	18,60 ^a	14,4 ^{ab}	13,00 ^a	11,40 ^a
3	KS-ST8 ^b	14,20 ^c	12,80 ^c	08,80 ^d	07,20 ^d	05,00 ^c
4	BM-VL12	22,40 ^a	19,00 ^a	13,40 ^b	11,60 ^b	09,60 ^b
5	BT-CT7	14,80 ^{bc}	12,80 ^c	08,60 ^d	06,80 ^d	04,60 ^c
6	BT-VL20	16,00 ^b	14,40 ^b	11,20 ^c	10,00 ^c	09,00 ^b
Mức ý nghĩa (%)		*	*	*	*	*
CV (%)		6,21	6,04	7,65	8,95	10,72

Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái giống nhau thì không khác biệt qua phép kiểm định Duncan. *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. NSBT: ngày sau khi bố trí thí nghiệm.

* *Hiệu suất đối kháng (HSDK):* Ở thời điểm 6 NSBT, các chủng xạ khuẩn có HSDK với nấm *H. maydis* ở những mức độ khác nhau, dao động từ 30,42% đến 39,58%. Trong đó chủng TÔ-VL11d

có HSDK là 39,58%, tuy không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với chủng KS-ST6b có HSDK tương ứng 37,92% nhưng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng xạ khuẩn còn lại.

Bảng 2. Hiệu suất đối kháng của 6 chủng xạ khuẩn đối với nấm *Helminthosporium maydis* qua các thời điểm khảo sát

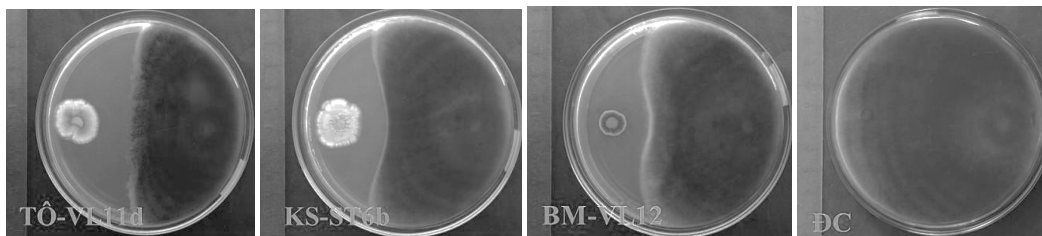
TT	Chủng xạ khuẩn	Hiệu suất đối kháng (%) qua các thời điểm				
		6 NSBT	7 NSBT	8 NSBT	9 NSBT	10 NSBT
1	TÔ-VL11 ^d	39,58 ^a	43,15 ^a	46,33 ^a	50,29 ^a	53,93 ^a
2	KS-ST6 ^b	37,92 ^{ab}	42,04 ^a	45,67 ^a	50,00 ^a	53,13 ^a
3	KS-ST8 ^b	31,25 ^d	35,37 ^c	39,67 ^c	43,82 ^c	44,87 ^d
4	BM-VL12	37,08 ^b	41,67 ^a	44,33 ^{ab}	48,82 ^{ab}	51,27 ^b
5	BT-CT7	30,42 ^d	34,26 ^c	40,00 ^c	44,12 ^c	44,33 ^d
6	BT-VL20	34,17 ^c	39,07 ^b	43,00 ^b	47,65 ^b	48,33 ^c
Mức ý nghĩa (%)		*	*	*	*	*
CV (%)		3,68	2,79	3,42	2,40	2,07

Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái giống nhau thì không khác biệt qua phép kiểm định Duncan. *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Số liệu được biến đổi dưới dạng Arcsin(X) trước khi xử lý thống kê.

Ở thời điểm 7 NSBT, 3 chủng TÔ-VL11d, KS-ST6b và BM-VL12 thể hiện khả năng đối kháng cao với HSDK lần lượt là 44,58%, 42,92% và 46,67%, cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng xạ khuẩn còn lại. Ở thời điểm 8 NSBT, 2 chủng TÔ-VL11d và KS-ST6b vẫn thể hiện khả năng đối kháng cao với HSDK tương ứng 46,33% và 45,67%, tuy không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với chủng BM-VL12 với HSDK là 44,33% nhưng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng xạ khuẩn còn lại. Ở thời điểm 9 NSBT, 2 chủng TÔ-VL11d và KS-ST6b vẫn duy trì hiệu suất đối kháng cao, tuy không khác biệt có ý nghĩa thống kê so

với chủng BM-VL12 nhưng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng xạ khuẩn còn lại. Ở điểm 10 NSBT, 2 chủng xạ khuẩn TÔ-VL11d và KS-ST6b với HSDK lần lượt là 53,93% và 53,13% cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng xạ khuẩn còn lại.

Từ kết quả (bảng 1) và (bảng 2) cho thấy, 6 chủng xạ khuẩn thí nghiệm đều có khả năng đối kháng với nấm *H. maydis* gây bệnh đốm lá nhỏ trên bắp trong điều kiện phòng thí nghiệm ở những mức độ khác nhau, trong đó 2 chủng TÔ-VL11d và KS-ST6b luôn thể hiện khả năng đối kháng cao, liên tục và kéo dài đến thời điểm 10 ngày sau khi bố trí thí nghiệm.



Hình 1. Khả năng đối kháng của xạ khuẩn đối với nấm *Helminthosporium maydis* gây bệnh đốm lá nhỏ hại bắp ở thời điểm 9 ngày sau khi bố trí thí nghiệm

3.2. Ảnh hưởng của các chủng xạ khuẩn đối với sự phát triển khuẩn ty nấm *Helminthosporium turcicum* trên môi trường thạch (agar)

Khả năng ức chế sự phát triển khuẩn ty nấm *H. maydis* của 6 chủng xạ khuẩn thí nghiệm được đánh giá thông qua đường kính tản nấm ở các thời điểm 4, 5, 6 và 7 ngày sau bố trí (NSBT) (Bảng 3). Ở thời điểm 4 NSBT, đường kính tản nấm ở nghiệm thức có xử lý xạ khuẩn dao động

trong khoảng 23,80 - 50,60 mm, thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng (56,40 mm), trong số các chủng xạ khuẩn được khảo sát, chủng BM-VL12 có đường kính tản nấm thấp nhất, thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại. Đến thời điểm 5 NSBT, nghiệm thức BM-VL12 tiếp tục có đường kính tản nấm thấp nhất (30,20 mm), thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại.

Bảng 3. Đường kính phát triển của tản nấm *Helminthosporium maydis* qua các thời điểm khảo sát

TT	Chủng xạ khuẩn	Đường kính tản nấm (mm) qua các thời điểm			
		4 NSBT	5 NSBT	6 NSBT	7 NSBT
1	TÔ-VL11 ^d	50,60 ^b	61,00 ^b	70,60 ^{bc}	79,80 ^b
2	KS-ST8 ^b	50,20 ^b	61,00 ^b	71,80 ^b	78,60 ^b
3	KS-ST6 ^b	49,60 ^{bc}	57,80 ^c	72,00 ^b	78,40 ^b
4	BT-CT7	47,80 ^c	58,00 ^c	68,80 ^c	72,40 ^c
5	BM-VL12	23,80 ^d	30,20 ^d	37,80 ^d	45,60 ^d
6	BT-VL20	49,80 ^{bc}	62,80 ^b	72,80 ^b	82,00 ^b
7	ĐC	56,40 ^a	70,40 ^a	81,80 ^a	90,00 ^a
Mức ý nghĩa (%)		*	*	*	*
CV (%)		3,49	2,55	2,41	3,46

Ghi chú: Các số trong cùng một cột được theo sau bởi một hoặc nhiều chữ cái giống nhau thì không khác biệt qua phép kiểm định Duncan. *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%.

Đến thời điểm 6 NSBT, chủng BM-VL12 tiếp tục cho hiệu quả ức chế cao nhất với đường kính tản nấm là 37,80 mm, thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa so với tất cả các nghiệm thức còn lại. Ở thời điểm 7 NSBT, nghiệm thức BM-VL12 vẫn thể hiện khả năng ức chế cao nhất với đường kính tản nấm tương ứng 45,60 mm, thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại.

Từ kết quả (Bảng 3) cho thấy, tất cả 6 chủng xạ khuẩn thí nghiệm đều có khả năng ức chế sự phát triển khuẩn ty nấm *H. maydis* gây bệnh đốm lá nhỏ trên bắp, trong đó chủng BM-VL12 thể hiện khả năng ức chế cao nhất và kéo dài đến thời điểm 7 ngày sau khi bố trí thí nghiệm.

Tóm lại, 6 chủng xạ khuẩn thí nghiệm có khả năng đối kháng cao với nấm *H. maydis* đồng thời cũng thể hiện khả năng ức chế tốt sự phát triển khuẩn ty nấm. Điều này có thể giải thích là do các

chủng xạ khuẩn có khả năng tiết ra nhiều chất có hoạt tính kháng nấm như chất kháng sinh, các enzyme ngoại bào (chitinase, β -glucanase), chất chuyển hóa thứ cấp,... Theo Zhang *et al.* (2016) một số loại kháng sinh do xạ khuẩn tiết ra như streptomycin, tetracyclin, gentamicin, rifamycin, erythromycin,... vừa có khả năng kháng nấm và vi khuẩn vừa có khả năng diệt côn trùng hay tuyến trùng. Prapagdee *et al.*, (2008) cho rằng chitinase và β -1,3-glucanase được sinh tổng hợp từ chủng xạ khuẩn *Streptomyces hygroscopicus* có khả năng phá hủy và làm biến dạng vách tế bào của nấm *Colletotrichum gloeosporioides* và *Sclerotium rolfsii*.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

- Trong số 6 chủng xạ khuẩn thí nghiệm đã ghi nhận ba chủng TÔ-VL11d, KS-ST6b và BM-VL12 có khả năng đối

kháng cao nhất với nấm *H. maydis* và kéo dài đến thời điểm 10 ngày sau bố trí.

- Chủng BM-VL12 có khả năng ức chế sự phát triển khuẩn ty nấm *H. maydis* cao nhất và kéo dài đến thời điểm 7 ngày sau bố trí.

- Đề nghị tiếp tục khảo sát khả năng phòng trị bệnh đốm lá nhỏ trên bắp của 3 chủng xạ khuẩn TÔ-VL11d, KS-ST6b và BM-VL12 trong điều kiện nhà lưới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đình Thế Lộc, Võ Nguyên Quyền, Bùi Thế Hùng và Nguyễn Thế Hùng (1997). Cây bắp. Trong: *Giáo trình Cây lương thực*, tập 2. Đại học Nông nghiệp I, Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
- Lam, K.S (2006). Discovery of novel metabolites from marine *Actinomycetes*. *Current Opinion in Microbiology*, 9: 245 - 251.
- Lê Minh Tường và Đỗ Thanh Tuyên (2016). Hiệu quả phòng trị xạ khuẩn đối với bệnh đốm vằn trên bắp. *Tạp chí Khoa học*, Trường Đại học Cần Thơ, 3: 62 - 69.
- Lê Minh Tường và Ngô Thị Kim Ngân (2014). Phân lập và đánh giá khả năng đối kháng của các chủng xạ khuẩn đối với nấm *Rhizoctonia solani* gây bệnh đốm vằn trên lúa. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 4: 113 - 119.
- Lê Minh Tường, Đinh Hồng Thái, Lý Văn Giang và Phạm Tuấn Vũ (2016). Xạ khuẩn và vai trò của xạ khuẩn trong quản lý bệnh hại cây trồng. Trong: *Quản lý dịch hại cây trồng thân thiện môi trường* (Chủ biên: Nguyễn Thị Thu Cúc và Lê Văn Vàng). NXB. Đại học Cần Thơ.
- Palanayandi, S. A., S.H. Yang, L. Zhang and J.W. Suh (2013). Effects of actinobacteria on plant disease suppression and growth promotion. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97: 9621 - 9636.
- Prapagdee, B., C. Kuekulvong and S. Mongkolsuk (2008). Antifungal Potential of Extracellular Metabolites Produced by *Streptomyces hygroscopicus* against Phytopathogenic Fungi. *International Journal of Biological Sciences*, 4 (5): 330 - 337.
- Shimizu, M., N. Fujita, Y. Nakagawa, T. Nishimura, T. Furumai, Y. Igarashi, H. Onaka, R. Yoshida and H. Kunoh (2001). Disease resistance of tissuecultured seedlings of rhododendron after treatment with *Streptomyces* sp. R-5. *Journal of General Plant Pathology*, 67: 325 - 332.
- Vũ Triệu Mân (2007). *Giáo trình Bệnh cây chuyên khoa*. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- Zhang, J., L.M. Wang, Y.H. Li, S. L. Ding, H.X. Yuan, I. T. Riley and H. L. Li (2016). Biocontrol of cereal cyst nematode by *Streptomyces anulatus* isolate S07. *Australasian Plant Pathology*, 45 (1): 57 - 64.