

TỔNG QUAN VỀ TÁC NHÂN GÂY TRIỆU CHỨNG THỐI RỄ VÀ THỐI THÂN TRÊN CÂY SẦU RIÊNG (*Durio zibethinus* L.) VÀ BIỆN PHÁP QUẢN LÝ

Nguyễn Gia Huy^{1,2*}, Trần Thị Thu Trâm¹, Đặng Thị Kim Uyên², Nguyễn Văn Hòa²

¹*Trường Đại học Cần Thơ*

²*Viện Cây ăn quả miền Nam*

*Tác giả liên hệ: giahuybvtv@gmail.com

Ngày nhận bài: 14.01.2025

Ngày chấp nhận đăng: 19.03.2025

TÓM TẮT

Sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) là loại trái cây có giá trị kinh tế cao, được ưa chuộng tại khu vực Đông Nam Á. Hiện nay, loại trái cây này có giá trị xuất khẩu và diện tích canh tác liên tục gia tăng qua từng năm. Bên cạnh đó, việc trao đổi, giao lưu và nhập khẩu các giống sầu riêng có năng suất và chất lượng cao được đẩy mạnh. Nhưng điều này cũng tạo ra hệ lụy không mong muốn cụ thể là tăng khả năng du nhập các loại dịch hại ngoại lai và sức khỏe cây sầu riêng cũng bị giảm do xử lý hóa chất thường xuyên. Đặc biệt là các triệu chứng thối rễ và thối thân sầu riêng trở thành một yếu tố tác động đến chất lượng và phẩm chất của loại trái cây này; nhất là khi nhu cầu về sản lượng tăng mạnh, diện tích mở rộng mất kiểm soát và hình thành các vùng trồng chuyên canh thì loại bệnh này càng phức tạp và phổ biến. Đây là những vấn đề gây ảnh hưởng đáng kể đến sức khỏe và năng suất của cây, đặt ra nhu cầu cấp bách về việc nghiên cứu tổng quan về bệnh thối thân và thối rễ trong cây sầu riêng, nghiên cứu hy vọng có thể đóng góp vào phát triển nông nghiệp bền vững, tăng cường năng suất và giảm thiệt hại tối đa của loại bệnh này.

Từ khóa: Biện pháp quản lý, *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., sầu riêng, thối thân, thối rễ.

Overview of the Causes of Root and Stem Rot Symptoms on Durian Trees (*Durio zibethinus* L.) and Management Measures

ABSTRACT

Durian (*Durio zibethinus* L.) is a fruit with high economic value and is famous in Southeast Asia. Currently, the export value and its cultivated area has been continuously increasing year by year. In addition, the exchange and import of durian varieties with high yield and quality are promoted but this also creates unwanted consequences, specifically increasing the possibility of introducing foreign pests and also reducing the health of durian trees due to frequent chemical treatment. Especially, the symptoms of durian root rot and stem rot become a factor affecting the quality of this fruit. Especially when the demand for output increases sharply, the area expands uncontrollably and specialized growing areas are formed, this disease becomes more complicated and common. These are problems that significantly affect the health and productivity of the tree, creating an urgent need for comprehensive research on stem rot and root rot in durian trees. Research hopes to contribute to sustainable agricultural development, increasing productivity and minimizing damage from this disease.

Keywords: Durian, management measures, *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., root rot, stem rot.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) là một loại cây ăn quả nhiệt đới thuộc họ Malvaceae, có trung tâm xuất xứ ở bán đảo Malaysia, Indonesia và Borneo (Verheij, 1991). Sầu riêng là loại trái cây có giá trị kinh tế cao và nổi tiếng

tại khu vực Đông Nam Á gồm các nước sản xuất đứng đầu như Thái Lan, Malaysia, Indonesia và Việt Nam (Trần Văn Hâu & Trần Sĩ Hiếu, 2023); ngoài ra, sầu riêng cũng được trồng với quy mô nhỏ như ở Campuchia, Australia (Queensland và vùng lãnh thổ phía bắc), Sri Lanka, Papua New Guinea và Ấn Độ (Yaacob &

Subhadrabandhu, 1995; Ketsa, 2018), Hawaii, Costa Rica, Brazil, Ecuador và Panama (Love & cs., 2019).

Tại Việt Nam, tổng diện tích trồng sầu riêng đến năm 2018 là hơn 47 nghìn ha (Cục Trồng trọt, Bộ NN&PTNT, 2019). Sầu riêng được trồng thành bốn vùng canh tác lớn bao gồm Đồng bằng sông Cửu Long tại huyện Cai Lậy (Tiền Giang), Chợ Lách (Bến Tre), Vũng Liêm (Vĩnh Long) và Kế Sách (Sóc Trăng) được trồng ở quy mô nhỏ lẻ thường dưới 1ha; Tây Nguyên bao gồm Đắk Lắk, Pleiku và Kontum; Đông Nam bộ gồm Đồng Nai, Tây Ninh và Bình Phước và vùng duyên hải Nam Trung bộ được trồng rải rác tại các tỉnh Bình Thuận, Khánh Hòa, Phú Yên, Quảng Ngãi, Quảng Nam và Thừa Thiên Huế (Trần Văn Hậu & Trần Sỹ Hiếu, 2023). Giá trị xuất khẩu sầu riêng của Việt Nam năm 2023 đạt 2,22 tỷ USD và dự kiến kim ngạch xuất khẩu gia tăng thêm từ 1-1,5 tỷ USD trong các năm tới (Tridge, 2024). Hiện tượng thối rễ và thối thân trên sầu riêng là ảnh hưởng chính đến sự phát triển của cây (Lim & Chan, 1986). Tổn thất mùa màng và chi phí phòng trừ ước tính khoảng 20-25% sản lượng (Drenth & Guest, 2004); trong khi bệnh thối quả do cùng loại mầm bệnh gây ra thiệt hại 30% ở Malaysia (Chau, 1998).

Trong bối cảnh sản lượng nông nghiệp ngày càng tăng và sầu riêng đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế các nước nhiệt đới, việc nghiên cứu về bệnh thối thân và thối rễ trên cây sầu riêng trở nên cần thiết và cấp bách. Một trong những thách thức chính là hiểu rõ sự lan truyền của bệnh và định rõ các yếu tố ảnh hưởng đến sự bùng phát trong điều kiện môi trường khác nhau và đánh giá hiệu quả của các phương pháp chẩn đoán hiện đại giúp phát triển biện pháp phòng và chữa trị một cách hiệu quả. Chiến lược quản lý bền vững cũng là một khía cạnh quan trọng, đặc biệt là khi đối mặt với sự chống kháng thuốc ngày càng gia tăng từ tác nhân gây bệnh. Bài báo tổng quan này cung cấp thông tin về bệnh hại trên cây sầu riêng và đề xuất hướng nghiên cứu, giải pháp thiết thực, góp phần nâng cao sự hiểu biết và khả năng

quản lý cho những người liên quan đến ngành sản xuất sầu riêng.

2. TÌNH HÌNH SẢN XUẤT VÀ TÁC ĐỘNG CỦA BỆNH ĐẾN SẢN LƯỢNG

2.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ

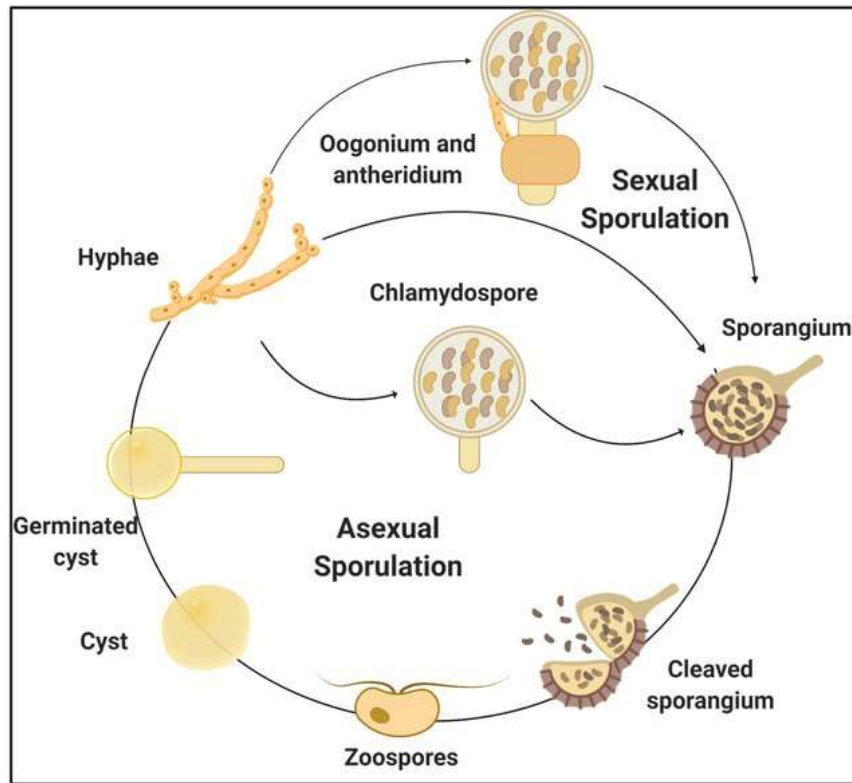
Sầu riêng là loại cây ăn trái đặc sản có giá trị kinh tế cao, được trồng nhiều ở các nước ở Đông Nam Á như Indonesia, Thái Lan, Malaysia, Việt Nam, Philippines, Campuchia...

Theo số liệu thống kê năm 2021 (Manakitsomboon, 2022) Indonesia có sản lượng sầu riêng đứng đầu thế giới với khoảng 1,37 triệu tấn, tiếp theo là Thái Lan (1,11 triệu tấn). Việt Nam đứng thứ ba với 0,67 triệu tấn, tiếp theo là Malaysia (Mã Lai), Philippines, Campuchia. Mặc dù là quốc gia có sản lượng sầu riêng lớn nhưng sầu riêng Indonesia chủ yếu đáp ứng nhu cầu tiêu thụ nội địa, chỉ có một số lượng nhỏ xuất khẩu sang Singapore, Malaysia và Trung Quốc nên sầu riêng Indonesia hầu như không cạnh tranh với các nước trong khu vực.

Ở Việt Nam, theo ước tính của Cục Trồng trọt (Bộ NN&PTNT), diện tích trồng sầu riêng năm 2023 đạt 131.000ha, tăng 20% so với năm 2022, sản lượng đạt 1 triệu tấn. Giống sầu riêng của Việt Nam chủ yếu là Monthong và Ri6. Sầu riêng được thu hoạch bằng cách cắt 1-2 lần khi trái trưởng thành sau đó xử lý cho chín để xuất khẩu giống như kỹ thuật của Thái Lan.

Việt Nam hiện có 3 vùng sản xuất chính là ĐBSCL, miền Đông Nam bộ và Tây Nguyên. Thời vụ thu hoạch bắt đầu ở ĐBSCL từ tháng 4 đến tháng 6, tiếp theo là miền Đông Nam bộ thu hoạch từ tháng 5-7 và Tây nguyên từ tháng 8-10. Tuy nhiên, do lợi thế quản lý được nguồn nước và áp dụng kỹ thuật xử lý ra hoa, ở ĐBSCL có thể sản xuất rải vụ quanh năm, đây là lợi thế của sầu riêng Việt Nam khi cạnh tranh với các nước trong khu vực.

Năm 2022, Việt Nam xuất khẩu sầu riêng chỉ đạt hơn 400 triệu USD nhưng 9 tháng đầu năm 2023, xuất khẩu đạt giá trị 1,63 tỷ USD và theo dự đoán của Hiệp hội Rau quả, năm 2024 giá trị xuất khẩu sầu riêng có thể đạt từ 2-2,5 tỷ USD (Tridge, 2023).



Ghi chú: Oogonium: Bao trứng; Antheridium: Bao đực; Sexual sporulation: Sinh bào tử hữu tính; Sporangium: Bọc bào tử; Chlamydospore: Bào tử áo (bào tử hậu); Cleaved sporangium: Túi bào tử phân cắt; Zoospores: Động bào tử; Cyst: Nang bào; Germinated cyst: Nang bào đã nảy mầm; Hyphae: Sợi nấm; Asexual sporulation: Sinh bào tử vô tính.

Nguồn: de Andrade & cs. (2020).

Hình 1. Vòng đời của *Phytophthora cinnamomi*

2.2. Tác động của bệnh đến sản lượng sầu riêng

Một trong những thách thức lớn nhất khi trồng sầu riêng là bệnh hại, đặc biệt là bệnh thối rễ, một nguyên nhân gây thiệt hại nghiêm trọng cho cây trồng ở vùng nhiệt đới. Bệnh thối rễ là vấn đề quan trọng nhất, dẫn đến mất mùa, giảm sản lượng, thậm chí có thể gây chết cây. Bệnh thối rễ, thối thân và thối quả trên sầu riêng do một số loài *Phytophthora* gây ra, bao gồm *P. palmivora*, *P. nicotianae* và *Pythium cucurbitacearum*, là những tác nhân chính ảnh hưởng đến sản xuất sầu riêng (Suksiri & cs., 2018). Sự ảnh hưởng này có thể thấy rõ qua biến động sản lượng sầu riêng của ba quốc gia trồng sầu riêng lớn là Thái Lan, Malaysia và Indonesia từ năm 2012 đến 2016. Mặc dù các

quốc gia này có tiềm năng sản xuất sầu riêng lớn, nhưng sự biến động của sản lượng có thể một phần do tác động của các bệnh hại như bệnh thối rễ

3. TỔNG QUAN VỀ TÁC NHÂN BỆNH THỐI RỄ VÀ THỐI THÂN

Kết quả điều tra tại miền bắc bang Queensland, Australia về tình trạng héo rũ hay chết chậm của cây sầu riêng ghi nhận hai loài ký sinh quan trọng là *Phytophthora palmivora* và *Pythium vexans* (Vawdrey & cs., 2005).

Qua khảo sát tại các vùng trồng sầu riêng tại Đông Nam bộ và Tây Nguyên ghi nhận 10% các cây có triệu chứng héo, thối rễ và vàng lá, bệnh lây lan nhanh và rộng vào mùa mưa từ tháng 6 đến tháng 9, làm giảm sản lượng và

chất lượng đáng kể trên sầu riêng. Qua phân tích trình tự ITS (sử dụng cặp mồi ITS 4 và ITS 5) đã xác định là loài *Phytophthora vexans*.

Kết quả nghiên cứu cho thấy các tác nhân gây bệnh thối rễ chủ yếu bao gồm *Pythium* sp., *Fusarium* sp., và *Phytophthora* spp. Trong đó, tác nhân chính gây thối rễ trên cây sầu riêng là *Pythium vexans* (Nguyễn Văn Hòa & cs., 2013).

Các mẫu được thu thập trên giống sầu riêng Ri6 tại huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ với triệu chứng loét trên thân và triệu chứng lốm đốm đỏ trên vỏ gỗ, tác nhân là *Phytophthora cinnamomi* (Thanh & cs., 2023).

Kết quả nghiên cứu phân lập từ mẫu đất, rễ và thân có triệu chứng thối rữa, khi định danh bằng phương pháp hình thái học và phân tích trình tự vùng ITS-nrDNA, đã xác định được 10 loài tác nhân gây hại, bao gồm: *Phytophthora palmivora*, *Pythium cucurbitacearum*, *Pythium deliense*, *Pythium splendens*, *Pythium spinosum*, *Pythium* sp., *Mortierella chlamydospora*, *Mortierella capitata*, *Mortierella hyalina*, và *Mortierella* sp. Qua phân tích trên giống sầu riêng Monthong cho thấy hai loài *P. palmivora* và *P. cucurbitacearum* có độc lực cao đối với giống sầu riêng này. Đặc biệt, loài *Py. splendens* được ghi nhận lần đầu tiên là tác nhân gây hại trên sầu riêng, với triệu chứng rõ rệt trên lá. Ngoài ra, hai loài *Py. deliense* và các loài thuộc chi *Mortierella* dù được phân lập từ đất có triệu chứng bệnh nhưng không liên quan đến bệnh cháy lá và thối lá sầu riêng tại tỉnh Chumphon (Suksiri & cs., 2018).

Theo Chantarasiri & Boontanom (2021) tác nhân gây bệnh thối thân trên cây sầu riêng ở tỉnh là nấm *Fusarium solani* và *Lasiodiplodia pseudotheobromae* với các triệu chứng cây bị bệnh là thối vỏ, thân, cành, bệnh bạc lá, vàng lá và héo tại miền đông Thái Lan.

Kết quả nghiên cứu của Lim (1990) đã xác định các loại nấm đất gây hại sầu riêng ở Malaysia bao gồm *Phytophthora*, *Pythium*, *Sclerotium*, chúng xuất hiện phổ biến và trong đó *Phytophthora* gây hại nặng nhất. Cũng theo

Lim & Sangchote (2003) cho rằng *Phytophthora palmivora* là tác nhân gây bệnh chết nhanh và là bệnh hại quan trọng nhất trên cây sầu riêng.

Tác nhân gây bệnh thối thân do *P. palmivora* được xác định bằng phương pháp hình thái và phân tử, bao gồm phân tích trình tự vùng gen ITS rDNA và sự kết hợp đa locus của gen mã vạch *cytochrome c oxidase* (COX) từ các vùng gen tiểu đơn vị I và tiểu đơn vị II, tại các bang Selangor, Perak, Pahang, và Melaka, Malaysia (Danial & cs., 2023). Thử nghiệm trên lá sầu riêng từ các giống D10, D24 và Musang King cho thấy sự khác biệt đáng kể giữa các giống sầu riêng, trong đó D10 thể hiện tính nhạy cảm cao hơn với *P. palmivora*.

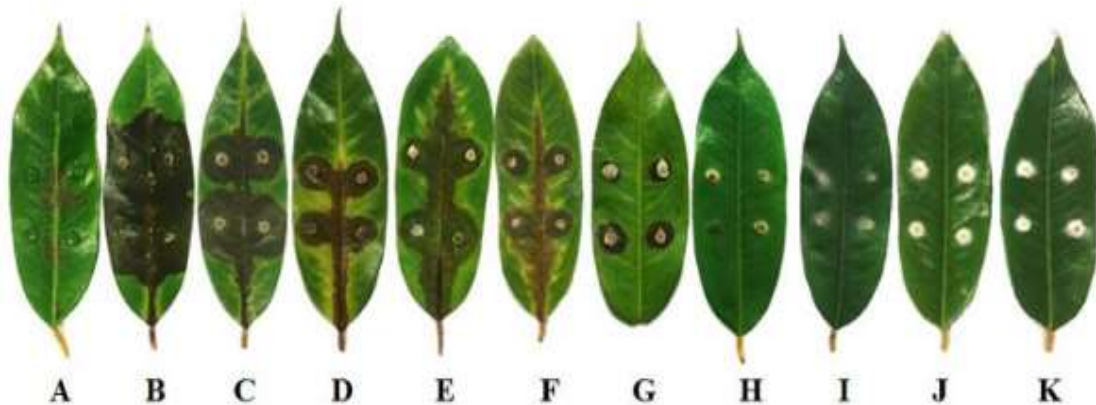
Kết quả khảo sát từ 36 chủng được phân lập tại 32 đồn điền sầu riêng ở 17 tỉnh tại Indonesia nhằm xác định đặc điểm phân bố, hình thái học (bao gồm khuẩn lạc, hình dạng và kích thước bào tử), cũng như trình tự sinh học phân tử (ITS-nrDNA) đã xác định được 6 loài thuộc họ Pythiaceae, bao gồm: *Pythium cucurbitacearum*, *Pythium vexans*, *Pythium* sp. D37, *Pythium deliense*, *Phytophthora cinnamomi* var. *parvispora*, *Phytophthora palmivora* và *Phytophthora* sp. Đây là báo cáo đầu tiên ghi nhận sự ký sinh của các loài *Pythium cucurbitacearum*, *Pythium* sp. D37, *Py. deliense* và *P. cinnamomi* var. *parvispora* đối với cây sầu riêng tại Indonesia. Trong số đó, *Py. vexans* được phát hiện ở 10 tỉnh (58,8%) và *Py. cucurbitacearum* ở 13 tỉnh (76,5%). Phát hiện này cho thấy hai loài kể trên có mức độ nguy hiểm đối với cây sầu riêng cao hơn so với *P. palmivora* ở các nước khác trong khu vực (Santoso & cs., 2015).

Một nghiên cứu khảo sát bệnh thối thân tại các vườn sầu riêng ở Sungai Liang, Brunei Darussalam gồm các triệu chứng thường được tìm thấy ở thân chính gần gốc, ở các cành thấp, bị lở loét từng mảng, sự thay đổi màu nâu đỏ ở vỏ gỗ, lá rụng dần cho đến chết cành từ ngọn cây. Khi nuôi cấy và định danh đã xác định là loài *Phytophthora palmivora* (EJ Butler) được xem là tác nhân đe dọa ngành sản xuất sầu riêng tại Brunei (Sivapalan & cs., 1997).



Nguồn: Thanh & cs. (2023).

Hình 2. Cây sầu riêng có triệu chứng vỏ ngoài chuyển sang màu nâu đỏ



Ghi chú: A: Đối chứng; B: *Phytophthora palmivora* CHP25-S08; C: *Pythium cucurbitacearum* CHP22-S05; D: *Pythium cucurbitacearum* -CHP14-N11; E: *Pythium cucurbitacearum* CHP14-S11; F: *Pythium splendens* CHP17-N05; G: *Pythium splendens* CHP18-N03; H: *Pythium deliense* CHP25-S10; I: *Mortierella chlamydospora* CHP25-S01; J: *Mortierella capitata* CHP06-S03 và K: *Mortierella* sp. CHP33 S06 sau 4 ngày chủng.

Nguồn: Suksiri & cs. (2018).

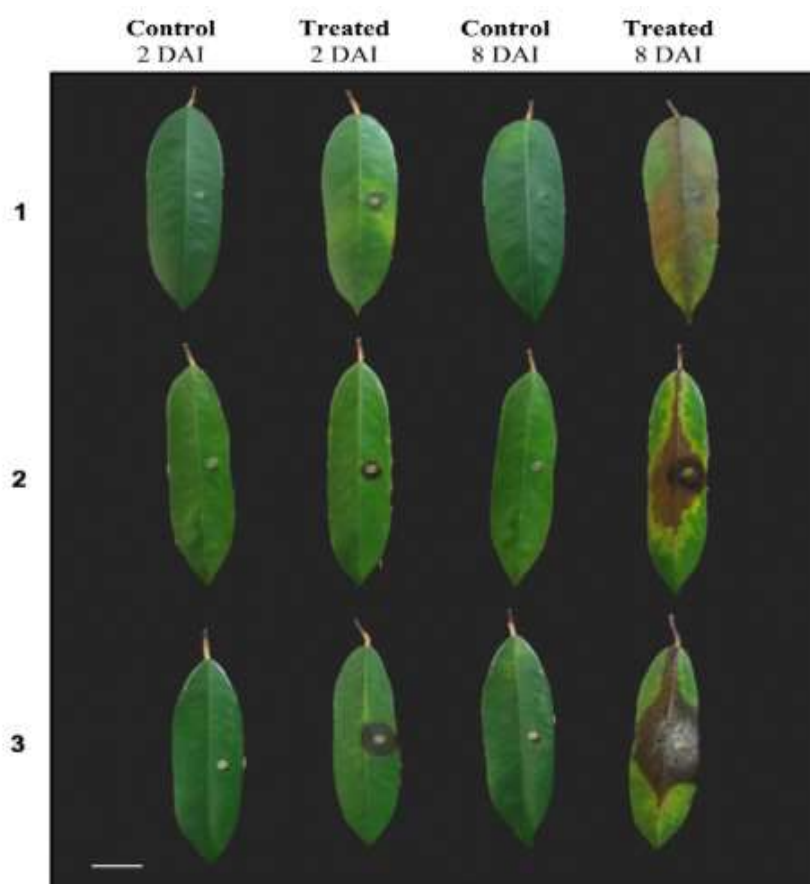
Hình 3. Kết quả khi xâm nhiễm trên lá sầu riêng Monthong



Nguồn: Chantarasiri & Boontanom (2021).

Hình 4. Triệu chứng thối thân trên cây sầu riêng bị nhiễm bệnh do *F. solani* và *L. pseudotheobromae*

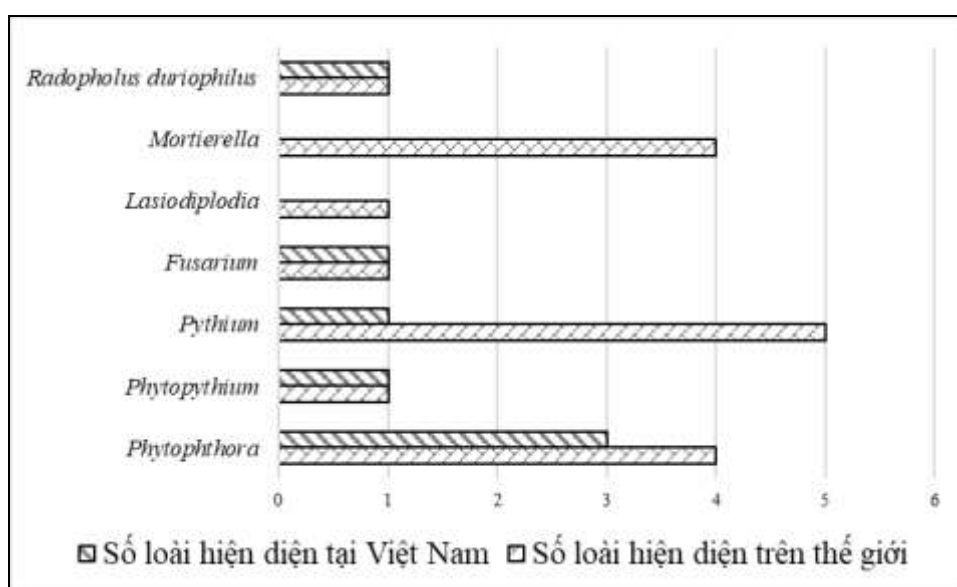
Tổng quan về tác nhân gây triệu chứng thối rễ và thối thân trên cây sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) và biện pháp quản lý



Ghi chú: Diễn biến diện tích vết bệnh trên các giống sầu riêng khác nhau: 1: D10, 2: D24, 3: Musang King; Ngày sau khi tiêm chủng (DAI); Thanh tỷ lệ = 3cm.

Nguồn: Danial & cs. (2023).

Hình 5. Thử nghiệm khả năng gây bệnh chủng *P. palmivora* (PKK03)



Hình 6. Số lượng tác nhân được ghi nhận hiện diện trên sầu riêng

Năm 2019, bệnh thối thân và trái sầu riêng được phát hiện tại Calinan, thành phố Davao, Mindanao, Philippines. Khoảng 10-15% quả trong vườn sầu riêng có dấu hiệu nhiễm bệnh với mức độ từ nhẹ đến nặng. Các triệu chứng của bệnh bao gồm các tổn thương nhỏ có màu nâu đến xám, tiến triển đến mức trái cây bị thối nặng, kèm theo sự xuất hiện của các sợi nấm màu trắng mọc trên không, phủ trên bề mặt trái cây nhiễm bệnh. Khuẩn lạc của tác nhân gây bệnh thường có hình dạng giống cánh hoa. Sợi nấm không vách ngăn (coenocytic hyphae) (6,3-11,61µm) có đặc điểm là sưng to. Bào tử có hình cầu đến hình trứng, với kích

thước 7,3-12,1 × 5,6-10,90µm, được xác định qua trình tự ITS (White & cs., 1990). Kết quả này trùng khớp với nghiên cứu tại Indonesia, và đây là báo cáo đầu tiên về mầm bệnh này trên sầu riêng tại Philippines (Solpot & cs., 2021).

Tính đến thời điểm hiện tại, trên thế giới đã ghi nhận tổng cộng 17 tác nhân gây hại. Trong đó, 7 loài đã được xác định tại Việt Nam (Hình 6). Xu hướng xuất hiện của các loài mới có thể mang đến nguy cơ lớn, đặc biệt nếu việc du nhập giống và các yếu tố lan truyền, mở rộng diện tích canh tác ngày càng gia tăng.

Bảng 1. Sự phân bố của tác nhân mầm bệnh gây thối rễ và thối thân sầu riêng trên thế giới và Việt Nam

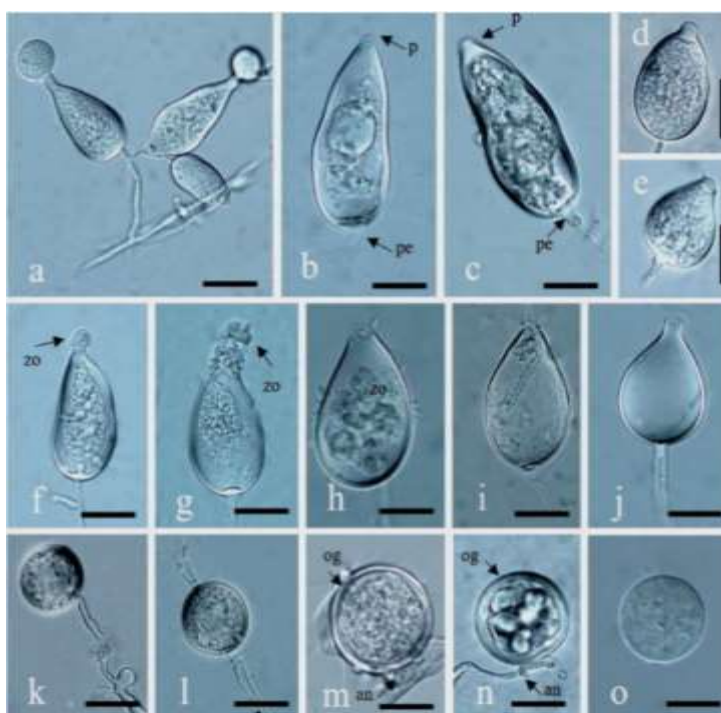
Khu vực		Tác nhân	Tác giả
Australia	Miền bắc, bang Queensland	<i>Phytophthora palmivora</i> <i>Pythium vexans</i>	Vawdrey & cs. (2005)
Việt Nam	Đông Nam bộ và Tây Nguyên	<i>Phytophythium vexans</i>	Thao & cs. (2020)
	Đắk Lắk và Tiền Giang	<i>Phytophthora palmivora</i>	Phạm Hồng Hiên & cs. (2021)
	Đồng bằng sông Cửu Long	<i>Phytophthora palmivora</i> <i>Phytophthora citricola</i> <i>Pythium vexans</i> <i>Fusarium solani</i>	Nguyễn Văn Hòa & cs. (2013)
	Phong Điền, Cần Thơ	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Thanh & cs. (2023)
	Đắk Lắk	<i>Radopholus duriophilus</i>	Nguyen & cs. (2003)
	Chumphon	<i>Phytophthora palmivora</i> <i>Pythium cucurbitacearum</i> <i>Pythium deliense</i> <i>Pythium splendens</i> <i>Pythium spinosum</i> <i>Mortierella chlamydospora</i> <i>Mortierella capitata</i> <i>Mortierella hyalina</i> , <i>Mortierella sp.</i>	Suksiri & cs. (2018)
	Tỉnh Rayong và Chanthaburi, miền Đông Thái Lan	<i>Fusarium solani</i> <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	Chantarasiri & Boontanom (2021)
Malaysia	Bang Selangor, Perak, Pahang và Melaka	<i>Phytophthora palmivora</i>	Danial & cs. (2023)
Philippines	Calinan, thành phố Davao, Mindanao	<i>Pythium cucurbitacearum</i>	Solpot & cs. (2021)
Indonesia		<i>Pythium cucurbitacearum</i> <i>Pythium vexans</i> <i>Pythium sp. D37</i> <i>Pythium deliense</i> <i>Phytophthora cinnamomi</i> var. <i>parvispora</i> <i>Phytophthora palmivora</i> <i>Phytophythium sp.</i>	Santoso & cs. (2015)
		<i>Phytophthora palmivora</i>	Sivapalan & cs. (1997)

4. ĐẶC ĐIỂM TÁC NHÂN GÂY HẠI

Phytophthora palmivora được xem là tác nhân gây hại quan trọng trên cây sầu riêng theo nhiều tài liệu cho thấy tác nhân này là mầm bệnh có nguồn gốc từ đất nhưng cũng có thể lây nhiễm vào các bộ phận trên không của sầu riêng như thân, cành, lá hoa và kể cả quả. *P. palmivora* tấn công vào rễ gây thối rễ, thối thân (Navaratnam, 1966; Huan, 1971), tấn công lên lá, chồi, gây hiện tượng cháy lá, rụng lá và chết cây (Huan, 1971); bên cạnh đó, cũng ghi nhận *P. palmivora* gây triệu chứng thối trái và chúng có thể gây ra ở cả giai đoạn cây con và cây trưởng thành (Lim & Chan, 1986). *Phytophthora palmivora* gây ra các triệu chứng thối rễ, thối thân, thối ngọn, bạc lá, rụng và thối trái tại Australia (Drenth & Guest, 2004). Các triệu chứng ban đầu của bệnh là đốm nhỏ, sau 3-5 vết bệnh phát triển lớn, các mảng ẩm ướt rõ rệt trên vỏ cây gần gốc hoặc trên thân. Khi các mảng trên thân hoặc cành hợp nhất, vết loét

hình thành và các chất màu đỏ/nâu rỉ ra từ vết loét. Vết bệnh thường lan vào mạch gỗ (xylem), dẫn đến lá héo, vàng lá và cuối cùng là chết cây (O'Gara & cs., 2004a; Drenth & Guest, 2004). *Phytophthora palmivora* được cho là gây nguy hại cho vườn riềng ở Penang (Hasan & Siew, 2000) và việc thu hái riềng ở Australia (Zappala & cs., 2002). Thiệt hại về năng suất ở các nước Đông Nam Á được ước tính vào khoảng 20-25% (Drenth & Sendall, 2004).

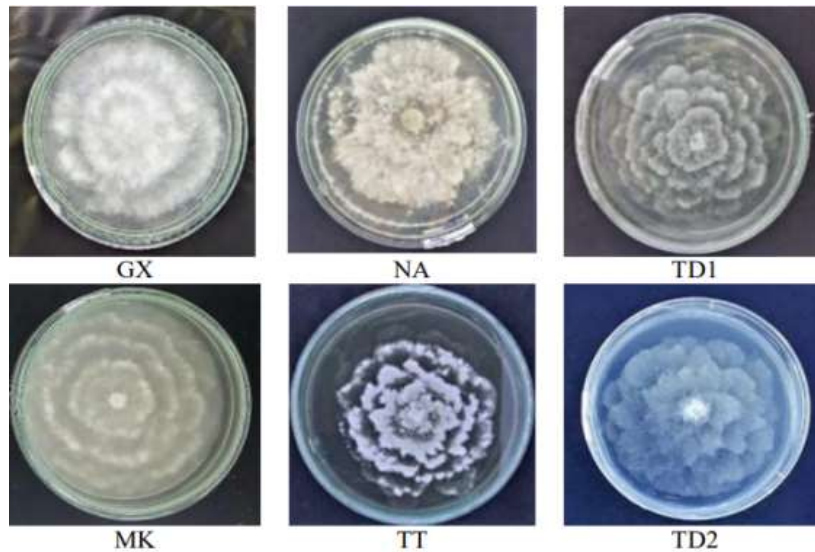
Tác nhân gây bệnh xâm nhập vào các bộ phận của cây thông qua lỗ hổng hoặc vết thương tự nhiên. Trong điều kiện thuận lợi, nấm dễ dàng phóng du động bào tử khỏi bọc bào tử khi có nước. Bên cạnh đó, mầm bệnh hình thành nhiều cấu trúc lây nhiễm và lưu tồn hiệu quả như noãn bào tử (oospore), bào tử áo (chlamydospore), động bào tử (zoospore) và bọc bào tử (sporangia). Hơn nữa, mầm bệnh tạo ra một số cấu trúc, bao gồm động bào tử, noãn bào tử và bào tử áo để lây nhiễm và lây lan (Lim, 1990; Erwin & Ribeiro, 1996).



Ghi chú: a: Sporangiophore phân nhánh với sporangium hình obpyriform; b, c: bào tử có nhú (papillate), Sporangium (bọc bào tử: hình obpyriform; d, e: bọc bào tử (ovoid sporangium) hình trứng; f-h: bọc bào tử phóng thích bào tử động (zoospores); i, j: bọc bào tử rỗng (empty sporangia); bào tử áo (chlamydospore); k, l: bào tử áo hình cầu; m, n: oogonium với antheridium và o: bào tử noãn (oospore); Thanh tỷ lệ = 20µm

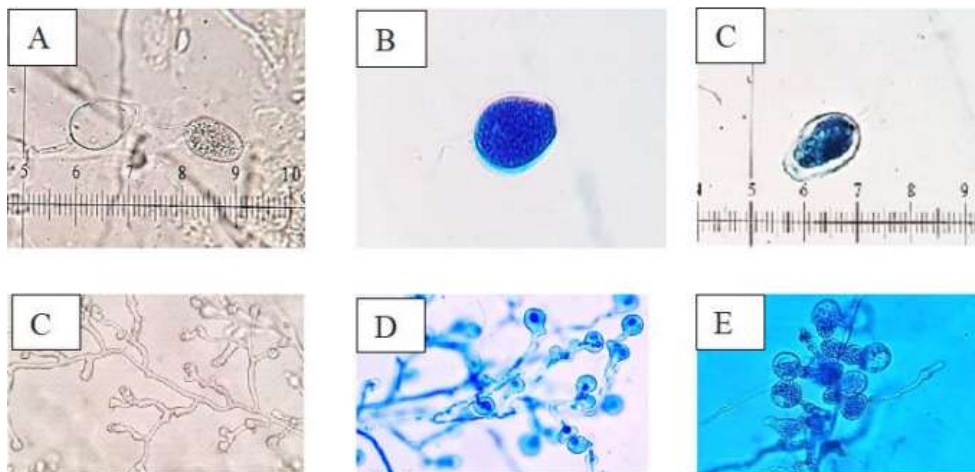
Nguồn: Wongwan & cs. (2021).

Hình 7. Đặc điểm hình thái của *Phytophthora palmivora*



Nguồn: Thanh & cs. (2023).

Hình 8. *Phytophthora cinnamomi* phân lập hình thái khuẩn lạc trên môi trường PDA



Ghi chú: A-C: Bọc bào tử dạng obpyriform đến hình elip không có nhú có cuống dài; D-E: Sợi nấm dạng Coralloid với các sợi nấm phồng lên.

Nguồn: Thanh & cs. (2023).

Hình 9. Đặc điểm hình thái được nhuộm bằng lactophenol cotton blue của *Phytophthora cinnamomi* phân lập từ sầu riêng

Thời gian tồn tại của sợi nấm và động bào tử chỉ khoảng vài tuần, nhưng bào tử áo hay hậu bào tử (chlamydospore) có thể lưu tồn đến 6 năm và noãn bào tử (oospore) có thể tồn tại đến 13 năm (Erwin & Ribeiro, 1996; Drenth & Guest, 2004).

Trong hầu hết các trường hợp, bệnh do *P. palmivora* gây ra đang lây lan mạnh trong điều kiện ẩm ướt và điều kiện độ ẩm cao

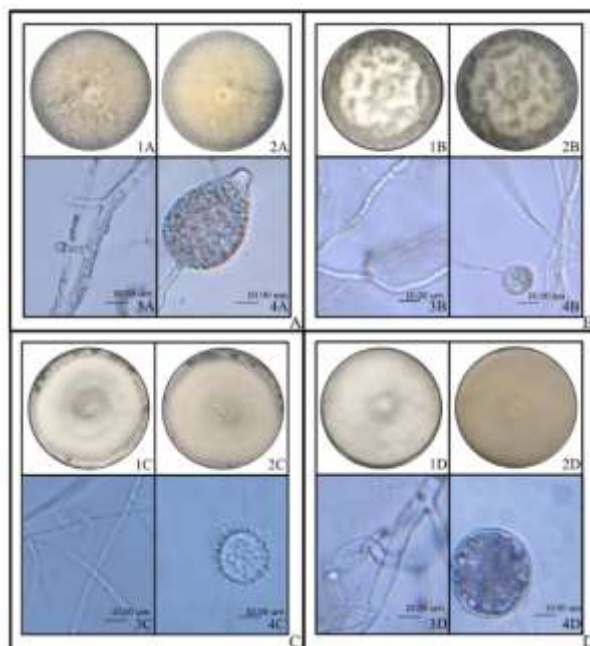
(McMahon & Purwantara, 2004). Mặt khác, điều kiện nóng ẩm và mưa trong nhiều ngày cũng là điều kiện thuận lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của mầm bệnh (Drenth & Sendall, 2004). Điều kiện ẩm độ cao làm cho cây trong vườn bị bệnh trầm trọng hơn, trong những điều kiện trồng dày, tán lá rậm rạp, thoát nước kém, vệ sinh kém và canh tác kém cũng làm cho cây dễ mắc cảm với bệnh (Erwin & Ribeiro, 1996).

Tổng quan về tác nhân gây triệu chứng thối rễ và thối thân trên cây sầu riêng (*Durio zibethinus* L.) và biện pháp quản lý

Trồng ở mật độ dày và tán lá che kín làm cho ẩm độ tăng cao trong vườn tạo điều kiện lý tưởng cho *P. palmivora* tăng nhanh mật số và gây bệnh cho sầu riêng (O’Gara & cs., 2004a). *P. cinnamomi* có phạm vi phân bố trên toàn thế giới và theo ghi nhận đến thời điểm hiện tại có tới 5.000 loài là ký chủ của tác nhân này (Jung & cs., 2013).

Đặc điểm khuẩn lạc trên môi trường PDA (Potato Dextrose Agar) cho thấy sợi nấm có màu

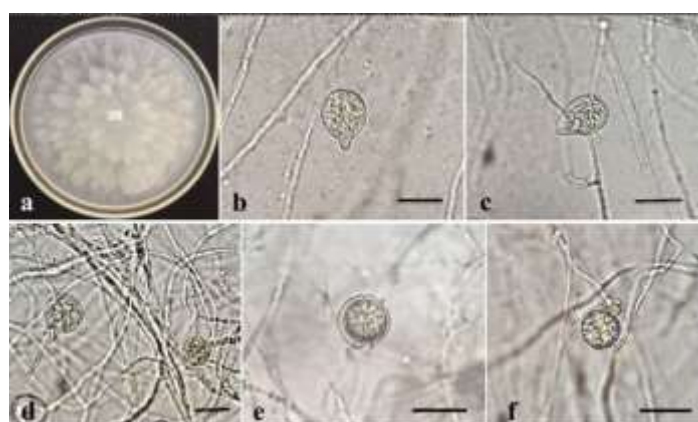
trắng, phát triển nhanh và phủ kín đĩa petri (9cm) sau 4 ngày. Bào tử có hình dạng cầu hoặc hơi cầu (subglobose), có hoặc không có nhú, với kích thước khoảng (13,8- 17,9-24,7 (-27,5)µm. Bao đực (Antheridia) thường có cấu trúc đơn bội, dạng hình trụ và thon dài, giúp gắn vào vùng túi noãn (oogonia). Báo cáo đầu tiên ghi nhận sự xâm nhiễm của loài *Pythium vexans* gây thối rễ cho cây sầu riêng.



Ghi chú: 1: Khuẩn lạc trên đỉnh đĩa Petri; 2: Khuẩn lạc dưới đáy Petri đĩa; 3: Sợi nấm; 4: Bào tử của *Phytophthora palmivora* (A), *Pythium cucurbitacearum* (B), *Pythium spinosum* (C) và *Pythium splendens* (D) .

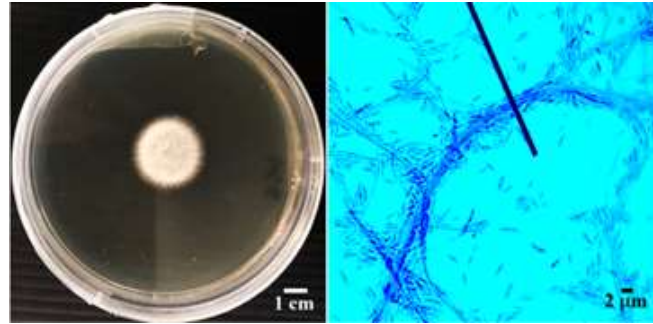
Nguồn: Suksiri & cs. (2018).

Hình 10. Hình thái khuẩn lạc và bào tử của *Phytophthora* và *Pythium* trên PDA

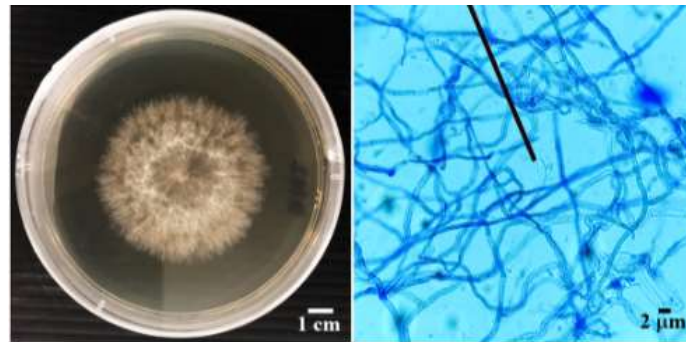


Nguồn: Thao & cs. (2020).

Hình 11. Hình thái khuẩn lạc và bào tử *Phytophthora vexans* gây bệnh thối rễ sầu riêng



Hình 12. Hình thái khuẩn lạc của nấm *Fusarium solani* trên môi trường PDA ở 30°C trong ba ngày, đại bào tử hơi cong được nhuộm bằng Lactophenol Cotton Blue



Hình 13. Hình thái khuẩn lạc *Lasiodiplodia pseudotheobromae* nuôi cấy trên môi trường thạch khoai tây dextrose (PDA) ở 30°C trong ba ngày và sợi nấm được nhuộm bằng Lactophenol Cotton Blue. Conidia không có trên PDA

Nấm *Fusarium solani* sợi nấm có màu trắng, đại bào tử hơi cong với 2-4 ngăn. Nấm *Lasiodiplodia pseudotheobromae* khuẩn lạc màu trắng, phát triển rất nhanh sau bảy ngày chuyển sang màu xám đen và không sinh bào tử trên môi trường PDA.

5. BIỆN PHÁP QUẢN LÝ

5.1. Biện pháp canh tác

Đối với vườn trồng mới: nên thiết kế lớp trồng cao ráo, vị trí trồng phải cách mực nước cao từ 70-100cm. Chọn giống có tính chống chịu cao để dùng làm gốc ghép như giống Lá Quéo, trồng ở mật độ thích hợp, tạo điều kiện thuận lợi cho cây phát triển tốt. Nguồn phân bón sử dụng nên là dạng như phân chuồng, phân xanh để tạo cho đất tối xốp và cung cấp các nguyên tố vi lượng cho cây (Nguyễn Văn Hòa & Đặng Thị Kim Uyên, 2018). Một nghiên cứu của Muryati & cs. (2009), khi bổ sung phân bò, phân gà,

phân xanh và vỏ trấu đơn lẻ hay hỗn hợp đều cho thấy giúp cây sầu riêng kháng lại bệnh do *Phytophthora* và cây tăng trưởng và phát triển tốt hơn. Tuy nhiên, phân dê làm gia tăng triệu chứng bệnh và tác động tiêu cực đến tỷ lệ sống và sự phát triển của sầu riêng.

Trên vườn sầu riêng đang cho trái nên tỉa cành tạo tán và giảm mật độ giúp cây thông thoáng hơn. Đồng thời, kết hợp với việc tái tạo hệ thống thoát nước thật tốt trong mùa mưa, tránh bộ rễ bị thối do ngập nước do ngập nước. Việc bơm thuốc phosphonate vào thân cây có tác dụng ngừa *Phytophthora* spp. tấn công gây xì mủ thân, thối thân và thối trái (Nguyễn Văn Hòa & Đặng Thị Kim Uyên, 2018).

5.2. Gốc ghép

Thử nghiệm đánh giá mức độ chống chịu trên lá của các giống sầu riêng (Chanee, D2, D6, D101, gốc ghép, hạt lép Tiền Giang - HLTG, hạt

lếp Đồng Nai - HLĐN, khổ qua xanh - KQX, lá quéo, Monthong, sữa hạt lép Bến Tre - SHLBT và Tứ Quý) và đối chứng không lây nhiễm với các chủng *Phytophthora palmivora* được phân lập từ (i) đất, (ii) thân cây và (iii) lá tại các vườn bệnh ở tỉnh Tiền Giang. Kết quả cho thấy chủng *P. palmivora* phân lập từ đất (i) có độc tính cao hơn so với chủng trên thân cây (ii) và lá (iii) và dựa vào triệu chứng cũng cho thấy các giống Tứ Quý, Chanee và Lá Quéo chống chịu mầm bệnh tốt hơn so với các giống còn lại; Ri6 và Sữa hạt lép Bến Tre rất mẫn cảm với mầm bệnh này (O'Gara & cs., 2004b).

Thử nghiệm lây nhiễm trên lá và thân sầu riêng bằng các chủng *P. palmivora* phân lập trong đất qua các giống Chanee, D2, D6, D101, Khổ Qua V-KQV, hạt lép Tiền Giang - HLTG, hạt lép Đồng Nai - HLĐN, Khổ Qua Xanh - KQX, Lá Quéo, Monthong, Sữa hạt lép Bến Tre - SHLBT và Tứ Quý. Kết quả thể hiện giống Ri6 không phù hợp làm gốc ghép do mẫn cảm với *P. palmivora*, hai giống Chanee và Tứ Quý có tính chống chịu tốt phù hợp làm gốc ghép chống chịu bệnh (O'Gara & cs., 2004b).

Theo Nguyễn Văn Hòa & cs. (2013) về giống kháng bệnh thối rễ cũng cho thấy các giống Chanee, Kanyao, Lá Quéo Vàng và Lá Quéo Ba Thum có khả năng chống chịu tốt với *P. vexans*, giống Chanee và Lá Quéo Vàng chống chịu tốt với *Phytophthora palmivora*, giống Sữa hạt lép Chín Hóa và Chuồng Bò chống chịu tốt với *Phytophthora citricola*.

Khi áp dụng một số kỹ thuật để sàng lọc tính kháng bệnh do *Phytophthora palmivora* của một số giống sầu riêng tại Thái Lan cho thấy các giống Kanyao, Kadoom và Monthong khá mẫn cảm với bệnh này và giống Chanee có khả năng kháng bệnh tốt nhất (Sangchote, 2000).

5.3. Phòng trừ sinh học

Các chủng nấm *Trichoderma* spp. được phân lập tại Cần Thơ, Vĩnh Long, Tiền Giang và Bến Tre đối kháng tốt với 12 chủng nấm bệnh *P. palmivora* trong điều kiện *in vitro*, việc bón phân hữu cơ 30 kg/gốc có bổ sung cho

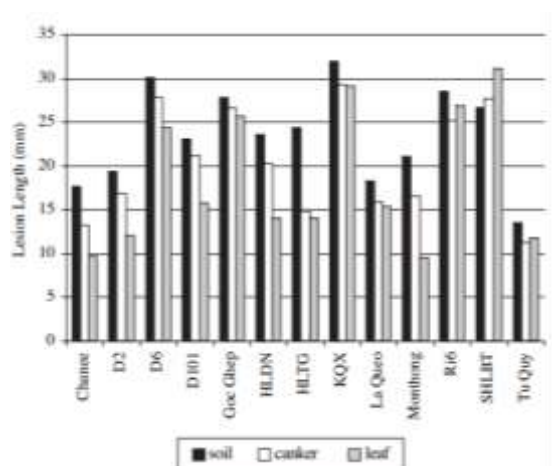
Trichoderma (sản phẩm Tricô-ĐHCT, 5 g/cây) và vôi bột (1,7 tấn/ha) tại hai huyện thí điểm Chợ Lách, Bến Tre và Ô Môn, Cần Thơ giúp rễ và lá hồi phục sau 53 ngày xử lý và kéo dài 150 ngày; ngoài ra, còn giúp tăng năng suất trái (Dương Minh & cs., 2006).

Khi sử dụng dịch trích thô và hạt nano được chiết suất từ nấm *Chaetomium brasiliense* để phòng trị *Phytophthora palmivora* gây bệnh thối sầu riêng Monthong, kết quả cho thấy các dịch chiết thô từ hexane, ethyl acetate và metanol với giá trị ED50 là 17,46 µg/ml có hiệu quả ức chế nấm bệnh và hạt nano có nguồn gốc từ *Chaetomium brasiliense* có hiệu quả ức chế khuẩn lạc và bào tử lần lượt ở nồng độ 1,08 và 8,68 µg/ml và hiệu quả giảm bệnh thối gốc sầu riêng đạt gần 40% và tốc độ tăng trưởng của cây đạt 79,5cm so với đối chứng không xử lý (Tongon & cs., 2018).

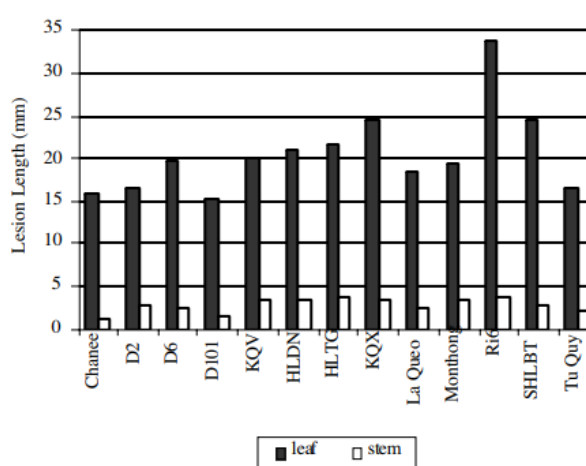
Phân lập 69 chủng xạ khuẩn tại Vườn quốc gia sông Nan, huyện Tha Pla, tỉnh Uttaradit, Thái Lan đối kháng với *P. palmivora* cho thấy loài *Streptomyces rimosus* SAURU59 hiệu quả ức chế nấm bệnh đạt 75% thông qua khả năng tiết enzyme cellulase, chitinase và 30,74 µg/ml axit indole-3-acetic (IAA) trong 10 ngày (Pirapak & cs., 2023).

Khi phân lập 70 mẫu đất và thân rễ sầu riêng tại 10 tỉnh trồng sầu riêng lớn tại Việt Nam thì các chủng vi khuẩn *Pseudomonas fluorescens* phân lập có khả năng hòa tan lân, cố định đạm, tiết siderophore và IAA. Trong đó, chủng P. f_{DN} hiệu quả ức chế *P. palmivora* gây thối trên sầu riêng tỷ lệ ức chế đạt 51,85% (Tran & cs., 2023). Nấm phát quang *Neonothopanus nambi* có khả năng tiết Aurisin A và neonambiquinone B ức chế *P. palmivora* (Wisetsai & cs., 2023).

Nghiên cứu cho thấy chiết xuất *Vernonia amygdalina* EtOAc có khả năng ngăn chặn sự phát triển của *Phytophthora palmivora*. Đặc biệt là các chất tổng hợp cho thấy sự ức chế tăng trưởng đáng kể ở *P. palmivora*, với mức ED50 giảm 61,10 µg/ml so với việc sử dụng trực tiếp chiết xuất *V. amygdalina* EtOAc (Chainanta & cs., 2023).



Chiều dài vết bệnh (mm) trên lá các giống sầu riềng



Chiều dài vết bệnh trên thân và lá của các giống sầu riềng

Nguồn: O'Gara & cs. (2004b).

Hình 14. Mức độ kháng *P. palmivora* của một số giống sầu riềng

Nghiên cứu của Nguyễn Thị Liên & cs. (2023) chỉ ra tiềm năng của việc sử dụng vi khuẩn vùng rễ làm tác nhân kiểm soát sinh học trong canh tác sầu riềng. Mười tám chủng vi khuẩn phân lập thể hiện khả năng ức chế *P. palmivora* với phần trăm ức chế sự tăng trưởng dao động từ 36,5-59,7%. Hoạt tính của cellulase, protease và siderophore khác nhau giữa các chủng vi khuẩn đối kháng. Khả năng sản sinh cellulase có tương quan thuận với khả năng đối kháng của các chủng phân lập. Chủng CT7 với phần trăm ức chế tăng trưởng của *P. palmivora* cao nhất được xác định là *Bacillus siamensis*.

5.4. Phòng trừ bằng thuốc hóa học

Theo kết quả nghiên cứu của Chuebandit & cs. (2015) cho thấy khi quản lý tổng hợp bệnh thối rễ và thối gốc trên sầu riềng bao gồm 5 phương pháp quản lý: (1) sử dụng metalaxyl; (2) chitosan kết hợp với LDD3 (*Trichoderma* spp.); (3) chitosan cùng với metalaxyl và LDD3; (4) Immunplus (chất kích thích miễn dịch) kết hợp với LDD3 và (5) Immunplus cùng với metalaxyl và LDD3. Cả năm phương pháp này đều có khả năng kiểm soát bệnh thối rễ và thối gốc, với tỷ lệ giảm bệnh lần lượt là 77,7%; 44,4%; 77,7%; 66,6% và 66,6%. Từ kết quả

nghiên cứu, khuyến nghị về quản lý bệnh thối thân trên cây sầu riềng bao gồm việc sử dụng nấm đối kháng *Trichoderma* spp. nhằm giảm mật độ hiện diện của *Phytophthora* spp. trong đất. Bên cạnh đó, việc phun axit phosphorous giúp hạn chế bệnh thối thân và nấm đối kháng nên được bôi trực tiếp lên các vết thương nhỏ để ngăn ngừa sự xâm nhập của mầm bệnh.

Kết quả nghiên cứu của Ritmontree & Kongtragoul (2020) cho thấy ZnO-NP ở nồng độ 2.000 µg/ml có thể ức chế đáng kể sự phát triển sợi nấm của *Phytophthora palmivora* Phy001 và Phy002 lần lượt là 56,6 và 53,6%. Hơn nữa, các hạt nano có thể làm giảm mức độ nghiêm trọng của bệnh trên lá sầu riềng ở cả hai dòng phân lập lần lượt là 50,5 và 43,7%.

6. KẾT LUẬN

Bài tổng quan về thành phần tác nhân gây thối rễ và thối thân sầu riềng cho thấy sự đa dạng của các tác nhân gây hại, trong đó một số loài đã được phát hiện từ lâu như *Phytophthora palmivora*, *P. citricola*, *Pythium vexans* và *Fusarium solani*,... Tuy nhiên, cũng có những tác nhân gây hại mới được phát hiện gần đây như *Pythium cucurbitacearum*, *Pythium deliense*, *Pythium splendens*, *Pythium*

spinosum, *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cinnamomi* var. *parvispora*, *Phytophthora vexans*, *Lasioidiplodia pseudotheobromae*. Những tác nhân này đang có xu hướng trở thành nguyên nhân chính gây thối rễ và thối thân sầu riêng tại nhiều quốc gia, trong đó có *Pythium cucurbitacearum*, *Pythium deliense*, *Pythium splendens*, *Phytophthora cinnamomi* và *Phytophthora vexans*. Đặc biệt, *Pythium cucurbitacearum* đang được chú ý do tần suất ghi nhận ngày càng tăng ở các quốc gia như Philippines, Indonesia và Thái Lan, nơi trồng sầu riêng, loài này có khả năng gây hại trên hầu hết các bộ phận của cây. Mặc dù tại Việt Nam chưa ghi nhận mầm bệnh này, nhưng với sự du nhập giống mới và sự trao đổi thương mại giữa các quốc gia, nguy cơ du nhập mầm bệnh này vào Việt Nam đang ngày càng gia tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chainanta J., Yakajay K., Chinda C., Intaparn P., To-anun C., Tipduangta P., Sirithunyalug B., Haituk S., Nguanhom J., Pusadee T., Karunarathna A. & Cheewangkoon R. (2023). *Vernonia amygdalina* Extract Loaded Microspheres for Controlling *Phytophthora palmivora*. *Sustainability*. 15(14): 10842.
- Chantarasiri A. & Boontanom P. (2021). *Fusarium solani* and *Lasioidiplodia pseudotheobromae*, fungal pathogens causing stem rot disease on durian trees (*Durio zibethinus*) in Eastern Thailand. *New Disease Reports*. 44(1).
- Chau N.M. (1998). Current status of durian production and handling. In: Guest D.I., ed., *Management of Phytophthora diseases in durian*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) Project PHT95/134 Workshop No. 1. Melbourne, Australia, University of Melbourne.
- Chuebandit M., Vorakuldumrongchai S. & Prasert W. (2015). Integrated management of root rot and foot rot disease of durian. In *International Symposium on Durian and Other Humid Tropical Fruits*. 1186: 143-146.
- Danial N.D.N., Asib N., Sadi T. & Ismail S.I. (2023). Phylogenetic analysis and morphological characterization of *Phytophthora palmivora* causing stem canker disease of durian in Malaysia. *Research Square*. pp. 1-22. doi: 10.21203/rs.3.rs-3334279/v1
- de Andrade Lourenço D., Branco I. & Choupina A. (2020). Phytopathogenic oomycetes: a review focusing on *Phytophthora cinnamomi* and biotechnological approaches. *Molecular Biology Reports*. 47: 9179-9188.
- Drenth A. & Guest D.I. (2004). Diversity and Management of *Phytophthora* in Southeast Asia. ACIAR Monograph 114, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, ACT, Australia.
- Drenth A. & Sendall B. (2004). Economic impact of phytophthora diseases in Southeast Asia. *Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia*. pp. 10-28.
- Dương Minh, Lê Phước Thanh, Hồ Văn Thiệt, Lê Bảo Ti & Võ Thị Hương (2006). Tác động của các chủng nấm đối kháng *Trichoderma* nội địa trong việc phòng trị bệnh *Phytophthora palmivora* gây hại sầu riêng tại Cần Thơ và Bến Tre. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. 6: 154-161.
- Erwin D.C. & Ribeiro O.K. (1996). *Phytophthora diseases worldwide*. American Phytopathological Society (APS Press).
- Huan T.L. (1971). Studies on *Phytophthora palmivora*, the causal organism of patch canker disease of durian. *Malaysian Agriculture Journal*. 48(1): 1-9.
- Jung T., Colquhoun I.J. & Hardy G.S.J. (2013). New insights into the survival strategy of the invasive soilborne pathogen *Phytophthora cinnamomi* in different natural ecosystems in Western Australia. *Forest Pathology*. 43(4): 266-288.
- Ketsa S. (2018). Durian - *Durio zibethinus*. In *Exotic Fruits*. Academic Press. pp. 169-180.
- Lim T.K. (1990). *Durian: diseases and disorders*. Tropical Press.
- Lim T.K. & Chan L.G. (1986). Fruit rot of durian caused by *Phytophthora palmivora*. *Pertanika*. 9(3): 269-276.
- Lim T.K. & Sangchote S. (2003). Diseases of durian. *Diseases of tropical fruit crops*. 241: 241-251. doi: 10.1079/9780851993904.0241.
- Love K., Gasik L. & Paull R.E. (2019). Durian for Hawai'i. *Fruit, Nut, and Beverage Crops*. 53: 1-22.
- McMahon P. & Purwantara A. (2004). 6.1 *Phytophthora* on cocoa. *Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia*. pp. 104-114.
- Manakitsomboon (2022). Production volume of durians in Thailand in 2023, by region (in 1,000 metric tons). Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1319755/thailand-durian-production-by-region/> on March 28, 2024.
- Mohamed Azni I.N.A., Sundram S. & Ramachandran V. (2019). Pathogenicity of Malaysian *Phytophthora palmivora* on cocoa, durian, rubber and oil palm determines the threat of bud rot disease. *Forest Pathology*. 49(6): e12557.

- Muryati L.O., Emilda D., Santoso P.J. & Sunarwati D. (2009). Effect of organic fertilizers on Susceptibility of Potted Durian Seedlings to Phytophthora diseases. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 17(1): 67-77.
- Nguyen C., Subbotin S., Madani M., Trinh P. & Moens M. (2003). *Radopholus duriophilus* sp. n. (Nematoda: Pratylenchidae) from Western Highland of Vietnam. *Nematology*. 5(4): 549-558
- Navaratnam S.J. (1966). Patch canker of the durian tree. *The Malaysian Agricultural Journal*. 45: 291-294.
- Nguyen C., Subbotin S., Madani M., Trinh P., & Moens M. (2003). *Radopholus duriophilus* sp. n. (Nematoda: Pratylenchidae) from western highland of Vietnam. *Nematology*. 5(4): 549-558.
- Nguyễn Thị Liên, Kim Tuấn Kiệt, Liễu Bảo Trâm & Nguyễn Tăng Phú (2023). Đánh giá khả năng đối kháng với nấm *Phytophthora palmivora* của vi khuẩn phân lập từ đất vùng rễ cây sầu riêng. *Tạp chí Khoa học, Đại học Tây Nguyên*. 228(13): 391-398.
- Nguyễn Văn Hòa & Đặng Thị Kim Uyên (2018). Bệnh nấm hại sầu riêng. *Trong Vũ Triệu Mân, Nguyễn Văn, Bùi Cách Tuyến, Phạm Văn Kim (chủ biên). Bệnh hại cây trồng Việt Nam. Hội Nghiên cứu Bệnh hại thực vật Việt Nam và Học viện Nông nghiệp Việt Nam*. tr. 158-165.
- Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Thành Hiếu, Đặng Thị Kim Uyên, Nguyễn Ngọc Anh Thư, Nguyễn Huy Cường & Đặng Thùy Linh (2013). Nghiên cứu giải pháp phòng trừ bệnh thối rễ trên một số cây ăn quả đặc sản (cây có múi, vú sữa, sầu riêng và ổi) ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Kết quả nghiên cứu nổi bật trong lĩnh vực nông nghiệp và phát triển nông thôn những năm đầu thế kỷ XXI. Tập 6 (Trồng trọt - Bảo vệ thực vật)*: 478-496
- O'Gara E., Sangchote S., Fitzgerald L., Wood D., Seng A.C. & Guest D.I. (2004a). 3.2 Infection Biology of *Phytophthora palmivora* Butl. in *Durio zibethinus* L. (Durian) and Responses Induced by Phosphonate. *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*. 42p.
- O'Gara E., Guest D.I. & Hassan N.M. (2004b). 8.1 Botany and Production of Durian (*Durio zibethinus*) in Southeast Asia. *Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia*. 114: 180-186.
- Phạm Hồng Hiền, Nguyễn Thị Chúc Quỳnh, Phùng Quang Tùng, Bạch Thị Diệp, Vũ Thị Hiền, Phạm Thị Minh Thắng & Nguyễn Xuân Cảnh (2021). Nấm *Phytophthora* gây bệnh trên cây sầu riêng tại tỉnh Đắk Lắk và Tiền Giang. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*. 1: 10-14.
- Pirapak W., Pinnak P. & Thapanapongworakul P. (2023). Selection, Classification, and Study of the Properties of *Streptomyces* sp. SAURU59 against Pathogenic Fungi Causing Durian Root and Stem Rot Disease. *Burapha Science Journal*. 28(3): 1981-1998.
- Ritmontree S. & Kongtragoul P. (2020). Antifungal effect of zinc oxide nanoparticles against disease in durian caused by *Phytophthora palmivora*. In III Asian Horticultural Congress-AHC2020. 1312: 423-430.
- Sangchote S. (2000). Comparison of inoculation techniques for screening durian rootstocks for resistance to *Phytophthora palmivora*. In International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits. 575: 453-455.
- Santoso P.J., Aryantha I.N.P., Pancoro A. & Suhandono S. (2015). Identification of *Pythium* and *Phytophthora* associated with durian (*Durio* sp.) in Indonesia: their molecular and morphological characteristics and distribution. *Asian Journal of Plant Pathology*. 9(2): 59-71.
- Solpot T.C. & Cumagun C.J.R. (2021). First report of *Pythium cucurbitacearum* causing fruit rot of durian in the Philippines. *Journal of Plant Pathology*. 103(3): 1085-1085.
- Suksiri S., Laipas P., Soyong K. & Poem S. (2018). Isolation and identification of *Phytophthora* sp. and *Pythium* sp. from durian orchard in Chumphon province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology*. 14(3): 389-402.
- Suksiri S., Laipas P., Soyong K. & Poem S. (2018). Isolation and identification of *Phytophthora* sp. and *Pythium* sp. from durian orchard in Chumphon province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology*. 14(3): 389-402.
- Thanh N.H., Thao T.L.N., & Chon N.M. (2023). Morphological and molecular examination of *Phytophthora* sp. to identify the causal agent of patch canker in durian (*Durio zibethinus* Murr.) in Can Tho city. *International Journal of Agricultural Technology*. 19(5): 2309-2324.
- Thao L.D., Hien L.T., Liem N.V., Thanh H.M., Khanh T.N., Binh V.T.P., Trang T.T.T., Anh P.T & Tu T.T. (2020). First report of *Phytophthora vexans* causing root rot disease on durian in Vietnam. *New Disease Reports*. 41(2): 2044-0588.
- Thuan T.T.M., Tho N. & Tuyen B.C. (2008). First report of *Rhizoctonia solani* subgroup AG 1-ID causing leaf blight on durian in Vietnam. *Plant Disease*. 92(4): 648-648.
- Tongon R., Soyong K., Kanokmedhakul S. & Kanokmedhakul K. (2018). Nano-particles from *Chaetomium brasiliense* to control *Phytophthora palmivora* caused root rot disease in durian var

- Montong. International Journal of Agricultural Technology. 14(7): 2163-2170.
- Trần Văn Hâu & Trần Sỹ Hiếu (2023). Xử lý ra hoa sầu riêng (Tái bản lần thứ 3). Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Tridge (2023). Sản lượng sầu riêng tươi trên thế giới. Truy cập từ <https://www.tridge.com/intelligences/durian> ngày 10/01/2023.
- Van Tran T., Nguyen T.H., Nguyen T.H. & Le D.D. (2023). Isolation and characteristics of *Pseudomonas fluorescens* to inhibit *Phytophthora palmivora* causing rot disease in durian. The Journal of Agriculture and Development. 22(3): 31-38.
- Vawdrey L.L., Langdon P. & Martin T. (2005). Incidence and pathogenicity of *Phytophthora palmivora* and *Pythium vexans* associated with durian decline in far northern Queensland. Australasian Plant Pathology. 34(1): 127-128.
- Verheij E.W.M. (1991). *Durio zibethinus* Murray. Plant Resources of South-East Asia. (2): 157-161.
- White T.J., Bruns T., Lee S.J.W.T. & Taylor J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications. 18(1): 315-322.
- Wisetsai A., Jadsadajerm S. & Bua-Art S. (2023). Antiphytopathogenic activity of the bioluminescent mushroom *Neonothopanus nambi* against root-rot disease. Natural Product Research. pp. 1-4.
- Wongwan T., Haituk S., Senwannan C., To-Anun C., Intaparn P. & Cheewangkoon R. (2021). New host record of *Phytophthora palmivora* causing black rot on *Rhynchosyris gigantea* in Thailand. Chiang Mai Journal of Science. 48(3): 942-951.
- Yaacob O. & Subhadrabandhu S. (1995). The production of economic fruits in South-East Asia. Oxford University Press.
- Zappala G., Zappala A. & Diczbalis Y. (2002). Durian germplasm evaluation for tropical Australia, phase 1. Canberra, Australia, Rural Industries Research and Development Corporation. Project ZTR-1A final report.