Tạp chí KHLN Số 4/2021
©: Viện KHLNVN - VAFS
ISSN: 1859 - 0373 Đăng tải tại: www.vafs.gov.vn

NẤM *Ceratocystis manginecans* PHÂN LẬP TỪ MỌT ĐỤC THÂN *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff) VÀ CÂY KEO TAI TƯỢNG Ở PHÚ THỌ

Vũ Ngọc An[1], Bùi Quang Tiếp[2], Trần Thanh Trăng[2]
[1]*Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Gia Lai*
[2]*Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng*

Từ khóa: Đường hang, Keo tai tượng, mọt đục thân, phân lập, tần suất xuất hiện

TÓM TẮT

Mọt đục thân *Euwallacea fornicatus* được xác định là loài sinh vật gây hại chính đối với Keo tai tượng ở Phú Thọ và là véc tơ phát tán một số loài nấm bệnh. Nghiên cứu tiến hành phân lập nấm gây bệnh từ cơ thể trưởng thành mọt đục thân cái, gỗ ở đường hang của mọt đục thân và gỗ vị trí bị đổi màu nhằm xác định loài nấm gây bệnh làm cơ sở khoa học đề xuất biện pháp quản lý thích hợp. Kết quả nghiên cứu đã phân lập và xác định loài nấm gây bệnh *Ceratocystis manginecans* có mối quan hệ với loài mọt đục thân *E. fornicatus*. Tần suất xuất hiện của nấm *C. manginecans* từ cơ thể trưởng thành mọt đục thân cái, gỗ ở đường hang mọt đục thân và gỗ vị trí bị đổi màu lần lượt là 33,33%, 40,35% và 54,69%. Nghiên cứu này cung cấp kiến thức về nấm gây bệnh và loài côn trùng có liên quan.

Keywords: Gallaries, *Acacia mangium*, *Euwallacea fornicatus*, isolation, frequencies of occurrence

Isolation of *Ceratocystis manginecans* from shot hole borer *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff) and *Acacia mangium* in Phu Tho province

Polyphagous shot-hole borer *Euwallacea fornicatus* has been indentified as a main pest insect in *Acacia mangium* in Phu Tho province and a vector to spread some pathogenic fungi for the trees. The pathogenic fungi, isolated from the female adult beetles, its walls of larval galleries and stained wood of *A. mangium*, will be a base of science to prevent and propose appropriate controls. As the results of isolation, pathogenic fungus associated with *E. fornicatus* including *Ceratocystis manginecans*, were indentified. Based on frequencies of occurrence *C. manginecans* from the female adult beetles, its walls of larval galleries and stained wood of *A. mangium* were regarded as accounting for 33.33%, 40.35% and 54.69%, respectively. This study improves our knowledge of pathogenic fungus and the insect which it is associated.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd.) là loài cây mọc nhanh, có khả năng cải tạo đất. Gỗ được dùng làm nguyên liệu giấy, sản xuất ván lạng, ván dăm và làm cốt pha trong xây dựng. Vì vậy, loài cây này được xác định là cây trồng chủ lực trong chiến lược phát triển kinh tế, xã hội của tỉnh Phú Thọ. Theo số liệu thống kê, tính đến năm 2017, tổng diện tích rừng trồng keo của tỉnh Phú Thọ đạt khoảng 111 nghìn ha, trong đó diện tích Keo tai tượng chiếm đa số (UBND tỉnh Phú Thọ, 2017). Hiện nay, sinh vật gây hại đã và đang tấn công gây chết rừng trồng Keo tai tượng ở các địa phương thuộc tỉnh Phú Thọ, trong đó huyện Đoan Hùng có diện tích bị hại lớn nhất. Trong số các loài sâu hại Keo tai tượng ở Phú Thọ, Mọt đục thân *Euwallacea fornicatus* được xác định là loài sâu hại chính (Bùi Quang Tiếp, 2019).

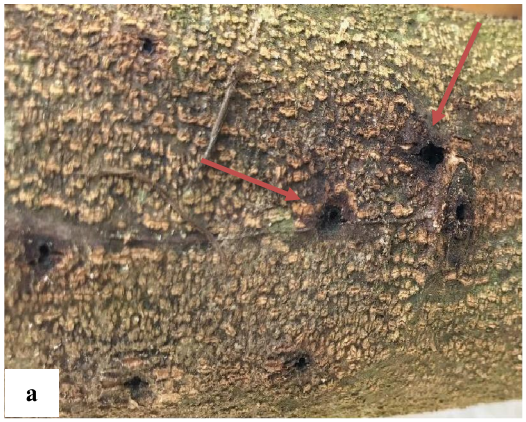
Mọt đục thân *E. fornicatus* (Eichhoff) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae), lần đầu tiên được nhận dạng, xác định gây hại trên cây chè ở Đông Nam Á (Karunaratne *et al.*, 2009; Kumar *et al.*, 2011). Loài sinh vật này thường tấn công gây hại những cây bị tổn thương hoặc những cây sinh trưởng, phát triển kém, nhưng khi mật độ quần thể đủ lớn, chúng cũng có thể gây hại cả cây khỏe. Những năm gần đây, mọt đục thân đã xuất hiện gây hại trên rất nhiều cây chủ khác nhau mà chủ yếu là cây thân gỗ lá rộng và cây bụi (Melanie *et al.*, 2014). Một số nghiên cứu đã xác định mọt đục thân sống cộng sinh với một số loài nấm *Fusarium* và có mối quan hệ với nấm *Ceratocystis firmbriata* (Donald *et al.*, 2012; Floyd, 2012; Mendel *et al.*, 2012; Tom *et al.*, 2013).

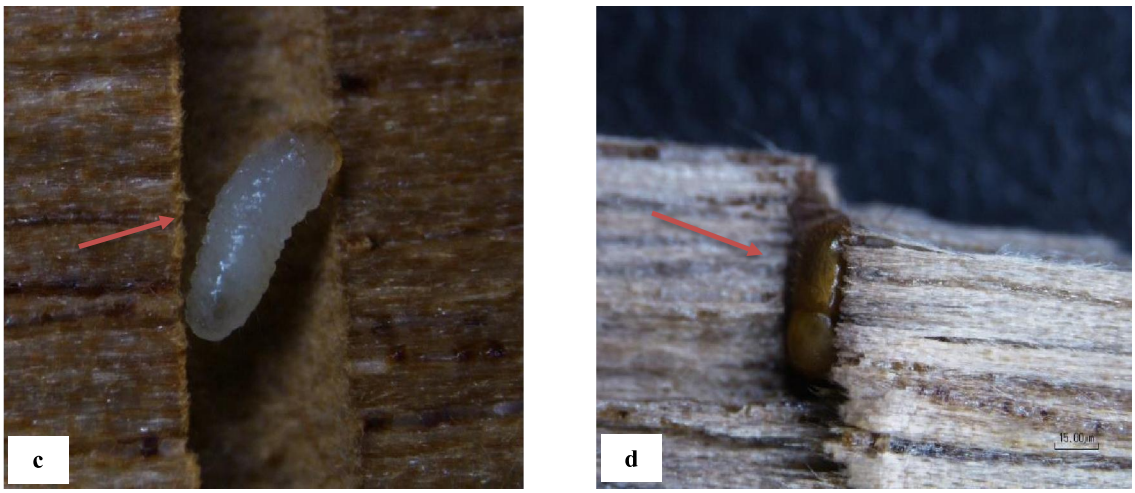
Việc xác định mối quan hệ giữa nấm gây bệnh với mọt đục thân *E. fornicatus* là hướng đi cần thiết cho công tác quản lý các loài sinh vật hại rừng trồng Keo tai tượng. Bài viết này trình bày kết quả phân lập nấm gây bệnh trên môi trường nhân tạo MA 1% và MA 2% hướng tới bổ sung thành phần nấm gây bệnh có mối liên quan đến mọt đục thân gây hại rừng trồng Keo tai tượng ở tỉnh Phú Thọ.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mẫu trưởng thành mọt đục thân cái *Euwallacea fornicatus*, mẫu gỗ ở đường hang ấu trùng mọt đục thân và gỗ bị biến đổi màu của Keo tai tượng bị hại ở giai đoạn 3 năm tuổi. Mẫu gỗ có đường kính từ 7 - 10 cm được lấy từ tháng 5 đến tháng 9 năm 2018 và tháng 5 năm 2019 ở các lâm phần rừng trồng Keo tai tượng tại hai xã Ngọc Quan và Sóc Đăng, huyện Đoan Hùng, tỉnh Phú Thọ.





Hình 1. Mẫu thân cây Keo tai tượng bị mọt đục thân. **a.** Lỗ mọt đục thân xuất hiện ở bên ngoài thân cây; **b.** Gỗ bên trong thân cây bị biến màu; **c.** Ấu trùng mọt đục thân trong hang; **d.** Trưởng thành mọt đục thân đang đào hang.

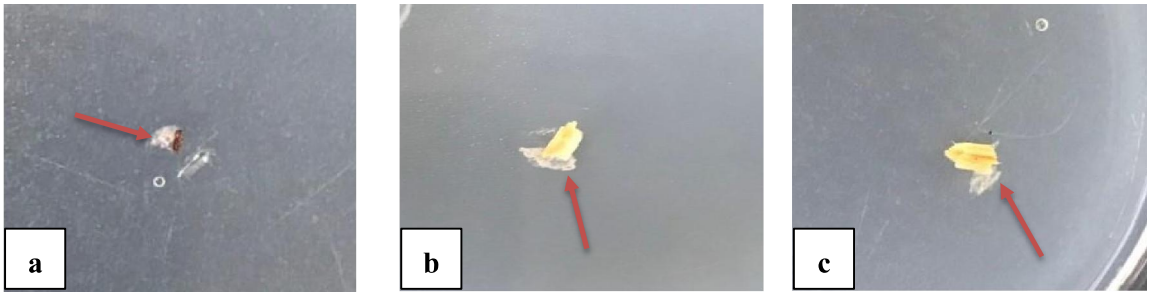
2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân lập nấm gây bệnh từ mọt đục thân

Ở phòng thí nghiệm, từ 9 mẫu cây Keo tai tượng 3 năm tuổi bị mọt đục thân *E. fornicatus* gây hại, chẻ và thu 30 mẫu trưởng thành mọt đục thân cái trong các đường hang bên trong mẫu gỗ (hình 1d) khử trùng trong dung dịch NaOCl 1% trong thời 1 phút, rửa sạch bằng nước cất trong 1 phút sau đó đặt vào trong đĩa Petri (đường kính 9 cm) chứa môi trường MA 2% (20 g malt extract, 15 g agar và 1 lít nước cất, Hình 2a). Các đĩa Petri được đặt trong phòng tối ở điều kiện nhiệt độ phòng (20 - 21^{o}C) và được theo dõi trong thời gian 30 ngày. Hàng ngày quan sát các đĩa Petri bằng kính hiển vi soi nổi, khi thấy hệ sợi nấm bắt đầu xuất hiện trên cơ thể trưởng thành mọt đục thân cái *E. fornicatus* hoặc sợi nấm trên môi trường MA 2% sẽ cấy chuyền sang môi trường mới (Yamaoka *et al.*, 1997). Sau 2 - 3 ngày tiến hành làm thuần bằng cách tách đỉnh sinh trưởng của sợi nấm sang môi trường mới.

2.2.2. Phương pháp phân lập nấm gây bệnh từ gỗ Keo tai tượng bị mọt đục thân gây hại

Từ 9 mẫu cây Keo tai tượng nêu trên, lấy 30 mẫu gỗ ở vị trí gỗ bị biến đổi màu (hình 1b) và 30 mẫu gỗ ở đường hang ấu trùng mọt đục thân *E. fornicatus* (hình 1c, d), các mẫu gỗ được cắt thành các mẩu nhỏ có kích thước 1 × 0,5 × 0,2 cm. Các mẩu gỗ nhỏ này được khử trùng bằng cách ngâm trong dung dịch NaOCl (1%) trong 1 phút, rửa lại bằng nước cất trong 1 phút, hơ nhanh qua ngọn lửa đèn cồn rồi đặt vào trong đĩa Petri (đường kính 9 cm) chứa môi trường MA 1% (hình 2b, c). Các đĩa Petri được đặt trong điều kiện tối ở nhiệt độ 20 - 21^{o}C để theo dõi sự xuất hiện nấm. Theo dõi trong 30 ngày, hàng ngày quan sát bằng kính hiển vi soi nổi, khi thấy hệ sợi xuất hiện cắt mẩu nhỏ môi trường ở vị trí đầu hệ sợi nấm đang phát triển rồi cấy chuyền sang môi trường MA 1% (Yamaoka *et al.*, 1997). Sau 2 - 3 ngày tiến hành làm thuần bằng cách tách đỉnh sinh trưởng của sợi nấm và cấy sang môi trường mới.



Hình 2. Phân lập nấm trên môi trưởng nhân tạo:
a. Trưởng thành cái mọt đục thân đặt trong đĩa Petri chứa môi trường MA 2%;
b. Mẫu gỗ ở đường hang ấu trùng mọt đục thân đặt trong đĩa Petri chứa môi trường MA 1%;
c. Ở vị trí gỗ bị biến đổi màu đặt trong đĩa Petri chứa môi trường MA 1%.

2.2.3. Phương pháp xác định loài nấm phân lập được

Các chủng nấm phân lập được từ trưởng thành cái mọt đục thân *E. fornicatus* và từ các mẫu gỗ được xác định bằng phương pháp sinh học phân tử. ADN của sợi nấm được tách bằng phương pháp glass milk (Glen *et al*., 2002). Sử dụng cặp mồi βt1a/βt1b (Glass và Donaldson 1995) để giải trình tự các đoạn gen β-tubulin. Phản ứng PCR được thực hiện trên máy SureCycler 8800 Thermal Cycler (Agilent Technologies, USA) tại Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng. Mỗi phản ứng PCR (50 µl), gồm có 10 µl ADN, 1 × polymerase chất đệm (Fisher Biotec), 2 mM $MgCl_2$, 0,2 mM dNTPs, 0,25 µM mỗi loại mồi, 0,08 U TTH+ polymerase (Fisher Biotec) và 0,2 mg/ml chất BSA (Bovine Serum Albumin, Fisher Biotec). Thông số PCR như sau: bước khởi đầu tách đôi sợi ADN ở 95^{o}C trong 3 phút, sau đó là 35 chu kỳ: tách sợi ADN ở 94^{o}C trong 30 giây, gắn mồi ở 55^{o}C trong 30 giây, kéo dài ở 72^{o}C trong 30 giây, ở chu kỳ cuối, sự kéo dài được thực hiện ở bước nhiệt 72^{o}C trong 7 phút.

Giải trình tự: Sản phẩm PCR được tinh sạch bằng bộ kít iNtRON (Biotechnology, Hàn Quốc) và giải trình tự bằng bộ kít Applied Biosystems™ BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing trên máy 3500xL Genetic Analyer (Hitachi, Nhật Bản) tại Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Trình tự ADN của các mẫu nấm được chỉnh sửa trên phần mềm Genious R7 version 7.1.9 (Biomatters Ltd.) sau đó so sánh độ tương đồng với các mẫu nấm trên ngân hàng Genbank (https://www.ncbi.nlm.nih.gov), sử dụng công cụ Blast search. Cây phân loại được dựng trên phần mềm Genious R7 version 7.1.9, sử dụng các trình tự tham khảo của các mẫu nấm được đăng tải trên ngân hàng Genbank.

2.2.4. Phương pháp đánh giá tần suất xuất hiện nấm gây bệnh

Tần suất xuất hiện loài nấm phân lập từ môi trường sống khác nhau được tính theo công thức của Yamaoka và đồng tác giả (1997).

$$F = (NF/NT) \times 100$$

Trong đó:

F: tần suất xuất hiện mỗi loài nấm (%);

NF: tổng số mẫu nấm phân lập được;

NT: tổng số mẫu gỗ/mọt đã dùng để phân lập.

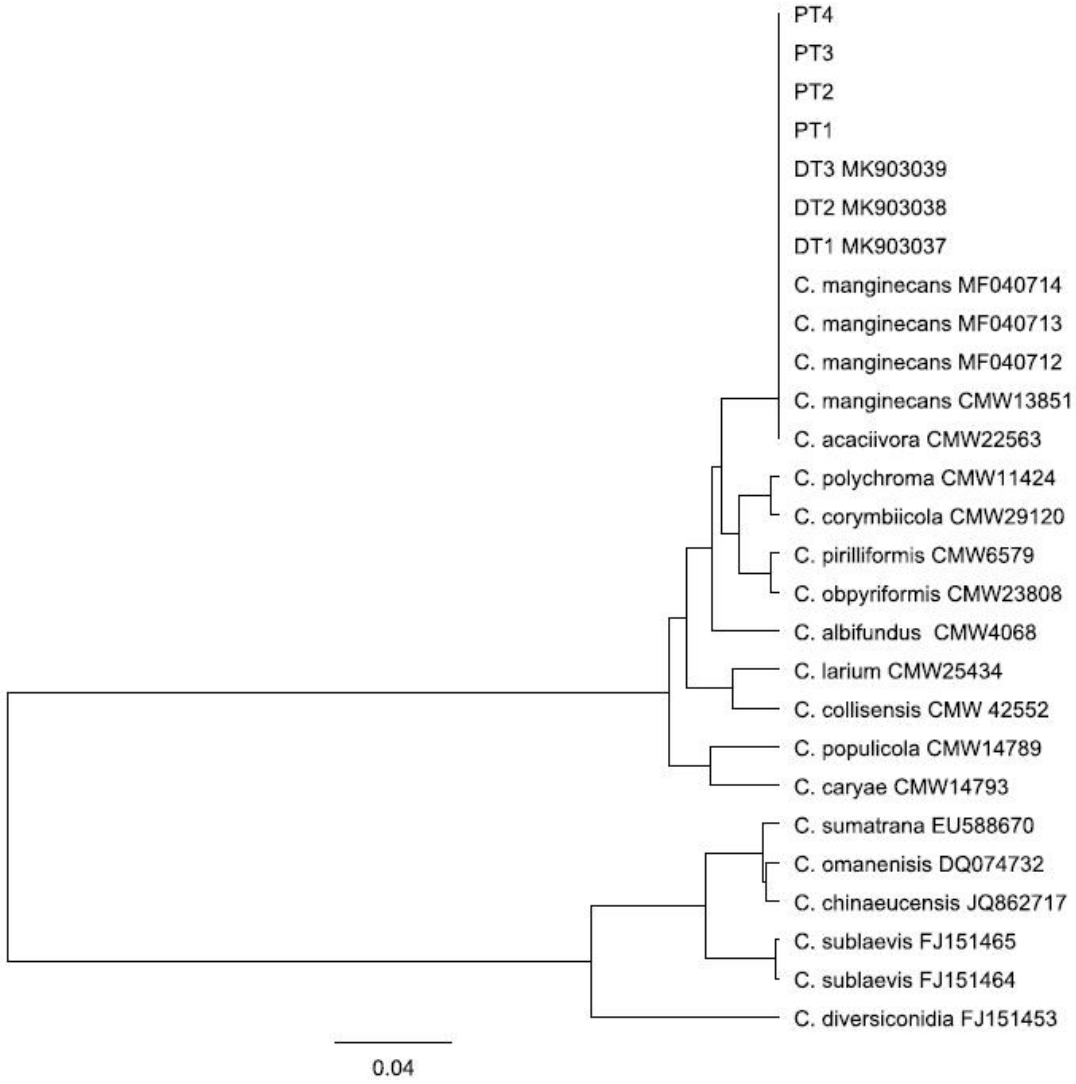
Mô tả đặc điểm hình thái hệ sợi và bào tử loài nấm bệnh bằng kính soi nổi Leica M165C và

kính hiển vi quang học Olympus BX 50 có độ phóng đại từ 40 - 100 lần. Thí nghiệm được thực hiện ở Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân lập và xác định tên nấm bệnh phân lập được

Từ các mẫu trưởng thành cái mọt đục thân *E. fornicatus* đã phân lập được 42 mẫu nấm, trong đó xác định có 14 chủng nấm *Ceratocystis*. Trên các mẫu gỗ ở vị trí gỗ bị biến đổi màu đã phân lập được 64 mẫu nấm, xác định có 31 chủng là nấm *Ceratocystis*. Các mẫu gỗ ở đường hang ấu trùng mọt đục thân, phân lập được 57 mẫu nấm và xác định là có 23 chủng nấm *Ceratocystis*.

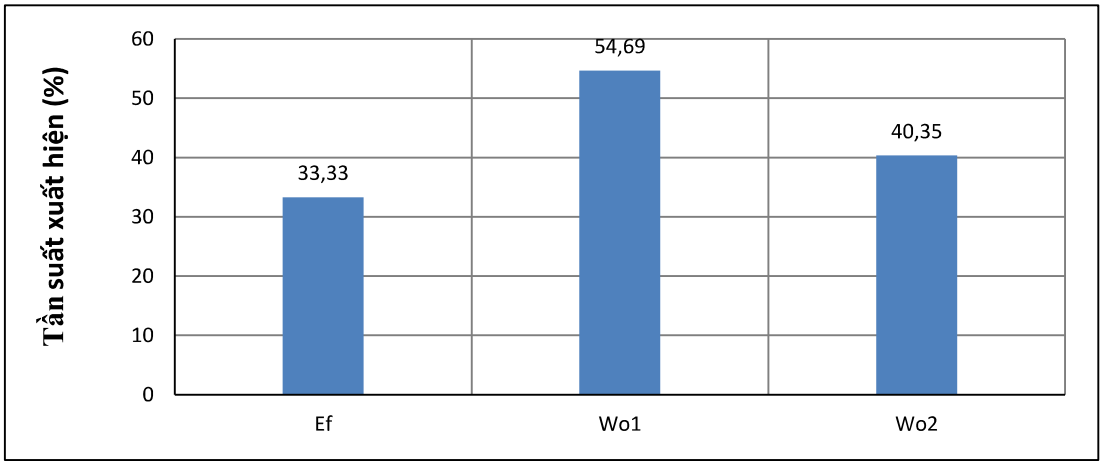


Hình 3. Cây phân loại các chủng nấm *Ceratocystis manginecans* (ký hiệu các chủng từ PT1 - PT4) phân lập từ Keo tai tượng và mọt đục thân dựa vào việc giải trình tự ADN đoạn gen β-tubulin. Cây phân loại được dựng trên phần mềm Geneious R7 version 7.1.9 bằng phương pháp UPGMA. Các chuỗi trình tự tham khảo được tải về từ ngân hàng Genbank. Thước đo: độ biến động 4%.

Kết quả giám định bằng phương pháp sinh học phân tử cho 04 mẫu nấm (PT1, PT2, PT3, PT4) phân lập từ trưởng thành mọt đục thân cái, từ gỗ ở vị trí gỗ bị biến biến đổi màu và từ gỗ ở đường hang của mọt đục thân đều xác định là loài nấm *C. manginecans* với độ tương đồng 99,5% so với nấm *C. manginecans* đã được một số tác giả (Nguyễn Minh Chí *et al.*, 2019, 2021; Trần Thanh Trăng *et al.*, 2020; Tarigan *et al.*, 2010) công bố (hình 3). Chi nấm *Ceratocystis* được định tên vào năm 1890 và một số loài nấm trong chi này được xác định là loài nấm bệnh gây hại và cộng sinh với côn trùng (De Beer *et al.*., 2014), là nguyên nhân gây thối rễ, loét thân, thối quả trên nhiều loài cây ở các vùng nhiệt đới trên thế giới (Kile, 1993). Ở Việt Nam, tính đến năm 2015, bệnh chết héo và loét thân cành do nấm *Ceratocystis* gây ảnh hưởng khoảng hơn 2.000 ha rừng keo (Cục Bảo vệ thực vật, 2015), theo đánh giá nghiên cứu điều tra về tỷ lệ bị bệnh ở rừng Keo lá tràm (*A. auriculiformis*) Keo tai tượng (*A. mangium*) và keo lai do nấm *Ceratocystis* gây ra lần lượt là 71 - 12,5%, 9,2 - 18,4% và 10,2 - 18,2% (Phạm Quang Thu *et al.*, 2016). Các chủng nấm *C. manginecans* (DT1, DT2 và DT3) được dùng để gây bệnh nhân tạo trên các loài cây ở vườn ươm cho thấy: Keo tai tượng có tỷ lệ chết từ 46,9 - 81,3%; keo lai (Acacia hybrid) có tỷ lệ chết từ 53,1 - 100%; tỷ lệ cây Sưa (*Dallbergia tonkiensis*) và cây Bạch đàn U rô (*Eucalyptus urophylla*) bị chết lần lượt là 9,4 - 65,6% và 0 - 18,8% (Nguyễn Minh Chí *et al.*, 2019). Sau khi gây bệnh nhân tạo bằng nấm *C. manginecans* trên keo lai và Keo tai tượng 23 ngày, chiều dài vết bệnh phát triển trên cây dao động từ 150 - 250 mm (Trần Thanh Trăng *et al.*, 2020). Chiều dài vết bệnh trên thân cây Keo tai tượng do nấm *C. manginecans* gây ra sau 6 tuần gây bệnh nhân tạo là 100 - 660 mm và trên Keo lá liềm (*A. crassicarpa*) là 130 - 680 mm (Tarigan *et al.*, 2010).

3.2. Tần suất xuất hiện của nấm *C. manginecans*

Nấm bệnh *C. manginecans* phân lập được từ trưởng thành cái mọt đục thân *E. fornicatus* (Ef), mẫu gỗ ở vị trí đổi màu (Wo_1) và mẫu gỗ ở đường hang ấu trùng mọt đục thân (Wo_2) có tần suất xuất hiện khác nhau và được thể hiện ở hình 4.



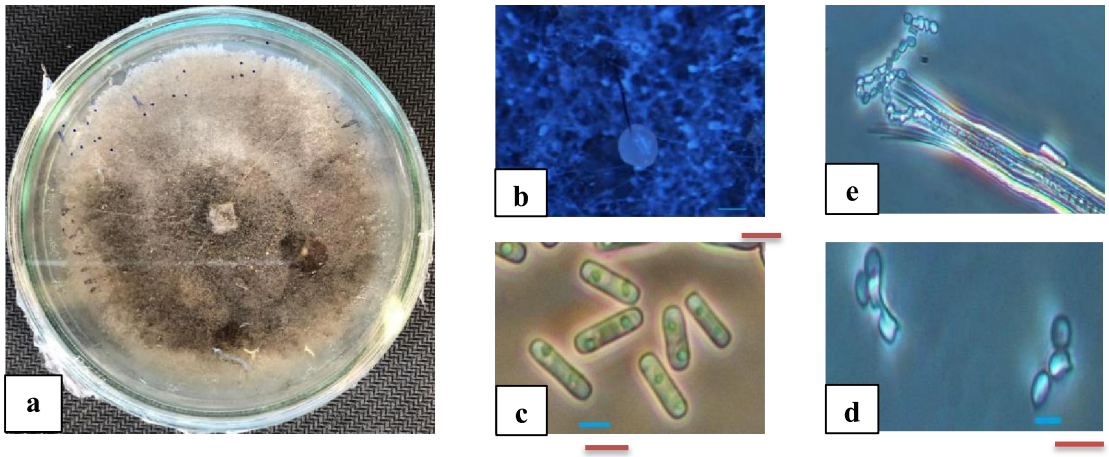
Hình 4. Biểu đồ tần suất xuất hiện nấm *Ceratocystis manginecans*

Tần suất nấm *C. manginecans* phân lập được từ các mẫu gỗ đổi màu cao nhất (54,69%) sau đó đến đường hang ấu trùng mọt đục thân (40,35%) và thấp nhất khi phân lập từ trưởng thành cái mọt đục thân (33,33%).

Phân lập, xác nhận nấm bệnh *Ceratocystis manginecans* có mối quan hệ với mọt đục thân *E. fornicatus* trong bài viết này có ý nghĩa quan trọng trong công tác quản lý, ngăn chặn sự phát tán, lây lan của loài nấm gây bệnh chết héo Keo tai tượng ở Phú Thọ. Nghiên cứu của Yamaoka và đồng tác giả đã xác định được 09 loài nấm bệnh có liên quan loài mọt *Ips typographus* gây hại cây Vân sam ở Nhật Bản khi phân lập nấm trên môi trường MA 1% và MA 2%. Trong đó có hai loài nấm *C. minuta* và *C. polonica* được phân lập từ trưởng thành mọt *I. typographus* và mẫu gỗ ở đường hang của mọt *I. typographus* có tần suất xuất hiện từ 9,1% đến 36,4% (Yamaoka *et al.*, 1997). Năm 2004, Marelize và đồng tác giả công bố có hai loài nấm *C. bhutanensis* và *C. viescens* phân lập được từ trưởng thành loài mọt *Ips schmutzenhoferi* và mẫu gỗ ở đường hang do mọt *I. schmutzenhoferi* tạo ra khi gây hại cây Vân sam ở Bhutan trên môi trường MA 2% (Marelize *et al.*, 2004).

3.3. Đặc điểm hình thái của nấm *C. manginecans*

Quan sát các chủng nấm *C. maginecans* phát triển trên môi trường MA 1% được làm thuần sau 14 ngày (hình 5a) trên kính soi nổi Leica M165C thấy rất nhiều khối bào tử dạng hình cầu màu vàng có đường kính từ 20 đến 60 µm mọc trên sợi cổ nấm màu đen (hình 5b). Mô tả các chủng nấm *C. maginecans* trên kính hiển vi quang học Olympus BX 50 cho thấy: Cổ sợi nấm dài 120 -190 µm, phía đầu cổ có miệng, xung quanh có những sợi tua ra và đây chính là nơi phát tán bào tử hữu tính (hình 5e). Bào tử hữu tính có dạng hình mũ dài từ 4,5 - 9,3 µm (hình 5d). Bào tử vô tính có dạng hình trụ dài từ 13,2 - 18,5 µm, rộng từ 1,5 - 4,7 µm (hình 5c). Đặc điểm hình thái của nấm *C. maginecans* qua kính soi nổi và kính hiển vi quang học của bài viết này cũng tương đồng với đặc điểm hình thái của các chủng nấm *C. maginecans* đã được Phạm Quang Thu và đồng tác giả (2012), Nguyễn Minh Chí (2017), Nguyễn Minh Chí và đồng tác giả (2019, 2021), Trần Thanh Trăng và đồng tác giả (2020) mô tả.



Hình 5. Đặc điểm hình thái nấm *Ceratocystis manginecans*:
a. hệ sợi nấm đã được làm thuần trên môi trường MA 1% sau 14 ngày; **b.** Khối bào tử túi dạng hình cầu trên đầu sợi cổ nấm phát triển trên môi trường MA 1%; **c.** Bào tử vô tính hình trụ; **d.** Bào tử hữu tính hình mũ. Thước đo = 10 µm.

IV. KẾT LUẬN

Nấm *Ceratocystis manginecans* đã được ghi nhận trên trưởng thành mọt đục thân cái *Euwallacea fornicatus*, trong đường hang của mọt và trên các mẫu gỗ bị biến đổi màu.

Nấm phân lập từ trường thành cái mọt đục thân là loài *C. manginecans*, tần suất xuất hiện là 33,33%.

Từ mẫu gỗ ở vị trí gỗ bị biến màu và ở đường hang có tần suất xuất hiện lần lượt là 54,69% và 40,35%.

Việc xác định được mối quan hệ giữa nấm gây bệnh (*C. manginecans*) với loài mọt đục thân *E. fornicatus* có ý nghĩa quan trọng góp phần quản lý, ngăn chặn sự phát tán, lây lan của nấm bệnh hại Keo tai tượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Minh Chí, 2017. Nghiên cứu bệnh chết héo (*Ceratocystis* sp.) phục vụ chọn giống Keo lá tràm sinh trưởng nhanh, kháng bệnh tại miền Trung và Đông Nam Bộ. Luận án tiến sỹ lâm nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 149 trang.
2. N. M. Chi, N. P. Nhung, T. T. Trang, P. Q. Thu, T. X. Hinh, N. V. Nam, D. N. Quynh, B. Dell, 2019. First report of wilt disease in *Dalbergia tonkinensis caused* by *Ceratocystis manginecans*. Australasian Plant Pathology, 48: 439 - 445.
3. N. M. Chi, T. T. Trang, N. P. Nhung, D. N. Quang, V. M. Son, T. A. Tuan, L. T. Mai, T. X. Hung, N. V. Nam, P. Q. Thu, B. Dell, 2021. *Ceratocystis* wilt in *Chukrasia tabularis* in Vietnam : indentification, patholgenicity and host tolerance. Australasian Plant Pathology. 50: 17 - 27.
4. Cục Bảo vệ thực vật, 2015. Công văn số 2400/BVTV-QLSVGHR ngày 01/12/2015 của Cục Bảo vệ thực vật về việc báo cáo tình hình một số dịch hại mới nổi và kết quả phòng trừ.
5. De Beer Z. W., Duong T. A., Barnes I., Wingfield B.D. and Wingfield M.J., 2014. Redefining *Ceratocystis* and allied genera. Studies in Mycology, 79: 187 - 219.
6. Floyd, J., 2012. Confirmed I. D.: culture confirmed positive for *Fusarium* sp. un-named from CA avocado new US record. Email from Joel Floyd, PPQ NIS, to PPQ EDP LT and others on April 23, 2012.
7. Glass, N. L., & Donaldson, G. C., 1995. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. Applied and Environmental Microbiology*,* 61*: 1323 - 1330.*
8. Karunaratne, W. S., Kumar V., Pettersson J., and Kumar N. S., 2009. Density dependence and induced resistance or behavioural response of the shot-hole borer of tea, Xyleborus fornicatus (Coleoptera: Scolytidae) to conspecifics and plant odours. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science, 59: 357 - 361.
9. Kile, G. A., 1993. Plant diseases caused by species of *Ceratocystis* sensu stricto and *Chalara*. In: Wingfield, M. J., Seifert, K. A., Webber, J. F.(Eds.*), Cerarocystis and Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. The American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, pp. 173 - 183.
10. Kumar, R., Rajkhowa G., Sankar M., and Rajan R. K., 2011. A new host plant for the shoot-hole borer, Euwallacea fornicatus (Eichhoff) (Coleoptera: Scolytidae) from India. Acta Entomologica Sinica, 54(6): 734 - 738.
11. Melanie Tuffen, Richard Baker, Dominic Eyre, Anastasia Korycinska, Neil Parkinson, 2014. Rapid Pest Risk Analysis (PRA) for Polyphagous Shot Hole Borer (*Ewallacea* sp.) and *Fusarium* Dieback (*Fusarium euwallaceae*). The Food and Environment Research Agency.
12. Tarigan M., Roux J., Wingfield M. J., Van Wyk M., Tjahjono B., 2010. Three new Ceratocystis spp. in the Ceratocystis moniliformis complex from wounds on Acacia mangium and A. crassicarpa. Mycoscience, 51: 53 - 67.
13. Phạm Quang Thu, Đặng Như Quỳnh và Bernard Dell, 2012. Nấm *Ceratocystis* sp. gây bệnh chết héo các loài keo (*Acacia* spp.) gây trồng ở nhiều vùng sinh thái trong cả nước. Tạp chí Bảo vệ thực vật, 5: 24 - 29.

14. Phạm Quang Thu, Lê Văn Bình, Đào Ngọc Quang, Đặng Như Quỳnh, Bùi Quang Tiếp, Nguyễn Hoài Thu, Nguyễn Quốc Thống, Phạm Duy Long, Vũ Văn Định, Nguyễn Văn Thành và Trần Xuân Hưng, 2016. Danh lục sinh vật gây hại trên 17 loài cây lâm nghiệp ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 616 trang.

15. Bùi Quang Tiếp, 2019. Báo cáo kết quả đánh giá tỷ lệ và mức độ bị hại của tình hình sâu, bệnh hại Keo tai tượng, keo lai ở Phú Thọ. Thuộc Đề tài "Nghiên cứu, xác định biện pháp kỹ thuật phòng trừ sâu, bệnh hại chính Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd.) và keo lai (*A. mangium* × *A. auriculiformis*) tại tỉnh Phú Thọ", 31 trang.

16. Tom. W. Coleman, Eskalen. A., Richard. S., 2013. New Pest Complex in California: The polyphagous Shot Hole Borer, *Euwallacea* sp., and *Fusarium* Dieback, *Fusarium euwallaceae*. USDA, Pest alert, November 4, 2013.

17. Trần Thanh Trăng, Nguyễn Minh Chí, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Văn Nam, 2020. Định danh các chủng nấm Ceratocystis gây bệnh chết héo trên các khảo nghiệm keo lai. Tạp chí Bảo vệ thực vật, 6: 26 - 32.

18. UBND tỉnh Phú Thọ, 2017. Quyết định số 689/QĐ- UBND ngày 31 tháng 3 năm 2017 của Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Thọ về việc phê duyệt số liệu hiện trạng rừng và đất lâm nghiệp tỉnh Phú Thọ 2016.

19. White T. J., Bruns T., Lee S., and Taylor T., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribisomal RNA genes for phylogentics. In: Innis M. A., Gelfand D. H., Sninsky J.J. and White T. J. (Eds.) PCR protocols: guide to methods and applications (pp. 315 - 322). San Diego, CA: Academic Press.

20. Yamaoka Y., Wingfield M. J., Takahashi I. and Solheim, 1997. Ophiostomatoid fungi associated with the spruce bark beetle Ips typographus f. japonicus in Japan. Mycological Research, 101(10): 1215 - 1227.

Email tác giả liên hệ: quangtiep@vafs.gov.vn
Ngày nhận bài: 17/06/2021
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/07/2021
Ngày duyệt đăng: 20/07/2021