

HIỆU QUẢ CỦA CÁC HỢP CHẤT NANO ĐỐI VỚI BỆNH HÉO RŨ DO NẤM *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* GÂY RA TRÊN CÂY DƯA LEO (*Cucumis sativus* L.)

Trần Quang Phú¹, Đỗ Quang Vinh¹, Nguyễn Quốc Thái²,
Trần Thị Thu Thủy², Phạm Thị Phương Thảo¹, Lê Thanh Toàn¹ *

¹ Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Cửu Long

*Email: lttoan@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Dưa leo (*Cucumis sativus* L.) là loại rau ăn quả quan trọng, được trồng phổ biến và có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên, bệnh héo rũ do nấm *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (Foc), gây hại nghiêm trọng quá trình canh tác dưa leo. Người nông dân phải sử dụng nhiều thuốc hoá học để phòng trừ bệnh, ảnh hưởng đến sức khoẻ người tiêu dùng, người sản xuất và môi trường. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích khảo sát hiệu quả của hợp chất nano giúp cây dưa leo chống lại bệnh héo rũ do nấm Foc. Kết quả cho thấy, các hợp chất nano đều có khả năng ức chế sự phát triển của nấm Foc trong điều kiện phòng thí nghiệm. Trong đó, hai nghiệm thức cho hiệu quả ức chế cao nhất là hợp chất nano CS-SA-0,05 và CS-SA-0,1 lần lượt là 50,6 và 50,2% ở thời điểm 9 ngày sau đặt khuẩn ty. Bên cạnh đó, khả năng của hợp chất nano giúp cây dưa leo chống chịu lại bệnh héo rũ do nấm Foc cũng được thực hiện trong điều kiện nhà lưới. Kết quả cho thấy, nghiệm thức hợp chất nano CS-SA-0,1 được xử lý tại thời điểm 15 ngày trước khi lây bệnh nhân tạo bằng các biện pháp tưới gốc và phun qua lá giúp cây dưa leo cho tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh thấp, với hiệu quả giảm tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh lần lượt là 22,02% và 51,67% so với đối chứng ở thời điểm 60 ngày sau khi gieo.

Từ khoá: Dưa leo, héo rũ *Fusarium*, hợp chất nano.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dưa leo (*Cucumis sativus* L.) là một trong những loại rau ăn quả thuộc họ bầu bí (Cucurbitaceae) được trồng phổ biến và có giá trị kinh tế cao trên thế giới. Tuy nhiên, sản xuất dưa leo đang bị ảnh hưởng bởi các bệnh do nấm, đặc biệt là bệnh héo rũ – một trong ba bệnh nấm nghiêm trọng nhất trên cây dưa leo [1]. Bệnh héo rũ do nấm *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (Foc), gây thiệt hại nghiêm trọng về năng suất và chất lượng dưa leo [2]. Nấm Foc xâm nhiễm vào các bó mạch của thân rễ dưa chuột, ngăn cản quá trình vận chuyển chất dinh dưỡng và nước, dẫn đến các bộ phận trên mặt đất của cây bị héo [3]. Khi bệnh xuất hiện làm tổn chi phí về giống, công dặm, phun thuốc và

xử lý đất. Bệnh xuất hiện vào giai đoạn thu hoạch làm giảm phẩm chất trái, năng suất kém [4]. Nông dân phần lớn dùng thuốc hóa học để quản lý và phòng trị bệnh. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều và không hợp lý thuốc hóa học đã làm tăng tính kháng thuốc của nấm bệnh và gây ô nhiễm môi trường.

Một trong những biện pháp quản lý bệnh đạt hiệu quả và có thể hạn chế việc sử dụng thuốc hóa học là sử dụng các hợp chất nano trong phòng trừ sinh học [5, 6]. Bên cạnh việc thân thiện với môi trường, các hợp chất nano còn được biết đến với tiềm năng kháng nấm cao và khả năng kích thích tính kháng, liên quan đến các gen phòng vệ của cây trồng [6]. Tuy nhiên, các nghiên cứu ứng dụng hợp chất nano đối với

bệnh héo rũ trên dưa leo chưa nhiều ở Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu này đã được thực hiện nhằm mục đích khảo sát hiệu quả của một số hợp chất nano giúp cây dưa leo chống lại bệnh héo rũ do nấm Foc.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguồn nấm: Foc CT5 có độc tính cao, từ kết quả nghiên cứu của Lê Văn Lai (2018) [7], được cung cấp từ Phòng thí nghiệm Phòng trừ Sinh học Bệnh cây, Khoa Bảo vệ Thực vật, Trường Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Hóa chất sử dụng: Kẽm acetate (Guangdong Guanghua Chemical Factory Co., Ltd), pentasodium triphosphate (Xilong chemical), salicylic axit (Xilong chemical), chitosan (Shanghai Zhanyun Chemical Co...Ltd), thuốc hóa học Anvil 5SC (50 g/L Hexaconazole).

Cây dưa leo: Giống dưa leo lai F1 Cát Tường 668, được sử dụng đại trà trong sản xuất.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị hợp chất nano từ dịch trích thực vật

Cách chuẩn bị hợp chất nano từ dịch trích thực vật: Mẫu thực vật (không sâu, bệnh, dị dạng, không quá già, cũng không quá non), sau khi thu về được rửa sạch bằng nước cất và để

ráo, sấy ở nhiệt độ 60°C trong 72 giờ. Sau đó, 20 g mẫu thực vật khô sẽ được nghiền mịn bằng chày và cối, thêm 200 ml nước cất, chưng cách thủy ở 62°C trong 15 phút, khuấy đều. Lọc lấy dịch trích và thêm 10 ml kẽm acetate 10 mM vào 30 ml dịch trích thực vật, khuấy đều trong 2 giờ theo phương pháp của Lê Văn Lai (2018) và Thị Sứ (2018) [7, 8] và bổ sung phương pháp của Bhumu và Savithramma (2014) [9].

Cách chuẩn bị hợp chất nano chitosan-SA: Chitosan (0,4% w/v) được hòa tan trong 1% acetic axit rồi thêm nước cất đạt đến 500 ml, khuấy qua đêm ở tốc độ 300 rpm. Sau đó, dung dịch được lọc qua giấy Whatman 1 (đường kính lỗ lọc 11 µm). Pentasodium triphosphate (0,2% w/v) được chuẩn bị trong 500 ml nước cất. Ngoài ra, SA được chuẩn bị ở các nồng độ khác nhau: 0,05; 0,1; 0,2% (w/v) trong 500 ml nước cất. Cuối cùng, tỉ lệ bằng nhau của các dung dịch chitosan, pentasodium triphosphate và SA được sử dụng để tạo hỗn hợp nano chitosan-SA. Trong khi khuấy dung dịch chitosan ở tốc độ 400 rpm, nhỏ từng giọt dung dịch pentasodium triphosphate và SA vào. Hỗn hợp nano chitosan-SA tiếp tục được khuấy ở 600 rpm trong 8 giờ [10].

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của các hợp chất nano đến sự phát triển của nấm Foc trong điều kiện in vitro

Bảng 1. Các nghiệm thức được sử dụng trong thí nghiệm 2.2.2

STT	Tên nghiệm thức	Hóa chất sử dụng
1	Nano-Zn-BBN	Hợp chất nano kẽm -dịch trích bình bát nước
2	Nano-Zn-CMT	Hợp chất nano kẽm -dịch trích cây móng tay
3	Nano-Zn-CDC	Hợp chất nano kẽm -dịch trích cây dưa cạn
4	Nano-CS-SA-0,05	Hợp chất nano chitosan- SA 0,05
5	Nano-CS-SA-0,1	Hợp chất nano chitosan- SA 0,1
6	Nano-CS-SA-0,2	Hợp chất nano chitosan- SA 0,2
7	Kẽm Acetate	Dung dịch kẽm acetate
8	Chitosan	Dung dịch chitosan
9	ĐC	Môi trường PDA không có chứa hợp chất nano

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 9 nghiệm thức và 5 lần lặp lại (Bảng 1). Nguồn nấm Foc được nuôi cấy trong đĩa petri 7 ngày trước khi tiến hành thí nghiệm. Khuẩn ty nấm sẽ được đục thành các khoanh có đường kính 5 mm khi thực hiện thí nghiệm. Nấu tan 50 ml môi trường PDA. Khi chai môi trường đạt nhiệt độ khoảng 55 - 60°C thì cho 10 ml hợp chất nano đã chuẩn bị vào chai, lắc chai môi trường để hòa tan đều vào môi trường. Sau đó, môi trường trong chai sẽ được đổ vào các đĩa petri (khoảng 10 ml môi trường/đĩa petri). Sau khi môi trường đặc lại, đặt các khoanh khuẩn ty nấm Foc đã chuẩn bị vào chính giữa đĩa petri. Các đĩa petri thí nghiệm được đặt ở nhiệt độ phòng [11].

Ghi nhận đường kính khuẩn lạc của nấm vào các thời điểm 3, 5, 7, 9 ngày sau đặt khoanh khuẩn ty (NSDKT). Chỉ tiêu được ngừng ghi nhận khi khuẩn lạc của nấm phát triển đến mép đĩa petri. Hiệu quả ức chế (HQUC) của hợp chất nano được tính theo công thức: $HQUC(\%) = [(\text{ĐKKL}_{\text{đc}} - \text{ĐKKL}_i) / \text{ĐKKL}_{\text{đc}}] \times 100$. Trong đó: $\text{ĐKKL}_{\text{đc}}$ là đường kính khuẩn lạc của đối chứng

nước cất; ĐKKL_i là đường kính khuẩn lạc của nghiệm thức hợp chất nano. Từ kết quả thí nghiệm này, chọn ra hai nghiệm thức xử lý hợp chất nano có hiệu quả tốt nhất để thực hiện thí nghiệm tiếp theo.

2.2.3. Khảo sát hiệu quả của các hợp chất nano đối với bệnh héo rũ cây dưa leo trong điều kiện nhà lưới

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 8 nghiệm thức và 3 lần lặp lại (Bảng 2). Mỗi lặp lại là 2 bầu đất gồm 8 cây (đường kính 30 cm).

Lây bệnh nhân tạo: Ở 25 ngày sau khi gieo (NSKG), cây dưa leo được tiến hành lây bệnh nhân tạo bằng cách cho 10 ml huyền phù bào tử nấm Foc (5×10^4 bào tử/ml) vào gốc cây dưa leo. Các cây dưa leo sau khi lây nhiễm bệnh được để trong phòng lây bệnh nhân tạo, ủ tối 24 giờ tạo ẩm độ (khoảng 98%) và điều chỉnh nhiệt độ ở 25°C sau đó chuyển ra nhà lưới. Nghiệm thức đối chứng không xử lý chỉ lây bệnh nhân tạo sau đó phun nước cất thành trùng duy trì ẩm độ cho cây [12].

Bảng 2. Các nghiệm thức được sử dụng trong thí nghiệm 2.2.3

STT	Tên nghiệm thức	Cách xử lý
1	Nghiệm thức hiệu quả thứ 1	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 5 ngày trước khi lây bệnh (NTKLB)
2	Nghiệm thức hiệu quả thứ 1	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 10 NTKLB
3	Nghiệm thức hiệu quả thứ 1	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 15 NTKLB
4	Nghiệm thức hiệu quả thứ 2	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 5 NTKLB
5	Nghiệm thức hiệu quả thứ 2	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 10 NTKLB
6	Nghiệm thức hiệu quả thứ 2	Phun lên tán lá và tưới gốc ở 15 NTKLB
7	Hexaconazole	Phun khi bệnh chớm xuất hiện
8	Đối chứng không xử lý	Phun nước cất thành trùng

Chỉ tiêu theo dõi: Ghi nhận tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh của từng cây dưa leo vào các thời điểm 40, 50 và 60 ngày sau khi gieo (NSKG) dựa vào

bảng phân cấp đánh giá của Wang và cs (1993) [13] như sau: Cấp 0 (không có vết bệnh), cấp 1 (lá bị hoại tử nhẹ, hơi héo), cấp 2 (lá dưới bị hoại

tử nặng, lá trên vàng, héo rũ, hồi phục vào chiều mát), cấp 3 (lá dưới bị hoại tử nặng, lá trên héo vàng, cây héo nặng không hồi phục được), cấp 4 (cây chết). Tính tỉ lệ bệnh, chỉ số bệnh và hiệu quả giảm bệnh theo công thức HQGB (%) = $[(CSB_{dc} - CSB_{nt})/CSB_{dc}] * 100$. Trong đó: CSB_{dc} là chỉ số bệnh ở nghiệm thức đối chứng và CSB_{nt} là chỉ số bệnh ở nghiệm thức xử lý. Tỷ lệ bệnh = $[số\ cây\ bệnh / tổng\ số\ cây\ quan\ sát] * 100\%$.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm sẽ được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019 và phần mềm xử lý thống kê SPSS 22.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc của các loại hợp chất nano trong điều kiện *in vitro*

3.1.1. Đường kính khuẩn lạc nấm Foc

Kết quả thí nghiệm cho thấy, ở tất cả thời điểm quan sát, đánh giá cả sáu hợp chất nano và dung dịch chitosan, kẽm acetate đều cho đường kính khuẩn lạc nấm Foc thấp hơn và khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% so với đối chứng. Ở hai thời điểm 5 và 7 NSĐKT, cả ba nghiệm thức nano CS-SA đều cho đường kính khuẩn lạc nấm Foc thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với ba nghiệm thức hợp chất nano từ

dịch trích thực vật. Tại thời điểm 9 NSĐKT khi nấm Foc ở nghiệm thức đối chứng đã phát triển đầy đĩa (87,80 cm), ba nghiệm thức hợp chất nano-CS-SA-0,05, nano-CS-SA-0,1, nano-CS-SA-0,2 cho đường kính khuẩn lạc nấm Foc lần lượt là 43,20 cm; 43,80 cm; 44,20 cm tiếp tục thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với ba nghiệm thức hợp chất nano kẽm dịch trích thực vật còn lại, cụ thể nano-Zn-BBN (81,00 cm), nano-Zn-CMT (47,20 cm) và nano-Zn-CDC (77,40 cm).

3.1.2. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc Foc của một số hợp chất nano trong điều kiện *in vitro*

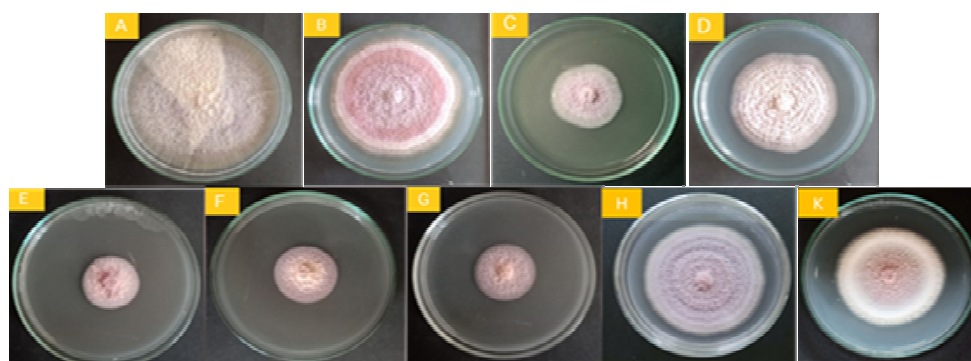
Cả sáu nghiệm thức hỗn hợp nano đều cho hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc tốt nhất ở thời điểm 3 NSĐKT và giảm dần tại các thời điểm quan sát sau đó. Tại thời điểm 3 NSĐKT, bốn nghiệm thức cho hiệu quả ức chế khuẩn lạc nấm Foc cao lần lượt là nano-Zn-CMT (71,44%), nano-CS-SA-0,05 (76,76%), nano-CS-SA-0,1 (76,20%) và nano-CS-SA-0,2 (72,64%). Ở thời điểm đánh giá 9 NSĐKT, hai nghiệm thức nano-CS-SA-0,05 và nano-CS-SA-0,1 tiếp tục cho hiệu quả ức chế cao nhất, lần lượt là 50,78% và 50,05% (Hình 1) (Bảng 3). Vậy nên, hai nghiệm thức nano-CS-SA-0,05 và nano-CS-SA-0,1 sẽ được lựa chọn để sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 3. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc của các loại hợp chất nano trong điều kiện phòng thí nghiệm

Nghiệm thức	NSĐKT			
	3	5	7	9
Nano-Zn-BBN	31,20 ^c	17,00 ^d	16,20 ^d	7,80 ^c
Nano-Zn-CMT	71,60 ^a	65,80 ^b	62,00 ^b	46,20 ^b
Nano-Zn-CDC	48,80 ^b	26,20 ^c	21,40 ^d	11,80 ^{cd}
Nano-SA-0,05	76,80 ^a	71,60 ^a	66,60 ^{ab}	50,60 ^a
Nano-SA-0,1	76,20 ^a	70,40 ^a	66,20 ^{ab}	50,20 ^a
Nano-SA-0,2	72,80 ^a	69,60 ^{ab}	66,20 ^{ab}	49,60 ^{ab}
Kẽm acetate	33,4 ^c	18,60 ^d	16,00 ^d	8,20 ^{de}

Chitosan	52,20 ^b	27,40 ^c	24,20 ^d	13,20 ^c
Mức ý nghĩa	**	**	**	**
CV%	6,57	6,54	7,53	9,82

Ghi chú: Trong cùng một cột các số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phép thử DUNCAN; ** Khác biệt ở mức ý nghĩa 1%.



Hình 1. Hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc của các loại hợp chất nano ở 9 NSĐKT

(A): Đối chứng, (B): Nghiệm thức nano-Zn-BBN, (C): Nghiệm thức nano-Zn-CMT, (D): Nghiệm thức nano-Zn-CDC, (E): Nghiệm thức nano-CS-SA-0,05, (F): Nghiệm thức nano-CS-SA-0,1, (G): Nghiệm thức nano-CS-SA-0,2; (H): Nghiệm thức kẽm Acetate; (K): Nghiệm thức chitosan

Như vậy, ba hợp chất nano-CS-SA đều cho hiệu quả ức chế đường kính khuẩn lạc nấm Foc cao ở cả bốn thời điểm khảo sát, đánh giá, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với dung dịch chitosan. Điều này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Kheiri và cs (2016) [14] rằng dung dịch chitosan luôn cho hiệu quả ức chế sự phát triển sợi nấm *Fusarium graminearum* nhưng không đáng kể bằng các hợp chất nano chitosan. Bên cạnh đó, việc các hợp chất nano CS-SA luôn cho hiệu quả ức chế cao ở mọi thời điểm quan sát được giải thích là do các hạt nano chitosan xâm nhập vào tế bào nấm *Fusarium*, ảnh hưởng đến không bào và các bào quan khác, chúng phá vỡ màng tế bào và gây ra sự rò rỉ tế bào chất, sợi nấm bị biến dạng rõ rệt [14, 15].

3.2. Hiệu quả phòng trừ bệnh héo rũ dưa leo do nấm Foc bằng các hợp chất nano trong điều kiện nhà lưới

3.2.1. Tỷ lệ bệnh của các nghiệm thức

Kết quả tỷ lệ bệnh héo rũ của các nghiệm thức được trình bày ở bảng 4. Nhìn chung, tại 3 thời điểm đánh giá 40, 50, 60 NSKG, các nghiệm

thức xử lý hợp chất nano và thuốc hoá học đều cho tỉ lệ bệnh thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng xử lý nước cất.

Cụ thể, ở thời điểm 40 NSKG, cả sáu nghiệm thức xử lý hợp chất nano và thuốc hoá học đều có tỉ lệ bệnh thấp hơn, dao động từ 20,83 - 45,83% và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với nghiệm thức đối chứng (70,83%). Thời điểm 50 NSKG, các nghiệm thức xử lý hợp chất nano như CS-SA-0,05 được xử lý vào hai thời điểm 15, 10, 5 NTKLB và ba hợp chất nano CS-SA-0,1 ở hai thời điểm xử lý 15, 10, 5 NTKLB tiếp tục cho tỉ lệ bệnh thấp hơn và khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% so với đối chứng. Đến thời điểm 60 NSKG, tỉ lệ bệnh của tất cả các nghiệm xử lý hợp chất nano tăng cao, dao động từ 70,83 - 87,5%, trong đó hai nghiệm thức CS-SA-0,1 5 NTKLB (70,83%) và CS-SA-0,05 (75%) tiếp tục duy trì tỉ lệ bệnh thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% với hiệu quả giảm tỉ lệ bệnh là 22,02% so với đối chứng, tuy nhiên khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% so với nghiệm thức xử lý thuốc hoá học Hexaconazole. Kết quả

tương tự trong nghiên cứu của Hoang và cs (2022) [6], khi xử lý các hợp chất nano CS-SA ở những nồng độ khác nhau đều giúp giảm tỉ lệ bệnh đốm lá sần do nấm *Alternaria* sp. gây ra ở thời điểm đánh giá 56 ngày sau khi trồng.

Một nghiên cứu khác của Elsharkawy và cs (2022) [16] cũng chỉ ra rằng việc tiền xử lý nano chitosan và SA đều cho thấy thời gian tiềm ẩn và thời gian ủ bệnh tăng đáng kể so với xử lý đối chứng nước cất.

Bảng 4. Tỷ lệ bệnh (%) héo rũ của các nghiệm thức tại các thời điểm đánh giá trong điều kiện nhà lưới

Nghiệm thức	Tỉ lệ bệnh			Hiệu quả giảm tỉ lệ bệnh
	NSKG			NSKG
	40	50	60	60
CS-SA-0,05 15 NTKLB	45,83 ^b	62,50 ^b	87,50 ^{ab}	8,33 ^{bc}
CS-SA-0,05 10 NTKLB	50,00 ^b	66,67 ^b	87,50 ^{ab}	8,33 ^{bc}
CS-SA-0,05 5 NTKLB	41,67 ^b	62,50 ^b	75,00 ^{bc}	22,02 ^{ab}
CS-SA-0,1 15 NTKLB	45,83 ^b	70,83 ^{ab}	87,5 ^{ab}	8,33 ^{bc}
CS-SA-0,1 10 NTKLB	45,83 ^b	62,50 ^b	83,33 ^{ab}	12,50 ^{abc}
CS-SA-0,1 5 NTKLB	37,50 ^{bc}	58,33 ^b	75,00 ^{bc}	22,02 ^{ab}
Hexaconazole	20,83 ^c	58,33 ^b	70,83 ^c	25,60 ^a
Đối chứng	70,83 ^a	83,33 ^a	95,83 ^a	0,00 ^c
Mức ý nghĩa	**	*	*	
CV(%)	22,06	12,89	9,24	

*Ghi chú: Trong cùng một cột các số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phép thử DUNCAN; ** Khác biệt ở mức ý nghĩa 1%; * Khác biệt ở mức ý nghĩa 5%; NTKLB: Ngày trước khi lây bệnh*

3.2.2. Chỉ số bệnh của các nghiệm thức

Nhìn chung, chỉ số bệnh héo rũ tăng dần qua các thời điểm khảo sát. Ở mọi thời điểm đánh giá, các nghiệm thức xử lý hợp chất nano đều cho chỉ số bệnh thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với đối chứng. Tại thời điểm 40 NSKG, các nghiệm thức xử lý hợp chất nano đều có mức độ bệnh thấp, được thể hiện qua chỉ số bệnh dao động từ 9,37 - 14,5%, trong khi chỉ số này ở nghiệm thức đối chứng là 29,17%. Trong đó, hai nghiệm thức CS-SA 0,05 và CS-SA 0,1 xử lý vào thời điểm 5 NTKC có chỉ số bệnh thấp nhất, lần lượt là 10,42% và 9,37%. Điều này tiếp tục được thể hiện ở thời điểm 50 NSKG. Ở thời điểm đánh giá cuối cùng vào 60 NSKG (Hình 2A), chỉ số bệnh của tất cả các nghiệm thức có xu hướng tăng cao, dao động từ 23,95 - 60,42%. Trong đó, nghiệm thức CS-SA-0,1 5 NTKC (29,17%) có chỉ số bệnh thấp hơn các nghiệm thức xử lý hợp chất nano còn lại và khác

biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%, đồng thời hiệu quả giảm bệnh so với đối chứng cũng được ghi nhận là 51,67%, tuy nhiên khác biệt không ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với nghiệm thức thuốc hoá học Hexaconazole. Tại thời điểm này, mạch dẫn ở phần thân dưa leo nghiệm thức đối chứng có triệu chứng hoá nâu và xuất hiện tơ nấm trắng xung quanh chứng tỏ mức độ bệnh nghiêm trọng ở nghiệm thức này và đây cũng là dấu hiệu điển hình của bệnh héo rũ do nấm *Foc* gây ra trên cây dưa leo (Bảng 5).

Việc các nghiệm thức xử lý hợp chất nano vào ba thời điểm 15, 10, 5 NTKLB giúp giảm mức độ nghiêm trọng của bệnh héo rũ trên cây dưa leo đến thời điểm 60 NSKG có thể được giải thích là do hiện tượng giải phóng SA chậm của các hạt nano chitosan-SA. Theo Kumaraswamy và cs (2019) [5] khoảng 35,2% SA được giải phóng trong 12 giờ đầu tiên, do lượng SA bám trên bề mặt hạt nano được giải phóng dễ dàng,

giai đoạn sau quá trình giải phóng chậm lại do SA khuếch tán từ sâu trong cấu trúc xốp của chitosan, hiện tượng trương nở dần của hạt nano trong nước cũng góp phần vào cơ chế giải phóng chậm và ổn định này. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng việc tiền xử lý hợp

chất nano CS-SA góp phần kích thích hệ thống phòng vệ của cây trồng như hoạt động của các enzyme POD (peroxidase), PAL (phenylalanine ammonia lyase), TAL (tyrosine ammonia lyase), tổng hợp lignin... chống lại các tác nhân gây bệnh [5, 6].

Bảng 5. Chỉ số bệnh (%) héo rũ dưa leo của các nghiệm thức tại một số thời điểm đánh giá trong điều kiện nhà lưới

Nghiệm thức	Chỉ số bệnh			Hiệu quả giảm bệnh
	NSKG			NSKG
	40	50	60	60
CS-SA-0,05 15 NTKLB	14,58 ^b	26,04 ^b	41,67 ^b	31,05 ^b
CS-SA-0,05 10 NTKLB	13,54 ^b	20,83 ^{bc}	41,67 ^b	30,96 ^b
CS-SA-0,05 5 NTKLB	10,42 ^{bc}	18,75 ^{cd}	35,42 ^c	41,23 ^b
CS-SA-0,1 15 NTKLB	12,50 ^b	21,88 ^{bc}	39,58 ^{bc}	34,39 ^b
CS-SA-0,1 10 NTKLB	11,46 ^b	19,79 ^{cd}	37,50 ^{bc}	37,90 ^b
CS-SA-0,1 5 NTKLB	09,37 ^{bc}	16,67 ^{cd}	29,17 ^d	51,67 ^a
Hexaconazole	05,21 ^c	14,58 ^d	23,95 ^d	60,26 ^a
ĐC	29,17 ^a	44,79 ^a	60,42 ^a	0,00 ^c
Mức ý nghĩa	**	**	**	**
CV(%)	24,96	13,64	8,25	16,32

*Ghi chú: Trong cùng một cột các số có cùng chữ cái theo sau thì không khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phép thử DUNCAN; ** Khác biệt ở mức ý nghĩa 1%. NTKLB: Ngày trước khi lấy bệnh.*



Hình 2. Bệnh héo rũ dưa leo do nấm Foc gây ra của các nghiệm thức ở thời điểm 60 NSKG

A) Bệnh héo rũ của các nghiệm thức ở thời điểm 60 NSKG; B) Triệu chứng hoá nâu mạch dẫn và tơ nấm Foc xuất hiện trong mạch dẫn ở nghiệm thức đối chứng.

4. KẾT LUẬN

Các hợp chất nano CS-SA và kẽm - dịch trích thực vật đều cho hiệu quả ức chế đường kính

khuẩn lạc nấm Foc cao, đặc biệt là các hợp chất nano CS-SA. Hai hợp chất nano CS-SA-0,05 và CS-SA-0,1 giúp giảm tỉ lệ bệnh và chỉ số bệnh héo rũ trên cây dưa leo do nấm Foc gây ra, với hiệu quả giảm bệnh lần lượt là 41,23% và 51,67% tại 60 NSKG ở cả 3 thời điểm xử lý 15, 10 và 5 NTKLB. Các nghiên cứu sâu hơn về cơ chế kháng bệnh héo rũ trên cây dưa leo do nấm Foc gây ra khi xử lý bằng các hỗn hợp nano chitosan-SA cần được tiếp tục thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Raza, W., Ling, N., Zhang, R., Huang, Q., Xu, Y. & Shen, Q. (2017). Success evaluation of the biological control of *Fusarium* wilts of cucumber, banana and tomato since 2000 and future research strategies. *Critical reviews in biotechnology*, 37(2), 202 - 212.
2. Zhou, J., Wang, M., Sun, Y., Gu, Z., Wang, R., Saydin, A., ... & Guo, S (2017). Nitrate increased cucumber tolerance to *Fusarium* wilt

by regulating fungal toxin production and distribution. *Toxins*, 9(3), 100.

3. Sun, S., Yang, Z., Song, Z., Wang, N., Guo, N., Niu, J., ... & Chen, S. (2022). Silicon enhances plant resistance to *Fusarium* wilt by promoting antioxidant potential and photosynthetic capacity in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Frontiers in Plant Science*, 13, 1011859.

4. Tô Ngọc Dung (2007). Điều tra hiện trạng canh tác dưa hấu tại một số huyện của tỉnh Hậu Giang, đông xuân 2006-2007 và khảo sát hiệu quả của chế phẩm Tri-cô-ĐHCT đối với nấm *Fusarium oxysporum* gây bệnh héo rũ dưa hấu. Luận văn Tốt nghiệp Kỹ sư. Trường Đại học Cần Thơ.

5. Kumaraswamy, R. V., Kumari, S., Choudhary, R. C., Sharma, S. S., Pal, A., Raliya, R.,... & Saharan, V (2019). Salicylic acid functionalized chitosan nanoparticle: a sustainable biostimulant for plant. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123, 59 - 69.

6. Hoang, N. H., Le Thanh, T., Thepbandit, W., Treekoon, J., Saengchan, C., Sangpueak, R., ... & Buensanteai, N (2022). Efficacy of chitosan nanoparticle loaded-salicylic acid and-silver on management of cassava leaf spot disease. *Polymers*, 14(4), 660.

7. Lê Văn Lai (2018). Hiệu quả của dịch trích thực vật đối với nấm *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* gây bệnh héo rũ trên dưa leo (*Cucumis sativus* L.). Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Bảo vệ thực vật. Trường Đại học Cần Thơ.

8. Thị Sứ (2018). Thành phần nấm gây lem lép hạt lúa tại huyện Hòn Đất - Kiên Giang và hiệu quả một số dịch trích thực vật đối với nấm *Curvularia* sp. và *Fusarium* sp. hại hạt lúa. Luận văn tốt nghiệp Đại học, ngành Bảo vệ thực vật. Trường Đại học Cần Thơ.

9. Bhumi, G. and Savithramma, N (2014). Biological synthesis of Zinc oxide nanoparticles from *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Leaf extract and validation for antibacterial activity.

International Journal of Drug Development and Research, 6: 9344 - 9375.

10. Nguyen Huy Hoang, Toan Le Thanh, Wannaporn Thepbandit, Jongjit Treekoon, Chanon Saengchan, Rungthip Sangpueak, Narendra Kumar Papathoti, Anyanee Kamkaew and Natthiya Buensanteai (2021). Preparation of nanoparticle-based elicitors and their ability to control cassava leaf spot. Master thesis in Crop Science. Suranaree University of Technology, Thailand, 257p.

11. Elamawi, B. C., Rabab, M. A. and El-Shafey, R. A. S (2013). Inhibition effects of silver nanoparticles against rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea*. *Egypt. J. Agric. Res*, 91/4: 1271 - 1283.

12. Lê Thanh Toàn và Lê Văn Lai (2019). Hiệu quả của dịch chiết thực vật đối với nấm *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* gây bệnh thối gốc trên dưa leo. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 24, 84 - 90

13. Wang, J. M., Zheng, J. M., He, Y. C. and Li, Z. G (1993). A study on the existing form, number of distribution and fluctuation laws of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in watermelon plants. *Scientia Agricultura Sinica*, 26/3: 69 - 74.

14. Kheiri, A., Jorf, S. M., Malihipour, A., Saremi, H., & Nikkhah, M (2016). Application of chitosan and chitosan nanoparticles for the control of *Fusarium* head blight of wheat (*Fusarium graminearum*) *in vitro* and greenhouse. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 1261 - 1272.

15. Dananjaya, S. H. S., Erandani, W. K. C. U., Kim, C. H., Nikapitiya, C., Lee, J., & De Zoysa, M (2017). Comparative study on antifungal activities of chitosan nanoparticles and chitosan silver nano composites against *Fusarium oxysporum* species complex. *International Journal of Biological macromolecules*, 105, 478 - 488.

16. Elsharkawy, M. M., Omara, R. I., Mostafa, Y. S., Alamri, S. A., Hashem, M.,

Alrumman, S. A., & Ahmad, A. A, (2022). chitosan nanoparticles and salicylic acid. *Journal of Fungi*, 8(3), 304.

THE EFFICACY OF NANO COMPOUNDS AGAINST THE FUNGUS *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* CAUSING WILT DISEASE ON CUCUMBER PLANTS (*Cucumis sativus* L.)

**Tran Quang Phu¹, Do Quang Vinh¹, Nguyen Quoc Thai²,
Tran Thi Thu Thuy², Pham Thi Phuong Thao¹, Le Thanh Toan¹**

¹ *College of Agriculture, Can Tho University*

² *Faculty of Agriculture and Aquaculture, Cuu Long University*

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is an important fruit and vegetable crop that is widely cultivated and of high economic value. However, Fusarium wilt is caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (Foc) severely impairs cucumber production. Farmers are forced to use numerous chemical pesticides to control the disease, which adversely affects the health of consumers, producers and the environment. Therefore, this study was conducted to evaluate the efficacy of nano compounds in helping cucumber plants resist Fusarium wilt caused by Foc. The results showed that all tested nano compounds were capable of inhibiting the growth of Foc under laboratory conditions. Among them, the two treatments with the highest inhibitory effects were the nano CS-SA-0.05 and CS-SA-0.1 formulations, which achieved inhibition rates of 50.6% and 50.2%, respectively, at 9 days after inoculation. Furthermore, the potential of these nano compounds to enhance cucumber resistance to *Fusarium* wilt was also assessed under net house conditions. The findings indicated that treatment with the nano CS-SA-0.1 formulation, applied 15 days prior to artificial inoculation via both root drenching and foliar spraying, resulted in significantly lower disease incidence and disease index in cucumber plants, with disease incidence and disease index reduction efficiencies of 22.02% and 51.67% compared to the control at 60 days after sowing (quantifying the reduction level compared to the control).

Keywords: *Cucumber, Fusarium wilt, nanoparticle compound.*

Ngày nhận bài: 24/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 3/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 22/4/2025

Ngày duyệt đăng: 28/4/2025