Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
website: sj.ctu.edu.vn

HIỆU QUẢ CỦA BIỆN PHÁP XỬ LÝ ĐẤT TRÊN BỆNH THỐI CỦ GỪNG DO VI KHUẨN *Ralstonia solanacearum*

Trần Vũ Phến[1], Nguyễn Trung Dương[2] và Lê Hữu Việt[3]

[1] *Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ*
[2] *Học viên cao học BVTV K19, Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ*
[3] *Công ty VFC Việt Nam*

Thông tin chung:
Ngày nhận: 14/04/2014
Ngày chấp nhận: 30/06/2014

Title:
Effects of soil treatments on the bacterial rhizome rot disease of ginger caused by Ralstonia solanacerum

Từ khóa:
Bệnh thối củ gừng, Ralstonia solanacerum, vi khuẩn vùng rễ (VKVR), xử lý đất

Keywords:
Rhizome rot disease of ginger, Ralstonia solanacearum, rhizosphere bacteria, soil treament

ABSTRACT

Effects of soil treatments on the bacterial ginger rhizome rot disease was evaluated in the net house and field conditions during the ginger season of 2012. Results showed that, under the greenhouse condition, gingers grown in bags or microplots treated with lime:urea mixture (50:500 kg/ 1,000 m^2), $Ca(ClO)_2$ (5 kg/ 1,000 m^2) and Coc 85WP (3.125 kg/ 1,000 m^2), then monthly supplied with rhizosphere bacteria (10^8 cfu/m^2 soil surface) gave the best performance to gingers by reducing the growth of R. solanacearum and controlling the rhizome rot disease. Disease suppression was higher in sandy soil (collected from Tri Ton district) than in clay soil (collected from Cho Moi district). In the field condition (Tri Ton district, An Giang province), seed treatment of rhizosphere bacteria before planting combined with monthly supplying rhizosphere bacteria until harvest effectively reduced the population of bacterial pathogen, and actually suppressed the rhizome rot disease in Noi ginger cultivar.

TÓM TẮT

Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trên bệnh thối củ gừng đã được đánh giá trong điều kiện nhà lưới và ngoài đồng vụ gừng 2012. Ở điều kiện nhà lưới, gừng trồng trong bao hay điều kiện lô nhỏ, kết quả thí nghiệm cho thấy các biện pháp xử lý đất như tưới với hỗn hợp vôi:urea (50:500 kg/ 1.000 m^2), chlorine $(Ca(ClO)_2)$ (5 kg/ 1.000 m^2), Coc 85WP (3,125 kg/ 1.000 m^2), sau đó hằng tháng tưới bổ sung huyền phù vi khuẩn vùng rễ (10^8 cfu/ m^2 đất) cho kết quả tốt nhất, giúp làm giảm mật số vi khuẩn R. solanacearum gây bệnh và kiểm soát bệnh thối củ trên gừng. Hiệu quả kiểm soát bệnh của các biện pháp xử lý trên đất cát (thu từ ruộng gừng ở huyện Tri Tôn, An Giang) cao hơn trên đất thịt (thu từ ruộng gừng ở huyện Chợ Mới, An Giang). Ở điều kiện ngoài đồng (huyện Tri Tôn, An Giang), xử lý củ gừng giống với vi khuẩn vùng rễ trước khi trồng, sau đó tưới bổ sung hằng tháng với vi khuẩn vùng rễ (10^8 cfu/ m^2 đất) cho đến khi thu hoạch giúp duy trì mật số vi khuẩn gây bệnh ở mức thấp và có hiệu quả kiểm soát được bệnh thối củ trên giống gừng Nòi.

1 GIỚI THIỆU

Bệnh thối củ gừng là trở ngại quan trọng trong canh tác gừng ở nước ta (Nguyễn Thị Nghiêm *và ctv.*, 2009; Trần Vũ Phến *và ctv.*, 2013) và nhiều nước trên thế giới (Dohroo, 2005). Vi khuẩn *R. solanacearum* có thể lưu tồn trong đất, trong tàn dư cây bệnh, trong hom giống nhiễm bệnh, trong ký chủ phụ và cả nhiều loài cỏ dại. Ở trong đất, vi khuẩn có thể lưu tồn lâu dài đến 5-6 năm, tùy thuộc vào điều kiện nhiệt độ, độ ẩm, loại đất, các yếu tố

sinh vật và vô sinh khác (Genin and Denny, 2012). Trên đất trồng gừng, sự lưu tồn bền của *R. solanacearum* làm cho đất bị nhiễm này không thể tiếp tục trồng gừng trong các vụ sau. Cả biotype 3 và biotype 4 có thể sống sót trong điều kiện khô hạn và vẫn gây bệnh cho cây gừng trồng sau đó 20 tháng (Pegg và Moffett, 1971). Để quản lý các bệnh có nguồn gốc từ đất, các nghiên cứu tập trung vào mục tiêu kiểm soát được nguồn bệnh lưu tồn trong đất (Parthasarathy *et al.*, 2012). Tuy nhiên, đối với bệnh thối củ gừng, ngay cả xử lý với chất xông hơi như chloropicrin, methyl bromide và dazomet chỉ cho hiệu quả thấp hoặc không hiệu quả (Trujillo, 1964; CABI, 2007). Xử lý đất 2 tuần trước khi trồng với chlorine (2,5 g/m^2) có thể giúp giảm bệnh 70-89% (Dhital *et al.*, 1997), nhưng theo Verma và Shekhawat (1991) thì khi xử lý với chlorine (5 g/ m^2) chỉ giúp giảm bệnh 68,4%, cho thấy hiệu quả xử lý phụ thuộc vào đặc tính của đất (Michel và Mew, 1998). Ở An Giang, qua điều tra (số liệu chưa được công bố), cho thấy ngoài việc cày xới, phơi đất thì 62,4% nông dân có xử lý đất, chủ yếu với vôi (70,7%), với lượng sử dụng từ 51-100 kg/ công (65,2%) hoặc với thuốc trừ sâu. Do đó, việc xử lý này không khống chế được mầm bệnh (CABI, 2007; Parthasarathy *et al.*, 2012). Chế phẩm sinh học Tricô-ĐHCT được 3,2% nông dân dùng xử lý đất, tuy nhiên hiệu quả cần được kiểm chứng, do đối tượng phòng trừ đăng ký trong Danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng ở Việt Nam là nấm bệnh (Bộ Nông nghiệp & PTNT, 2013).

Để phòng, trị bệnh, nông dân sử dụng nhiều thuốc hóa học vừa tốn chi phí vừa gây ô nhiễm môi trường và thường không đạt hiệu quả. Mặt khác, gừng là cây gia vị, yêu cầu không có dư lượng thuốc, nên việc nghiên cứu biện pháp nhằm ngăn ngừa sớm điều kiện phát sinh của bệnh từ đất có ý nghĩa quan trọng trong canh tác gừng.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đề tài được thực hiện từ năm 2011 - 2012, gồm các thí nghiệm:

2.1 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trên vi khuẩn *R. solanacearum* và mức độ nhiễm bệnh thối củ gừng trong điều kiện nhà lưới

2.1.1 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trong điều kiện gừng trồng trong bao

Thí nghiệm bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên, 4 lần lặp lại, gồm nhân tố A: 2 loại đất (Chợ Mới, Tri Tôn), nhân tố B: 12 Cách xử lý đất và 1 đối chứng, cụ thể như sau:

TT	Biện pháp xử lý đất trước khi trồng gừng / từng loại đất
1:	$Ca(ClO)_2$ 5‰ trong nước, tưới 1 lít/ m^2. Che màng phủ, trong 7 ngày
2:	Xử lý urea:vôi = 0,5:5 kg/ 10m^2. xử lý trước khi trồng 3 tuần (Vudhivanich, 2002)
3:	Phơi đất có phủ màng phủ xám bạc trong vòng 30 ngày (Triki *et al.,* 2001)
4:	Tưới Coc 85WP (25g Coc 85WP/ 8 lít, 1 m^2 = 3,125 g)
5:	NT4 + tưới Coc 85WP (25g / 8 lít, 1 m^2 = 3,125 g) ngay SKT và định kỳ 1 tháng/ lần
6:	NT1 + $Ca(ClO)_2$ 3‰ trong nước, 1 lít/ m^2, 1 tháng/ lần
7:	NT1 + VKVR[2] (10^6cfu/ ml, phun 1lít/ 10 m^2) SKT và lặp lại 1tháng/ lần
8:	NT2 + VKVR (10^6 cfu/ ml, phun 1lít/ 10 m^2) SKT và lặp lại 1 tháng/ lần
9:	NT3 + VKVR (10^6 cfu/ ml, phun 1lít/ 10 m^2) SKT và lặp lại 1tháng/ lần
10:	NT6 + *Trichoderma* (5g/ 10 lít nước, tưới 5 m^2) ngay SKT & 1 tháng/ lần
11:	NT7 + *Trichoderma* (5g/ 10 lít nước, tưới 5 m^2) ngay SKT & 1 tháng/ lần
12:	NT8 + *Trichoderma* (5g/ 10 lít nước, tưới 5 m^2) ngay SKT& 1 tháng/ lần
13:	Đối chứng (không xử lý)

Ghi chú: [1]: NT= Nghiệm thức; [2]: VKVR: Vi khuẩn vùng rễ, [3]: SKT= sau khi trồng
Thuốc, VKVR, xử lý bằng cách phun gốc hay tưới với thể tích 1lít/ 10 m^2

Hom giống gừng Tàu đã nẩy mầm, được trồng 3 hom / bao (12 kg đất có sẵn nguồn bệnh được thu từ ruộng nhiễm bệnh ở Chợ Mới hoặc Tri Tôn (An Giang) và đã được xử lý theo nghiệm thức). Bón phân NPK 20-20-15 với lượng 1,33 g/ bao, 2 tuần/ lần. *Chỉ tiêu đánh giá*: mật số *R. solanacearum* trong đất (cfu/ g đất), ghi nhận vào thời điểm trước khi xử lý, 1 ngày trước khi trồng gừng, và 120 ngày sau khi trồng; thời gian xuất hiện bệnh, tính tỷ lệ bệnh (X%) và chỉ số bệnh (Y%), cấp bệnh (*i*) được đánh giá theo Priya *et al.* (2007), (0) Không triệu chứng; (1) bệnh nhẹ (một lá gốc héo); (2) bệnh thể hiện điển hình (hơi nhiễm); (3) Bệnh điển hình trên nhiều lá, cây bị héo (nhiễm); (4) Bệnh làm héo chết cây (nhiễm nặng).

2.1.2 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất ở điều kiện diện tích đất nhỏ

Thí nghiệm bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên, 4 lặp lại, được thực hiện tại nhà lưới, gồm các nghiệm thức 7, 8, 9 chọn từ kết quả thí nghiệm

2.1.1. Ô thí nghiệm có kích thước 1x2 m, khoảng cách giữa các ô 0,4 m, đất được xử lý theo nghiệm thức. Khoảng cách trồng 30x30 cm (3 hom/ hàng). Phân được bón vào 3 lần: Trước trồng (50 kg P_2O_5/ ha), 40 ngày sau khi trồng (NSKT) (37,5 kg N và 25 kg K_2O/ ha), và 90 NSKT (37,5 kg N -dùng phân urea và 25 kg K_2O- dạng KCl/ ha). *Chỉ tiêu đánh giá:* Mật số *R. solanacearum*, mức độ nhiễm bệnh như thí nghiệm 2.1.1; chiều cao cây và đường kính gốc thân vào 60, 90 và 120 ngày sau khi trồng.

2.2 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trong điều kiện ngoài đồng

Thí nghiệm được thực hiện tại huyện Tri Tôn (An Giang), bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên, 3 lặp lại, gồm nhân tố A (3 giống gừng): **V1** gừng Tàu- Chợ Gạo, Tiền Giang; **V2:** gừng Tàu-U Minh, Kiên Giang và **V3:** gừng Nồi-Long An; nhân tố B (4 biện pháp xử lý đất): **T1:** Xử lý tưới đất với chlorine 0,5%, 1 lít/ m^2 (50 kg/ ha), phủ kín líp trong 7 ngày. **T2:** Xử lý VKVR: Ngâm giống 15 phút trong huyền phù vi khuẩn (10^6 cfu/ ml); **T3:** Xử lý kết hợp urea: vôi với tỷ lệ 1:10 (0,5:5 kg/10 m^2), phủ kín liếp 7 ngày; **T4:** Đối chứng không xử lý đất (theo tập quán nông dân). Các nghiệm thức T1, T2, T3 được tưới bổ sung VKVR (huyền phù 10^5 cfu/ ml), trên mặt líp và gốc gừng 1 lít/ m^2, 30 ngày/ lần.

Kích thước ô thí nghiệm (1x 20 m), khoảng cách giữa các ô 0,4 m. Hom gừng nẩy mầm, khoảng cách trồng 30x30 cm. Phân được bón 3 lần: Trước trồng (25 tấn phân bò và 50 kg P_2O_5/ ha), 40 ngày sau khi trồng (NSKT) (37,5 kg N và 25 kg K_2O/ ha), và 90 NSKT (37,5 kg N -phân urea và 25 kg K_2O- phân KCl/ ha). Trồng và chăm sóc theo cách của nông dân. Ghi nhận c*hỉ tiêu* trước khi trồng và sau đó 30 ngày/ lần, gồm tỷ lệ bệnh (đánh giá 10 bụi/ điểm, 3 điểm/ nghiệm thức), cấp bệnh đánh giá theo Priya *et al.* (2007), tính chỉ số bệnh. Mật số vi khuẩn *R. solanacearum* trong đất (cfu/ g đất) thực hiện theo phương pháp pha loãng, chà trên môi trường chọn lọc TZC trong dĩa petri đĩa, đếm số khuẩn lạc và qui về mật số (French *et al.*, 1995).

2.3 Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý sơ bộ bằng phần mềm MS-Excel 2003. Các phân tích phương sai, so sánh, kiểm định sự khác biệt ở P=0,05 giữa các trung bình nghiệm thức, được tính theo phép thử Duncan nhờ vào chương trình thống kê MSTAT-C.

3 KẾT QUẢ

3.1 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trong điều kiện gừng trồng trong bao

3.1.1 Ảnh hưởng của biện pháp xử lý trên mật số của vi khuẩn R. solanacearum

Kết quả từ Bảng 1 và Bảng 2 cho thấy các biện pháp xử lý đất trước khi trồng đều làm giảm mật số vi khuẩn *R. solanacearum* một cách ý nghĩa so với đối chứng không xử lý.

Bảng 1: Hiệu quả (%) của biện pháp xử lý đất trên mật số vi khuẩn *R. solanacearum* ở thời điểm sau xử lý (1 ngày trước khi trồng - NTTK gừng)

Số TT	Biện pháp xử lý đất (B)	Loại đất (A)		Trung bình (B)
		Chợ Mới	Tri Tôn	
1	Chlorine 1 lần	75,35 b	81,88 a	78,62 B
2	Urea:vôi 1 lần	85,92a	87,32 a	86,62 A
3	Màng phủ 30 ngày	59,51 c	61,96 b	60,73 C
4	Coc 85 1 lần	80,63 ab	85,51 a	83,07 AB
5	Coc 85 hằng tháng	78,87 ab	85,51a	82,19 AB
6	Chlorine hằng tháng	73,59 b	81,88 a	77,74 B
7	Chlorine 1 lần + VKVR	77,11 ab	83,70 a	80,40 AB
8	Urea:vôi + VKVR	82,39 ab	85,51 a	83,95 AB
9	Màng phủ + VKVR	59,51 c	61,96 b	60,73 C
10	Chlorine hằng tháng + Trico	73,59 b	81,88 a	77,74 B
11	Chlorine / tháng + VKVR + Trico	75,35 b	81,88 a	78,62 B
12	Urea:vôi + VKVR + Trico	80,63 ab	85,51 a	83,07 AB
13	Đối chứng	17,25 d	20,29 c	18,77 D
Trung bình (A)		70,75 A	75,75 B	
CV (%) = 8,53		F(A)=**, F(B)= **, F(A*B)= ns		

Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan

***: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê*
VKVR : vi khuẩn vùng rễ; Trico: Trichoderma. TT: Thứ tự

Trong đó, hiệu quả giảm mật số vi khuẩn các biện pháp xử lý đất 2 (86,62%), 4 (83,07%), 5 (82,19%), 7 (80,40%), 8 (83,95%), 12 (83,07%) có hiệu quả giảm mật số cao khác biệt so với đối chứng (18,77%) ở mức ý nghĩa 1% nhưng lại không khác biệt so với 1 (78,62%), 6 (77,74%), 10 (77,74%), 11 (78,62%). Biện pháp pháp xử đất 3 (60,73%), 9 (60,73%) có hiệu quả giảm mật số tương đương nhau và khác biệt so với đối chứng.

Bảng 2: Mật số (x10^5 cfu/g đất) vi khuẩn *R. solanacearum* ở các biện pháp xử lý trên 2 loại đất vào 1 ngày sau khi xử lý (thời điểm 1 ngày trước khi trồng)

Số TT	Biện pháp xử lý đất (B)	Loại đất (A)		Trung bình (B)
		Chợ Mới	Tri Tôn	
1	Chlorine 1 lần	3,50 c	2,50 c	3,00 C
2	Urea:vôi1 lần	2,00 d	1,75 c	1,88 D
3	Màng phủ 30 ngày	5,75 b	5,25 b	5,50 B
4	Coc 85 1 lần	2,75 cd	2,00 c	2,38 CD
5	Coc 85 hằng tháng	3,00 cd	2,00 c	2,50 CD
6	Chlorine hằng tháng	3,75 bc	2,00 c	2,88 C
7	Chlorine 1 lần + VKVR	3,25 c	2,50 c	2,88 C
8	Urea:vôi + VKVR	2,50 cd	2,25 c	2,30 CD
9	Màng phủ + VKVR	5,75 b	5,25 b	5,50 B
10	Chlorine hằng tháng + Trico	3,75 bc	2,50 c	3,13 C
11	Chlorine / tháng + VKVR + Trico	3,50 c	2,50 c	3,00 C
12	Urea:vôi + VKVR + Trico	2,75 cd	2,00 c	2,38 CD
13	Đối chứng	11,70 a	11,00 a	11,40 A
Trung bình (A)		4,15 A	3,35 B	
CV (%) = 2,3		F(A)=**, F(B)= **, F(A*B)= ns		

Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan
***: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê*
Số liệu được chuyển sang log10(x) khi phân tích thống kê. VKVR: vi khuẩn vùng rễ; Trico: Trichoderma

Bảng 3: Mật số (x 10^5 cfu/g đất) của vi khuẩn *R. solanacearum* ở các biện pháp xử lý trên 2 loại đất tại thời điểm 120 NSKT

Số TT	Biện pháp xử lý đất (B)	Loại đất (A)		Trung bình (B)
		Chợ Mới	Tri Tôn	
1	Chlorine 1 lần	34,00	24,75 a	29,38 A
2	Urea : vôi 1 lần	34,25	24,75 a	29,50 A
3	Màng phủ 30 ngày	34,25	25,25 a	29,75 A
4	Coc 85 1 lần	34,00	25,00 a	29,50 A
5	Coc 85 hằng tháng	33,25	15,25 b	24,25 B
6	Chlorine hằng tháng	31,25	26,00 a	28,63 A
7	Chlorine 1 lần + VKVR	30,75	20,75 a	25,75 AB
8	Urea : vôi + VKVR	29,75	11,00 c	20,38 C
9	Màng phủ + VKVR	34,00	24,50 a	29,25 A
10	Chlorine hằng tháng + Trico	30,25	26,00 a	28,13 A
11	Chlorine / tháng + VKVR + Trico	30,00	20,75 a	25,38 AB
12	Urea : vôi + VKVR + Trico	33,50	10,75 c	22,13 C
13	Đối chứng	31,00	26,25 a	28,63 A
Trung bình (A)		32,33 A	21,61 B	
CV (%) = 1,13%		F(A) = **, F(B) = **, F(A*B) = **		

Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan,
***: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%,* khác biệt ở mức ý nghĩa 5%,*

Số liệu được chuyển sang log10(x) khi phân tích thống kê. VKVR : vi khuẩn vùng rễ; Trico: Trichoderma

Ở thời điểm 1NTKT, các biện pháp xử lý đất giúp làm giảm mật số vi khuẩn gây bệnh (Bảng 2). Tuy nhiên, đến thời điểm 120 NSKT mật số vi khuẩn gây bệnh đã tăng trở lại, trong đó loại đất Tri Tôn có mật số thấp hơn đất Chợ Mới (Bảng 3). Các biện pháp có xử lý bổ sung hằng tháng có mật số thấp hơn các biện pháp chỉ xử lý 1 lần.

Ở thời điểm 120 NSKT, trên đất Tri Tôn, trong 3 biện pháp có xử lý bổ sung hằng tháng thì biện pháp 5 có hiệu quả kiểm soát mật số vi khuẩn giảm (15,25 x 10^5 cfu/g đất) so với biện pháp 8 (11,00 x 10^5 cfu/g đất), 12 (10,75 x 10^5 cfu/g đất). Coc 85 có thể dùng xử lý ngăn bệnh lây lan, nhưng xử lý nhiều lần sẽ gây ảnh hưởng đến môi trường. Trong đó, mật số giữa 2 biện pháp xử lý 8 và 12 lại không khác biệt nhau.

3.1.2 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trên bệnh thối củ gừng trồng trong bao

Chỉ số bệnh ở các nghiệm thức tăng theo thời gian. Các biện pháp xử lý 5, 8, 12 ở đất Tri Tôn (thành phần cát 70,25%) luôn có mật số của *R. solacacearum*, tỷ lệ bệnh, chỉ số bệnh thấp hơn so với đất Chợ Mới (thành phần cát 21,15%) ở từng thời điểm khảo sát. Đến 120 NSKT, tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh của biện pháp 5, 8, 12 thấp nhất, trong đó, biện pháp 8, 12 vẫn chưa biểu hiện bệnh (Bảng 4). Biện pháp xử lý 7 (Chlorine 1 lần + VKVR) làm giảm mật số mầm bệnh sau khi xử lý (Bảng 2), tuy ở 120 NSKT thì mật số mầm bệnh hồi phục, nhưng vẫn giúp giảm bệnh so với đối chứng (Bảng 4) và tương đối dễ thực hiện, với chi phí thấp. Biện pháp 9 (dùng màng phủ) dễ thực hiện và an toàn nhất cho môi trường nhưng có hiệu quả thấp. Theo Addabbo *et al*. (2009), xử lý đất bằng màng phủ, làm tăng nhiệt độ đất, có thể kiểm soát được các loại nấm *Fusarium* spp, *Sclerotium* spp.,... hoặc vi khuẩn *Clavibacter michiganensis, Erwinia amylovora,...*

Từ những kết quả trên, các biện pháp xử lý đất 7, 8, 9 hoặc có hiệu quả cao đối với vi khuẩn *R. solanacearum* hoặc ít gây ảnh hưởng môi trường được chọn để đánh giá hiệu quả đối với vi khuẩn *R. solanacerum* và mức độ bệnh thối củ gừng trong điều kiện diện tích ô nhỏ.

Bảng 4: Chỉ số bệnh (%) thối củ gừng ở các biện pháp xử lý đất tại thời điểm 120 NSKT

Số TT	Biện pháp xử lý đất (B)	Loại đất (A)		Trung bình (B)
		Chợ Mới	Tri Tôn	
1	Chlorine 1 lần	98,15	85,19 b	91,67 AB
2	Urea: vôi 1 lần	98,15	87,04 ab	92,60 AB
3	Màng phủ 30 ngày	100,00	100,00 a	100,00 A
4	Coc 85 1 lần	100,00	96,30 ab	98,15 A
5	Coc 85 hằng tháng	94,44	4,63 d	49,54 D
6	Chlorine hằng tháng	100,00	61,11 c	80,56 BC
7	Chlorine 1 lần + VKVR	98,15	38,89 c	68,52 C
8	Urea: vôi + VKVR	100,00	0,00 d	50,00 D
9	Màng phủ + VKVR	100,00	100,00 a	100,00 A
10	Chlorine hằng tháng + Trico	98,15	59,26 c	78,71 C
11	Chlorine / tháng + VKVR + Trico	92,59	41,67 c	67,13 C
12	Urea: vôi + VKVR + Trico	98,15	0,00 d	49,08 D
13	Đối chứng	100,00	96,30 ab	98,15 A
Trung bình (A)		98,29 A	59,26 B	
CV (%) 13,96%		F(A) = ns; F(B) = **; F(A*B) = **		

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan. **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; số liệu được chuyển đổi sang asin $\sqrt{x}$ khi phân tích thống kê. VKVR: vi khuẩn vùng rễ; Trico: Trichoderma*

3.2 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trong điều kiện thí nghiệm lô nhỏ

3.2.1 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trên mật số vi khuẩn R. solanacearum

Ở thời điểm 1 ngày trước khi trồng, kết quả trình bày ở Bảng 5, cho thấy các biện pháp xử lý đất đều có giúp giảm mật số vi khuẩn so với đối chứng. Biện pháp xử lý đất bằng vôi:urea có mật số thấp (1,25 x10^5 cfu/ g đất) và tỷ lệ mật số giảm đạt cao nhất (90,93%), xử lý đất bằng chlorine thấp hơn đối chứng (11,50 x10^5 cfu/g đất) nhưng không khác biệt so với biện pháp màng phủ 30 ngày, với tỷ lệ giảm so với đối chứng đạt 61,37%, cho hiệu

quả cao hơn khi xử lý đất bằng màng phủ 30 ngày (42,26%) và cả 2 nghiệm thức đều khác biệt với đối chứng (17,96%) ở mức ý nghĩa 1%.

Ở thời điểm 30 NSKT, đối chứng có mật số vi khuẩn cao nhất (11,50 x10^5 cfu/g đất), các biện pháp xử lý có mật số thấp hơn. Trong đó, biện pháp vôi:urea + VKVR có mật số thấp nhất (2,50 x10^5 cfu/g đất), xử lý bằng chlorine + VKVR (8,00 x 10^5 cfu/g đất) có mật số thấp hơn xử lý bằng màng phủ (11,00 x10^5 cfu/g đất).

Bảng 5: Tỷ lệ (%) giảm mật số của *R. solanacearum* ở 1 NTKT gừng của cách xử lý đất

Nghiệm thức	Tỷ lệ (%) giảm mật số vi khuẩn *R. solanacearum*
Màng phủ + VKVR	42,26 c
Chlorine + VKVR	61,37 b
Vôi : urea + VKVR	90,93 a
Đối chứng	17,96 d
CV (%)	22,39 **

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử LSD. **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; số liệu được chuyển đổi sang asin $\sqrt{x}$ khi phân tích thống kê. VKVR : vi khuẩn vùng rễ*

Ở thời điểm 60, 90 NSKT, mật số vi khuẩn ở các nghiệm thức tiếp tục tăng. Trong đó, biện pháp đối chứng tăng nhanh và khác biệt với các nghiệm thức khác. Biện pháp sử dụng vôi:urea + VKVR có mật số (5,50 x10^5 cfu/g đất; 7,50 x 10^5 cfu/g đất) thấp nhất. Đến thời điểm 120 NSKT, mật số vi khuẩn của đối chứng (32,20 x 10^5 cfu/g đất) giảm hơn so với thời điểm 90 NSKT (gừng đã chết hoàn toàn) nhưng lại không khác biệt so với biện pháp màng phủ + VKVR (30,25 x 10^5 cfu/g đất), chlorine + VKVR (24,50 x 10^5 cfu/g đất). Mật số của biện pháp vôi:urea + VKVR vẫn có mật số thấp hơn (Bảng 6).

Mật số vi khuẩn *R. solanacearum* ở các nghiệm thức tăng theo thời gian, tuy nhiên các biện pháp xử lý đều có mật số thấp hơn đối chứng không xử lý. Biện pháp xử lý vôi và urea kết hợp tưới vi khuẩn vùng rễ hằng tháng kiểm soát mầm bệnh cao ở từng thời điểm khảo sát nên cũng có tỷ lệ biểu hiện bệnh thấp nhất. Biện pháp màng phủ 30 ngày, hoặc xử lý chlorine hiệu quả kiểm soát mật số mầm bệnh ở giai đoạn đầu, giai đoạn sau tăng nhưng vẫn thấp hơn đối chứng, cho đến 90 NSKT.

Bảng 6: Mật số (x 10^5 cfu/ g đất) của vi khuẩn *R. solanacearum* ở các biện pháp xử lý đất

Nghiệm thức	Ngày sau khi trồng					
	1^T	1^N	30	60	90	120
MP + VKVR	13,50	8,00 ab	11,00 ab	18,75 b	23,50 b	30,25 a
Chlorine + VKVR	14,00	5,25 b	8,00 b	13,00 c	16,00 c	24,50 a
Vôi : urea + VKVR	14,00	1,25 c	2,50 c	5,50 d	7,50 d	11,20 b
Đối chứng	14,00	11,50 a	18,00 a	32,75 a	38,50 a	32,20 a
CV (%)	2,98 ns	2,64 **	2,91 **	1,71 **	1,79 **	3,09 *

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép LSD, ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%,* khác biệt ở mức ý nghĩa 5%, ns: không khác biệt*
Số liệu được chuyển sang log10(x) khi phân tích thống kê
VKVR: vi khuẩn vùng rễ, MP: màng phủ, ^{T}: ngày trước xử lý, ^{N}: ngày trước khi trồng

3.2.2 Diễn biến mức độ bệnh thối củ ở các biện pháp xử lý đất theo thời gian

Ở 60 NSKT (Bảng 7), bệnh đã biểu hiện ở nghiệm thức xử màng phủ 30 ngày + VKVR, chlorine + VKVR và đối chứng, tuy nhiên lúc này bệnh mới xuất hiện nên chỉ số bệnh vẫn còn thấp. Trong đó, đối chứng biểu hiện nặng nhất (tỷ lệ bệnh 53,82% và chỉ số bệnh 6,48%) và không khác biệt so với biện pháp màng phủ. Tuy nhiên ở nghiệm thức vôi : urea + VKVR thì vẫn chưa thấy biểu hiện bệnh và khác biệt so với các biện pháp còn lại. Vào giai đoạn 90 NSKT, mức độ bệnh tăng lên rất nhanh, trong đó đối chứng đã biểu hiện bệnh hoàn toàn (bệnh 100% với chỉ số bệnh 68,52%), nhưng vẫn không khác biệt so với biện pháp màng phủ. Đến thời điểm này biện pháp xử lý vôi : urea + VKVR vẫn chưa xuất bệnh và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại; chỉ số bệnh ở biện pháp xử lý chlorine có chỉ số bệnh (25,00%), tương đương biện pháp màng phủ 30 ngày, nhưng khác biệt với đối chứng.

Bảng 7: Diễn biến mức độ bệnh thối củ gừng ở các biện pháp xử lý đất theo thời gian

Nghiệm thức	Tỷ lệ bệnh (%)			Chỉ số bệnh (%)		
	60 NSKT	90 NSKT	120 NSKT	60 NSKT	90 NSKT	120 NSKT
MP + VKVR	41,67 ab	83,33 a	100 a	4,63 a	50,00 ab	96,30 a
Chlorine + VKVR	16,67 bc	25,00 b	66,67 ab	1,85 b	25,00 b	66,67 a
Vôi : urea + VKVR	0,00 c	0,00 c	33,33 b	0,00 b	0,00 c	9,26 b
Đối chứng	53,82 a	100,00 a	100 a	6,48 a	68,52 a	98,15 a
CV (%)	61,45 *	28,53 **	12,07 *	49,35 *	42,34 **	38,92 *

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử LSD, ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; * khác biệt ở mức ý nghĩa 5%, số liệu được chuyển đổi sang asin $\sqrt{x}$ khi phân tích thống kê, VKVR: vi khuẩn vùng rễ, MP: màng phủ*

Đến thời điểm 120 NSKT, biện pháp màng phủ + VKVR có tỷ lệ bệnh tương đương với đối chứng (100%), ở biện pháp vôi : urea + VKVR bắt đầu xuất hiện bệnh (tỷ lệ bệnh 33,33% và chỉ số bệnh 9,26%), khác biệt so với đối chứng. Nhìn chung, các biện pháp xử lý đều không kiểm soát được hoàn toàn mầm bệnh, nhưng xử lý kết hợp vôi : urea ở giai đoạn đầu làm giảm mạnh mật số vi khuẩn và hằng tháng đều có bổ sung vi khuẩn có lợi nên làm cho mật số vi khuẩn gây hại thấp. Như vậy, biện pháp xử lý đất có bổ sung VKVR giúp khác biệt về hiệu quả của các biện pháp xử lý đất trước khi trồng.

3.2.3 Ảnh hưởng biện pháp xử lý đất trên sinh trưởng của cây gừng

Nhìn chung, các biện pháp xử lý đất không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của cây.

Bảng 8: Chiều cao (cm) và đường kính gốc thân gừng ở các biện pháp xử lý đất

Nghiệm thức	Chiều cao (cm)			Đường kính gốc thân giả (cm)		
	60 NSKT	90 NSKT	120 NSKT	60 NSKT	90 NSKT	120 NSKT
MP + VKVR	33,67	46,50	51,42 ab	0,716	0,766	0,823
Chlorine + VKVR	32,12	45,08	52,33 a	0,723	0,778	0,860
Vôi : urea + VKVR	33,50	46,17	54,50 a	0,716	0,773	0,850
Đối chứng	32,67	40,75	45,42 b	0,721	0,775	0,813
CV (%)	6,57 ns	7,63 ns	7,68 *	9,63 ns	14,24 ns	7,78 ns

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử LSD, *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%, ns khác biệt không có ý nghĩa thống kê*
VKVR: vi khuẩn vùng rễ, MP: màng phủ

Đến thời điểm 120 NSKT, nghiệm thức vôi:urea + VKVR có chiều cao (54,50 cm) lớn hơn, có thể do bệnh phát triển ở giai đoạn sau làm ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây, trong khi các biện pháp có bổ sung VKVR hằng tháng giúp hạn chế bệnh so với đối chứng không bổ sung. Kết quả trình bày ở Bảng 8 cũng cho thấy đường kính gốc thân giả giữa các nghiệm thức không khác biệt trong suốt thời gian sinh trưởng của cây.

3.3 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trên bệnh thối củ trong điều kiện ngoài đồng

3.3.1 Hiệu quả của biện pháp xử lý đất trên mật số của R. solanacearum

Kết quả trình bày ở Bảng 9, cho thấy biện pháp xử lý đất với urea : vôi có tỷ lệ giảm mật số vi khuẩn gây bệnh cao (87,78%) và tương đương với xử lý bằng chlorine (85,00%). Biện pháp chỉ tưới với vi khuẩn vùng rễ (15,00%) cũng giúp giảm mật số *R. solanacearum* nhưng không khác biệt so với đối chứng (8,33%).

Bảng 9: Hiệu quả (%) của biện pháp xử lý (BPXL) đất trên mật số vi khuẩn *R. solanacearum* ở thời điểm sau xử lý (1 NTKT gừng)

BPXL	Hiệu quả (%) giảm mật số *R. solanacearum*
Chlorine + VKVR (T1)	85,00 a
VKVR (T2)	15,00 b
Urea : vôi + VKVR (T3)	87,78 a
Đối chứng (T4)	8,33 b
CV (%) =	37,69 **

*Ghi chú: Các trung bình trong cùng một cột được theo sau bởi những ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử LSD. **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; số liệu được chuyển đổi sang asin $\sqrt{x}$ khi phân tích thống kê. VKVR : vi khuẩn vùng rễ*

Từ diễn biến mật số vi khuẩn ở các nghiệm thức theo thời gian (Bảng 10), có thể thấy giai đoạn 3 tháng đầu mật số tăng chậm, nhưng khi đến giai đoạn có mưa nhiều (120, 150, 180 NSKT) thì mật số ở biện pháp xử lý bằng chlorine, urea : vôi tăng nhanh và không khác biệt với đối chứng, có thể các nghiệm thức này chỉ được bổ sung vi khuẩn vùng rễ khi đã có biểu hiện bệnh nên không kìm hãm được mật số vi khuẩn *R. solanacearum* đã thiết lập ở mật số cao, mặt khác điều kiện khí hậu và thời tiết cũng thuận lợi cho bệnh phát triển. Biện pháp T2 có mật số ban đầu cao nhưng mật số về sau tăng thấp hơn các nghiệm thức khác.

Bảng 10: Mật số (x 10^5 cfu/g đất) của vi khuẩn *R. solanacearum* ở các biện pháp xử lý đất theo thời gian

BPXL	Ngày sau khi trồng							
	1^T	1^S	30	60	90	120	150	180
Chlorine (T1)	5,67	0,67 b	0,67 b	2,67 c	5,00	9,67 a	18,00 a	24,00 a
VKVR (T2)	5,33	3,33 a	4,00 a	4,67 b	5,00	6,00 b	10,00 b	14,00 b
Urea : vôi (T3)	6,33	0,67 b	0,67 b	4,00 b	6,33	11,00 a	22,00 a	27,00 a
Đối chứng	5,67	3,67 a	4,00 a	7,00 a	7,00	14,00 a	23,00 a	28,33a
CV (%)	1,7	2,49	2,54	1,60	1,63	1,46	1,60	1,17
Ý nghĩa F tính	ns	**	**	*	ns	*	*	*

Ghi chú: Các trung bình trong cùng 1 cột được theo sau bởi ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan

** khác biệt ở mức ý nghĩa 5%; ** khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; . ns không ý nghĩa thống kê*

Số liệu mật số vi khuẩn đã được chuyển đổi sang log10 trước khi xử lý thống kê;

1^T: 1 ngày trước khi trồng. 1^S: 1 ngày sau khi trồng BPXL: Biện pháp xử lý

3.3.2 Khả năng chống chịu bệnh của giống gừng dưới các điều kiện áp lực bệnh khác nhau

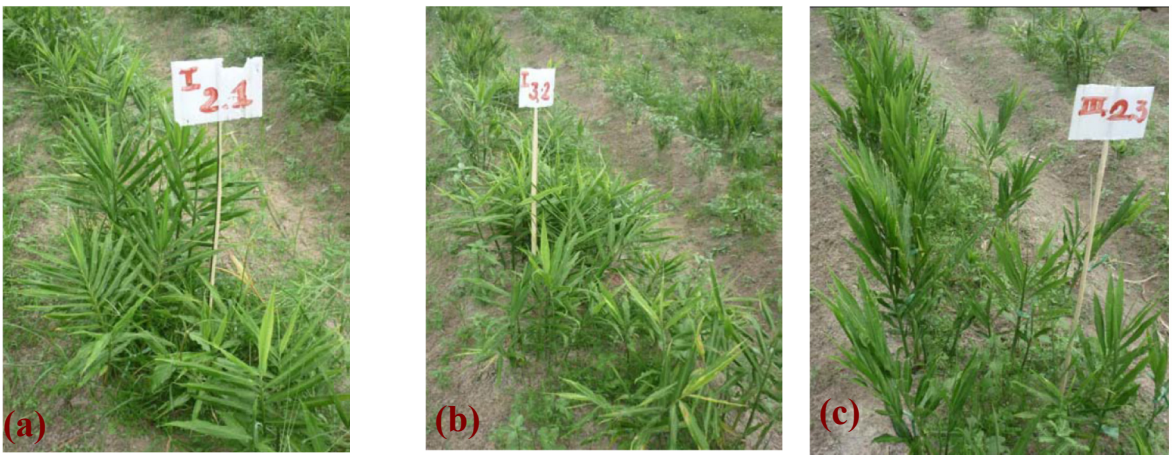
Khảo sát ghi nhận trong điều kiện áp lực bệnh thấp (T2), bệnh thối củ xuất hiện từ thời điểm 150 NSKT, chậm hơn ở điều kiện áp lực bệnh trung bình và cao. Ở thời điểm 180 NSKT (Bảng 11), ở nghiệm thức xử lý bằng VKVR có mức độ bệnh thấp hơn đối chứng (tỷ lệ bệnh 22,22% so với 80,00%, chỉ số bệnh 34,32% so với 77,44%), cho thấy biện pháp xử lý đất bằng VKVR có hiệu quả tốt nhất và kéo dài đến cuối vụ, trong khi nghiệm thức xử lý đất bằng chlorine thì tương đương với đối chứng. Mức độ bệnh của các giống gừng thể hiện khác nhau, giống V3 luôn thấp nhất ở cả 3 điều kiện áp lực bệnh, mức độ bệnh ở giống V1 và V2 tương đương nhau và tăng khi áp lực bệnh tăng.

Bảng 11: Mức độ bệnh của các giống gừng trong các biện pháp xử lý /điều kiện áp lực bệnh khác nhau ở thời điểm 180 NSKT

BPXL (*Áp lực bệnh*) (B)	Tàu-Tiền Giang (V1)		UM-Kiên Giang (V2)		Nồi-Long An (V3)		Trung bình B	
	TLB (%)	CSB (%)	TLB (%)	CSB (%)	TLB (%)	CSB (%)	TLB (%)	CSB (%)
VKVR (T2) (Thấp)	36,67 b	41,85 d	26,67 b	50,00 d	3,33 c	11,11 e	22,22 B	34,32 B
Chlorine (T1) (TB)	100 a	82,97 ab	93,33 a	75,56 bc	36,67 b	42,22 d	76,67 A	66,92 A
Đối chứng (Cao)	100 a	91,58 a	100 a	88,15 ab	40,00 b	52,59 cd	80,00 A	77,44 A
TB A	78,89 A	72,22 A	73,33 A	71,24AB	26,67 B	35,31 B		
CV (%)	14,48	16,08						
Ý Nghĩa F tính	TLB (%) (Tỷ lệ bệnh) F(A) = *; F(B) = *; F(A*B) = *							
	CSB (%) (Chỉ số bệnh) F(A) = *; F(B) = *; F(A*B) = *							

Ghi chú: Các trung bình trong bảng được theo sau bởi cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong phép thử Duncan. "": khác biệt ở mức ý nghĩa 5%;*

Số liệu được chuyển sang arsin($\sqrt{x}$) hoặc arsin($\sqrt{(1-1/4n)}$) khi phân tích thống kê. TB: trung bình



Hình 1: Tình hình bệnh thối củ gừng ở 180 NSKT (a) Gừng Tàu - Tiền Giang, (b) U Minh - Kiên Giang, (c) Gừng Nồi - Long An (Tri Tôn, An Giang, 2012)

4 THẢO LUẬN

Trong xử lý đất để quản lý các bệnh có nguồn gốc từ đất, mật số vi khuẩn gây bệnh sau xử lý càng thấp thì hiệu quả của biện pháp xử lý càng cao (Michel and Mew, 1998; Vudhivanich, 2002). Biện pháp xử lý đất bằng $Ca(ClO)_2$ (5 kg/ 1.000 m^2), hỗn hợp urea:vôi (50:500 kg/ 1.000 m^2), phơi đất có màng phủ 30 ngày, tưới Coc 85WP (3,125 kg/ 1.000 m^2), có bổ sung vi khuẩn có lợi (10^8 cfu/ m^2đất) mỗi tháng giúp giảm mật số *R. solanacearum* trong đất (Bảng 1, Bảng 2, Bảng 3), từ đó mức độ bệnh thối củ cũng giảm một cách có ý nghĩa (Bảng 4, Bảng 5). Có thể so sánh giữa 3 biện pháp xử lý đất trước khi trồng như sau: Biện pháp dùng màng phủ thích hợp cho áp dụng chung với các biện pháp khác, dễ thực hiện và có chi phí thấp. Xử lý này làm tăng nhiệt độ đất, giúp loại được nhiều mầm bệnh trong đất, nhưng không giúp giảm tỷ lệ bệnh cà chua do R. *solanacearum* gây ra (D'Addabbo *et al*., 2009), và trong nghiên cứu này, là biện pháp cho hiệu quả thấp nhất. Biện pháp sử dụng vôi : urea + tưới bổ sung VKVR hằng tháng cho hiệu quả cao nhất, đến thời điểm 90 NSKT cây vẫn chưa biểu hiện bệnh. Biện pháp xử lý với chlorine, có hiệu quả thấp hơn so với xử lý vôi : urea, nhưng có chi phí thấp, ít làm thay đổi lý, hóa tính đất và dễ áp dụng. Mặt khác, theo Dhital *et al.* (1997), xử lý 25 kg/ ha $Ca(OCl)_2$ cho hiệu quả tương đương với xử lý với hỗn hợp vôi : urea (428 kg/ ha) + vôi (5 t/ ha), từ đó biện pháp xử lý chlorine được khuyến cáo.

Hiệu quả xử lý trên đất cát (Tri Tôn) cao hơn đất thịt (Chợ Mới) (Bảng 2), điều này có thể do sa cấu thô của đất cát đã giúp cho các thành phần có tác động diệt khuẩn sinh ra qua xử lý có điều kiện tiếp xúc và gây chết vi khuẩn gây bệnh, mặt khác điều kiện đất cát cũng bất lợi cho *R. solacacearum* (Messiha *et al.*, 2009). Biện pháp xử lý 8, 12 đã kiểm soát tốt mật số vi khuẩn *R. solacacearum* ở đất Tri Tôn, và có chỉ số bệnh thấp hơn so với ở đất Chợ Mới (Bảng 3, Bảng 4).

Trong các biện pháp xử lý đất sau đó bổ sung vi khuẩn vùng rễ (nghiệm thức 7, 8, 9), mật số vi khuẩn *R. solanacearum* gây bệnh được khống chế và duy trì ở mức thấp là giảm mức độ bệnh thối củ, vì vậy, đây là một giải pháp hiệu quả và bền vững trong quản lý bệnh này. Tuy nhiên, để phát huy được vai trò là tác nhân phòng trừ sinh học vi khuẩn có lợi cần phải thiết lập quần thể sớm và có đủ lượng để chống lại sự cạnh tranh của vi sinh vật khác (Pliego *et al.,* 2008). Kết quả nghiên cứu trong điều kiện ngoài đồng, việc xử lý ngay từ đầu vụ (xử lý củ giống), và sau đó bổ sung định kỳ mỗi tháng (10^8 cfu/ m^2đất) đã giúp duy trì mật số mầm bệnh thấp đến 6 tháng sau khi trồng (Bảng 9, Bảng 10) và biện pháp xử lý này đã giúp giống gừng Nồi-Long An (V3), thể hiện được tính chống chịu đối với bệnh (Hình 1, Bảng 11).

5 KẾT LUẬN

Biện pháp xử lý đất với hỗn hợp vôi:urea (50:500 kg/ 1.000m^2), chlorine ($Ca(ClO)_2$) (5 kg/ 1.000m^2), xử lý củ gừng giống với vi khuẩn vùng rễ trước khi trồng, sau đó hằng tháng bổ sung vi khuẩn vùng rễ (10^8 cfu/ m^2 đất) cho đến khi thu hoạch giúp duy trì mật số vi khuẩn gây bệnh ở mức thấp và có hiệu quả kiểm soát được bệnh thối củ trên gừng.

LỜI CẢM TẠ

Các tác giả chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh An Giang đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Addabbo, T.D, V.Miccolis, M.Basile and V.Candido, 2009. Soil Solarization and Sustainable Agriculture. In: E. Lichtfouse E. (ed.), *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*, Sustainable Agriculture Reviews 3, Springer Science , pp: 217-274.
2. Bộ Nông nghiệp & PTNT, 2013. Danh mục Thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng ở Việt Nam, Ban hành kèm theo Thông tư 21/2013/TT-BNNPTNT ngày 17/ 4/ 2013.
3. CABI. 2007, Crop Protection Compendium, 2007 Edition. Wallingford, UK: CAB International. www.cabicompendium.org/cpc
4. D'Addabbo, T., V. Miccolis, M. Basile and Candido V., 2009. Soil solarization and sustainable agriculture. *In:* Lichtfouse E. (Editor), Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science, Sustainable agriculture reviews 3, Springer Science. pp: 217-274.
5. Dhital, S.P., N. Thaveechai, W. Kositratana, K. Piluek, S.K. Shrestha , 1997. Effect of chemical and soil amendment for the control of bacterial wilt of potato in Nepal caused by *Ralstonia solanacearum*. Kasetsart Journal, Natural Sciences, 31(4): 497-509
6. Dohroo, N.P., 2005. Diseases of ginger. *In*: Ravindran, P.N., K. Nirmal Babu (Editors) Ginger: the genus Zingiber, CRC Press, pp: 305-340.
7. French, E.R., L. Gutarra, P. Aley and J. Elphinstone, 1995. Culture media for *Pseudomonas solanacearum* isolation, identification and maintenance. Fitopatologia 30 (3): 126-130.
8. Genin, S. and T.P. Denny, 2012. Pathogenomics of the *Ralstonia solanacearum* species complex. Annu. Rev. Phytopathol. 50: 67–89
9. Messiha, N.A.S., A.H.C. van Bruggen, E. Franz, J.D. Janse, M.E. Schoeman-Weerdesteijn, A.J. Termorshuizen and A.D. van Diepeningen, 2009. Effects of soil type, management type and soil amendments on the survival of the potato brown rot bacterium *Ralstonia solanacearum*. Applied Soil Ecology 43: 206-215.
10. Michel, V.V. and T.W. Mew, 1998. Effect of a soil amendment on the survival of *Ralstonia solanacearum* in different soils. Phytopathology 88(4): 300-305.
11. Nguyễn Thị Nghiêm, Trần Thị Diền và Nguyễn Thị Mộng Tuyền. 2009. Xác định tác nhân và biện pháp phòng trị bệnh thối củ gừng tại huyện Phụng Hiệp, Hậu Giang. Tạp chí Khoa học 11: 20-27 (Trường Đại học Cần Thơ).
12. Parthasarathy, V.A., V. Srinivasan, R.R. Nail, T.J. Zachariah, A. Kuma and D. Prasath, 2012. Ginger: Botany and horticulture. *In*: Janick J. (Editor) Horticultural Reviews, Vol. 39, 1st Ed.. John Wiley & Sons, Inc, pp: 273-388.
13. Pegg, K. and M. Moffett, 1971. Host range of the ginger strain of *Pseudomonas solanacearum* in Queensland. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 11: 696-698.
14. Pliego, C, S. De Weert, G. Lamers, A. De Vicente, G. Bloemberg, F.M. Cazorla and C. Ramos, 2008. Two similar enhanced root-colonizing Pseudomonas strains differ largely in their colonization strategies of avocado roots and *Rosellinia neatrix* hyphae. Environ Microbiol 10: 3295–3304.
15. Priya, R.S., A.M. Khimani and R.B. Subramanian, 2007. Characterization of Fusarium wilt–resistant and susceptible varieties of ginger (*Zingiber officinale*) through Random Amplified Polymorphic DNA Markers. *Current Trends in Biotech. Pharmacy* 1: 87-95.
16. Tamietti, G. and D. Valentino, 2006. Soil solarization as an ecological method for the control of Fusarium wilt of melon in Italy. Crop Protection 25: 389–397.

17. Triki, M.A., S. Priou and M.E.L. Mahjoub, 2001. Effects of soil solarization on soil-borne populations of *Pythium aphanidermatum* and *Fusarium solani* and on the potato crop in Tunisia. Potato Research 44: 271-279.

18. Trần Vũ Phến, Đổ Văn Chúng, Trần Thị Hùynh Châu, Nguyễn Ngọc Thiên Nhi. 2013. Qui luật phát triển và phát triển của bệnh héo xanh thối củ gừng ở các huyện Châu Phú, Chợ Mới và Tri Tôn (An Giang). HTQG bệnh hại thực vật VN lần 12 (7/2013)93-104.

19. Trujillo, E.E, 1964. Diseases of ginger (*Zingiber officinale*) in Hawaii, University of Hawaii.

20. Vudhivanich, S, 2002. Effect of soil amendment with urea and calcium oxide on survival of *Ralstonia solanacearum*, the causal agent of bacterial wilt or rhizome rot of ginger. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 36: 242 - 247.