

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

=====

TRẦN XUÂN HÙNG

**NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN LOÀI VÀ ĐẶC ĐIỂM SINH
HỌC CỦA NẤM DO MỘT AMBROSIA MANG THEO GÂY
HẠI KEO VÀ MỘT SỐ CÂY TRỒNG LÂM NGHIỆP KHÁC
TẠI VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

HÀ NỘI - 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

=====

TRẦN XUÂN HƯNG

**NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN LOÀI VÀ ĐẶC ĐIỂM SINH
HỌC CỦA NẤM DO MỘT AMBROSIA MANG THEO GÂY
HẠI KEO VÀ MỘT SỐ CÂY TRỒNG LÂM NGHIỆP KHÁC
TẠI VIỆT NAM**

NGÀNH ĐÀO TẠO: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN RỪNG

MÃ NGÀNH: 9 62 02 11

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: 1. GS. TS. PHẠM QUANG THU

2. TS. LÊ VĂN BÌNH

HÀ NỘI - 2025

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu khoa học do bản thân tôi thực hiện trong thời gian từ năm 2019 đến năm 2025.

Luận án có sử dụng một số kết quả của đề tài nghiên cứu ***“Nghiên cứu phòng trừ tổng hợp một số loài sâu ăn lá chính và một đục thân Keo tai tượng, keo lai và Keo lá trà ở Việt Nam”*** thuộc đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ của Bộ Nông nghiệp và Môi trường đã được triển khai từ năm 2020 – 2022. Bản thân tác giả là chủ nhiệm đề tài, trực tiếp tiến hành điều tra, thiết kế và thực hiện các thí nghiệm xác định thành phần loài, đánh giá tính gây bệnh của các loài nấm do một ambrosia mang theo, trực tiếp thu thập, xử lý số liệu và viết báo cáo. Các số liệu thí nghiệm sử dụng trong luận án này đã được các thành viên tham gia thực hiện đề tài đồng ý cho sử dụng.

Các số liệu và kết quả nghiên cứu trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được công bố trong bất cứ công trình nào khác. Nếu sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Hà Nội, tháng 04 năm 2025

Tác giả luận án

Trần Xuân Hưng

LỜI CẢM ƠN

Luận án: *“Nghiên cứu thành phần loài và đặc điểm sinh học của nấm do một ambrosia mang theo gây hại keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác tại Việt Nam”* được hoàn thành theo chương trình đào tạo Tiến sĩ khóa 31 của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc và kính trọng đến GS.TS. Phạm Quang Thu và TS. Lê Văn Bình là người hướng dẫn khoa học đã dành nhiều thời gian và công sức giúp đỡ tác giả hoàn thành luận án này.

Trong quá trình học tập và nghiên cứu tại Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, tác giả đã nhận được sự quan tâm, giúp đỡ và tạo mọi điều kiện của Ban Lãnh đạo Viện, Ban Khoa học, Đào tạo và Hợp tác quốc tế thuộc Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Ban Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu bảo vệ rừng và các đồng nghiệp trong Trung tâm. Nhân dịp này, tác giả xin chân thành cảm ơn về sự giúp đỡ quý báu đó.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VinBigdata) thuộc Tập đoàn Vingroup đã tài trợ cho nghiên cứu sinh theo chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước mã số VINIF.2020.TS.51.

Tác giả cũng xin được cảm ơn Trung tâm KHLN vùng Trung tâm Bắc Bộ, Trung tâm KHLN Bắc Trung Bộ và Trung tâm Nghiên cứu thực nghiệm lâm nghiệp Đông Nam Bộ đã tạo mọi điều kiện giúp đỡ tác giả trong các công việc ngoài hiện trường.

Cuối cùng, tác giả xin được cảm ơn tất cả bạn bè, đồng nghiệp và người thân trong gia đình đã động viên và giúp đỡ tác giả hoàn thành luận án này.

Xin trân trọng cảm ơn!

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC BẢNG	vii
DANH MỤC HÌNH	viii
MỞ ĐẦU	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu	3
1.2.1. Mục tiêu tổng quát.....	3
1.2.2. Mục tiêu cụ thể	3
1.3. Đối tượng nghiên cứu.....	3
1.4. Phạm vi nghiên cứu	3
1.5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	5
1.6. Những đóng góp mới của luận án	5
1.7. Thời gian nghiên cứu.....	6
1.8. Bố cục luận án	6
Chương 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU.....	7
1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới	7
1.1.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia.....	7
1.1.2. Đặc điểm sinh học, sinh thái của một số loài một ambrosia	11
1.1.3. Thành phần loài nấm do các loài một ambrosia mang theo	13
1.1.4. Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng gây bệnh của một số loài nấm do một ambrosia mang theo	21
1.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam.....	24
1.2.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia.....	24

1.2.2. Nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái của một số loài một ambrosia	26
1.2.3. Nghiên cứu thành phần loài và đặc điểm sinh học của nấm do một ambrosia mang theo.....	27
1.3. Nhận xét chung.....	28
Chương 2. NỘI DUNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	29
2.1. Nội dung nghiên cứu	29
2.1.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia gây hại cây keo và một số cây lâm nghiệp khác	29
2.1.2. Nghiên cứu thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây lâm nghiệp khác.....	29
2.1.3. Nghiên cứu đặc điểm sinh học của nấm do một ambrosia mang theo	29
2.1.4. Đề xuất các giải pháp phòng chống tổng hợp một ambrosia và nấm do một ambrosia mang theo	30
2.2. Vật liệu nghiên cứu.....	30
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	30
2.3.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia gây hại cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.....	30
2.3.2. Phương pháp nghiên cứu thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác	34
2.3.3. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh học của một số loài nấm do một ambrosia mang theo.....	38
2.3.4. Đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp do một ambrosia và nấm do một ambrosia mang theo.....	43
2.3.5. Phương pháp xử lý số liệu	43
Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN.....	45
3.1. Thành phần loài một ambrosia gây hại trên cây keo và một số cây lâm nghiệp khác	45
3.1.1. Kết quả định danh một số loài một ambrosia gây hại trên keo và một số cây lâm nghiệp khác	45
3.1.2. Nghiên cứu đặc điểm sinh học hai loài một <i>Euwallacea fornicatus</i> và <i>Xylosandrus crassiusculus</i>	50
3.2. Thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây lâm nghiệp khác	55
3.2.1. Kết quả phân lập nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác	55

3.2.2. Kết quả định danh các loài nấm do một ambrosia mang theo.....	59
3.2.3. Danh lục thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.....	69
3.2.4. Đặc điểm hình thái loài nấm do một ambrosia mang theo được ghi nhận mới cho khu hệ nấm Việt Nam	79
3.3. Đặc điểm sinh học của một số loài nấm do một ambrosia mang theo	94
3.3.1. Khả năng gây bệnh của một số loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo.	94
3.3.2. Ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến sinh trưởng của hệ sợi của một số loài nấm chính trong nuôi cấy thuần khiết	101
3.4. Đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp loài một ambrosia mang theo nấm gây bệnh cho keo	107
3.4.1. Lịch điều tra, phương pháp điều tra	108
3.4.2. Biện pháp kỹ thuật phòng chống loài một ambrosia.	109
KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ	112
I. KẾT LUẬN.....	112
II. TỒN TẠI.....	113
III. KIẾN NGHỊ	113
TÀI LIỆU THAM KHẢO	115
Tài liệu tiếng Việt	115
Tài liệu tiếng nước ngoài	116
DANH MỤC CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN	130
PHỤ LỤC	131

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ VIẾT TẮT

Ký hiệu/ từ viết tắt	Giải nghĩa đầy đủ
AFC	Ambrosia Fusarium Clade (Nhóm loài nấm <i>Fusarium</i> trên một ambrosia)
CT	Công thức
DNA	Deoxyribonucleic acid
FSSC	<i>Fusarium solani</i> species complex (Tổ hợp nhóm loài <i>Fusarium solani</i>)
Fpr	Xác xuất kiểm tra của F
HSD	Honestly significant difference (Kiểm định HSD – Sự khác biệt đáng kể trung thực)
ITS	Internal transcribed spacer (Vùng phiên mã nội)
KSHB	Kuroshio shot hole borer (Một đục thân kuroshio)
PCR	Polymerase chain reaction (Phản ứng khuếch đại gen)
PDA	Potato dextrose agar (Môi trường nuôi cấy nấm PDA)
PSHB	Polyphagous shot hole borer (Một đục thân đa thực)
TEF1	Translation elongation factor 1 α (Protein dịch mã kéo dài)
TSHB	Tea shot hole borer (Một đục thân cây chè)

DANH MỤC BẢNG

Bảng	Tên bảng	Trang
Bảng 1.1.	Các loài nấm đã được ghi nhận trên một ambrosia khác nhau	14
Bảng 2.1:	Phân cấp khả năng gây bệnh của các mẫu nấm trên cành keo lai cắt rời	39
Bảng 2.2:	Phân cấp khả năng gây bệnh trên cây con vườn ươm của các mẫu nấm	40
Bảng 2.3:	Công thức tạo môi trường độ ẩm nuôi cấy hệ sợi nấm	42
Bảng 3.1:	Các loài một ambrosia gây hại trên một số loài cây lâm nghiệp đã được định danh.....	46
Bảng 3.2:	Nhóm mẫu nấm đại diện và tần suất bắt gặp khi phân lập trên một ambrosia.....	56
Bảng 3.3:	Kết quả định danh tên khoa học các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia	66
Bảng 3.4:	Thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác tại Việt Nam.....	70
Bảng 3.5:	Các loài nấm trên một ambrosia ghi nhận mới cho khu hệ nấm tại Việt Nam.....	78
Bảng 3.6:	Khả năng gây bệnh của các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia trên cành keo lai	94
Bảng 3.7:	Đánh giá khả năng gây bệnh của các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia trên cây keo giai đoạn vườn ươm	97
Bảng 3.8:	Lịch điều tra một ambrosia ở các vùng sinh thái.....	109

DANH MỤC HÌNH

Hình	Tên hình	Trang
Hình 3.1:	Các loài một ambrosia được định danh bằng phương pháp hình thái học. Thước 1mm	45
Hình 3.2:	Cây phát sinh loài dựa trên phân tích hợp lý tối ưu (Maximum likelihood) vùng gen COI của loài một <i>Euwallacea fornicatus</i> trên phần mềm MEGA. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. <i>Ambrosiophilus atratus</i> (HM064120 and MK993013) đại diện cho nhóm ngoài (Outgroup). Thước: độ biến động 5%.....	48
Hình 3.3:	Vị trí túi mang nấm ‘mycangia’ trên số loài một ambrosia	50
Hình 3.4:	Đặc điểm gây hại của loài một <i>E. fornicatus</i>	51
Hình 3.5:	Đặc điểm hình thái của loài một <i>Euwallacea fornicatus</i>	52
Hình 3.6:	Đặc điểm gây hại của loài một <i>X. crassiusculus</i> trên cây chủ.....	53
Hình 3.7:	Đặc điểm hình thái các pha của loài một <i>Xylosandrus crassiusculus</i> . (a-b) Trưởng thành cái; (c) Trưởng thành đực; (d) Trứng; (e) Sâu non; (f) Nhộng (Thước: 1mm)	55
Hình 3.8:	Hình ảnh hệ sợi và bào tử một số mẫu nấm do một ambrosia mang theo.	59
Hình 3.9:	Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc nhóm loài <i>Fusarium</i> do loài một ambrosia mang theo dựa theo phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) trên hai vùng gen ITS và tef trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Thước tương ứng độ biến động 1%.....	60
Hình 3.10:	Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc nhóm loài <i>Ambrosia Fusarium Clade</i> (AFC) dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) khi kết hợp hai vùng gen ITS và TEF1 trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Thước tương ứng độ biến động 0,2%....	61

Hình 3.11: Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc chi <i>Ambrosiella</i> do loài một ambrosia mang theo dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) vùng gen ITS trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Loài nấm <i>Meredithiella norrisii</i> đại diện cho nhóm ngoài (outgroup). Thước tương ứng độ biến động 0,2%.....	63
Hình 3.12: Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc chi <i>Pestalotiopsis</i> do loài một ambrosia mang theo dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) vùng gen ITS trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Loài nấm <i>Ceratocystis firmbriata</i> đại diện cho nhóm ngoài (outgroup). Thước tương ứng độ biến động 1%.	64
Hình 3.13: Cây phát sinh loài của một số loài nấm khác do loài một ambrosia mang theo dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) vùng gen ITS trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Loài nấm <i>Ceratocystis manginecans</i> đại diện cho nhóm ngoài (outgroup). Thước tương ứng độ biến động 5%.....	65
Hình 3.14: Số lượng các loài nấm phân lập trên một ambrosia thuộc các bộ khác nhau.....	76
Hình 3.15: Số lượng các loài nấm phân lập trên một ambrosia thuộc các họ khác nhau.....	76
Hình 3.16: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Ambrosiella roeperi</i>	80
Hình 3.17: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Fusarium awan</i>	82
Hình 3.18: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Fusarium bostrycoides</i>	83
Hình 3.19: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>F. kuroshium</i>	84
Hình 3.20: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>F. liriodendri</i>	85
Hình 3.21: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>F. macrosporum</i>	86
Hình 3.22: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>F. metavorans</i>	87

Hình 3.23: Hệ sợi và bào tử loài nấm <i>F. obliquiseptatum</i>	88
Hình 3.24: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Fusarium populicola</i>	89
Hình 3.25: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Fusarium pseudensiformis</i>	90
Hình 3.26: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Nectria pseudotrichia</i>	92
Hình 3.27: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm <i>Pleiocarpon algeriense</i>	93
Hình 3.28: Khả năng gây bệnh của các mẫu nấm trên cành keo cắt rời trong phòng thí nghiệm	96
Hình 3.29: Khả năng gây bệnh của nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai.....	101
Hình 3.30: Tốc độ sinh trưởng của hệ sợi nấm ở công thức nhiệt độ khác nhau	102
Hình 3.31: Tốc độ sinh trưởng của sợi nấm ở các công thức ẩm độ khác nhau	104
Hình 3.32: Tốc độ sinh trưởng của sợi nấm ở công thức pH khác nhau	105
Hình 3.33: Sơ đồ quy trình quản lý tổng hợp một ambrosia mang nấm trên rừng trồng keo	108

MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong những năm gần đây, diện tích rừng trồng tại Việt Nam ngày càng được mở rộng đạt 4,7 triệu ha tính đến năm 2023 (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2024). Trong đó riêng diện tích rừng trồng keo hiện nay chiếm tỷ trọng rất lớn với hơn 2,4 triệu ha gồm chủ yếu các loài Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm, diện tích rừng bạch đàn đạt khoảng 300.000 ha (Harwood *et al.*, 2024). Bên cạnh hai nhóm loài keo và bạch đàn, một số loài cây lâm nghiệp đã được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn xác định là loài cây chủ lực cho trồng rừng sản xuất nhằm tái cơ cấu ngành lâm nghiệp bao gồm các loài Quế, Lim xanh, Bồ đề. Cây Quế là loài cây có giá trị kinh tế cao từ sản phẩm tinh dầu và sản phẩm gỗ và cũng đã được phát triển mở rộng ở nhiều địa phương trong cả nước. Diện tích trồng quế hiện nay chủ yếu tập trung tại các tỉnh Yên Bái, Lào Cai, Lạng Sơn, Quảng Ninh, Thanh Hóa, Quảng Nam, đạt khoảng 180.000 ha theo thống kê đến năm 2023 (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2023). Với diện tích gây trồng lớn và giá trị kinh tế cao cho người dân và các đơn vị kinh doanh rừng, các loài cây nói trên đã trở thành cây trồng lâm nghiệp quan trọng và đang tiếp tục được mở rộng diện tích trồng tại nhiều địa phương trong cả nước.

Tuy nhiên nhiều loài cây trồng lâm nghiệp này hiện nay đã và đang bị tấn công bởi các loài sâu bệnh hại nguy hiểm, trong đó có loài mọt ambrosia (ambrosia beetles) mang theo các loài nấm gây bệnh. Mọt ambrosia hay còn gọi là mọt mang nấm chỉ một nhóm các loài mọt gồm rất nhiều loài khác nhau sử dụng sợi nấm là nguồn thức ăn chính cho sâu non và một trưởng thành và mỗi loài nấm mang theo được chọn lọc đối với riêng mỗi loài. Điển hình như loài mọt *Euwallacea fornicatus* đã được ghi nhận gây hại ở các rừng keo, xuất

hiện ở nhiều vùng sinh thái như Đông Bắc Bộ, Bắc và Nam Trung Bộ, Đông Nam Bộ với tỷ lệ lên đến 35% (Phạm Quang Thu, 2016b). Trên thế giới, loài mọt *Euwallacea fornicatus* là nguyên nhân gây chết và được coi là mối nguy hại đáng kể đối với người trồng bơ tại Israel và California, Mỹ. Loài mọt này còn mang theo nhiều loài nấm như *Graphium euwallacea*, *Paracremonium pembeum* và *Fusarium euwallaceae* (Lynch *et al.*, 2016). Trong đó, loài *F. euwallaceae* là nguyên nhân gây ra bệnh chết ngược (*Fusarium dieback*) trên nhiều cây chủ khác nhau như Bơ, Phong bạc, Thầu dầu... (Eskalen *et al.*, 2013). Tại Việt Nam bên cạnh loài nấm *F. euwallaceae*, loài mọt *E. fornicatus* cũng được xác định mang theo bào tử nấm *Ceratocystis manginecans* gây bệnh chết héo trong rừng trồng keo (Phạm Quang Thu, 2016a; Trần Thị Thanh Tâm, 2018).

Các loài nấm do mọt ambrosia mang theo sẽ có vai trò khác nhau ảnh hưởng đến cây chủ, trong đó có những loài nấm mang vào mục đích sử dụng làm thức ăn cho sâu non nhưng đồng thời cũng gây ra ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây, thậm chí làm chết cây khi xâm nhiễm. Tuy nhiên sự hiểu biết về tính gây bệnh của các loài nấm mang theo bởi các loài mọt ambrosia khi chúng xâm nhiễm sang cây chủ còn hạn chế, đặc biệt trên một số loài cây lâm nghiệp. Tại Việt Nam chưa có một công trình nghiên cứu đầy đủ về thành phần loài và đánh giá khả năng gây bệnh của các loài nấm do mọt ambrosia mang theo. Việc xác định cụ thể các loài nấm do mọt ambrosia mang theo có vai trò quan trọng trong việc đề xuất các giải pháp quản lý cho rừng trồng tại Việt Nam. Xuất phát từ các lý do trên, thực hiện đề tài **“Nghiên cứu thành phần loài và đặc điểm sinh học của nấm do mọt ambrosia mang theo gây hại keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác tại Việt Nam”** là hết sức cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

1.2.1. Mục tiêu tổng quát

Bổ sung dẫn liệu khoa học về thành phần loài và đặc điểm sinh học của các loài nấm do một ambrosia mang theo, làm cơ sở cho việc quản lý sâu bệnh hại rừng trồng tại Việt Nam.

1.2.2. Mục tiêu cụ thể

- Xây dựng được danh lục cập nhật về thành phần các loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.
- Đánh giá được khả năng gây bệnh của các loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai.
- Đánh giá được ảnh hưởng của điều kiện môi trường ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của một số loài nấm gây bệnh chính do một ambrosia mang theo.
- Bước đầu đề xuất được giải pháp quản lý loài một ambrosia là vector mang theo nấm gây bệnh trên rừng trồng keo tại Việt Nam.

1.3. Đối tượng nghiên cứu

- Một ambrosia: *Euwallacea fornicatus*, *E. similis*, *Xylosandrus crassiusculus*; *X. mancus*, *Xyleborus perforans*, *Xyleborinus artestriatus*, *Euplatypus parallelus*, *Arxyleborus nudulus*
- Các loài nấm do một ambrosia mang theo.
- Keo tai tượng (*Acacia mangium*), keo lai (*A. auriculiformis* x *A. mangium*) và Keo lá tràm (*A. auriculiformis*), Quế (*Cinnamomum cassia*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*), Bò đề (*Styrax tonkinensis*) và Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla*).

1.4. Phạm vi nghiên cứu

- Về nội dung luận án

Trong đề tài luận án này, tác giả nghiên cứu một số vấn đề gồm:

(1) Nghiên cứu thành phần các loài mọt ambrosia và thành phần loài nấm do mọt ambrosia mang theo trên các cây trồng lâm nghiệp gồm Keo tai tượng (*Acacia mangium*), keo lai (*A. auriculiformis* x *A. mangium*) và Keo lá tràm (*A. auriculiformis*), Quế (*Cinnamomum cassia*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*), Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) và Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla*).

(2) Nghiên cứu đặc điểm sinh học của một số loài nấm do mọt ambrosia mang theo và đặc điểm sinh học của loài mọt ambrosia (*Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus*) là vector mang nấm.

(3) Nghiên cứu đánh giá tính gây bệnh của một số loài nấm do mọt ambrosia mang theo trên cành keo lai trong phòng thí nghiệm và cây con keo lai trên vườn ươm.

(4) Luận án không nghiên cứu thực nghiệm về phòng chống mọt ambrosia mà kế thừa các kết quả nghiên cứu thuộc đề tài khoa học công nghệ cấp bộ do nghiên cứu sinh chủ trì để làm cơ sở đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp loài mọt ambrosia và nấm mang theo.

- Về địa điểm nghiên cứu

Đề tài tiến hành điều tra thu mẫu trên các rừng trồng keo tại: Hòa Bình, Tuyên Quang, Quảng Ninh, Thái Nguyên, Bắc Giang, Yên Bái, Phú Thọ, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế; Quảng Nam, Bình Dương, Đồng Nai và Cà Mau. Địa điểm thu mẫu mọt ambrosia trên rừng Quế tại Yên Bái và Thanh Hóa, trên rừng Bồ đề tại Yên Bái, trên rừng Lim xanh tại Phú Thọ và rừng Bạch đàn uro tại Bắc Giang.

Tiến hành các thí nghiệm tại Phòng thí nghiệm và Vườn ươm của Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

1.5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Ý nghĩa khoa học

Kết quả nghiên cứu của luận án đã cung cấp dữ liệu khoa học quan trọng và cập nhật về thành phần loài một ambrosia và thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.

Kết quả nghiên cứu đã cung cấp dữ liệu về khả năng gây bệnh và đặc điểm sinh thái học của một số loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai tại Việt Nam.

Ý nghĩa thực tiễn

Thông qua nghiên cứu này, kết quả của luận án giúp dễ dàng xác định đặc điểm của các loài một ambrosia gây hại trên rừng trồng keo và một số cây lâm nghiệp khác.

Cung cấp các dẫn liệu về thành phần loài, khả năng và mức độ gây hại của các loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây trồng lâm nghiệp góp phần thực hiện các giải pháp quản lý rừng bền vững tại Việt Nam.

Các mẫu một ambrosia và nấm do một ambrosia mang theo sẽ được bổ sung vào Bộ sưu tập mẫu sâu bệnh hại của Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ rừng, góp phần phục vụ công tác giáo dục và các nghiên cứu tiếp theo.

1.6. Những đóng góp mới của luận án

(1) Luận án cung cấp danh lục cập nhật và đầy đủ nhất đến thời điểm hiện tại về thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai, Keo lá tràm, Keo tai tượng, Bạch đàn uro, Bò đề, Lim xanh, Quế tại Việt Nam. Trong đó có 12 loài nấm được ghi nhận mới cho khu hệ nấm tại Việt Nam gồm *Fusarium awan*, *F. bostrycoides*, *F. kuroshium*, *F. liriodendri*, *F. macrosporum*, *F. metavorans*, *F. obliquiseptatum*, *F. populicola*, *F. pseudensiformis*, *Ambrosiella roeperi*, *Pleiocarpon algeriense* và *Nectria*

pseudotrichia. Ngoài ra, tổng số có 8 loài mọt ambrosia được ghi nhận trong đó có hai loài mọt ambrosia là *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* gây hại chính và điển hình.

(2) Cung cấp một số dẫn liệu khoa học về khả năng gây bệnh của 32 loài nấm do mọt ambrosia mang theo đối với cành keo lai cắt rời trong phòng thí nghiệm và khả năng gây bệnh của 18 loài nấm trên cây keo lai ở giai đoạn vườn ươm.

(3) Cung cấp một số dẫn liệu khoa học về đặc điểm sinh học của 5 loài nấm do mọt ambrosia mang theo gồm *Fusarium euwallacea*, *F. kurosium*, *F. metavorans*, *F. solani* và *Ambrosiella roeperi* trong điều kiện phòng thí nghiệm.

1.7. Thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ năm 2019 đến 2024.

1.8. Bố cục luận án

Luận án được viết với tổng số 130 trang, bao gồm 33 hình, 12 bảng số liệu; ngoài phần tài liệu tham khảo, danh mục công trình đã công bố liên quan và phụ lục, luận án được kết cấu như sau:

Mở đầu (6 trang).

Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu (22 trang).

Chương 2. Nội dung, vật liệu và phương pháp nghiên cứu (16 trang).

Chương 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận (67 trang).

Kết luận, tồn tại và kiến nghị (3 trang).

Luận án đã tham khảo 114 tài liệu, trong đó 15 tài liệu tiếng Việt và 99 tài liệu tiếng nước ngoài.

Chương 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

1.1.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia

Các loài một ambrosia thuộc Bộ Cánh cứng (Coleoptera) là bộ có số lượng loài lớn nhất và đa dạng nhất trong giới động vật. Họ Vòi voi (Curculionidae) là một trong siêu họ thuộc Bộ cánh cứng, bao gồm các loài một ngũ cốc (grain beetles), một hại vỏ (bark beetles) và một ambrosia. Khái niệm “một ambrosia” (ambrosia beetle) về mặt sinh thái học được sử dụng để chỉ một nhóm các loài một gồm rất nhiều loài khác nhau chứ không phải một loài đơn lẻ. Các loài một hại vỏ (bark beetles) bắt buộc sử dụng phần vỏ cây làm thức ăn và không phụ thuộc vào các loài nấm mà chúng mang theo (Paine *et al.*, 1997). Nhưng với loài một ambrosia thì ngược lại, chúng ít phụ thuộc vào phần dinh dưỡng từ vỏ cây và gỗ trong thân cây mà có mối liên quan chặt chẽ với các loài nấm chúng mang theo để lây nhiễm ở trong các đường hang.

Một ambrosia hay còn gọi là một mang nấm được xác định chủ yếu thuộc hai phân họ Scolytinae và Platypodinae. Tuy nhiên cũng không có một định nghĩa rõ ràng về một ambrosia mà chủ yếu dựa trên các tiêu chí để xác định như (1) sợi nấm là nguồn thức ăn chính cho sâu non và một trưởng thành và không thể tồn tại được nếu thiếu đi sợi nấm, (2) đồng thời mỗi loài nấm mang theo được chọn lọc đối với mỗi loài một ambrosia khác nhau và (3) các loài nấm đó được lưu giữ trên các loài cây chủ khác nhau và từ thế hệ này qua thế hệ khác của mỗi loài một ambrosia (Hulcr *et al.*, 2015). Trong đó, có gần 3200 loài một ambrosia đã được mô tả, ngoài ra còn rất nhiều loài mới chưa được mô tả và định danh (Ploetz *et al.* 2013, Farrell *et al.*, 2001; Jordal and Cognato, 2012; Kirkendall *et al.*, 2015). Một số giống một ambrosia xuất hiện phổ biến trên nhiều loài cây chủ và gây thiệt hại về kinh tế bao gồm giống *Euwallacea*,

Xylosandrus, Xyleborus, Platypus.

Loài một thuộc giống *Euwallacea*

Giống một *Euwallacea* có trên 50 loài và có nguồn gốc từ khu vực châu Á (Eskalen *et al.*, 2013; Mendel *et al.*, 2012; Storer *et al.*, 2017). Các loài thuộc giống một *Euwallacea* tấn công cây chủ có phạm vi rất rộng từ cây đứng, cây khỏe đến cây đã bị yếu, bệnh và cây bị chết, héo. Trong đó có một số loài quan trọng là mục tiêu hướng đến quản lý khi chúng như tấn công cây chủ vẫn đang sinh trưởng tốt bao gồm *E. destruens*, *E. fornicatus*, *E. interjectus*, *E. kuroshio*, và *E. perbrevis*. Các loài này gây hại cho cây trồng khác nhau ở nhiều quốc gia trên thế giới (Eskalen *et al.*, 2013). Trong số đó, loài một *E. fornicatus* được ghi nhận đã xuất hiện và gây hại nhiều nhất ở nhiều vùng khác nhau trên thế giới so với các loài khác trong cùng giống *Euwallacea* (Hulcr & Stelinski, 2017; Smith *et al.*, 2019). Loài một này được ghi nhận ở Nam Phi, Ấn Độ, Nepal, Israel, Nhật Bản, Malaysia, Sri Lanka, Đài Loan, Trung Quốc, Thái Lan, Mỹ. Cho đến nay đã ghi nhận 412 loài thực vật là cây chủ bị loài một *E. fornicatus* tấn công, trong đó có 109 loài cây chủ là nơi ưa thích và chúng chọn để giao phối và sinh sản (Gomez *et al.*, 2019). Loài một *E. fornicatus* đục thân, gây hại trên nhiều loài cây trồng trên thế giới, gây thiệt hại nghiêm trọng đối với hoạt động sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp, đặc biệt là cây Bơ ở Mỹ (Kasson *et al.*, 2013). Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy một *E. fornicatus* gây hại trên nhiều loài cây trồng khác nhau như: Phong bạc, Thầu dầu, các loài dẻ... (Parthiban & Muraleedharan, 1996); gây hại cây Chè ở Ấn Độ; gây hại cây Bơ ở Mỹ và Trung Đông. Theo đánh giá, mức độ gây hại nặng nhất của loài một này đó là các vùng trồng bơ tại Mỹ và Israel, cây Chè tại Israel và một số loài cây đô thị khác (Eskalen *et al.*, 2013; Mendel *et al.*, 2012).

Tại Đông Nam Á, đây là khu vực có diện tích rừng trồng keo lớn đã ghi

nhận sự xuất hiện và gây hại của rất nhiều các loài mọt ambrosia tập trung chủ yếu ở một số nước như Malaysia, Indonesia, Việt Nam. Điển hình như loài mọt *Euwallacea fornicatus* gây hại nghiêm trọng đối với rừng trồng các loài keo ở Đông Nam Á (Kasson *et al.*, 2013). Mọt *E. fornicatus* mang theo bào tử nấm gây bệnh ở gốc rễ đầu và miệng của trưởng thành cái trong quá trình trưởng thành cái đào hang, bào tử nấm được nhiễm vào cây, các loài nấm mà mọt mang theo có thể gây bệnh chết héo cho cây chủ (Parthiban & Muraleedharan, 1996; Nkuekam *et al.*, 2012). Ngoài ra, loài mọt ambrosia khác *E. validus* cũng đã được ghi nhận gây hại trên rừng dương (*Populus deltoides*) tại South Carolina vào năm 2002 (Coyle *et al.*, 2005). Tất cả các loài thuộc giống *Euwallacea* đều có liên quan mật thiết với loài nấm *Fusarium* ở bộ phận mang nấm và được xác định thuộc nhóm loài Ambrosium Fusarium Clade (AFC) (O'Donnell *et al.*, 2016).

Loài mọt thuộc giống *Xylosandrus*

Đối với giống mọt *Xylosandrus* có 54 loài phân bố rộng rãi từ vùng nhiệt đới tới á nhiệt đới và gây hại trên các loài cây chủ khá đa dạng như cây Xoài, cây Bơ, cây Ca cao, cây Cà phê (Bright & Skidmore, 1997; Oliveira *et al.*, 2008; Egonyu *et al.*, 2015). Trong đó một số loài điển hình như loài mọt *X. compactus*, *X. crassiusculus* và *X. germanus* xuất hiện đầu tiên ở các nước châu Á và sau đó lây lan sang nhiều quốc gia khác (Haack *et al.*, 2013). Mọt trưởng thành cái của giống mọt *Xylosandrus* phát tán nấm bệnh (*Ceratocystis* spp. và *Ambrosiella* spp.) gây bệnh cho cây chủ khi bị xâm nhiễm (Mayers *et al.*, 2015). Các loài mọt thuộc giống *Xylosandrus* thường bị dẫn dụ bởi với các hợp chất bay hơi từ các cây bị suy yếu hoặc bị bệnh, điển hình như hợp chất ethanol sản sinh ra do rễ cây khi bị tổn thương, khi bị ngập úng hoặc khi bị nhiễm bệnh (Ranger *et al.*, 2013). Một loài mọt khác là *X. compactus* được ghi nhận gây hại trên những cành, ngọn nhỏ đang khỏe gây ra chết ngược ở các đầu cành.

Khi bị gây hại nặng loài mọt này có thể gây ra chết cây đặc biệt là đối với cây chủ ở giai đoạn vườn ươm. Loài mọt này có nguồn gốc ở châu Á và hiện nay đang lan rộng ra các vùng ôn đới khác như châu Âu và châu Mỹ (Urvois *et al.*, 2021; Vannini *et al.*, 2017).

Hai loài mọt ambrosia là *Xylosandrus crassiusculus* và *Xylosandrus compactus* được ghi nhận xuất hiện và gây hại đáng kể cho rừng trồng keo lai (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) và rừng trồng Keo tai tượng tại tỉnh Sabah, Malaysia (Chey & Jurie, 2000; Intachat & Kirton, 1997). Bên cạnh đó, loài mọt *X. compactus* cũng xuất hiện và gây hại cho rừng Keo lá tràm ở tuổi nhỏ tại phía nam Kalimantan, Java, Sumatra và Sulawesi của Indonesia (Krishna Nair, 2000).

Ngoài ra còn nhiều loài cây trồng như Xoài, các loài cây họ đậu và các loài keo đã bị các loài mọt thuộc giống *Xylosandrus* gây hại (Dole *et al.*, 2010; Kasson *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2011). Tại Brazil gần đây đã xác định loài mọt *Xylosandrus compactus* như một mối nguy hại đối ngành trồng cà phê ở một số bang. Trong đó có một số giống mẫn cảm, một số giống chỉ bị gây hại nhẹ do loài mọt này. Đây cũng là cơ sở để lựa chọn được các giống có khả năng chống chịu tốt đối với loài mọt ambrosia (Túler *et al.*, 2019). Loài mọt *X. compactus* cũng được ghi nhận gây hại trên khoảng 22 loài cây chủ tại Tsukuba, Nhật Bản. Loài này gây hại mạnh nhất vào khoảng tháng 4 đến tháng 8 và chủ yếu trên cây Ngải hoa (*Cornus florida*), gây ra hiện tượng chết ngược (Masuya, 2007). Hai loài mọt *Xylosandrus crassiusculus*, *X. germanus* là đối tượng gây hại phổ biến nhất cây Dẻ tại Middle Tennessee, Mỹ (Oliver & Mannion, 2001).

Các loài mọt ambrosia khác

Một số loài mọt ambrosia khác như loài *Xyleborus impressus*, *X. atratus* cũng đã được ghi nhận gây hại trên rừng dương (*Populus deltoides*) tại South

Carolina vào năm 2002 (Coyle *et al.*, 2005). Tại Argentina, loài mọt *Platypus mutatus* cũng gây hại trên nhiều loài cây như cây Dương (*Populus* sp.), và cây Liễu (*Salix* sp.), một số loài cây ăn quả như cây Táo, Bơ và Óc chó (Alfaro *et al.*, 2007). Cây Dẻ tại Middle Tennessee, Mỹ là đối tượng bị gây hại bởi nhiều loài mọt ambrosia trong đó phải kể đến loài *Xyleborinus saxeseni* chủ yếu tập trung vào tháng 4 và tháng 5 hàng năm (Oliver & Mannion, 2001).

Một loài mọt ambrosia nguy hiểm khác đó là *Xyleborus glabratus* gây hại trên cây họ Long não được phát hiện lần đầu tiên vào năm 2002 ở phía đông nam nước Mỹ và nhanh chóng trở thành loài gây hại nguy hiểm (Rabaglia *et al.*, 2006). Không chỉ gây hại do quá trình đào hang trong thân cây mà loài mọt *X. glabratus* còn mang theo loài nấm *Raffaella lauricola* gây bệnh chết héo trên cây Bơ (*Persea* sp.), cây Nguyệt quế (*Sassafras albidum*) và cây Ô được (*Lindera benzoin*) (Harrington *et al.*, 2010). Bên cạnh đó, loài mọt *Platypus pseudocupulatus* (Coleoptera, Platypodidae) xuất hiện trên diện tích rừng trồng keo tại Sabah với tỷ lệ cây bị hại lên tới 70% (Chey & Jurie, 2000; Intachat & Kirton, 1997). Loài mọt *Hypothenemus dimorphus* cũng là loài gây hại trên Keo lá tràm ở tuổi nhỏ tại Malaysia, tuy nhiên mức độ gây hại của loài mọt này là chưa thực sự nghiêm trọng và ở quy mô nhỏ (Nair, 2007).

Thông qua các nghiên cứu về mọt ambrosia trên thế giới có nhiều loài nguy hiểm đang gây hại cho cây trồng, trong đó các loài *Euwallacea fornicatus*, *Xylosandrus crassiusculus*, *X. compactus* và *Platypus pseudocupulatus* gây hại chính đối với rừng trồng keo và mọt *Xyleborus glabratus* gây hại chính trên nhiều loài cây trồng khác.

1.1.2. Đặc điểm sinh học, sinh thái của một số loài mọt ambrosia

Mọt *E. fornicatus* mang theo bào tử nấm ở gốc râu đầu và miệng của trưởng thành cái (Parthiban & Muraleedharan, 1996). Trong quá trình trưởng thành cái

đào hang, bào tử nấm được nhiễm vào gỗ ở nơi chúng đẻ trứng, sau đó nấm sinh trưởng và lan rộng ra xung quanh, sâu non sử dụng nấm này làm thức ăn. Các loài nấm mà một mang theo gây bệnh chết héo cho cây chủ (Nkuekam *et al.*, 2012).

Loài mọt *Xylosandrus crassiusculus* đã được khái quát trong một số tài liệu. Con trưởng thành thường đục vào thân cây để đào hang chủ yếu ở những thân cành nhỏ có đường kính từ 2,5 - 8 cm, tuy nhiên đôi khi cũng tấn công những thân cành có đường kính tới 30 cm. Thông thường các loài mọt đục thân tấn công những cây đang bị yếu, nhưng loài *X. crassiusculus* tấn công cây chủ ngay khi cây còn khỏe. Các cây chủ thường có biểu hiện bị héo, cành chết ngược, gãy ngọn. Đối với những cây mới trồng thường bị tấn công ở cổ rễ gần mặt đất khiến cho cây cằn cỗi và chết. Mọt *Xylosandrus crassiusculus* cũng tương tự như đa phần các loài mọt đục thân khác, con cái luôn chiếm ưu thế với tỷ lệ đục cái là 1:10 trong quần thể loài mọt này. Mọt trưởng thành đục không có cánh mang và không bay được nên luôn ở trong hang. Tập tính của loài mọt này là giao phối cận huyết, con cái giao phối với anh em của nó. Khi mọt trưởng thành cái xuất hiện, nó rời khỏi cây bị gây hại sang cây chủ mới và bắt đầu đào hang để chuẩn bị tổ cho thế hệ tiếp theo. Khi trứng nở, sâu non lấy thức ăn là sợi nấm có trong hang. Một vòng đời của loài mọt này khoảng 55 ngày và thông thường có hai thế hệ trong một năm (Ngoan *et al.*, 1976).

Bên cạnh đó loài mọt khác đó là mọt *Xylosandrus compactus* cũng xuất hiện gây hại trên các cây chủ khác nhau. Loài mọt này thường đục cây con, ngọn hoặc cành nhỏ, nhưng cũng có thể gây hại cành to với đường kính khoảng 6 cm. Các cây chủ bị gây hại thường có lá và cành bị hoại tử xuất phát từ những lỗ đục sau đó lan rộng trên tán cây. Những cành bị héo rũ xuất hiện sau khoảng 5-7 ngày. Mọt trưởng thành cái thường đục những lỗ nhỏ vào mặt dưới của cành. Cũng tương tự như loài *X. crassiusculus*, mọt trưởng thành đục không

thể bay được. Sau khi giao phối chúng rời khỏi hang chuyển sang cây chủ mới và đào hang vào trong thân cây. Số lượng các pha sâu non khá đa dạng giữa các nơi, thường có từ 2-3 giai đoạn. Chúng thường có 1 vài thế hệ gối nhau trong 1 năm (Hara & Beardsley, 1979). Như tại Florida, loài mọt này qua đông chủ yếu trong cành nhỏ và xuất hiện vào cuối tháng 2, bắt đầu gây hại vào tháng 3, sau đó sinh sản vào tháng 4. Mật độ quần thể đạt cao nhất từ tháng 6 đến tháng 9 (Ngoan *et al.*, 1976).

Mọt *Xyleborus glabratus* khi tấn công cây chủ có những đoạn phân mọt nhỏ đùn ra từ vỏ. Sau khi nấm xâm nhiễm theo đường hang khiến gỗ bị biến màu, xuất hiện lá héo và bắt đầu rụng là một phần hoặc có khi toàn bộ tán lá. Cuối cùng cây có thể chết trong một vài tuần hay một tháng do sợi nấm phát triển trong mạch gỗ ngăn cản sự dẫn truyền nước (Fraedrich *et al.*, 2008). Đặc điểm sinh học của loài *Xyleborus glabratus* cũng tương tự như một số loài khác thuộc tộc *Xyleborini*. Con trưởng thành thường đục vào thân cây và đào hang vào bên trong lớp gỗ và hoàn thành tất cả các vòng đời bên trong hang bao gồm giao phối, đẻ trứng, sâu non. Tại Mỹ loài mọt này hoạt động trong cả năm nhưng mạnh nhất vào tháng 9. Tại châu Á, loài mọt này được ghi nhận có thể chịu đựng ở nhiệt độ -26°C . Vòng đời của mỗi một thế hệ thường từ 50-60 ngày (Hanula & Mayfield, 2014).

1.1.3. Thành phần loài nấm do các loài mọt ambrosia mang theo

Mọt ambrosia được đánh giá có nguy cơ gây hại cao bởi chúng mang theo các loài nấm làm thức ăn ở bên trong hoặc ngay trên cơ thể chúng. Các loài nấm phát triển ở một bộ phận đặc biệt là “mycangia” hay còn gọi là túi mang nấm và các túi mang nấm này rất đa dạng và khác nhau ở mỗi loài mọt ambrosia. Ngay khi các loài mọt ambrosia xuất hiện các loài nấm nó mang theo có cơ hội lây nhiễm và gây hại đối với cây chủ. Mọt ambrosia đào các đường

hang bên trong thân cây và trong quá trình đó nấm ở trên loài một ambrosia xâm nhiễm và phát triển trong đường hang. Đây cũng chính là nguồn thức ăn cho sâu non ngay trong đường hang sau khi chúng nở ra từ trứng (Mayers *et al.*, 2022).

Một số loài nấm do một ambrosia mang theo làm thức ăn lại trở thành loài nấm gây bệnh nguy hiểm cho cây chủ. Trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu về mối liên quan giữa các loài một nói chung (một hại vỏ và một ambrosia) và nấm mang theo ảnh hưởng lên cây chủ. Các loài nấm thuộc họ Ophiostomataceae được cho là có liên quan mật thiết đến các loài một gây hại trên cây lá kim. Phổ biến nhất đó là sự xuất hiện của các loài nấm thuộc chi *Ophistoma* và *Grosmannia* do các loài một mang theo như loài Một thông (*Tomicus minor*), Một hai gai (*Ips* spp.) và Một thông đen (*Hylastes* spp.) (Linnakoski *et al.*, 2012). Riêng đối với một ambrosia, các loài nấm được ghi nhận chủ yếu gồm các loài thuộc chi *Ambrosiella*, *Fusarium*, *Haringtonia*.

Bảng 1.1. Các loài nấm đã được ghi nhận trên một ambrosia khác nhau

TT	Tên loài nấm	Tên loài một ambrosia	Tài liệu công bố
1	<i>Ambrosiella batrae</i>	<i>Anisandrus sayi</i>	(Batra, 1985)
2	<i>A. beaveri</i>	<i>Cnestus mutilatus</i>	(Mayers <i>et al.</i> , 2015)
3	<i>A. catenulata</i>	<i>Eccoptyterus</i> spp., <i>Hadrodemius</i> spp.	(Mayers <i>et al.</i> , 2015)
4	<i>A. cleistominuta</i>	<i>A. maiche</i>	(Mayers <i>et al.</i> , 2015)
5	<i>A. grosmanniae</i>	<i>Xylosandrus</i> <i>germanus</i>	(Mayers <i>et al.</i> , 2015)
6	<i>A. hartigii</i>	<i>A. dispar</i>	(Mayers <i>et al.</i> , 2015)
7	<i>A. nakashimae</i>	<i>X. amputatus</i>	(Mayers <i>et al.</i> , 2015)

TT	Tên loài nấm	Tên loài một ambrosia	Tài liệu công bố
8	<i>A. roeperi</i>	<i>X. crassiusculus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2014)
9	<i>A. xylebori</i>	<i>X. compactus</i>	(Lin <i>et al.</i> , 2017)
10	<i>Fusarium ambrosium</i> [AF-1] *	<i>Euwallacea fornicatus</i>	(O'Donnell <i>et al.</i> , 2015)
11	<i>F. euwallaceae</i> [AF-2] *	<i>E. fornicatus</i>	(Freeman <i>et al.</i> , 2013)
12	<i>F. floridanum</i> [AF-3] *	<i>E. interjectus</i>	(Aoki <i>et al.</i> , 2019)
13	<i>F. oligoseptatum</i> [AF-4] *	<i>E. validus</i>	(Aoki <i>et al.</i> , 2018)
14	<i>F. tuaranense</i> [AF-5] *	Không xác định	(Aoki <i>et al.</i> , 2019)
15	<i>Fusarium</i> sp. [AF-6] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Kasson <i>et al.</i> , 2013)
16	<i>Fusarium obliquiseptatum</i> [AF-7] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Aoki <i>et al.</i> , 2019)
17	<i>Fusarium duplospermum</i> [AF-8] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Aoki <i>et al.</i> , 2021)
18	<i>Fusarium</i> [AF-9] *	<i>Coptoborus</i> spp., <i>Xyleborus ferrugineus</i>	(Kasson <i>et al.</i> , 2013)
19	<i>F. drepaniforme</i> [AF-10] *	<i>E. fornicatus</i>	(Aoki <i>et al.</i> , 2021)
20	<i>F. papillatum</i> [AF-11] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Aoki <i>et al.</i> , 2021)
21	<i>F. kuroshium</i> [AF-12] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Na <i>et al.</i> , 2018)
22	<i>Fusarium</i> sp. [AF-13] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Carrillo <i>et al.</i> , 2019)
23	<i>Fusarium</i> sp. [AF-14] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Carrillo <i>et al.</i> , 2019)
24	<i>Fusarium</i> sp. [AF-15] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Carrillo <i>et al.</i> , 2019)
25	<i>Fusarium</i> sp. [AF-16] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Carrillo <i>et al.</i> , 2019)
26	<i>Fusarium</i> sp. [AF-17] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Carrillo <i>et al.</i> , 2019)
27	<i>Fusarium</i> sp. [AF-18] *	<i>Euwallacea</i> sp.	(Carrillo <i>et al.</i> , 2019)

TT	Tên loài nấm	Tên loài một ambrosia	Tài liệu công bố
28	<i>Fusarium</i> sp. [AF-19] *	<i>E. perbrevis</i> <i>Euwallacea</i> sp.	(Lynn <i>et al.</i> , 2020)
29	<i>F. akasia</i> [AF-20] *	<i>E. perbrevis</i> <i>E. similis</i>	(Lynn <i>et al.</i> , 2020; Lynn <i>et al.</i> , 2021)
30	<i>F. awan</i> [AF-21] *	<i>E. perbrevis</i> <i>E. similis</i>	(Lynn <i>et al.</i> , 2020; Lynn <i>et al.</i> , 2021)
31	<i>F. mekan</i> [AF-22] *	<i>E. perbrevis</i> <i>E. similis</i>	(Lynn <i>et al.</i> , 2020; Lynn <i>et al.</i> , 2021)
32	<i>F. variasi</i> [AF-23] *	<i>E. perbrevis</i> <i>E. similis</i>	(Lynn <i>et al.</i> , 2020; Lynn <i>et al.</i> , 2021)
33	<i>F. warna</i> [AF-24] *	<i>E. perbrevis</i> <i>E. similis</i>	(Lynn <i>et al.</i> , 2020; Lynn <i>et al.</i> , 2021)
34	<i>F. gannanense</i> [AF-25] *	<i>E. interjectus</i>	(Lai <i>et al.</i> , 2022)
35	<i>F. populicola</i> [AF-26] *	<i>E. interjectus</i>	(Lai <i>et al.</i> , 2022)
36	<i>F. tumidispermus</i> [AF-27]*	<i>E. interjectus</i>	(Lai <i>et al.</i> , 2022)
37	<i>Fusarium</i> sp.	<i>X. morigerus</i>	(Carreras-Villaseñor <i>et al.</i> , 2022)
38	<i>Graphium euwallacea</i>	<i>E. fornicatus</i>	(Lynch <i>et al.</i> , 2016)
39	<i>Harringtonia ambrosioides</i>	<i>Dryocoetoides capucinus</i>	(Araújo <i>et al.</i> , 2022)
40	<i>H. sporodochialis</i>	<i>Megaplatypus godmanii</i> và <i>M. chiriquensis</i>	(Araújo <i>et al.</i> , 2022)
41	<i>H. arthroconidialis</i>	<i>Euplatypus parallelus</i>	(Araújo <i>et al.</i> , 2022)
42	<i>H. chlamydospora</i>	<i>Euplatypus longius</i>	(Araújo <i>et al.</i> , 2022)

TT	Tên loài nấm	Tên loài một ambrosia	Tài liệu công bố
43	<i>H. lauricola</i>	<i>Xyleborus glabratus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2008)
44	<i>Irpex subulatus</i>	<i>Ambrosiodmus</i> spp., <i>Ambrosiophilus</i> spp.	(Tian <i>et al.</i> , 2022)
45	<i>Pacracremonium pembedum</i>	<i>E. fornicatus</i>	(Lynch <i>et al.</i> , 2016)
46	<i>Raffaelea arxii</i>	<i>Xyleborus affinis</i> , <i>Xyleborus volvulus</i> , <i>Xyleborinus saxesenii</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
47	<i>R. campbelli</i>	<i>Xyleborus glabratus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
48	<i>R. cyclorhipidia</i>	<i>Cyclorhipidion ohnoi</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
49	<i>R. ellipticospora</i>	<i>Xyleborus glabratus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
50	<i>R. fusca</i>	<i>Xyleborus affinis</i> , <i>Xyleborus glabratus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
51	<i>R. promiscua</i>	<i>Xyleborinus</i> <i>saxesenii</i> , <i>Xyleborus affinis</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
52	<i>R. subalba</i>	<i>Xyleborus glabratus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
53	<i>R. subfusca</i>	<i>Xyleborus glabratus</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)
54	<i>R. xyleborina</i>	<i>Xyleborinus</i> <i>andrewesii</i>	(Harrington <i>et al.</i> , 2010)

* AF – ký hiệu thứ tự các loài nấm thuộc phân nhóm AFC

Đối với riêng loài nấm *Fusarium* liên quan đến loài một ambrosia thuộc giống *Euwallacea* đã được nghiên cứu và phân loại xếp trong cùng một phân nhóm Ambrosia *Fusarium* Clade (AFC). Phân nhóm AFC này thuộc tổ hợp nhóm loài *Fusarium solani* (FSSC) và ban đầu được xác định có 12 loài nấm *Fusarium* khác nhau (Kasson *et al.*, 2013). Hầu hết các loài một ambrosia thuộc giống *Euwallacea* đều mang theo từ một loài nấm *Fusarium* và có ít nhất 2 loài

nấm *Fusarium* thuộc phân nhóm AFC được sử dụng làm thức ăn (O'Donnell *et al.*, 2015).

Mặc dù về mặt hình thái học, các loài nấm *Fusarium* liên quan đến loài một ambrosia thuộc phân nhóm AFC rất khó có thể phân biệt được một cách rõ ràng. Tuy nhiên, nhờ các kỹ thuật sinh học phân tử để phân tích các trình tự DNA đã phân loại chính xác các loài khác nhau trong cùng phân nhóm AFC (O'Donnell *et al.*, 2015). Loài nấm đầu tiên được xác định trong phân nhóm AFC là *F. ambrosium* (AF-1) được phân lập từ loài *E. fornicatus* trên cây Chè (*Camellia sinensis*) tại Ấn Độ và Sri Lanka (O'Donnell *et al.*, 2015). Cũng từ loài một *E. fornicatus* trên cây Bơ, cây Phong và một số cây khác tại Israel và Mỹ đã xác định được loài *F. euwallaceae* (AF-2) (Freeman *et al.*, 2013). Hầu hết các loài nấm khác thuộc phân nhóm AFC cũng được phân lập từ loài một *E. perbrevis* như *Fusarium* sp. (AF-6) và *F. duplospermum* (AF-8) tại Florida - Mỹ, *F. obliqueseptatum* (AF-7) tại Queensland - Australia, *Fusarium* sp. (AF-8), *Fusarium* sp. (AF-9) tại Costa Rica (Kasson *et al.*, 2013), *F. drepaniforme* (AF-10) tại Singapore và *F. papillatum* (AF-11) tại Sri Lanka (Aoki *et al.*, 2021).

Tại Israel và California, Mỹ loài một *E. fornicatus* là nguyên nhân gây chết và được coi là mối nguy hại đối với ngành trồng bơ (Freeman *et al.*, 2013). Loài một này còn mang theo nhiều loài nấm như *Graphium euwallacea*, *Paracremonium pembeum* và *F. euwallaceae* (Lynch *et al.*, 2016). Những cây Bơ bị một *E. fornicatus* gây hại thường bị loét, xì mủ, chảy nhựa ở xung quanh lỗ một trên cành, thân cây và làm cho cành và thân cây đó bị héo và chết (Eskalen *et al.*, 2013). Ngoài ra một số loài nấm được phân lập trên loài một *E. validus* được định danh là *Fusarium* sp. (AF-4) cũng với một số loài nấm thuộc tổ hợp nhóm loài *F. solani* (FSSC) đã gây ra nhiều bệnh loét thân nguy hiểm trên các cây chủ có giá trị kinh tế khác nhau. Một nghiên cứu trên loài Keo lười

liềm (*Acacia crasscarpa*) tại Indonesia đã xác định thêm sáu loài nấm mới thuộc phân nhóm AFC là *F. rekanum* (AF-19), *F. akasia* (AF-20), *F. awan* (AF-21), *F. mekan* (AF-22), *F. variasi* (AF-23) và *F. warna* (AF-24) phân lập từ hai loài một ambrosia là *E. perbrevis* và *E. similis* gây hại trên rừng trồng Keo lười liềm (Lynn *et al.*, 2020; Lynn *et al.*, 2021).

Hai loài nấm *Fusarium* phân lập từ loài một *E. interjectus* trên cây phong (*Acer negundo*) ở Mỹ (Aoki *et al.*, 2019) và loài *F. kuroshium* (AF-12) trên cây sung (*Ficus carica*) ở Nhật Bản (Jiang *et al.*, 2021). Gần đây nhất ba loài nấm mới được mô tả *F. gannanense* (AF-25), *F. populicola* (AF-26), và *F. tumidispermus* (AF-27) phân lập từ loài một *E. interjectus* trên cây dương (*Populus* sp.) tại Trung Quốc (Lai *et al.*, 2022). Như vậy phân nhóm AFC được xác định có 27 loài nấm *Fusarium* khác nhau từ AF-1 đến AF-27 sau khi phân lập từ các loài một *Euwallacea* spp. (Carrillo *et al.*, 2019; Lynn *et al.*, 2021; O'Donnell *et al.*, 2015).

Đối với loài một ambrosia thuộc giống *Xylosandrus*, các loài nấm được ghi nhận nhiều nhất có liên quan đến bộ phận mang nấm “mycangia” đó là các loài nấm thuộc các chi *Raffaelea*, *Ambrosiella*, *Ophiostoma* và *Ceratocystis* (Alamouti *et al.*, 2009; Cassar & Blackwell, 1996; Farrell *et al.*, 2001; Harrington *et al.*, 2010; Harrington *et al.*, 2011). Các loài chi *Ambrosiella* có liên quan mật thiết với các loài một ambrosia giống một *Xylosandrus* và hai giống một *Anisandrus* và *Cnetus* (Harrington *et al.*, 2010). Các loài nấm *Ambrosiella* khác được ghi nhận chủ yếu trên các loài một thuộc giống *Xylosandrus* như *A. xylebori* trên một *X. compactus*, loài *A. grossmaniae* trên loài một *X. germanus*; loài *Ambrosiella* sp. trên loài một *X. morigerus*, loài *A. nakashinae* trên loài một *X. amputatus*. Riêng đối với loài một *X. crassiusculus*, loài nấm được ghi nhận và xuất hiện nhiều nhất khi phân lập đó là *A. roeperi*. Đây cũng là loài nấm có quan hệ cộng sinh chặt chẽ với loài một ambrosia này.

Ngoài ra còn một số loài nấm thuộc chi *Ambrosiella* khác liên quan đến một số loài một ambrosia khác nhau như *A. batrae*, *A. beaveri*, *A. hartigii*, *A. catelunata* lần lượt trên các loài một *Anisandrus sayi*, *A. maiche*, *A. dispar* và *Eccoptoperus* spp. (Osborn *et al.*, 2023).

Một ví dụ điển hình nhất cho sự gây hại bởi các loài nấm bệnh mang theo bởi một ambrosia đó là dịch bệnh chết héo cây Du sam hà lan gây ra bởi loài nấm *Ophiostoma* spp. được mang bởi các loài Một cây du (*Hylurgopinus rufipes*) và (*Scolytus* spp.) (Harwood *et al.*, 2011). Hay như loài Một hại thông tại phía nam nước Mỹ (*Dendrotonus frontalis*) là loài quan trọng nhất gây chết hàng loạt rừng thông và có mang theo các loài nấm gây bệnh là *Ceratocystis ranaculosus* và *Entomocorticium* sp. (Six & Paine, 1999). Cũng tương tự, loài một *D. brevicomis* tại phía tây nước Mỹ mang theo hai loại nấm gây bệnh là *C. brevicomis* và *Entomocorticium* sp. (Hsiau & Harrington, 2003). Đây là những loài nấm gây bệnh thực vật chưa được ghi nhận xuất hiện bên ngoài vật chủ là hai loài Một thông (*D. brevicomis* và *D. frontalis*).

Một loài nấm khác là *Raffaelea lauricola* (tên đồng nghĩa *Harringtonia lauricola*), do loài một *Xyleborus glabratus* mang theo cũng đã gây chết hàng loạt cây thuộc họ Long não ở vùng Đông Nam nước Mỹ (Fraedrich *et al.*, 2008; Ploetz *et al.*, 2013). Loài một *X. glabratus* là loài bản địa của châu Á đã gây hại trên các loài cây họ Long não (Lauraceae) như cây Long não, Nguyệt Quế, Bơ và đặc biệt đã làm ảnh hưởng đến ngành trồng bơ tại khu vực đông nam của Bắc Mỹ. Loài một này là vector của loài nấm bệnh *R. lauricola* xâm nhiễm vào lớp gỗ giác của cây chủ, gây tắc mạch dẫn truyền nước từ rễ dẫn đến héo tán cây (Hughes *et al.*, 2015).

Trong nghiên cứu về các loài nấm phân lập từ loài một *Euwallacea interjectus* đã xác định có chín loài nấm sợi và một loài nấm men thông qua các

đặc điểm về hình thái và so sánh phân tích các trình tự gen của chúng. Trong đó ba loài gồm *Fusarium metavorans*, *Fusarium* sp. (Hypocreales: Nectriaceae) và loài nấm men *Meyerozyma guilliermondii* (Saccharomycetes: Saccharomycetales) được ghi nhận có tần suất xuất hiện nhiều hơn đáng kể khi phân lập ở phần đầu có chứa túi mang nấm (mycangia) so với các bộ phận khác như mảnh lưng ngực hoặc bụng (Jiang *et al.*, 2022).

Một nghiên cứu khác về thành phần các loài nấm do loài mọt *Xylosandrus compactus* đã xác định có 60 loài nấm khác nhau đã được định danh đến tên loài dựa trên sử dụng phương pháp giải trình tự gen metagenomics. Trong số 60 loài đã được xác định chính xác đến tên loài có đến 16 loài có khả năng gây bệnh cho cây, 23 loài là nấm gây mục, và chín loài nấm nội sinh (Morales-Rodríguez *et al.*, 2021).

Nhìn chung, các loài mọt ambrosia khác nhau sẽ có liên quan mật thiết với một hoặc nhiều loài nấm khác nhau làm thức ăn cho sâu non và trưởng thành. Trong đó có nhiều loài nấm gây bệnh cho cây chủ, thậm chí có tính gây bệnh rất mạnh. Do đó các nghiên cứu trên thế giới rất quan tâm đến mối liên quan cũng như khả năng gây bệnh giữa các loài mọt ambrosia và các loài nấm chúng mang theo.

1.1.4. Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng gây bệnh của một số loài nấm do mọt ambrosia mang theo

Khi nuôi cấy trên môi trường PDA, yếu tố nhiệt độ có ảnh hưởng rõ đến sinh trưởng của hệ sợi nấm phân lập từ mọt ambrosia. Một số kết quả nghiên cứu sinh trưởng về hệ sợi của các loài nấm phân lập từ mọt ambrosia như *Fusarium duplospermum*, *F. drepaniforme*, *F. papillatum*, *F. floridanum*; *F. obliquiseptatum*; *F. tuaranense* cũng cho thấy các loài nấm thuộc tổ hợp nhóm AFC sinh trưởng phát triển tốt ở nhiệt độ 25 - 30 °C và lên đến 40 °C hệ sợi

nấm không phát triển, thậm chí bị chết (Aoki *et al.*, 2021; Aoki *et al.*, 2019). Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng nhiệt độ đến sinh trưởng của hệ sợi sau 14 ngày đã chỉ ra nhiệt độ từ 25 - 30 °C là tối ưu cho hệ sợi nấm sinh trưởng của một số loài như *F. euwallaceae* (7,8 - 8,3cm), *Paracremonium pendum* (3,7 - 4,4cm), *Graphium euwallacea* (2,9 - 3,6cm) (Lynch *et al.*, 2016). Nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ đối với loài nấm *F. metavorans* cũng đã xác định nhiệt độ 25 - 30 °C là nhiệt độ tối ưu, trong đó ở 30 °C sợi nấm phát triển tốt nhất đạt trên 50 cm² sau 6 ngày nuôi cấy trên môi trường PDA (Jiang *et al.*, 2022). Một số nghiên cứu đã chỉ ra một số loài nấm do loài mọt *E. fornicatus* mang theo như *Graphium euwallacea*, *Pacracremonium pendum* dễ dàng được phân lập trên một số môi trường chọn lọc có chứa hai hoạt chất là tebuconazole và thiabendazole (Carrillo *et al.*, 2018).

Trong nghiên cứu về loài nấm do mọt *Xylosandrus morigerus* mang theo, hai loài nấm thuộc tổ hợp nhóm loài FSSC đã được xác định là loài *Fusarium* sp.. Nghiên cứu về đặc điểm hình thái hệ sợi và bào tử và dựa trên phân tích phát sinh loài đã xác định hai loài nấm trên thuộc tổ hợp nhóm loài FSSC nhưng không thuộc nhóm AFC. Kết quả đánh giá tính gây bệnh của hai loài nấm này cho thấy cả hai loài chỉ gây bệnh nhẹ trên lá cây cà phê và không gây bệnh đối với cành cà phê. Tuy nhiên hai loài nấm này lại gây bệnh từ mức trung bình đến mạnh trên cành và lá cây Bưởi, cây Liễu và cây Dương đen với diện tích vết bệnh khoảng 7 - 19% diện tích lá (Carreras-Villaseñor *et al.*, 2022).

Thí nghiệm lây bệnh nhân tạo bệnh chết héo đã được tiến hành trên cây Sung tại Nhật bản với loài nấm *Ceratocystis ficicola* do mọt *E. interjectus* mang theo. Loài nấm này không chỉ có khả năng gây bệnh cho cây khi chúng xâm nhiễm đơn lẻ mà khi xuất hiện kết hợp với loài nấm *F. kuroshium* cũng do mọt *E. interjectus* mang theo làm xuất hiện các triệu chứng của bệnh chết héo sớm hơn trên cây chủ (Jiang, Morita, *et al.*, 2022). Hai loài nấm khác do mọt *E.*

interjectus mang theo là *F. metavorans* và *F. kuroshium* cũng đã được thử nghiệm, tuy nhiên khả năng gây bệnh của loài nấm này trên cây con chỉ ở mức yếu. Ngoài ra ở Mỹ, loài nấm *F. kuroshium* trên loài mọt *Euwallacea kuroshio* và loài *F. ewuallacea* trên loài mọt *E. fornicatus* thuộc tổ hợp nhóm loài AFC được xác định có khả năng gây bệnh trên cây Bơ ở giai đoạn tuổi nhỏ với chiều dài vết bệnh lần lượt là 3,15 và 6,89 cm. Cũng trên hai loài mọt này, loài nấm *Graphium ewuallacea* và *G. kuroshium* cũng có khả năng gây bệnh đối với cây Bơ với chiều dài vết bệnh lần lượt 6,4 và 7,6 cm (Na *et al.*, 2018).

Nghiên cứu đánh giá tính gây bệnh của loài nấm *F. euwallaceae* phân lập trên loài mọt *E. fornicatus* trên hai loài cây ăn quả khác nhau là Quýt, Óc chó, Anh đào, Táo và Mận tại Nam Phi. Kết quả đánh giá đều cho thấy khả năng gây bệnh của loài nấm này trên cả hai loài cây chủ, trong đó khả năng gây bệnh trên các giống quýt mạnh hơn so với trên các giống mận và các loại cây chủ khác (deJager & Roets, 2023). Tuy nhiên khi đánh giá trên cây khác cho thấy loài nấm này không có khả năng gây bệnh trên cây nho thân gỗ, nhưng vẫn có khả năng gây bệnh cho các cây Táo (deJager & Roets, 2022). Ngoài ra, loài mọt *Xylosandrus compactus* còn liên quan đến ít nhất 18 loài nấm mang theo, trong đó có một số gây bệnh cho cây chủ như *F. solani* và *Geosmithia pallida* (Ngoan *et al.*, 1976).

Qua các nghiên cứu trên thế giới có thể thấy hiện nay tại các khu vực trồng keo ở các nước cũng đang rất chú trọng nghiên cứu các loài mọt ambrosia trên cây keo và các loài nấm bệnh nó mang theo gây hại trên cây chủ. Sự gây hại của các loài mọt còn có trên rất nhiều các loài cây chủ khác nhau như cây Bơ, cây Dẻ, cây Phong bạc... và đang có xu hướng gây hại và lan rộng ra khắp các khu vực trên thế giới. Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu về loài mọt ambrosia trên cây trồng lâm nghiệp như cây keo còn hạn chế, chỉ có một số trường hợp ở Malaysia và Indonesia. Bên cạnh đó khả năng gây bệnh của các

loài nấm do một ambrosia mang theo trên các loài cây lâm nghiệp vẫn chưa được quan tâm nghiên cứu.

1.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam

1.2.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia

Theo tài liệu chuyên khảo về các loài một hại gỗ, một ambrosia hay còn được gọi là loài một ăn gỗ nấm (xylo-mycetophagy), tất cả các giai đoạn biến thái của chúng từ trứng, sâu non, nhộng và một trưởng thành đều diễn ra trong gỗ. Loài một này thường mang các sợi nấm (ambrosia fungi), xâm nhiễm vào vách của những đường hang và trở thành thức ăn cho cả sâu non và một trưởng thành. Cả một trưởng thành và sâu non không ăn gỗ trực tiếp mà chỉ ăn sợi nấm trong hang. Chính vì vậy chúng còn được gọi là một hại gỗ gián tiếp, khác biệt với loài một hại gỗ trực tiếp thuộc họ Botrychidae, Cerambycidae, Lyctidae và Anobiidae (Lê Văn Nông, 1999).

Loài một thuộc giống *Euwallacea*

Loài một *Euwallacea fornicatus* được ghi nhận xuất hiện gây hại rừng trồng các loài keo trên diện rộng trong giai đoạn 2012-2016 ở Việt Nam (Phạm Quang Thu, 2016a). Loài một này gây hại nặng các dòng keo lai tại Tuyên Quang, gây hại trung bình ở hai khảo nghiệm tại Yên Bái và Hòa Bình.

Loài một *E. fornicatus* lần đầu tiên được ghi nhận tại Việt Nam vào năm 1992 với tên đồng nghĩa là *Xyleborus fornicatus* ở một số đảo thuộc Vịnh Bắc Bộ (Wood & Bright, 1992). Đến nay loài một *E. fornicatus* đang ngày càng xuất hiện phổ biến và trở thành sinh vật gây hại nguy hiểm trên rừng trồng keo ở Việt Nam với tỷ lệ gây hại từ 16,7 – 34,9% tại các vùng sinh thái (Phạm Quang Thu, 2016b). Loài một ambrosia này thường gây hại trên Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm từ 3 năm tuổi trở lên. Cây keo bị một mang nấm bị ảnh hưởng nghiêm trọng về thẩm mỹ và chất lượng gỗ, làm giảm giá trị đáng kể của gỗ keo khi khai thác (Phạm Quang Thu, 2016b). Bên cạnh sự gây hại ở

rừng trồng keo, loài mọt *Euwallacea* sp. lần đầu tiên ghi nhận xuất hiện và gây hại trên vườn trồng sưa tại Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Hà Nội, Hòa Bình, Nghệ An, ở rừng trồng quế tại Yên Bái (Nguyễn Minh Chí *et al.*, 2019; Stouthamer *et al.*, 2017). Một nghiên cứu đã được tiến hành sử dụng bẫy phễu kết hợp với bốn loại môi là ethanol, quercivorol, α -copeane và cubeb oil để thu bắt mọt ambrosia với kết quả thu được ba loài thuộc giống *Euwallacea* là *E. fornicatus*, *E. similis* và *E. interjectus* ở rừng trồng Keo tai tượng (Smith *et al.*, 2018).

Loài mọt thuộc giống *Xylosandrus*

Rừng trồng Keo tai tượng tại Phú Thọ đã ghi nhận bị loài mọt *Xylosandrus crassiusculus* gây hại từ năm 2008. Loài mọt này có thể gây hại đồng thời với các loài mọt ambrosia khác (Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2009). Theo kết quả nghiên cứu về sâu hại đã ghi nhận loài mọt *X. crassiusculus* cùng với *E. fornicatus* là một trong những loài gây hại chính trên Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm ở các vùng sinh thái trên cả nước. Nghiên cứu bẫy mọt sử dụng bốn loại môi khác nhau trên rừng trồng Keo tai tượng cũng đã xác định có 5 loài thuộc giống *Xylosandrus* gồm *X. crassiusculus*, *X. compactus*, *X. discolor*, *X. germanus* và *X. mancus* (Smith *et al.*, 2018).

Các loài mọt thuộc giống khác

Năm 2010 nghiên cứu sử dụng bẫy và môi nhử đã được tiến hành để điều tra thành phần các loài mọt tại rừng thông và keo tại Vĩnh Phúc. Sau thời gian 3 tháng đặt bẫy, kết quả đã ghi nhận chủ yếu loài *Dryocoetes villosus* (trên 1000 cá thể) và số ít cá thể của bốn loài mọt thuộc phân họ Scolytidae đó là *Xylosandrus* sp., *Amasa* sp., *Coccotrypes* sp., *Cnestus* sp. khi sử dụng môi nhử Apinhi (Phạm Quang Thu *et al.*, 2010). Tiếp tục điều tra trong năm 2011 với thời gian một năm tại rừng keo lai, thu được số lượng lớn cá thể của các loài mọt này (Bùi Quang Tiếp *et al.*, 2012).

Năm 2006, nguyên nhân gây chết ở rừng thông tại Tam Đảo, Vĩnh Phúc

được xác định gây ra bởi các loài Mọt thông (*Dendrotonus* sp.) và (*Ips* sp.) mang nấm. Chúng ăn các mô nhựa, tạo thành các đường hang quanh vỏ cây dẫn đến cây bị mất khả năng dẫn nước và nhựa, chết dần. Ngoài ra chúng còn mang loài nấm xanh (*Ophiostoma* sp.) xâm nhiễm vào thân cây. Sợi nấm phát triển làm tắc các mạch dẫn nước làm cho cây chết. Kết quả điều tra có khoảng 15ha rừng thông bị gây hại bởi tổ hợp nấm mọt tại Tam Đảo (Phạm Quang Thu *et al.*, 2007).

Gần đây, các nhà khoa học của Trường Đại học Bang Michigan, Trường Đại học Florida và Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam đã công bố 2 loài mọt mới cho khoa học. Hai loài mới này thuộc giống *Xyleborus*, tộc *Xyleborini*, phân họ Scolytinae, họ Curculionidae, bộ Cánh cứng Coleoptera là *Xyleborus insidiosus* và *Xyleborus mysticulus* đều được ghi nhận ở Cao Bằng (Cognato *et al.*, 2019).

1.2.2. Nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái của một số loài mọt ambrosia

Loài mọt đục thân *Euwallacea fornicatus* thường gây hại trên Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm từ 3 năm tuổi trở lên. Thân cây bị mọt đục có lỗ nhỏ, có mùn gỗ đùn như đầu tăm. Cây bị mọt hại có đường hầm chạy thẳng vào thân cây sau đó rẽ nhánh theo vòng sinh trưởng ở phần gỗ giác. Loài mọt này sau khi tấn công vào cây chủ khiến cho vỏ cây bị xì nhựa, sau khoảng 5 - 10 ngày chuyển thành màu đen. Trong quá trình đào hang vào thân cây loài mọt này mang nấm xâm nhiễm vào thân cây. Một số loài nấm có khả năng gây bệnh cho cây như loài *Fusarium euwallacea* (Phạm Quang Thu, 2016b).

Tác giả Lê Văn Bình (2018) đã xác định một số đặc điểm sinh học của mọt *E. fornicatus* trưởng thành đục qua lớp vỏ và đào đường hang vào thân cây, đồng thời đào đến đâu cấy nấm vào đến đó. Mọt qua đông trong đường hầm và bay ra ngoài vào mùa xuân khi nhiệt độ bắt đầu tăng. Sau khi vũ hóa và giao phối, mọt trưởng thành cái di chuyển sang cây chủ khác gây hại. Sau khi đào

hang khoảng hai tuần thì một trưởng thành cái bắt đầu đẻ trứng trong hang.

Đến nay mới chỉ có một số nghiên cứu ban đầu về đặc điểm sinh học và sinh thái của một *E. fornicatus*. Chưa có nghiên cứu nào cho loài một *Xylosandrus crassiusculus*. Ngoài ra các nghiên cứu cũng chưa thực sự đầy đủ, mới thực hiện trong phòng thí nghiệm, chưa xác định được các đặc điểm sinh thái ngoài hiện trường, chưa xác định được lịch phát sinh... Do đó rất cần nghiên cứu bổ sung để có cơ sở khoa học phục vụ công tác phòng chống loài một gây hại rừng trồng tại Việt Nam.

1.2.3. Nghiên cứu thành phần loài và đặc điểm sinh học của nấm do một ambrosia mang theo

Cho đến nay các nghiên cứu về thành phần loài nấm liên quan đến các loài một ambrosia còn khá hạn chế ở nước ta. Nghiên cứu về các loài nấm trên loài một *Euwallacea* sp. ở cây Thầu dầu và keo đã xác định được ba loài nấm gồm *Fusarium euwallaceae*, *Graphium euwallaceae*, *G. carbonarium*, *Graphium* sp. và *Paracremonium* sp. tại Việt Nam (Lynch *et al.*, 2016). Các loài một thuộc giống *Euwallacea* được xác định mang theo loài nấm *Fusarium euwallaceae* làm thức ăn, trưởng thành cái mang theo bào tử nấm ở gốc râu đầu và miệng (Phạm Quang Thu, 2016b). Ngoài ra, một *E. fornicatus* cũng đã được xác định có mang theo bào tử nấm gây bệnh chết héo trong rừng trồng keo với 70% mẫu một có mang nấm *C. manginecans* trên tổng số mẫu một thu từ rừng trồng Keo tai tượng đang bị bệnh chết héo (Trần Thị Thanh Tâm, 2018). Đối với rừng trồng keo, bệnh chết héo đã xuất hiện và gây hại phổ biến tại nhiều địa phương, việc đồng thời xuất hiện thêm một ambrosia có thể làm tăng nguy cơ lây lan bệnh hại. Do đó, rất cần nghiên cứu xác định loài gây hại chính, nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái, xác định thành phần các loài nấm gây bệnh do một mang theo và các biện pháp phòng trừ để có giải pháp quản lý hiệu quả.

1.3. Nhận xét chung

Từ tổng quan tài liệu nghiên cứu cho thấy, các loài mọt ambrosia gây hại khá đa dạng tập trung chủ yếu thuộc các giống *Euwallacea*, *Xylosandrus*, *Xyleborus*. Đây là các loài đã và đang gây hại nguy hiểm cho cây trồng trên khắp thế giới. Chúng mang theo một số loài nấm có khả năng gây bệnh đối với cây trồng như *Fusarium* spp., *Graphium euwallacea*, *Paracremonium pembeum*, *Geosmithia pallida*. Tại Việt Nam, keo và bạch đàn là hai loài cây trồng rừng chủ lực và chiếm phần lớn diện tích rừng trồng kinh tế. Chính vì vậy sự gây hại của các loài nấm qua việc truyền bệnh từ các loài mọt ambrosia trên rừng trồng keo và bạch đàn cần được quan tâm nghiên cứu. Đối với một số loài cây trồng lâm nghiệp khác như loài quý có giá trị thương mại cao với diện tích gây trồng ngày càng mở rộng. Đây cũng là loài cây chủ mẫn cảm đối với sự gây hại của các loài mọt ambrosia mang theo các loài nấm bệnh, phát triển trong mạch gỗ thân cây có thể làm cây bị chết.

Tuy nhiên, tính gây bệnh và đặc điểm sinh học của các loài nấm nói trên cũng như một số loài nấm khác do mọt ambrosia mang theo chưa được nghiên cứu cụ thể và toàn diện. Các loài nấm gây bệnh được xem là nguyên nhân chính dẫn đến chết cây đối với các loài cây chủ sau khi bị mọt xâm nhiễm. Do vậy, việc xác định khả năng gây bệnh của một số loài nấm do mọt ambrosia mang theo hết sức cần thiết, làm cơ sở để xây dựng các biện pháp phòng trừ các loài mọt ambrosia và đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu mức độ gây hại do mọt ambrosia gây ra.

Chương 2. NỘI DUNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

2.1.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia gây hại cây keo và một số cây lâm nghiệp khác

- Nghiên cứu định danh các loài một ambrosia gây hại cây keo và một số cây lâm nghiệp khác.

- Nghiên cứu đặc điểm sinh học của loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* gây hại cây keo và một số cây lâm nghiệp khác.

2.1.2. Nghiên cứu thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây lâm nghiệp khác

- Nghiên cứu phân lập nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.

- Nghiên cứu thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.

- Đặc điểm hình thái loài nấm do một ambrosia mang theo được ghi nhận mới cho khu hệ nấm Việt Nam.

2.1.3. Nghiên cứu đặc điểm sinh học của nấm do một ambrosia mang theo

- Nghiên cứu khả năng gây bệnh của một số loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ không khí đến sinh trưởng của hệ sợi của một số loài nấm trong nuôi cấy thuần khiết.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm đến sinh trưởng của hệ sợi của một số loài nấm trong nuôi cấy thuần khiết.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của pH môi trường dinh dưỡng đến sinh trưởng của hệ sợi của một số loài nấm trong nuôi cấy thuần khiết.

2.1.4. Đề xuất các giải pháp phòng chống tổng hợp một ambrosia và nấm do một ambrosia mang theo

2.2. Vật liệu nghiên cứu

- Các mẫu nấm phân lập được do một ambrosia mang theo.
- Cành keo lai cắt rời và cây con keo lai 8 tháng tuổi.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Nghiên cứu thành phần loài một ambrosia gây hại cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác

2.3.1.1. Phương pháp điều tra thu mẫu một ambrosia gây hại cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác

Nghiên cứu đã lựa chọn các địa điểm nghiên cứu là các tỉnh có diện tích trồng tập trung một số loài cây lâm nghiệp bao gồm Keo tai tượng (*Acacia mangium*), keo lai (*A. auriculiformis* x *A. mangium*) và Keo lá tràm (*A. auriculiformis*), Quế (*Cinnamomum cassia*), Lim xanh (*Erythrophleum fordii*), Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) và Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla*) ở miền Bắc, miền Trung và miền Nam. Các địa điểm thu mẫu trên rừng trồng keo bao gồm: Hòa Bình, Tuyên Quang, Quảng Ninh, Thái Nguyên, Bắc Giang, Yên Bái, Phú Thọ, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế; Quảng Nam, Bình Dương, Đồng Nai và Cà Mau. Địa điểm thu mẫu một ambrosia trên cây Quế tại Yên Bái và Thanh Hóa, trên Bồ đề tại Yên Bái, trên Lim xanh tại Phú Thọ và Bạch đàn uro tại Bắc Giang.

Tại mỗi địa điểm lựa chọn ngẫu nhiên 5 cây đang bị gây hại và đảm bảo có ít nhất từ 30 lỗ một/1000 cm², cắt thành từng đoạn 0,5m đựng trong các túi

nilon kín và đưa về xử lý, chế nhỏ để thu mẫu mọt tại phòng thí nghiệm Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng. Các mẫu mọt được bảo quản trong cồn 90% để tiến hành định danh và tính toán tỷ lệ mẫu thu được của mỗi loài mọt ambrosia.

2.3.1.2. Định danh mẫu mọt ambrosia bằng phương pháp hình thái học và sinh học phân tử

Phương pháp hình thái học

Các mẫu mọt được phân loại và kiểm tra trên kính hiển vi soi nổi Leica M165C (Leica Corporation, Japan) và chụp ảnh bằng phần mềm Nikon V1.18 (Nikon Corporation, Japan). Các mẫu mọt được so sánh, đối chiếu đặc điểm hình thái đầu, mảnh lưng ngực, cơ thể với các khóa phân loại về mọt ambrosia (Gomez *et al.*, 2018; Hulcr & Smith, 2010; Smith *et al.*, 2019). Ngoài ra nghiên cứu cũng tham vấn ý kiến chuyên gia là Tiến sỹ Andrew Jonhson thuộc trường Đại học Florida đã kiểm tra và xác định tên khoa học của các loài mọt ambrosia.

Phương pháp sinh học phân tử

Từ các mẫu mọt đã được định danh bằng phương pháp hình thái học, nghiên cứu tiến hành định danh các mẫu mọt *Euwallacea fornicatus* và *Euwallacea similis* bằng phương pháp sinh học phân tử dựa trên đoạn gen ty thể cytochrome coxidase subunit I (COI). Đặc điểm hình thái học của loài mọt *Euwallacea fornicatus* được ghi nhận tại Việt Nam có độ tương đồng cao với các loài thuộc tổ hợp nhóm loài *Euwallacea fornicatus* complex bao gồm *Euwallacea fornicatus*, *Euwallacea fornicatior*, *Euwallacea kuroshio*, *Euwallacea perbrevis* (Smith *et al.*, 2019). Do đó nghiên cứu về sinh học phân tử được tiến hành để khẳng định loài mọt ambrosia và sử dụng cho các phân tích nguồn gốc phát sinh loài. Nghiên cứu được tiến hành tại Phòng thí nghiệm Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ rừng.

Nghiên cứu sử dụng 18 cá thể loài *Euwallacea fornicatus* thu được để tách

chiết DNA theo phương pháp của Landi và đồng tác giả (2017). Các mẫu một được xử lý sơ bộ, rửa sạch còn bảo quản bằng nước vô trùng và để khô. Tiến hành tách riêng bộ phận chân, đầu và phần bụng để tách DNA giúp giảm nguy cơ bị nhiễm bởi các vi sinh vật khác.

Tách chiết DNA sử dụng Isolate II Genomic DNA Kit (Bioline, U.K.) theo hướng dẫn của nhà sản xuất đã được điều chỉnh cho phù hợp với mẫu một ambrosia. Sản phẩm DNA sau khi tách chiết được bảo quản ở -20°C cho đến khi thực hiện phản ứng khuếch đại gen (PCR). Thực hiện phản ứng PCR sử dụng bộ Kit MyTaqTMHS DNA Polymerase (Bioline, U.K.) với môi trước LCO1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') và môi sau HCO2413 (5'-CATCTAAAAATTTTAATTCCAGT-3'); HCO 2773 (5'-GGATAATCTCTATATCGACGAGGTAT-3') (Folmer *et al.*, 1994).

Phản ứng PCR được thực hiện trên máy chu trình nhiệt S100 thermal cycler (Bio-Rad, USA) với các điều kiện nhiệt độ cụ thể cụ thể với mỗi chu trình: đầu tiên tăng đến 94 °C duy trì trong 1 phút; sau đó giảm xuống và duy trì ở 49 °C trong 1 phút, tiếp tục tăng lên 72 °C và duy trì trong 1 phút. Tiếp sau đó có 34 chu trình tiếp theo được lặp lại và cuối cùng là giữ ở 72 °C trong 5 phút. Để đánh giá chất lượng sản phẩm tách chiết DNA, sản phẩm PCR được chạy điện di trên máy điện di Bio-Rad, sau đó chụp ảnh trên máy Molecular Imager Gel Doc XR và phần mềm Image Lab (Bio-Rad, USA). Trước khi thực hiện giải trình tự, sản phẩm được tinh sạch bằng bộ Kit ExoSAP-IT PCR Product Cleanup Reagent (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, USA).

Sản phẩm PCR tinh sạch được gửi tới công ty 1st Base (Malaysia) để giải trình tự, sử dụng Bigdye Terminator V3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, U.S.A). Với mỗi trình tự nhận được sắp xếp và chỉnh sửa các

nucleotid trên Geneious v.7.0 (<https://www.geneious.com>). Sau đó các trình tự được so sánh với các trình tự trên GenBank với công cụ BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>).

Xây dựng cây phát sinh loài: Dựa trên các trình tự gene của mẫu một ambrosia sau khi đã được hiệu chỉnh, nghiên cứu đã tiến hành dựng cây phát sinh bằng phần mềm MEGA phiên bản 7.0, sử dụng phương pháp xác xuất tối đa (Maximum Likelihood) và dựa trên mô hình tiến hóa Kimura với 1.000 lặp lại để đánh giá độ tin cậy của sự phân nhánh trên cây phát sinh loài.

2.3.1.3. Nghiên cứu đặc điểm sinh học hai loài một ambrosia *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus*

Nghiên cứu đặc điểm sinh học của hai loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* được tiến hành theo phương pháp của tác giả Biedermann và đồng tác giả (2009). Thức ăn nhân tạo có thành phần bao gồm 75 gr mùn cưa, 40gr agar, 500ml nước và 0,35gr kháng sinh streptomycin 0,01%. Thức ăn được đựng trong các ống thủy tinh trong suốt 100ml vô trùng (đường kính 3cm, cao 15cm), được hấp khử trùng ở 121 °C trong vòng 20 phút. Trưởng thành cái sau khi được thu từ đường hang trên mẫu gỗ keo thu ngoài hiện trường được thả nhanh vào cồn 70 % trong 3 giây và rửa lại bằng nước cất. Sau khi thấm khô nước trên cơ thể một bằng giấy thấm đã hấp khử trùng, thả từng cá thể trưởng thành cái vào trong ống thức ăn nhân tạo đã chuẩn bị.

Các ống thức ăn nhân tạo sau khi đã thả một được đặt ở điều kiện nhiệt độ và ẩm độ 28 °C, 80 % trong tủ định ôn nhằm xác định được các giai đoạn phát dục và vòng đời của một. Tiến hành quan sát ghi chép hàng ngày về thời gian hoàn thành của từng pha của sâu, thời gian giai đoạn trứng, các tuổi của sâu non và nhộng. Thời gian phát triển để hoàn thành một vòng đời đối với những loài biến thái hoàn toàn gồm có: trưởng thành, trứng, sâu non và nhộng; thông qua

việc theo dõi hàng ngày sau đó cộng thời gian của từng pha bằng thời gian hoàn thành vòng đời của loài sâu hại. Mô tả chi tiết các bộ phận của loài mọt ở các pha (trưởng thành, trứng, nhộng và sâu non), cụ thể như thân chia làm 3 phần (đầu, ngực và bụng); các pha này được quan sát và mô tả chi tiết các bộ phận của mọt dưới kính lúp và kính soi nổi Leica M165C. Các chỉ tiêu quan sát như hình thái, màu sắc và đo kích thước cá thể.

Phương pháp nghiên cứu tập tính của loài mọt ambrosia hại chính tiến hành thông qua nuôi sâu trong phòng thí nghiệm, kết hợp với điều tra theo dõi ngoài hiện trường và tiến hành theo dõi tập tính các pha phát triển của mọt cụ thể như pha trưởng thành, trứng, sâu non và nhộng; đồng thời mô tả đặc điểm gây hại trên cây của từng pha đối với loài mọt ambrosia hại chính. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu đặc điểm sinh học, kết hợp theo dõi tại các địa điểm điều tra sẽ đề xuất thời điểm điều tra mật độ mọt ngoài hiện trường.

2.3.2. Phương pháp nghiên cứu thành phần loài nấm do mọt ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác

2.3.2.1. Phương pháp phân lập nấm do mọt ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác

Nghiên cứu tiến hành phân lập nấm từ các mẫu mọt ambrosia trưởng thành của mỗi loài mọt ambrosia thu được. Ngoài ra, nấm được phân lập từ các đường hang của các loài mọt từ các khúc gỗ được cắt nhỏ (Lynch *et al.*, 2016). Lựa chọn 5 cá thể mọt cái của mỗi loài và đường hang tương ứng với mẫu mọt đó được tiến hành phân lập nấm. Từ đó tính toán tần suất xuất hiện của mỗi mẫu nấm do mọt mang theo. Tiến hành nghiên cứu tại phòng thí nghiệm Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ rừng.

Các mẫu mọt được bảo quản trong các lọ Eppendorf 1,5 ml được lắc rửa 3 lần với nước cất. Đầu và bụng được cắt rời và được nghiền với 200 μ L nước

cắt trong lọ Eppendorf 1,5 ml bằng chày đã được khử trùng. Sau đó hút 50 μ L dung dịch loãng chang lên bề mặt môi trường PDA có chứa kháng sinh streptomycin (0,01%). Sau 1-2 ngày tiến hành cấy làm thuần theo phương pháp cấy đỉnh sinh trưởng và cấy chuyển sang đĩa môi trường PDA mới. Ngoài ra để phân lập nấm từ các vách của đường hang, dùng các mũi kim đã được khử trùng để tách một lượng nhỏ bào tử hoặc sợi nấm trong đường hang, đặt trực tiếp lên môi trường PDA có chứa kháng sinh streptomycin (0,01%). Phần gỗ đường hang có triệu chứng bị xâm nhiễm bởi nấm như gỗ bị đen hoặc xanh đen được chẻ nhỏ thành từng miếng sau đó được hơ qua ngọn lửa đèn cồn, sau đó cắt bằng dao đã được khử trùng tại các phần giáp ranh với phần bị xâm nhiễm, đặt trên môi trường PDA có kháng sinh streptomycin (0,01%).

Để kiểm tra sự có mặt của nấm *Ceratocystis* sp. trên các mẫu mọt và mẫu gỗ tiến hành theo phương pháp của Moller & DeVay (1968). Lấy mẫu gỗ bị đen hoặc xanh trên thân cây bị mọt đục, sau đó chẻ nhỏ, kẹp vào giữa những lát cà rốt (đường kính từ 2 - 3 cm, dày khoảng 4 - 5 mm) đã được khử trùng rồi dùng parafilm cuộn lại, để trong đĩa Petri ở nhiệt độ 25 - 28 °C. Tiến hành tương tự các mẫu mọt thu được cũng đặt giữa những lát cà rốt để kiểm tra sự có mặt của nấm *Ceratocystis* sp.. Sau 3 - 5 ngày kiểm tra, dùng que cấy lấy bào tử cấy trên môi trường PDA có kháng sinh streptomycin (0,01%). Thuần khiết các mẫu nấm bằng cách cấy đỉnh sợi nấm sang môi trường PDA mới.

2.3.2.2. Nghiên cứu thành phần loài nấm do mọt ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác

2.3.2.2.1. Định danh loài nấm do mọt ambrosia mang theo

Định danh loài nấm bằng phương pháp hình thái học

Dựa trên đặc điểm hệ sợi và các dạng bào tử của nấm trên kính hiển vi quang học Olympus BX50 và tiến hành so sánh, đối chiếu với khóa phân loại,

đối chiếu với các tài liệu của các tác giả đã nghiên cứu bao gồm sách chuyên khảo về nấm *Fusarium* trong phòng thí nghiệm (Leslie & Summerell, 2008), nấm *Pestalotiopsis* (Maharachchikumbura *et al.*, 2011), và một số loài nấm khác (Peperi *et al.*, 2015; Van Wyk *et al.*, 2007).

Định danh loài nấm bằng phương pháp sinh học phân tử

Tách chiết DNA: Tiến hành tách chiết DNA từ hệ sợi nấm được nuôi cấy thuần khiết theo phương pháp glassmilk (Glen *et al.*, 2002). Hệ sợi nấm được nuôi cấy trên môi trường PDA, sau 7 ngày thu sợi nấm đựng trong lọ Eppendorf 2,0 ml bổ sung 0,1 ml dung dịch đệm (0,1M NaCl, 0,05M Tris-HCl (pH 7,5) và 0,001m EDTA) và được đồng nhất bằng máy phá tế bào với tần số 30 vòng/giây trong 30 giây. Dung dịch sau khi được đồng nhất được bổ sung thêm 500 µl dung dịch đệm (0,1M NaCl, 0,05M Tris-HCl (pH 7,5) và 0,001m EDTA) và ngâm ủ ở nhiệt độ 65 °C trong 1 giờ. Dung dịch được quay ly tâm với tốc độ 12000 vòng/ phút trong 15 phút, sau đó được hút chuyển sang lọ Eppendorf 1,5 ml mới có bổ sung thêm 10 µl glassmilk (dung dịch SiO₂) và 500 µl NaI. Sau khi ủ ở nhiệt độ -10 °C trong vòng 15 phút, dung dịch được quay ly tâm để thu cặn chiết. Cặn chiết tiếp tục được rửa hai lần với dung dịch rửa và cồn tinh khiết trước khi bổ sung 50 µl nước tinh khiết. Sản phẩm DNA sau khi được tách chiết được bảo quản ở nhiệt độ -20 °C để tiến hành quá trình PCR.

Quá trình PCR: Khuếch đại phân đoạn gen sử dụng các cặp mồi ITS1 (TCCGTAGGTGGAACCTGCGG) và ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) (White *et al.*, 1990) cho vùng gen ITS1-5.8S – ITS2 và cặp mồi EF1 (ATGGGTAAGGARGACAAGAC) và EF2 (GGARGTACCAGTSATCATG) (O'Donnell *et al.*, 1998) cho vùng gen translation elongation factor 1 α (TEF1) trên máy C1000 Touch™ Thermal

Cycler (Bio-Rad, Mỹ). Đối với cả hai vùng gen, chương trình nhiệt được thiết lập với pha biến tính ở 94°C trong 3 phút kế tiếp là 30 chu kỳ nhiệt (94°C trong 30 giây, 52°C trong 30 giây và 72°C trong 1 phút). Quá trình khuếch đại được hoàn tất ở 72°C trong 10 phút và sau đó sản phẩm PCR được bảo quản ở 10°C.

Phương pháp chạy điện di: Các sản phẩm PCR được điện di trên bản gel (2,5% agarose) ở 4 volts/cm trong 30 phút. Thang DNA 100bp (Fisher Biotec) được sử dụng để ước lượng kích cỡ DNA. Bản gel được xem trên máy chụp ảnh gel chuyên dụng Fire Reader V4 Auto.

Giải trình tự: Trình tự của các đoạn gen được đọc trên máy Genetic Analyzer, model 3500 của hãng Thermo. Các chuỗi trình tự được chỉnh sửa bằng phần mềm Geneious version 7.1.9 (Biomatters Ltd.) và được so sánh trên ngân hàng Genbank (www.ncbi.nlm.nih.gov) sử dụng công cụ BLAST (Basic Local Alignment Search Tool).

Xây dựng cây phát sinh loài: Dựa trên các trình tự gene của các loài nấm sau khi đã được chỉnh sửa, nghiên cứu đã tiến hành dựng cây phát sinh loài trên phần mềm MEGA phiên bản 7.0, sử dụng phương pháp xác xuất tối đa (Maximum Likelihood) và dựa trên mô hình tiến hóa Kimura với 1.000 lặp lại để đánh giá độ tin cậy của sự phân nhánh trên cây phát sinh loài.

2.3.2.2.2. *Xây dựng danh mục thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo*

Dựa vào kết quả nghiên cứu định danh tên khoa học các mẫu nấm phân lập trên một ambrosia, từ đó lên danh mục thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác. Danh mục thành phần loài được xếp theo như tên khoa học (tên lớp, tên bộ, tên họ, tên loài), loài một vector, cây chủ và địa điểm thu mẫu.

Từ danh mục thành phần loài nấm phân lập trên một ambrosia, đối chiếu với các tài liệu đã công bố xác định các loài nấm đã được ghi nhận tại Việt Nam trước đây bao gồm các tài liệu sau: Thực vật Việt Nam – phần Nấm (Trung tâm tài nguyên và môi trường, 2001), khu hệ nấm mốc tại Việt Nam (Đặng Vũ Hồng Miên, 2015), đa dạng các loài nấm *Fusarium* gây bệnh trên một số loại cây trồng nông nghiệp (Le *et al.*, 2021; Le *et al.*, 2024; Le Thi *et al.*, 2022; Mostert *et al.*, 2017; Nguyen *et al.*, 2024), kết quả điều tra bệnh cây ở Việt Nam (Viện BVTV, 1976, 1999). Ngoài ra nghiên cứu cũng sử dụng các cơ sở dữ liệu để tra cứu bao gồm cơ sở dữ liệu Quốc gia về Khoa học công nghệ (VISTA) và cơ sở dữ liệu GoogleScholar.

2.3.2.3. Mô tả đặc điểm hình thái, hiển vi các loài nấm do một ambrosia mang theo được ghi nhận mới cho khu hệ nấm Việt Nam

Tiến hành nuôi cấy các mẫu nấm trên môi trường PDA trong đĩa petri và đặt trong tủ định ôn ở nhiệt độ 28 ± 1 °C trong 7 - 10 ngày. Theo dõi và mô tả đặc điểm hình thái các giai đoạn phát triển của nấm, các dạng bào tử và đo kích thước và chụp ảnh các dạng bào tử của nấm trên kính hiển vi quang học Olympus BX50 được kết nối với thiết bị chụp ảnh bằng phần mềm Nikon V1.18 (Nikon Corporation, Japan).

2.3.3. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh học của một số loài nấm do một ambrosia mang theo

2.3.3.1. Phương pháp đánh giá tính gây bệnh của các loài nấm do một ambrosia mang theo

2.3.3.1.1. Phương pháp gây bệnh nhân tạo trên cành keo lai cắt rời

Thời gian tiến hành nghiên cứu từ tháng 10/2021 đến tháng 12/2021 tại phòng thí nghiệm Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ rừng.

Gây bệnh trên cành keo lai theo phương pháp gây bệnh dưới vỏ của O'gara và đồng tác giả (1996). Tiến hành lựa chọn các cành keo lai bánh tẻ trên cây keo 3 năm tuổi, cành có đường kính từ 1,0 - 1,2 cm cắt thành từng đoạn 30 cm. Sau khi cắt, hai đầu cành được nhúng ngay trong parafin lỏng nhằm giữ ẩm cho cành và tránh bị nấm bệnh xâm nhiễm qua vết cắt, bảo quản ở 25 - 28 °C đưa về phòng thí nghiệm để gây bệnh nhân tạo.

Phương pháp gây bệnh nhân tạo: tiến hành đục bỏ vỏ có đường kính 0,5 cm ở giữa cành, cắt một miếng môi trường đường kính tương ứng có chứa sợi nấm úp vào trong, đặt bông ẩm phía ngoài và dùng parafin bọc kín. Thí nghiệm với 10 cành/loài nấm và được lặp lại 3 lần, bố trí thí nghiệm hoàn toàn ngẫu nhiên. Công thức đối chứng được tiến hành tương tự nhưng sử dụng thạch để thay thế cho các mẫu nấm khi gây bệnh. Các cành sau khi gây bệnh được bảo quản ở nhiệt độ 25 - 28 °C, sau 10 ngày tiến hành đo chiều dài vết bệnh trên cành. Đồng thời cắt 5 đoạn, mỗi đoạn 1,0 cm ở mỗi đầu cành ở vị trí sát vết bệnh và tiến hành phân lập nấm để kiểm tra. Tính gây bệnh của các mẫu nấm phân lập trên một ambrosia dựa vào chiều dài vết bệnh theo phương pháp đo chiều dài vết bệnh (Nguyễn Minh Chí & Phạm Quang Thu, 2016).

Bảng 2.1: Phân cấp khả năng gây bệnh của các mẫu nấm trên cành keo lai cắt rời

Cấp bệnh	Chiều dài vết bệnh trên cành (L)	Khả năng gây bệnh
0	$L = 0 \text{ cm}$	Không gây bệnh
1	$L \leq 5 \text{ cm}$	Gây bệnh yếu
2	$5 \text{ cm} < L \leq 10 \text{ cm}$	Gây bệnh trung bình
3	$10 \text{ cm} < L \leq 15 \text{ cm}$	Gây bệnh mạnh
4	$L > 15 \text{ cm}$	Gây bệnh rất mạnh

2.3.3.1.2. Phương pháp gây bệnh nhân tạo tại vườn ươm

Gây bệnh nhân tạo tại vườn ươm theo quy tắc Koch được thực hiện trên cây keo lai 8 tháng tuổi, chiều cao cây đạt từ 40 – 60 cm, đường kính gốc từ

0,3 – 0,5 cm. Mỗi loài nấm được tiến hành gây bệnh trên 10 cây con và được bố trí thí nghiệm theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp. Công thức đối chứng được tiến hành tương tự nhưng sử dụng thạch để thay thế cho các mẫu nấm khi gây bệnh. Giữa các khối thí nghiệm được ngăn cách bằng nilon cao 1,5m để tránh ảnh hưởng giữa các khối. Trong mỗi khối, các công thức gây bệnh được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Tiến hành đục một lỗ sâu vào thân cây qua lớp vỏ đến phần lõi gỗ, vị trí cách gốc 20 – 25cm. Sau đó đục vào đĩa thạch có chứa nấm bệnh với đường kính tương ứng và đặt vào vị trí vết thương vừa tạo. Dùng bông đã được hấp khử trùng đặt lên trên vết bệnh để giữ ẩm sau đó dùng băng parafin cuốn lại. Sau 45 ngày thí nghiệm, đánh giá hoạt tính gây bệnh của các mẫu nấm dựa theo chiều dài vết bệnh trên thân và tình trạng sức khỏe của cây theo phương pháp của tác giả Phạm Quang Thu và đồng tác giả (2012) có điều chỉnh cho phù hợp như sau:

Bảng 2.2: Phân cấp khả năng gây bệnh trên cây con vườn ươm của các mẫu nấm

Cấp	Mức độ	Triệu chứng
-	Không có hoạt tính gây bệnh	Không có vết bệnh trên thân, cây khỏe.
+	Hoạt tính gây bệnh yếu	Chiều dài vết bệnh nhỏ hơn 5 cm.
++	Hoạt tính gây bệnh trung bình	Chiều dài vết bệnh ≥ 5 đến < 10 cm, hoặc lá cây bắt đầu chuyển màu hơi úa vàng.
+++	Hoạt tính gây bệnh mạnh	Chiều dài vết bệnh ≥ 10 đến < 15 cm, hoặc lá cây đã chuyển màu vàng.
++++	Hoạt tính gây bệnh rất mạnh	Chiều dài vết bệnh > 15 cm, hoặc lá bị héo, khô, rụng, cây chết.

2.3.3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ không khí đến sinh trưởng của hệ sợi nấm trong nuôi cấy thuần khiết

Nghiên cứu tiến hành đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ không khí đến sinh trưởng của năm loài nấm gồm *Fusarium kuroshium*, *F. metavorans*, *F. euwallaceae*, *F. solani* và *Ambrosiella roeperi*. Đây là các loài nấm có tính gây bệnh cao nhất trong thí nghiệm đánh giá tính gây bệnh của nấm trên cây con keo lai ở vườn ươm. Ngoài ra hai loài nấm *F. euwallaceae* và *Ambrosiella roeperi* cũng được lựa chọn là hai loài nấm có liên quan quan mật thiết và được hai loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* sử dụng làm thức ăn cho sâu non và trưởng thành.

Sợi nấm của mỗi loài nấm sau khi được định danh sẽ được bảo quản trong ống 5ml chứa nước cất khử trùng. Chuẩn bị các đĩa petri có chứa môi trường PDA đã được hấp khử trùng ở 121 °C trong 20 phút. Sợi nấm sau khi đã được cấy truyền từ ống cất giống và làm thuần sẽ tiến hành đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ đến sinh trưởng của hệ sợi. Tiến hành cấy nấm gây bệnh vào chính giữa đĩa Petri, sau đó xếp các đĩa này vào các tủ định ôn có các thang nhiệt khác nhau 10 °C ±1; 15 °C ±1; 20 °C ±1; 25 °C ±1; 30 °C ±1; 35 °C ±1, mỗi thang nhiệt sử dụng 10 đĩa thạch, thí nghiệm lặp lại 3 lần ngẫu nhiên hoàn toàn. Đo đường kính trung bình của hệ sợi nấm định kỳ sau 24, 48, 72 giờ làm kết quả đánh giá sự phát triển của nấm gây bệnh.

2.3.3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm không khí đến sinh trưởng của hệ sợi nấm trong nuôi cấy thuần khiết

Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm không khí đến khả năng sinh trưởng của nấm gây bệnh được tiến hành theo tác giả Booth (1971), pha NaCl với các nồng độ khác nhau trong bình hút ẩm có đường kính 350 mm, chiều cao 250 mm để tạo môi trường không khí có độ ẩm không khí (RH%)

khác nhau cụ thể như sau:

Bảng 2.3: Công thức tạo môi trường độ ẩm nuôi cấy hệ sợi nấm

Công thức	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
NaCl (g/lít)	0	16	32	48	64
RH%	100	90	80	70	60

Dung dịch pha xong đổ vào bình hút ẩm, mỗi bình đổ 1000 ml đầy nắp bình để trong điều kiện tối ở nhiệt độ $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Cấy nấm vào chính giữa đĩa thạch PDA, mỗi bình hút ẩm đặt đĩa thạch đã cấy nấm bệnh, đầy nắp lại để trong tối ở nhiệt độ phòng. Đối với mỗi loài nấm, mỗi công thức độ ẩm sử dụng 10 đĩa thạch, thí nghiệm được lặp lại 3 lần ngẫu nhiên hoàn toàn. Định kỳ sau 24, 48, 72 giờ đo kết quả đường kính trung bình của hệ sợi nấm qua 5 công thức độ ẩm (60%, 70%, 80%, 90% và 100%) làm kết quả đánh giá sự phát triển của hệ sợi nấm.

2.3.3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của pH môi trường dinh dưỡng đến sinh trưởng của hệ sợi nấm trong nuôi cấy thuần khiết

Điều chỉnh pH của môi trường nuôi cấy bằng acid HCl 10% và KOH 10% để tạo môi trường dinh dưỡng có pH khác nhau 4, 5, 6, 7, 8.

Sau khi điều chỉnh pH trong các bình tam giác, môi trường được hấp khử trùng ở 121°C và 1 atm trong 30 phút. Đổ môi trường có các mức pH khác nhau vào các đĩa Petri đã được khử trùng dày 2 - 3 mm. Sau khi mặt thạch khô, đông cứng, tiến hành cấy nấm vào chính giữa đĩa thạch, băng kín để vào tủ định ôn. Mỗi mẫu nấm bệnh được cấy trên 10 đĩa thạch ở các thang pH khác nhau. Thí nghiệm lặp lại 3 lần ngẫu nhiên hoàn toàn, nuôi cấy trong tủ định ôn, định kỳ sau 24, 48, 72 giờ đo đường kính trung bình của hệ sợi để đánh giá ảnh hưởng của pH đến sinh trưởng của hệ sợi nấm.

Tốc độ sinh trưởng của nấm gây bệnh được tính bằng cách đo đường kính

trung bình của hệ sợi trong những ngày nuôi cấy (mm) chia cho thời gian nuôi cấy (ngày).

2.3.4. Đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp do một ambrosia và nấm do một ambrosia mang theo

Luận án kế thừa các thí nghiệm về các biện pháp phòng chống loài một ambrosia đã được nghiên cứu của đề tài cấp Bộ “*Nghiên cứu phòng trừ tổng hợp một số loài sâu ăn lá chính và một đục thân Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm ở Việt Nam*” do chính bản thân nghiên cứu sinh làm chủ trì. Các kết quả nghiên cứu phòng chống một ambrosia đã được thử nghiệm trên các mô hình của đề tài và nhân rộng cho một số đơn vị sản xuất để hoàn thiện và xây dựng quy trình phòng chống tổng hợp loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus*. Quy trình đã được Cục Bảo vệ thực vật công nhận là Tiến bộ kỹ thuật (TBKT 01-122: 2023/BVTV), trong đó nghiên cứu sinh là tác giả chính.

Các biện pháp phòng chống tổng hợp được tiếp cận với đối tượng một ambrosia là vector mang theo các loài nấm bệnh gây hại cho cây chủ, bao gồm điều tra, theo dõi định kỳ sự xuất hiện của các loài một ambrosia, biện pháp lâm sinh (bón phân, vệ sinh rừng) để tăng đề kháng cho rừng trồng, biện pháp vật lý sử dụng bẫy môi thu bắt trưởng thành, biện pháp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sinh học và cuối cùng sử dụng đến thuốc bảo vệ thực vật hóa học khi mật độ một tăng cao.

2.3.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý theo các phương pháp xử lý số liệu bằng phần mềm R (version 2022.07.1) kết hợp với các phương pháp xử lý số liệu thông dụng bằng phần mềm Excel, cụ thể như sau:

* *Xử lý số liệu về tỷ lệ mẫu một ambrosia thu được*

$$P \% = (n/N) \times 100 \quad (3.1)$$

Trong đó: n: Số mẫu một thu được của loài một i; N: Tổng số mẫu một thu được

** Xử lý số liệu về tần suất bắt gặp các mẫu nấm phân lập trên một ambrosia*

$$F \% = (t/T) \times 100 \quad (3.2)$$

Trong đó: t: Số mẫu xuất hiện mẫu nấm i; T: Tổng số mẫu phân lập

Các tản nấm phân lập có đặc điểm hình thái (đặc điểm hệ sợi, đặc điểm bào tử) được gộp chung thành mẫu nấm.

** Xử lý số liệu về đánh giá tính gây bệnh của nấm trên cành keo cắt rời và cây con ở vườn ươm*

Phân tích thống kê chỉ tiêu chiều dài vết bệnh của các loài nấm khác nhau bằng tiêu chuẩn Tukey ($p = 0,05$) trên phần mềm R (version 2022.07.1).

** Xử lý số liệu về ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm và pH môi trường dinh dưỡng đến sinh trưởng của hệ sợi nấm*

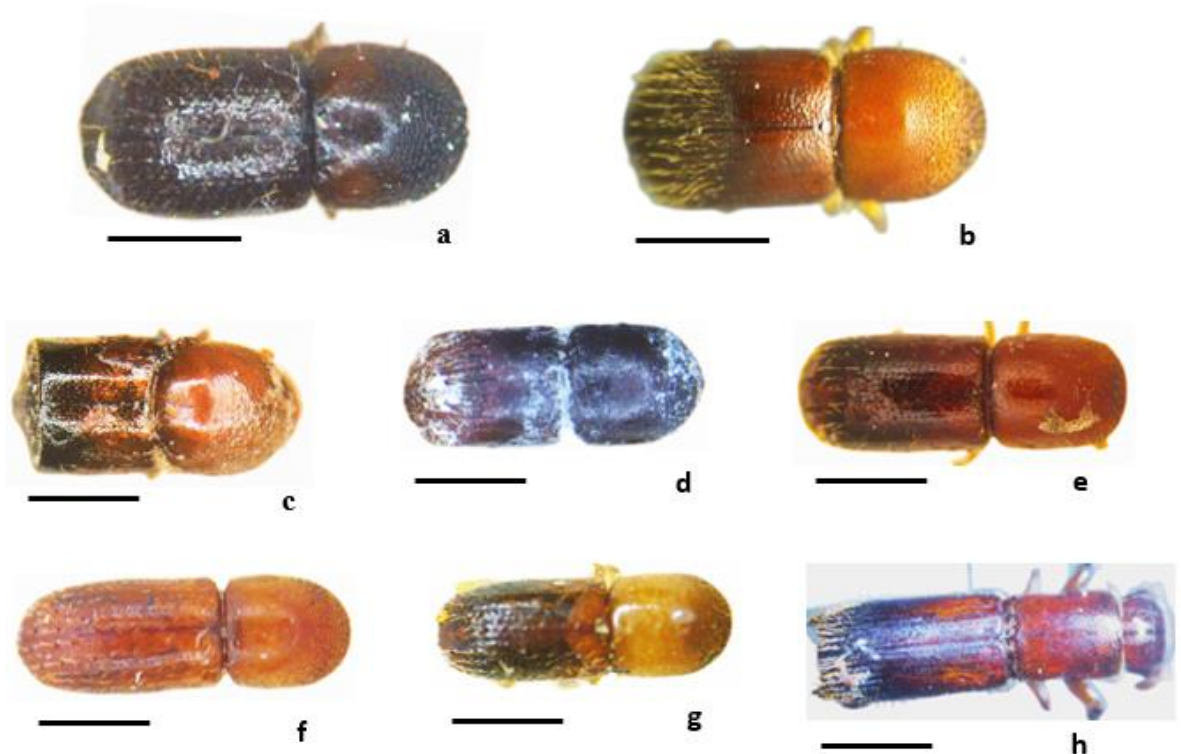
Các chỉ tiêu sinh trưởng của hệ sợi nấm gồm đường kính trung bình hệ sợi, sai số được tính toán và thể hiện bằng các biểu đồ cột trên phần mềm Excel.

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần loài một ambrosia gây hại trên cây keo và một số cây lâm nghiệp khác

3.1.1. Kết quả định danh một số loài một ambrosia gây hại trên keo và một số cây lâm nghiệp khác

Từ kết quả điều tra thu mẫu một ambrosia gây hại trên các loài cây chủ khác nhau gồm Keo tai tượng, keo lai, Keo lá tràm, Bạch đàn Uro, Quế, Lim xanh và Bò đề, nghiên cứu đã tiến hành định danh các loài một ambrosia dựa trên đặc điểm hình thái học. Kết quả xác định các loài một ambrosia được định danh trên các loài cây trồng lâm nghiệp được tổng hợp theo Bảng 3.1.



Hình 3.1: Các loài một ambrosia được định danh bằng phương pháp hình thái học. Thước 1mm

a - *Euwallacea fornicatus*; b - *Xylosandrus crassiusculus*; c - *Xylosandrus mancus*; d - *Arixyleborus nudulus*; e - *Euwallacea similis*; f - *Xyleborus perforans*; g - *Xyleborinus artestriatus*; h - *Euplatypus parallelus*

Bảng 3.1: Các loài một ambrosia gây hại trên một số loài cây lâm nghiệp đã được định danh

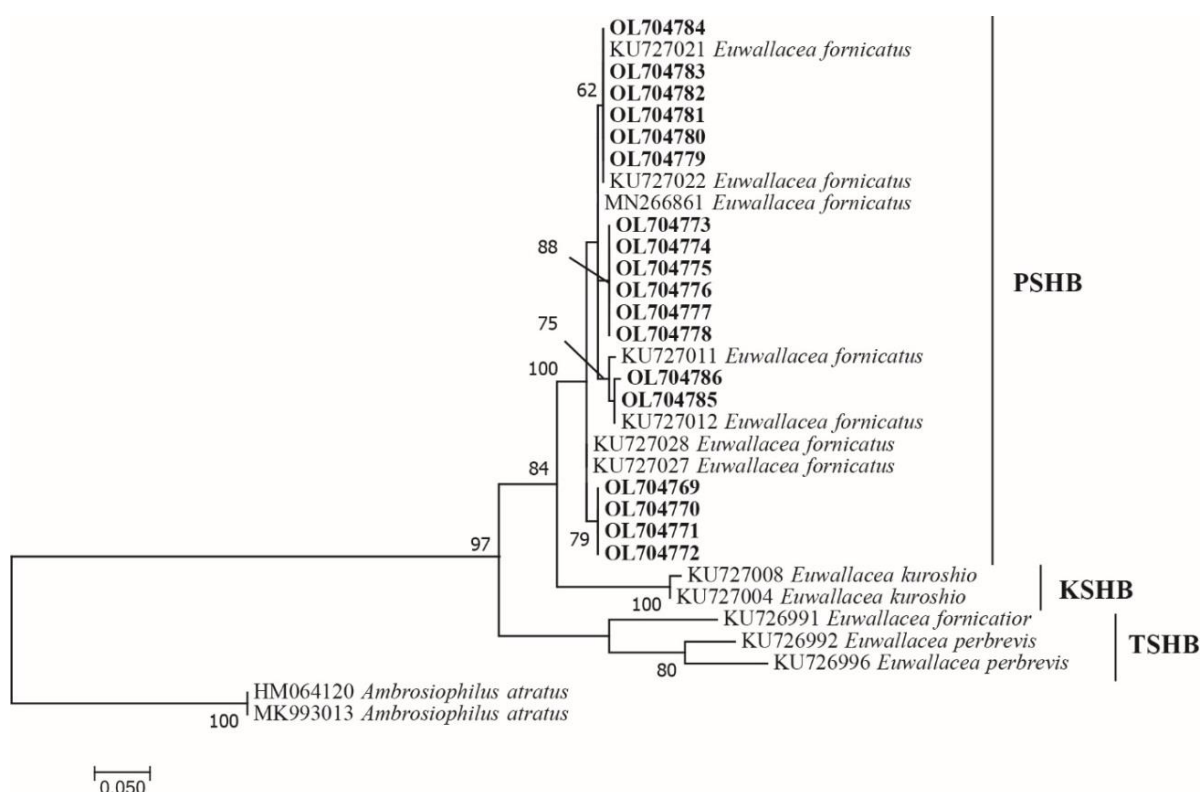
TT	Loài một ambrosia	Cây chủ	Tỷ lệ mẫu một thu được (%)	Bộ phận thu mẫu
1	<i>Arixyleborus nudulus</i>	Keo tai tượng, Bò đề	1,6	Thân
2	<i>Euplatypus parallelus</i>	Keo lai	3,2	Thân
3	<i>Euwallacea fornicatus</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà, Quế, Bò đề	31,3	Thân, cành
4	<i>Euwallacea similis</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà, Lim xanh	13,2	Thân
5	<i>Xyleborus perforans</i>	Bạch đàn uro	10,9	Thân
6	<i>Xyleborinus artestriatus</i>	Bạch đàn uro	7,5	Thân
7	<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà, Quế, Lim xanh	23,6	Thân, cành
8	<i>Xylosandrus mancus</i>	Quế	8,7	Thân, cành

Qua nghiên cứu tổng số có 8 loài một ambrosia thu thập đã được định danh dựa trên các đặc điểm hình thái học bao gồm *Euwallacea fornicatus*, *Xylosandrus crassiusculus*, *Xylosandrus mancus*, *Arixyleborus nudulus*,

Euwallacea similis, *Xyleborus perforans*, *Euplatypus parallelus*, *Xyleborinus artestriatus*. Đặc điểm triệu chứng và gây hại của các loài mọt ambrosia thu được tương đối giống nhau trên các loài cây chủ khác nhau. Trong đó, loài mọt *E. fornicatus* gây hại trên các cây chủ khác nhau (Keo tai tượng, keo lai, Keo lá tràm, Quế, và Bò đề) đều có đặc điểm xuất hiện các lỗ mọt nhỏ như đầu tăm, phân mọt đùn ra có màu trắng, sau chuyển thành đen và bên ngoài lỗ mọt có xuất hiện chảy nhựa. Còn lại các loài mọt khác khi gây hại trên các cây chủ gồm Keo tai tượng, keo lai, Keo lá tràm, Bạch đàn uro, Lim xanh và Quế đều có phân mọt màu trắng đùn ra ở lỗ mọt.

Kết quả nghiên cứu trên bảy loài cây chủ khác nhau cho thấy số loài mọt ambrosia xuất hiện trên các loài keo gồm Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm chiếm nhiều nhất (5/8 loài). Tiếp đến là cây Quế có ba loài mọt ambrosia xuất hiện và gây hại gồm *E. fornicatus* và hai loài *Xylosandrus*. Các loài cây chủ còn lại Lim xanh, Bò đề và Bạch đàn uro đều chỉ ghi nhận có hai loài mọt xuất hiện. Nhìn chung, trên rừng trồng các loài keo được ghi nhận có số lượng loài mọt ambrosia thu được nhiều nhất. Điều này có thể do với diện tích lớn và được trồng ở nhiều vùng sinh thái khác nhau trên cả nước dẫn đến các loài mọt ambrosia gây hại khá đa dạng và phong phú hơn so với các loài cây chủ khác.

Trong số các loài mọt ambrosia thu thập được, riêng loài mọt *Euwallacea fornicatus* được xác định thuộc tổ hợp gồm nhiều loài có đặc điểm hình thái khác biệt rất nhỏ giữa các loài khác nhau trong tổ hợp *Euwallacea fornicatus* complex. Do đó, trong nghiên cứu này tiếp tục tiến hành định danh cho loài mọt *Euwallacea fornicatus* theo phương pháp sinh học phân tử dựa trên trình tự DNA trên vùng gen cytochrome c oxidase subunit I (COI). Các trình tự gen được sử dụng xây dựng cây phát sinh loài và trình bày theo Hình 3.2.

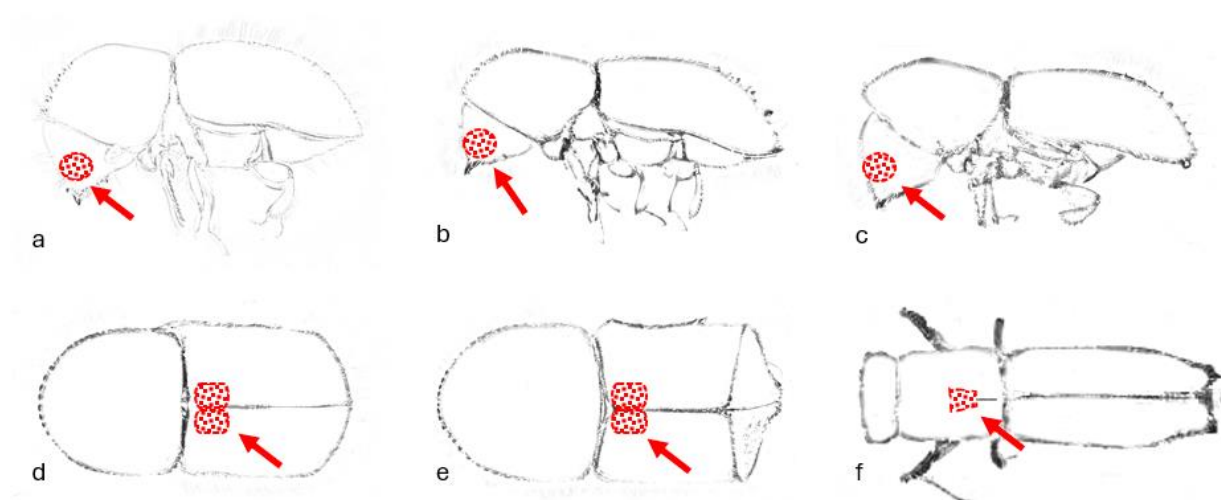


Hình 3.2: Cây phát sinh loài dựa trên phân tích hợp lý tối ưu (Maximum likelihood) vùng gen COI của loài một *Euwallacea fornicatus* trên phần mềm MEGA. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. *Ambrosiophilus atratus* (HM064120 and MK993013) đại diện cho nhóm ngoài (Outgroup). Thước: độ biến động 5%.

Tổ hợp loài *Euwallacea fornicatus* complex khá đa dạng, hiện nay được phân chia thành nhiều phân nhóm có đặc điểm hình thái học tương đồng với nhau. Các phân nhóm bao gồm TSHB (Tea Shot Hole Borer), KSHB (Kuroshio Shot Hole Borer) và PSHB (Polyphagous Shot Hole Borer). Trong đó nhóm TSHB với đại diện là loài *Euwallacea perbrevis* và *E. fornicator*, nhóm KSHB đại diện là loài *E. kuroshio* và nhóm PSHB đại diện là loài *E. fornicatus* (Smith *et al.*, 2019). Kết quả phân tích các trình tự gen ở vùng gen COI cho thấy các mẫu một *E. fornicatus* thu ở Việt Nam thuộc nhóm loài PSHB. Các trình tự gen của loài *E. fornicatus* trong nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả phân tích trình tự gene (KU727021, KU727022, KU727012) từ các mẫu một *E. fornicatus* thu tại Việt Nam trước đây (Smith *et al.*, 2019; Stouthamer *et al.*,

2017).

Trên cơ sở kết quả định danh bằng phương pháp hình thái học và phân tích trình tự gen đã xác định 8 loài một ambrosia trên các cây trồng lâm nghiệp hiện nay. Trong đó có hai loài một ambrosia có tỷ lệ mẫu một thu được nhiều nhất trong tổng số mẫu một thu được đó là hai loài *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* với tỷ lệ lần lượt là 31,3% và 23,6% (Bảng 3.1). Đây cũng là hai loài xuất hiện rất phổ biến trên các loài cây lâm nghiệp tại Việt Nam thời gian gần đây như Quế, Keo tai tượng, keo lai, Keo lá tràm, Lim xanh và bạch đàn (Phạm Quang Thu, 2016a). Mặc dù một số nghiên cứu trước đây đã ghi nhận các loài một khác nhau thuộc hai giống *Euwallacea* (*Euwallacea andamanensis*, *E. destruens*, *E. geminus*, *E. gravelyi*, *E. interjectus*, *E. perbrevis*, *E. piceus*, *E. sibsagaricus*, *E. validus*, *E. velatus*) và giống *Xylosandrus* (*Xylosandrus adherescens*, *X. amputatus*, *X. beelsoni*, *X. compactus*, *X. discolor*, *X. eupatorii*, *X. formosae*, *X. germanus*, *X. morigerus*, *X. spinifer*, *X. subsimiliformis*) tại Việt Nam. Tuy nhiên, các loài nêu trên được điều tra thu thập tại các vườn quốc gia hoặc khu bảo tồn thiên nhiên và không được xác định là các loài một gây hại cho cây chủ (Smith *et al.*, 2020). Do đó nghiên cứu đi sâu xác định đặc điểm gây hại, đặc điểm hình thái và vòng đời của hai loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* (Hình 3.1a và Hình 3.1b) làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về giải pháp quản lý tổng hợp loại một ambrosia là vector mang nấm có khả năng gây bệnh.



Hình 3.3: Vị trí túi mang nấm ‘mycangia’ trên số loài một ambrosia
a-*Euwallacea fornicatus*; b- *Euwallacea similis*; c- *Xyleborus perforans*;
d- *Xylosandrus crassiusculus*; e- *Xylosandrus mancus*; f- *Euplatypus parallelus*)

3.1.2. Nghiên cứu đặc điểm sinh học hai loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus*

3.1.2.1. Loài một *Euwallacea fornicatus*

Đặc điểm gây hại

Đối với các loài keo, cây từ 3 năm tuổi trở lên thường bị loài một *Euwallacea fornicatus* gây hại, tuy nhiên trong một số nơi có ghi nhận cây mới chỉ hơn 2 năm tuổi đã bị một ambrosia gây hại. Đối với cây Quế từ 5 năm tuổi đã bắt đầu bị loài một này tấn công. Mặc dù chúng gây hại ở các loài cây chủ khác nhau nhưng đặc điểm gây hại khá tương đồng. Lỗ một xuất hiện nhỏ như đầu tăm, phân một đùn ra có màu trắng, sau chuyển thành đen. Bên ngoài lỗ một có xuất hiện chảy nhựa (Hình 3.4a), bên trong có các đường hang khi chẻ ra, một thường đục thẳng vào thân cây xuyên qua lớp vỏ, sau đó đào hang rẽ nhánh theo vòng tăng trưởng của cây ở phần gỗ giác (Hình 3.4b-c). Trong quá trình tạo đường hang, một mang nấm vào trong đường hang để làm thức ăn cho sâu non. Nấm phát triển trong thân cây, làm biến màu gỗ, gây tắc các mạch dẫn

làm cây thiếu nước gây nên hiện tượng héo và chết.



Hình 3.4: Đặc điểm gây hại của loài mọt *E. fornicatus*

(a) Thân cây bị mọt ambrosia gây hại; (b-c) Mặt cắt ngang thân cây tại vị trí đường hang mọt trên Keo tai tượng

Đặc điểm tập tính

Các giai đoạn phát triển của mọt từ trưởng thành, trứng và sâu non, nhộng đều được tìm thấy trong đường hầm của mọt ở thân cây. Mọt qua đông trong đường hầm và bay ra ngoài khi nhiệt độ không khí bắt đầu tăng. Con cái có nhiệm vụ đào hang và nắm được mang theo vào trong đường hang qua khoang miêng của mọt trưởng thành phát triển lan rộng ra toàn bộ hang và lan dần vào mạch gỗ thân cây. Sau khi vũ hóa và giao phối, trưởng thành cái bay ra ngoài và bắt đầu tấn công cây chủ khác. Sau khi đào hang ít nhất hai tuần thì con cái bắt đầu đẻ trứng. Khi sâu non nở ra sẽ ăn sợi nấm trong đường hang để tiếp tục phát triển và hoàn thành vòng đời.

Đặc điểm hình thái và vòng đời

Loài mọt *E. fornicatus* phát triển qua 4 giai đoạn: Trưởng thành, trứng, sâu non và nhộng.

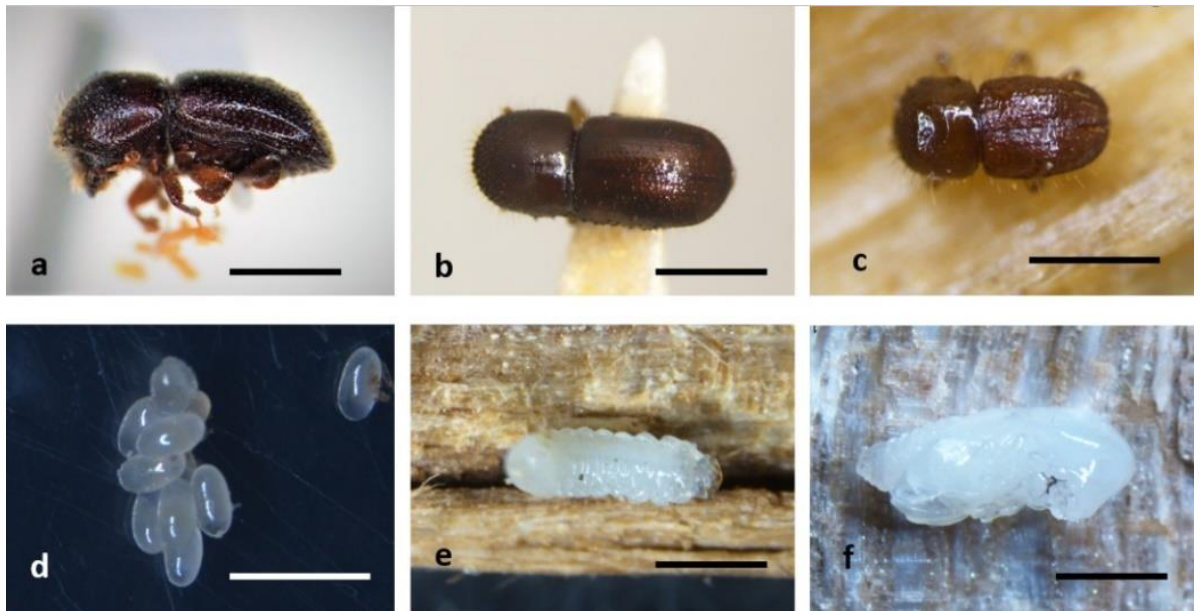
- Trưởng thành: Con cái có chiều dài từ 1,83 đến 1,90mm, khi mới vũ hóa màu nâu sau chuyển sang màu nâu đen và đen, con đực nhỏ hơn có chiều dài từ 1,45 đến 1,65mm, cơ thể màu nâu hoặc nâu sẫm. Râu đầu con đực và con

cái có dạng hình chùy với đốt thứ tư phình to, đốt chân râu dài nằm ở giữa phần mắt với phần hàm dưới của miệng. Râu đầu của con cái và con đực có sự khác nhau về mật độ cơ quan cảm giác ở con cái nhiều hơn.

- Trứng: hình oval, dài khoảng từ 0,23 đến 0,4mm, có màu trắng sữa đến màu trắng, thường nằm ở cuối đường hang trên cành, thân bị hại. Số trứng trong mỗi nhóm từ 12- 18 quả.

- Sâu non: có 3 tuổi. Ở tuổi 1 sâu non có chiều dài từ 0,90 - 0,97mm, bề ngang từ 0,37 - 0,42mm có màu trắng sữa. Ở tuổi 2 chiều dài cơ thể từ 1,3 - 1,36mm, rộng từ 0,44 - 0,50mm có màu trắng. Ở tuổi 3 sâu non chuyển từ màu trắng sang vàng nhạt, phần đầu đã có nhiều tấm chắn bảo vệ xuất hiện chiều dài từ 1,80 - 1,85mm, rộng từ 0,60 - 0,67mm.

- Nhộng: kích thước từ 1,97 - 2,07mm, rộng từ 0,97 - 1,07mm, khi mới hóa nhộng có màu trắng, sau chuyển sang nâu đến vàng nhạt.



Hình 3.5: Đặc điểm hình thái của loài mọt *Euwallacea fornicatus*
(a-b) Trưởng thành cái; (c) Trưởng thành đực; (d) Trứng, (e) Sâu non;
(f) Nhộng (Thước: 1mm)

3.1.2.2. Loài mọt *Xylosandrus crassiusculus*

Đặc điểm gây hại

Cây từ 2 năm tuổi trở lên đã xuất hiện lỗ do mọt *Xylosandrus crassiusculus* gây ra. Riêng đối với loài cây Quế ghi nhận loài mọt này xuất hiện ở cây trên 5 năm tuổi và đối với loài cây Lim xanh xuất hiện ở cây 15 năm tuổi. Đặc điểm gây hại trên các cây chủ khác nhau nhìn chung đều có thân cây xuất hiện các lỗ nhỏ từ 1-2mm, phân mọt đùn ra có màu trắng, sau chuyển thành đen, thường khá cứng dính vào nhau khó rơi tạo thành những khối dài bám trên thân cây ngay tại vị trí lỗ mọt (Hình 3.6a-c). Bên trong đường mọt khi chẻ ra, mọt thường đục thẳng vào thân cây xuyên qua lớp vỏ, sau đó đào hang rẽ nhánh theo vòng tăng trưởng của cây ở phần gỗ giác. Trong quá trình tạo đường hang, mọt mang nấm vào trong đường hang để làm thức ăn cho sâu non. Nấm phát triển trong thân cây, làm biến màu gỗ, gây tắc các mạch dẫn làm cây thiếu nước gây nên hiện tượng héo và chết.



Hình 3.6: Đặc điểm gây hại của loài mọt *X. crassiusculus* trên cây chủ

(a) Keo lai; (b) Quế; (c) Lim xanh

Đặc điểm tập tính

Tương tự như loài mọt đục thân *Euwallacea fornicatus*, các giai đoạn phát triển của mọt từ trưởng thành, trứng và sâu non, nhộng đều được tìm thấy trong

đường hàng của một ở thân cây. Sau khi vũ hóa và giao phối, trưởng thành cái bay ra ngoài và bắt đầu tấn công cây chủ khác. Sau khi đào hang trên cây chủ mới con cái bắt đầu đẻ trứng. Khi sâu non nở sẽ ăn sợi nấm để phát triển. Tuy nhiên loài nấm mà chúng mang theo khi nhiễm vào đường hang để nuôi sâu non là nấm *Ambrosiella roeperi*, một loài nấm khác so với loài nấm do một *Euwallacea fornicatus* mang theo.

Đặc điểm hình thái và vòng đời

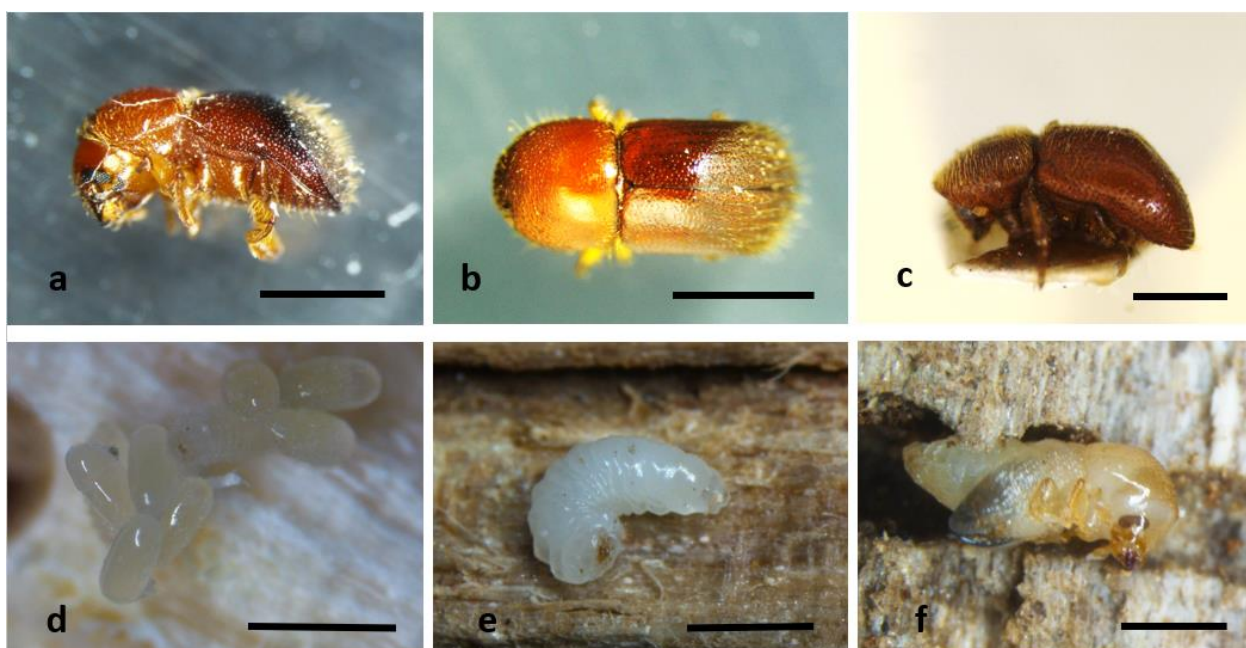
Loài một *Xylosandrus crassiusculus* phát triển qua 4 giai đoạn: Trưởng thành, trứng, sâu non và nhộng.

- Trưởng thành: Con cái có chiều dài từ 1,95 đến 2,45mm, khi mới vũ hóa màu nâu sau chuyển sang màu nâu đen và đen, con đực nhỏ hơn có chiều dài từ 1,55 đến 1,70mm, cơ thể màu nâu hoặc nâu sẫm. Râu đầu con đực và con cái có dạng hình chùy, 5 đốt với đốt cuối phình to. Nếu nhìn từ trên xuống đầu của một trưởng thành được giấu kín dưới mảnh lưng ngực trước.

- Trứng: hình oval, dài khoảng từ 0,25 đến 0,50mm, có màu trắng sữa đến màu trắng, thường nằm ở cuối đường hang trên cành, thân bị hại. Số trứng trong mỗi nhóm từ 10 - 15 quả.

- Sâu non: có 3 tuổi. Ở tuổi 1 sâu non có chiều dài từ 0,95 đến 1,0 mm, bề ngang từ 0,35 đến 0,50mm có màu trắng sữa. Ở tuổi 2 chiều dài cơ thể từ 1,3 đến 1,45mm, rộng từ 0,45 đến 0,55mm có màu trắng. Ở tuổi 3 sâu non chuyển từ màu trắng sang vàng nhạt, phần đầu đã có nhiều tấm chắn bảo vệ xuất hiện chiều dài từ 1,95 đến 2,05mm, rộng từ 0,65 đến 0,70mm.

- Nhộng: kích thước từ 1,98 đến 2,55mm, rộng từ 0,95 đến 1,25mm, khi mới hóa nhộng có màu trắng, sau chuyển sang nâu đến vàng nhạt.



Hình 3.7: Đặc điểm hình thái các pha của loài mọt *Xylosandrus crassiusculus*.

(a-b) Trưởng thành cái; (c) Trưởng thành đực; (d) Trứng; (e) Sâu non; (f) Nhộng (Thước: 1mm)

3.2. Thành phần loài nấm do loài mọt ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây lâm nghiệp khác

3.2.1. Kết quả phân lập nấm do mọt ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác

Các mẫu mọt ambrosia trên các loài cây chủ khác nhau sau khi được định danh tên khoa học, luận án tiến hành phân lập nấm trên các mẫu mọt ambrosia. Sau khi sàng lọc, phân nhóm các tản nấm thành các nhóm mẫu nấm đại diện phân lập được tương ứng với từng loài mọt ambrosia, kết quả các nhóm mẫu nấm đại diện được tổng hợp theo bảng sau:

Bảng 3.2: Nhóm mẫu nấm đại diện và tần suất bắt gặp khi phân lập trên một ambrosia

TT	Loài một ambrosia	KH nhóm mẫu nấm đại diện	Tần suất bắt gặp (%) (n = 389)	Bộ phận phân lập*	Địa điểm thu mẫu*
1	<i>Euwallacea fornicatus</i>	EF01	5,66	Đ, B	(3), (8), (10)
2		EF02	1,03	Đ, B, H	(19)
3		EF03	1,54	H	(9), (12), (16)
4		EF04	3,34	Đ, B	(3), (9), (17)
5		EF05	2,06	Đ, B	(12)
6		EF06	0,77	Đ, B	(9)
7		EF07	2,83	Đ, B	(12), (15)
8		EF08	1,03	Đ, B	(12), (14), (15)
9		EF09	7,20	Đ, B	(1), (2), (3), (4), (9), (10), (12), (17), (19)
10		EF10	0,77	Đ, B	(9), (17), (21)
11		EF11	1,29	Đ, B	(2)
12		EF12	0,51	B, H	(9)
13		EF13	1,54	Đ, B	(12), (11)
14		EF14	1,03	Đ, B	(13)
15		EF15	0,77	Đ, B	(1), (9)
16		EF16	1,03	H	(9)
17		EF17	1,54	Đ, B	(3), (19)
18		EF18	2,06	Đ, B	(12)
19		EF19	1,29	Đ, B, H	(12)
20		EF20	1,54	Đ, B	(12)
21		EF21	2,06	Đ, B	(10)
22		EF22	1,29	Đ, B	(12)
23		EF23	1,80	Đ, B	(9)

TT	Loài một ambrosia	KH nhóm mẫu nấm đại diện	Tần suất bắt gặp (%) (n = 389)	Bộ phận phân lập*	Địa điểm thu mẫu*
24		EF24	2,57	Đ, B, H	(21)
25		EF25	1,54	H	(9)
26		EF26	1,03	Đ, B	(2)
27		EF27	1,54	Đ, B	(2)
28		EF28	2,31	Đ, B	(2)
29	<i>Euwallacea similis</i>	ES1	6,17	Đ, B	(16)
30		ES2	2,31	H	(16)
31		ES3	1,29	Đ, B	(17)
32	<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	XC1	9,25	Đ, B, H	(3), (4), (19) (21), (22)
33		XC2	3,86	Đ, B	(3)
34		XC3	1,54	Đ, B	(3), (12)
35		XC4	1,29	Đ, B	(19)
36		XC5	1,80	H	(3)
37		XC6	2,06	H	(3)
38		XC7	1,29	Đ, B	(21), (22)
39	<i>Xylosanrus mancus</i>	XM1	1,54	Đ, B, H	(21), (22), (23)
40		XM2	1,03	Đ, B	(21), (22), (23)
41		XM3	0,51	Đ, B	(21), (23)
42	<i>Arixyleborus nudulus</i>	AR1	3,86	Đ, B	(18)
43		AR2	2,31	Đ, B	(18)
44	<i>Xyleborus perforans</i>	XP1	1,80	Đ, B, H	(6)
45	<i>Xyleborinus artestriatus</i>	XA1	1,29	Đ, B, H	(6)
46	<i>Euplatypus parallelus</i>	EU1	1,29	Đ, B, H	(11)
47		EU2	0,77	Đ, B	(11)

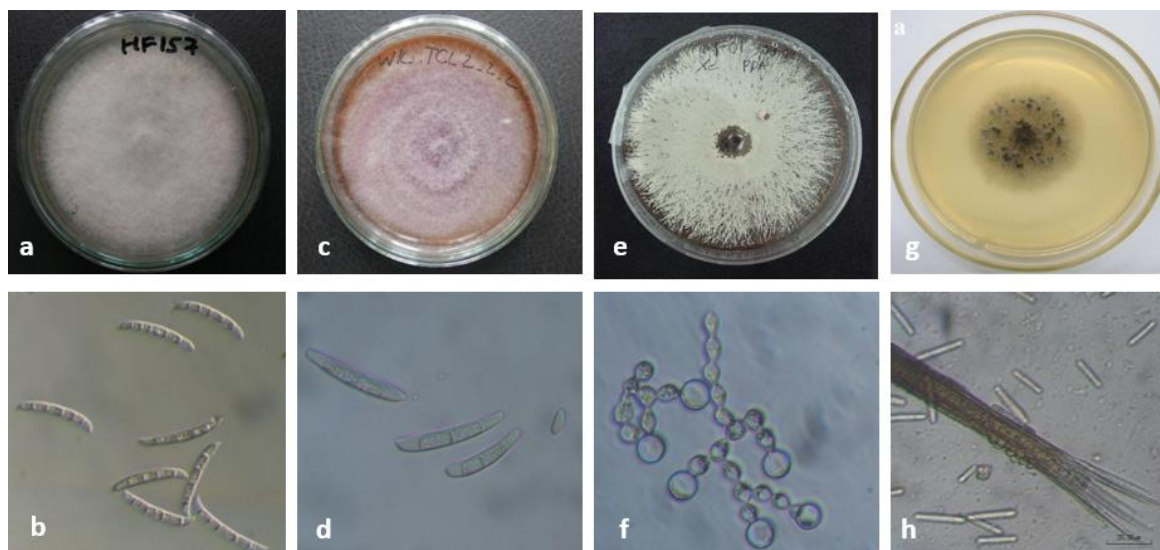
TT	Loài một ambrosia	KH nhóm mẫu nấm đại diện	Tần suất bắt gặp (%) (n = 389)	Bộ phận phân lập*	Địa điểm thu mẫu*
48		EU3	1,80	Đ, B	(11)
Tổng cộng			100		

* Ghi chú: (Đ): Đầu; (B): Bụng; (H): Đường hang

Địa điểm: (1): Tp Tuyên Quang - Tuyên Quang; (2): Yên Bình - Yên Bái; (3): Đồng Hỷ - Thái Nguyên; (4): Đoan Hùng - Phú Thọ; (5): Thanh Ba - Phú Thọ; (6): Yên Thế - Bắc Giang; (7): Tân Lạc - Hòa Bình; (8): Đô Lương - Nghệ An; (9): Cam Lộ - Quảng Trị; (10): Hương Trà - Thừa Thiên Huế; (11): M'Đrak - Đắk Lắk; (12): Xuân Lộc - Đồng Nai; (13): Sông Mỹ - Đồng Nai; (14): U Minh - Cà Mau; (15): Bàu Bàng - Bình Dương; (16): Thanh Chương - Nghệ An; (17): Nam Trà My - Quảng Nam; (18) Thành phố Yên Bái - Yên Bái; (19): Trấn Yên - Yên Bái; (20): Lục Yên - Yên Bái; (21): Văn Yên - Yên Bái; (22): Tiên Yên - Quảng Ninh; (23): Thường Xuân - Thanh Hóa.

Nghiên cứu phân lập nấm được tiến hành trên 8 loài một ambrosia bao gồm *Euwallacea fornicatus*, *E. similis*, *Xylosandrus crassiusculus*, *X. mancus*, *Arixyleborus nudulus*, *Xyleborus perforans*, *Xyleborinus artestriatus*, *Euplatypus parallelus*. Trong đó mỗi loài lựa chọn 5 cá thể cái trưởng thành tiến hành phân lập nấm, kết quả phân lập được tổng số 389 tản nấm trên các mẫu một ambrosia. Dựa vào đặc điểm ban đầu của các hệ sợi nấm, tất cả các tản nấm có đặc điểm tương đồng về màu sắc, cách mọc sẽ được nhóm thành các nhóm mẫu nấm đại diện khác nhau. Kết quả phân loại sơ bộ có 48 nhóm mẫu nấm đại diện cho các mẫu nấm có đặc điểm khác nhau được ký hiệu tương ứng với từng loài một ambrosia. Trong đó số lượng mẫu nấm phân lập được nhiều nhất trên loài một *E. fornicatus* với 28/48 mẫu chiếm 58%. Tiếp đến là các mẫu nấm phân lập trên loài một *X. crassiusculus* với 7/48 mẫu chiếm 15%. Các loài một ambrosia còn lại đều chỉ phân lập được 2 - 3 mẫu. Một số mẫu nấm có tần suất phân lập cao nhất chiếm 6,4% như mẫu nấm EF02, XC01, XM02 đều xuất hiện trên 5/5 cá thể một ambrosia tương ứng. Ngoài ra còn một số mẫu nấm khác như EF06, EF07, EF08, EF10, XC04 tần suất phân lập 3,8% và đều xuất hiện 3/5 cá thể một ambrosia tương ứng.

Trong tổng số 48 mẫu nấm phân lập được trên 8 loài mọt ambrosia, hầu hết các mẫu nấm đều được phân lập ở bộ phận đầu và bụng của mọt ambrosia. Ngoài ra có 09 mẫu nấm phân lập được cả trên mọt ambrosia và trên đường hang mọt bao gồm EF02, EF19, EF24, XC1, XM1, XM2, XP1, XA1, EU1 thuộc 6 loài mọt khác nhau. Riêng các mẫu nấm EF16, EF25, ES2, XC5 và XC6 chỉ phân lập được trên phần gỗ bị biến màu ở đường hang của mọt ambrosia. Tất cả các mẫu nấm sau khi được phân loại sơ bộ thành từng nhóm đại diện sẽ tiếp tục tiến hành định danh tên loài của các mẫu nấm đó.



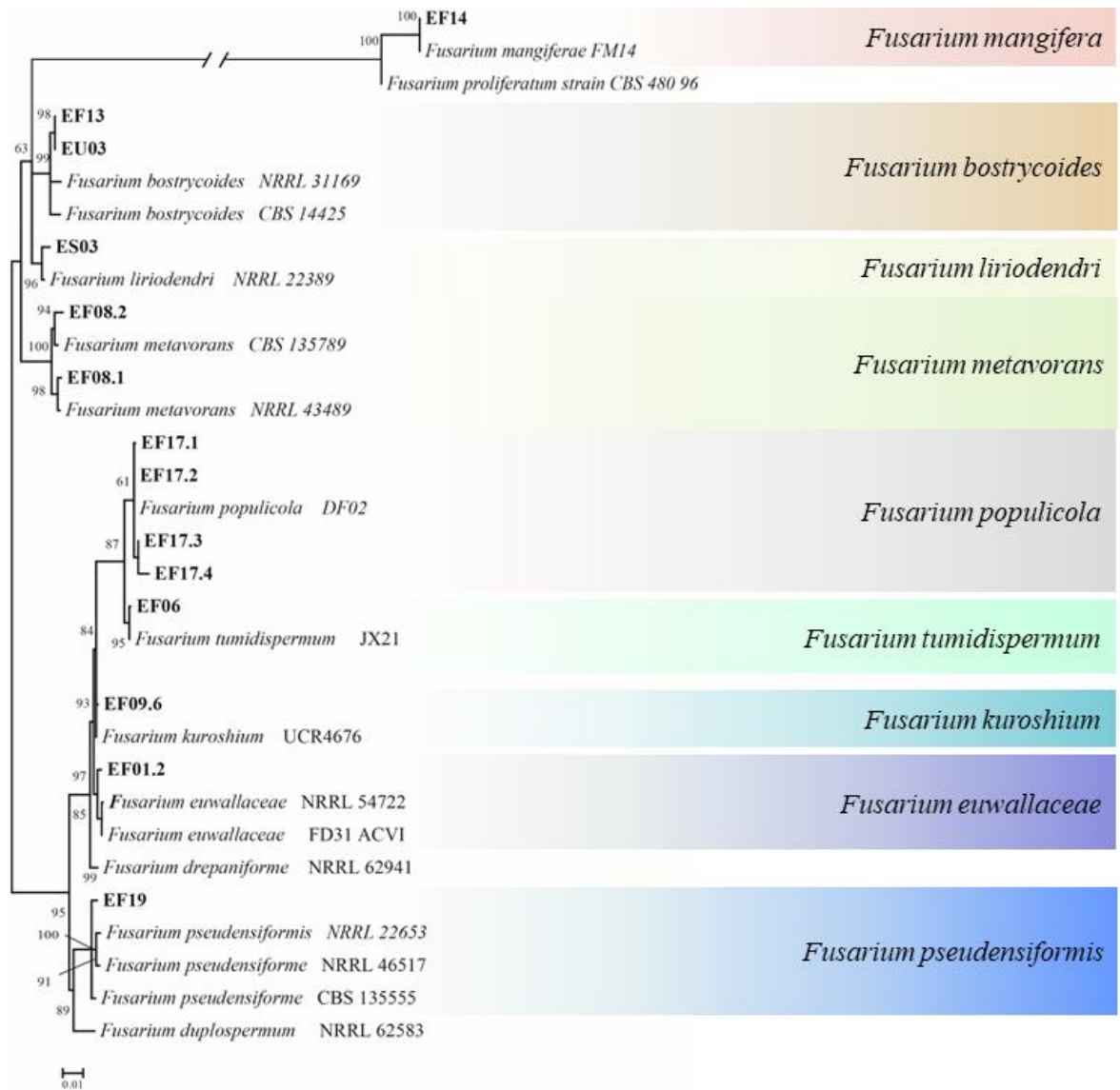
Hình 3.8: Hình ảnh hệ sợi và bào tử một số mẫu nấm do mọt ambrosia mang theo.

(a-b Mẫu EF28; c-d Mẫu EF01; e-f Mẫu XC1; g-h- Mẫu EF05)

3.2.2. Kết quả định danh các loài nấm do mọt ambrosia mang theo

Từ kết quả phân lập được tổng số 48 mẫu nấm đại diện trên 8 loài mọt ambrosia trên các loài cây chủ, nghiên cứu tiến hành đối chiếu, so sánh đặc điểm hình thái hệ sợi, đặc điểm bào tử của các mẫu nấm với các tài liệu đã được công bố đã phân loại sơ bộ các mẫu nấm thuộc các chi khác nhau. Nghiên cứu tiếp tục lựa chọn một số mẫu nấm điển hình tiến hành giải trình tự gen để định danh bằng kỹ thuật sinh học phân tử. Kết quả phân tích các trình tự gen và xây

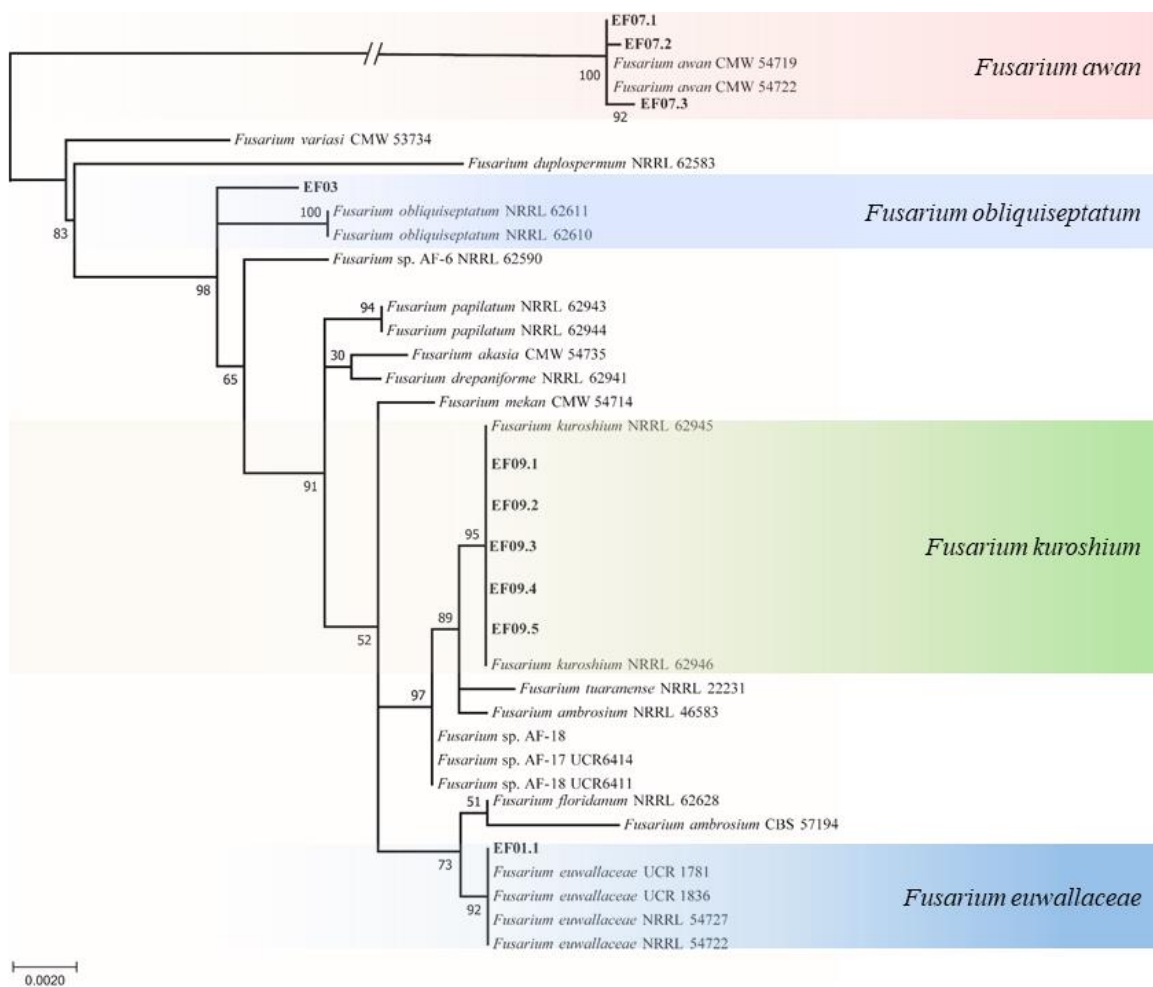
dựng cây phát sinh loài đối với một số mẫu nấm được trình bày theo hình sau.



Hình 3.9: Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc nhóm loài *Fusarium* do loài một ambrosia mang theo dựa theo phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) trên hai vùng gen ITS và tef trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Thước tương ứng độ biến động 1%

Qua phân tích kết quả cây phát sinh loài, các loài nấm thuộc chi *Fusarium* đã được định danh cụ thể đến tên loài. Trong đó chỉ duy nhất có 01 loài nấm *Fusarium mangiferae* (EF14) thuộc tổ hợp nhóm loài *Fusarium fujikuroi* (FFSC) với độ tin cậy 100% khi so sánh với các mẫu tham chiếu. Các mẫu nấm

khác phân lập trên một ambrosia đều được xác định thuộc tổ hợp nhóm loài *Fusarium solani* (FSSC). Trong tổ hợp nhóm loài FSSC, một số loài nấm được xác định có liên quan mật thiết đến các loài một ambrosia do chúng được phân lập từ các loài một này và được xếp riêng trong nhóm Ambrosium Fusarium Clade (AFC) (Kasson *et al.*, 2013). Dựa trên cây phát sinh loài, có 5 mẫu nấm khác nằm ngoài nhóm AFC được định danh tên khoa học gồm *F. bostrycoides* (EF13, EU03), *F. liriodendri* (ES03) và *F. metavorans* (EF08.1, EF08.2).

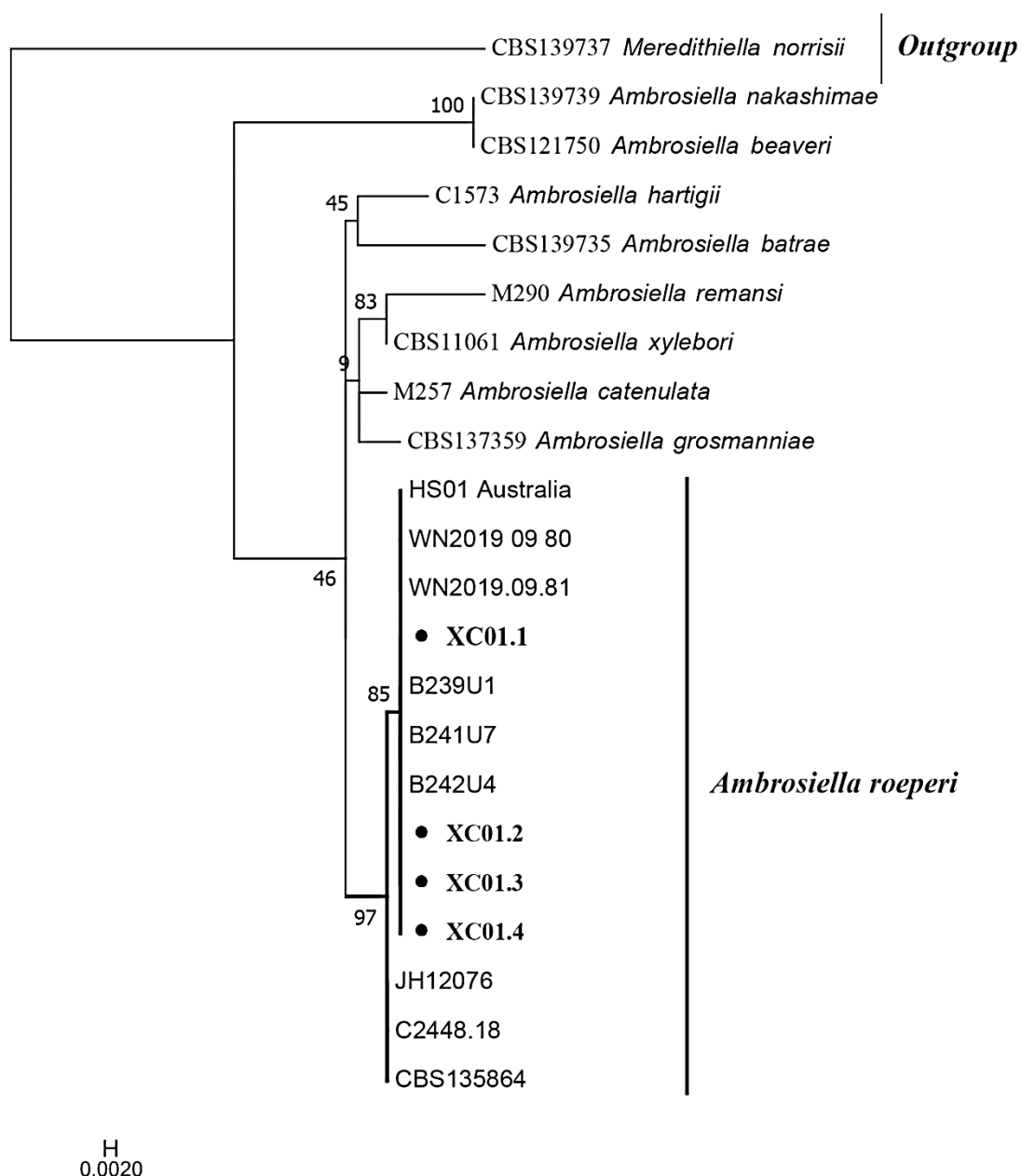


Hình 3.10: Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc nhóm loài *Ambrosia Fusarium Clade* (AFC) dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) khi kết hợp hai vùng gen ITS và TEF1 trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Thước tương ứng độ biến động 0,2%

Qua kết quả cây phát sinh loài ở Hình 3.8 và Hình 3.9, đối với phân nhóm loài AFC đã định danh được 7 loài nấm phân lập từ các loài mọt ambrosia trên cây chủ lâm nghiệp tại Việt Nam bao gồm *Fusarium awan* (EF07), *F. obliquiseptatum* (EF03), *F. kuroshium* (EF09), *F. euwallaceae* (EF01), *F. populicola* (EF17), *F. tumidispermum* (EF06) và *F. pseudensiformis* (EF19). Các mẫu nấm này thuộc phân nhóm loài AFC và cũng đều thuộc tổ hợp nhóm loài FSSC. Nghiên cứu đã xác định mẫu nấm EF07 tương đồng với loài nấm *F. awan*, mặc dù nằm ngoài nhóm AFC (Ambrosium Fusarium Clade) (Hình 3.9), tuy nhiên loài nấm này hiện vẫn được xếp vào phân nhóm AFC do có các đặc điểm riêng biệt của phân nhóm AFC như đặc điểm bào tử và đặc điểm loài mọt mang nấm tương đồng với các loài nấm khác trong cùng nhóm (Lynn *et al.*, 2021).

Phân tích cây phát sinh loài đối với một số mẫu nấm khác như mẫu EF03 có quan rất gần gũi về mặt di truyền đối với loài *F. obliquiseptatum*. Các mẫu nấm là EF01.1 và EF01.2 được xác định là loài *F. euwallaceae*. Một số mẫu nấm khác được định danh là các loài như *F. kuroshium*, *F. populicola*, *F. tumidispermum* và *F. pseudensiformis*. Tuy nhiên, nghiên cứu mới chỉ tiến hành nghiên cứu phân tích trên hai vùng gen ITS và TEF1, nhiều mẫu nấm chưa định danh được đến tên loài. Mặc dù vậy qua kết quả phân tích cây phát sinh loài có thể khẳng định các mẫu nấm phân lập còn lại này thuộc phân nhóm AFC và tổ hợp nhóm loài *Fusarium solani* complex.

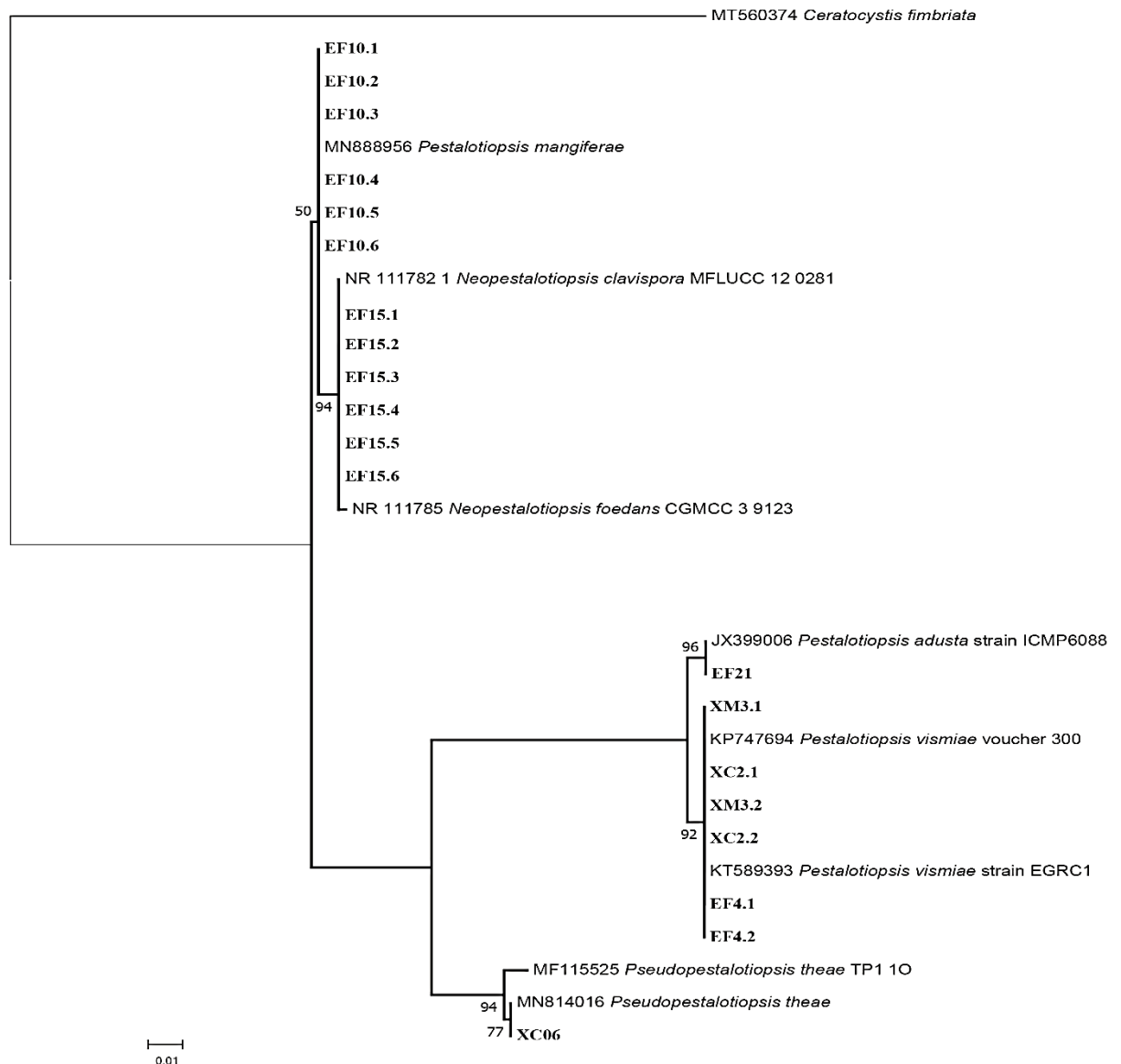
Bên cạnh các loài nấm thuộc chi *Fusarium* phân lập trên mọt ambrosia, nghiên cứu còn xác định một số loài nấm khác thuộc các chi *Ambrosiella*, *Pestalotiopsis*, *Curvularia*, *Nigrospora*, *Aspergillus*, *Pleocarpon*. Nghiên cứu đã xây dựng cây phát sinh loài cho các mẫu nấm và được trình bày trong Hình 3.10, Hình 3.11 và Hình 3.12.



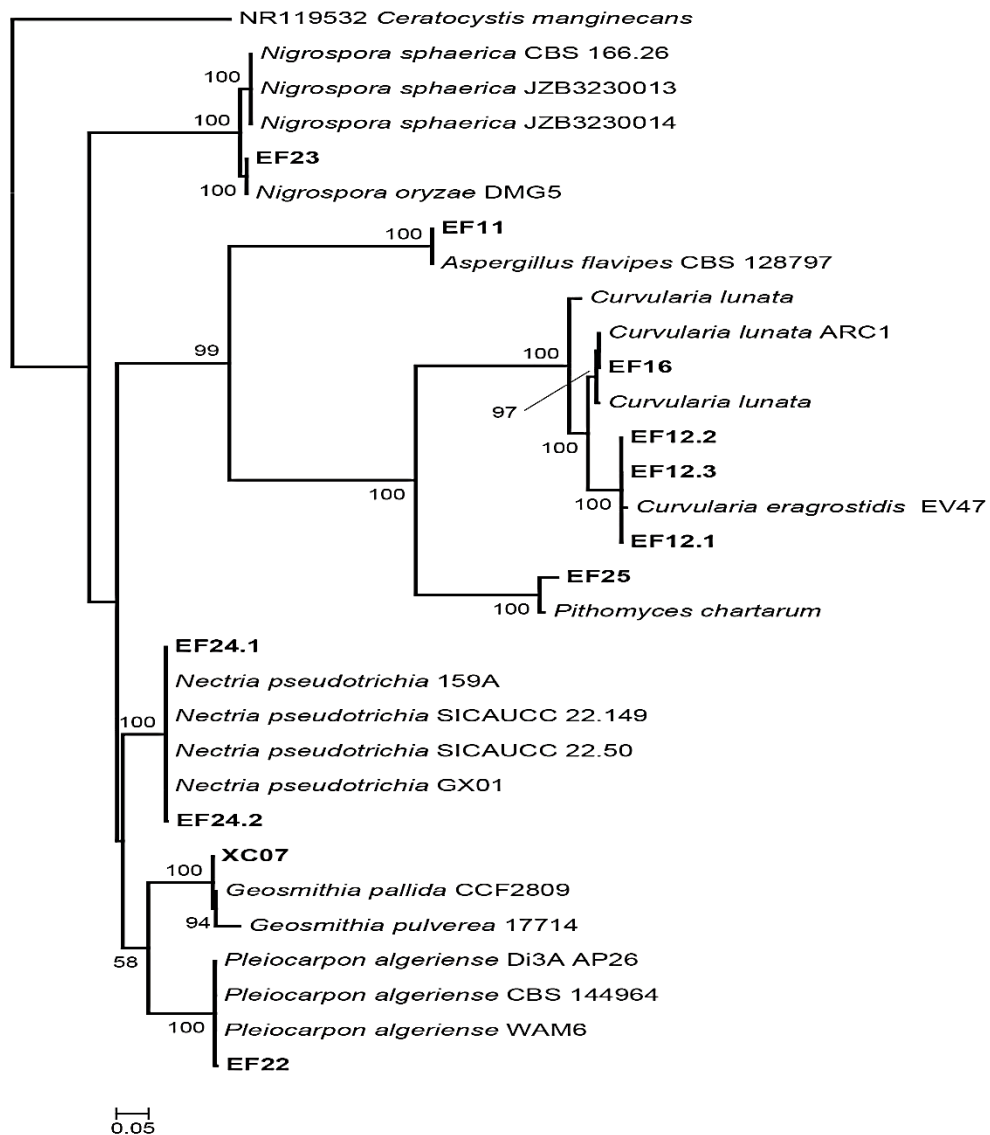
Hình 3.11: Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc chi *Ambrosiella* do loài một ambrosia mang theo dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) vùng gen ITS trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Loài nấm *Meredithiella norrisii* đại diện cho nhóm ngoài (outgroup). Thước tương ứng độ biến động 0,2%.

Kết quả phân tích cây phát sinh loài trên vùng gene ITS đã xác định các mẫu nấm phân lập trên loài một *Xylosandrus crassiusculus* là loài *Ambrosiella roeperi*. Các mẫu nấm này có độ tương đồng cao với các mẫu tham chiếu như

(B23, B24, WN2019). Ngoài ra mẫu nấm *A. roeperi* tại Australia khi phân lập trên một *X. crassiusculus* cũng tương đồng với mẫu nấm khi phân lập tại Việt Nam. Mặc dù vậy giữa các mẫu nấm *A. roeperi* cũng có sự sai khác nhưng rất nhỏ giữa các mẫu nấm thu ở các địa điểm và cây chủ khác nhau như trên ở Mỹ (trên cây bơ) và Đài Loan.



Hình 3.12: Cây phát sinh loài của các loài nấm thuộc chi *Pestalotiopsis* do loài một ambrosia mang theo dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) vùng gen ITS trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Loài nấm *Ceratocystis fimbriata* đại diện cho nhóm ngoài (outgroup). Thước tương ứng độ biến động 1%.



Hình 3.13: Cây phát sinh loài của một số loài nấm khác do loài một ambrosia mang theo dựa trên phân tích hợp lý tối đa (Maximum likelihood) vùng gen ITS trên phần mềm Mega. Các mẫu in đậm được thực hiện trong nghiên cứu này. Loài nấm *Ceratocystis manginecans* đại diện cho nhóm ngoài (outgroup). Thước tương ứng độ biến động 5%.

Ngoài ra, nghiên cứu dựa trên phương pháp sinh học phân tử đã xác định chính xác đến tên loài của các mẫu nấm thuộc các chi *Pestalotiopsis*, *Curvularia*, *Nigrospora*, *Aspergillus*, *Pleioacarpon* phân lập được từ ba loài một *Euwallacea fornicatus*, *E. similis* và *X. crassiusculus* (Hình 3.11 và Hình 3.12). Trong đó mẫu nấm EF10 được xác định là loài *Pestalotiopsis mangiferae*. Tiếp đến là ba mẫu nấm khác EF04, XC02, XM03 tương đồng với loài *P. vismiae*.

Tương tự, các mẫu nấm khác được xác định tương đồng với các loài nấm lần lượt như *Pseudopestalotiopsis theae*, *Pestalotiopsis adusta*, *Neopestalotiopsis clavispora*. Bên cạnh đó, kết quả phân tích cây phát sinh loài đã xác định được các mẫu nấm khác phân lập từ các loài một ambrosia tương đồng với các nấm khác nhau bao gồm loài nấm *Curvularia eragrotidis*, *Nigrospora oryzae*, *Pleocarpon algerinense*, *Geosmithia pallida*, *Nectria pseudotrichia*, *C. lunata*, *Aspergillus flavipes*.

Nghiên cứu đã xác định tổng số 48 mẫu nấm phân lập từ 8 loài một ambrosia được định danh tên khoa học bằng hai phương pháp là hình thái học và kỹ thuật sinh học phân tử. Kết quả định danh các mẫu nấm được trình bày theo bảng sau.

Bảng 3.3: Kết quả định danh tên khoa học các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia

TT	Ký hiệu mẫu nấm	Mã trình tự gen tham chiếu trên ngân hàng Genbank				Tên khoa học loài nấm
		Vùng trình tự ITS	Độ tương đồng (%)	Vùng trình tự TEF1	Độ tương đồng (%)	
1	XC01	MT230430	100	-	-	<i>Ambrosiella roeperi</i>
2	XM02	NR154700	86,3	-	-	<i>Ambrosiella</i> sp.
3	EF26	OM438126	99,9	-	-	<i>Ambrosiozyma monospora</i>
4	EF11, EU02	MH865148	100	-	-	<i>Aspergillus flavipes</i>
5	EF05, XC03	NR119532	99,9	-	-	<i>Ceratocystis manginecans</i>
6	EF12	MK108421	100	-	-	<i>Curvularia eragrostidis</i>

TT	Ký hiệu mẫu nấm	Mã trình tự gen tham chiếu trên ngân hàng Genbank				Tên khoa học loài nấm
		Vùng trình tự ITS	Độ tương đồng (%)	Vùng trình tự TEF1	Độ tương đồng (%)	
7	EF16	KC485079	99,83	-	-	<i>Curvularia lunata</i>
8	EF07	MN954337	100	MT009974	99,9	<i>Fusarium awan</i>
9	EF13, EU03	LR583702	99,9	LR583595	99,8	<i>Fusarium bostrycoides</i>
10	EF20	AB586923	100	-	-	<i>Fusarium decemcellulare</i>
11	EF01, ES01, AR01	JQ038014	100	JQ038012	100	<i>Fusarium euwallaceae</i>
12	EF09	KM406636	100	KX262233	100	<i>Fusarium kuroshium</i>
13	ES03, AR02	AF178404	100	AF178340	100	<i>Fusarium liriodendri</i>
14	EF02	NR163291	100	LT746218	99,83	<i>Fusarium macrosporum</i>
15	EF14	MT358789	99,9	MN534017	99,26	<i>Fusarium mangiferae</i>
16	EF08	LR583737	99,9	DQ790484	99,8	<i>Fusarium metavorans</i>
17	EF03, ES02	LR583737	99,9	DQ790484	99,8	<i>Fusarium obliquiseptatum</i>
18	EF17	LR583737	99,9	DQ790484	99,8	<i>Fusarium populicola</i>
19	EF18, XC05, EF28, XM01, XP01,	MK968891	99,82	MW076621	100	<i>Fusarium solani</i> (FSSC12a)

TT	Ký hiệu mẫu nấm	Mã trình tự gen tham chiếu trên ngân hàng Genbank				Tên khoa học loài nấm
		Vùng trình tự ITS	Độ tương đồng (%)	Vùng trình tự TEF1	Độ tương đồng (%)	
	XA01, EU01					
20	EF06	LC701621	99,9	-	-	<i>Fusarium tumidispermum</i>
21	EF19	-	-	MN178218	98,68	<i>Fusarium pseudensiformis</i>
22	XC07	AJ578488	99,9	-	-	<i>Geosmithia pallida</i>
23	EF27	MH793568	99,8	-	-	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
24	EF24	MH865281	100	-	-	<i>Nectria pseudotrichia</i>
25	EF15	NR111782	100	-	-	<i>Neopestalotiopsis clavispora</i>
26	EF23	MN382281	100	-	-	<i>Nigrospora oryzae</i>
27	EF21, XC04	JX399006	100	-	-	<i>Pestalotiopsis adusta</i>
28	EF04, XC02, XM03	KT589393	100	-	-	<i>Pestalotiopsis vismiae</i>
29	EF10	MN888956	100	-	-	<i>Pestalotiopsis mangiferae</i>
30	XC06	MN814016	100	-	-	<i>Pestalotiopsis theae</i>
31	EF25	MH793586	99,8	-	-	<i>Pithomyces chartarum</i>
32	EF22	MH587320	100	-	-	<i>Pleocarpon algeriense</i>

Kết quả định danh bằng phương pháp hình thái học đã xác định tên khoa học các chi của mỗi mẫu nấm phân lập được. Nghiên cứu đã tiếp tục nghiên cứu định danh bằng phương pháp sinh học phân tử dựa trên giải trình tự gen các mẫu nấm đã phân lập được ở vùng trình tự gen ITS. Độ tương đồng của các mẫu nấm so với mẫu tham chiếu đều đạt từ 99% - 100%, ngoại trừ mẫu XM02 là 86%. Do vậy, luận án chưa thể khẳng định được cụ thể tên loài nấm mà mới chỉ xác định thuộc chi *Ambrosiella*. Riêng đối với các mẫu nấm được xác định thuộc chi *Fusarium*, nghiên cứu tiếp tục tiến hành giải trình tự vùng gen TEF1 để định danh tên loài. Mặc dù kết quả giải trình tự trên vùng gen phiên mã nội (ITS) được xem là công cụ hữu hiệu đối với hầu hết với các loài nấm trong việc định danh. Tuy nhiên đối với các loài nấm thuộc chi *Fusarium*, đặc biệt nằm trong tổ hợp nhóm loài FSSC nếu chỉ sử dụng các trình tự ở vùng ITS sẽ không thể nhận dạng được sự khác biệt trong trình tự gen giữa các loài có quan hệ rất gần gũi hoặc các phân loài khác nhau (Iquebal *et al.*, 2021). Do vậy các trình tự ở vùng gen TEF1 sẽ bổ sung thêm các nucleotid khác biệt giữa các loài, từ đó giúp dễ dàng định danh được tên loài trong tổ hợp nhóm FSSC. Kết quả giải trình tự gen TEF1 cho thấy các loài có độ tương đồng cao so với các mẫu tham chiếu đạt 98 - 100%. Dựa trên kết quả tổng số 32 loài nấm đã được xác định tên khoa học, đề tài nghiên cứu sẽ xây dựng danh lục thành phần các loài nấm theo thứ tự bộ, họ, chi, loài và một số thông tin của các loài nấm về loài một vector và loài cây chủ.

3.2.3. Danh lục thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác.

Dựa trên nghiên cứu định danh bằng phương pháp sinh học phân tử, các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia đã được xác định độ tương đồng so với các mẫu tham chiếu chuẩn (type material). Từ kết quả đó thành phần loài nấm do

một ambrosia mang theo trên một số cây lâm nghiệp được tổng hợp theo bảng sau:

Bảng 3.4: Thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo và một số cây trồng lâm nghiệp khác tại Việt Nam

TT	Tên khoa học	Loài một vector	Loài cây chủ
A	Bộ Amphisphaeriales		
I	Họ Apiosporaceae		
1	Chi <i>Nigrospora</i>		
(1)	<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. & Broome) Petch 1924	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
II	Họ Pestalotiopsidaceae		
2	Chi <i>Neopestalotiopsis</i>		
(2)	<i>Neopestalotiopsis clavispora</i> (G.F. Atk.) Maharachch., K.D. Hyde & Crous 2014	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng, keo lai
3	Chi <i>Pestalotiopsis</i>		
(3)	<i>Pestalotiopsis adusta</i> (Ellis & Everh.) Steyaert 1953	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
(4)	<i>Pestalotiopsis mangiferae</i> (Henn.) Steyaert 1949	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai, Keo lá tràm, Quế
(5)	<i>Pestalotiopsis theae</i> (Sawada) Steyaert 1949	<i>X. crassiusculus</i> (gỗ đường hang)	Keo tai tượng,
(6)		<i>X. crassiusculus</i>	Keo tai tượng,

TT	Tên khoa học	Loài một vector	Loài cây chủ
	<i>Pestalotiopsis vismiae</i> (Petr.) J. Xiang Zhang & T. Xu 2000	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai, Keo lá trà
B	Bộ Botryosphaeriales		
III	Họ Botryosphaeriaceae		
4	Chi <i>Lasiodiplodia</i>		
(7)	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griffon & Maubl. 1909	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
C	Bộ Eurotiales		
IV	Họ Aspergillaceae		
5	Chi <i>Aspergillus</i>		
(8)	<i>Aspergillus flavipes</i> (Bainier & R. Sartory) Thom & Church 1926	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng
D	Bộ Hypocreales		
V	Họ Bionectriaceae		
6	Chi <i>Geosmithia</i>		
(9)	<i>Geosmithia pallida</i> (G. Sm.) M. Kolařík, Kubátová & Pažoutová 2004	<i>X. crassiusculus</i>	Quế
VI	Họ Nectriaceae		
7	Chi <i>Fusarium</i>		
(10)	<i>Fusarium awan</i> Lynn & I. Barnes 2021	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
(11)		<i>E. fornicatus</i>	Keo lai

TT	Tên khoa học	Loài một vector	Loài cây chủ
	<i>Fusarium bostrycoides</i> Wollenw. & Reinking 1925	<i>Euplatypus parallelus</i>	Keo lai
(12)	<i>Fusarium decemcellulare</i> Brick 1908	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
(13)	<i>Fusarium euwallaceae</i> S. Freeman, Z. Mendel, T. Aoki & O'Donnell 2014	<i>E. fornicatus</i> , <i>E. similis</i> , <i>Arixyleborus nudulus</i>	Keo tai tượng và keo lai Keo lai và Bò đề
(14)	<i>Fusarium kuroshium</i> (F. Na, J.D. Carrillo & A. Eskalen ex Sand.-Den. & Crous) O'Donnell, Geiser, Kasson & T. Aoki 2020	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà
(15)	<i>Fusarium liriodendri</i> (Sand.-Den. & Crous) O'Donnell, Geiser, Kasson & T. Aoki 2020	<i>E. similis</i> , <i>Arixyleborus nudulus</i>	Keo lai Bò đề
(16)	<i>Fusarium macrosporum</i> (Sand.-Den. & Crous) O'Donnell, Geiser, Kasson & T. Aoki 2020	<i>E. fornicatus</i> , <i>X. crassiusculus</i>	Keo tai tượng Keo tai tượng
(17)	<i>Fusarium mangiferae</i> Britz, M.J. Wingf. & Marasas 2002	<i>E. fornicatus</i>	Keo lá trà
(18)	<i>Fusarium metavorans</i> Al-Hatmi, S.A. Ahmed & de Hoog 2018	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai, Keo lá trà
(19)	<i>Fusarium obliquiseptatum</i> T. Aoki, Geering, Kasson, S.	<i>E. similis</i> , <i>E. fornicatus</i>	Keo lai Keo lai

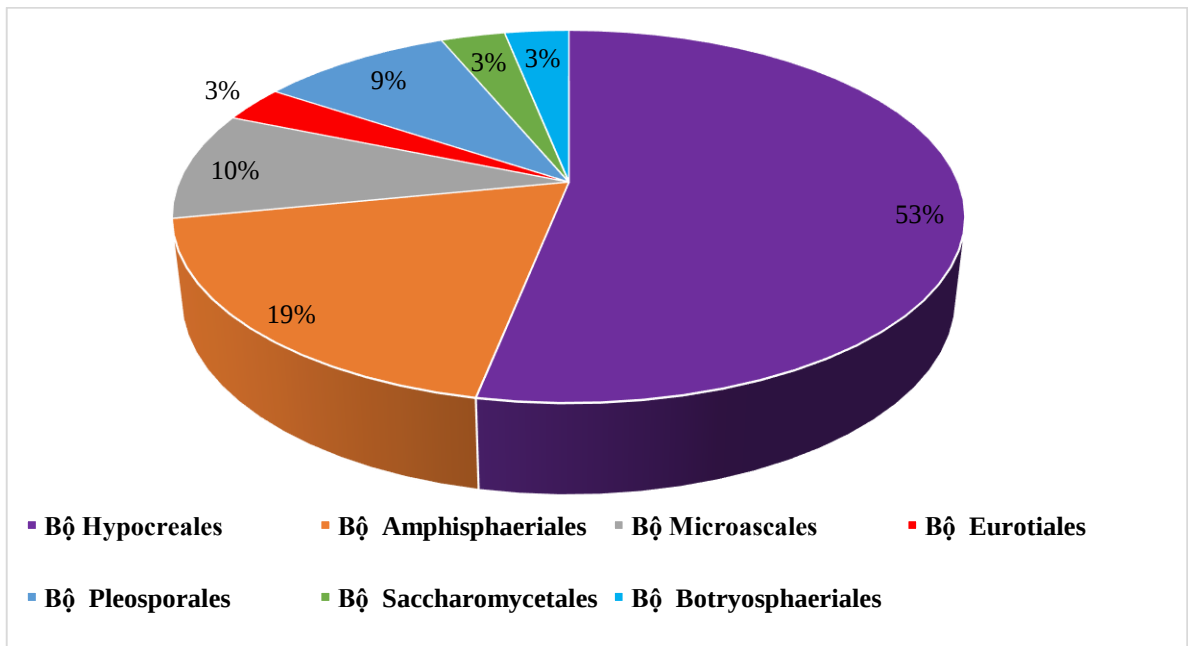
TT	Tên khoa học	Loài một vector	Loài cây chủ
	Freeman, Geiser & O'Donnell 2019		
(20)	<i>Fusarium populicola</i> S.C. Lai, L.L. Dai & D.J. Hao 2022	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng
(21)	<i>Fusarium pseudensiformis</i> Samuels, Nalim & Geiser 2011	<i>E. fornicatus</i>	Keo lá trà
(22)	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	X. <i>crassiusculus</i> , <i>Xyleborus</i> <i>perforans</i> , <i>Arixyleborus</i> <i>nudulus</i> , <i>Xyleborinus</i> <i>arteriatus</i>	Keo tai tượng, Bạch đàn uro, Bồ đề
(23)	<i>Fusarium tumidispermum</i> S.C. Lai, L.L. Dai & D.J. Hao 2022	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng
8	Chi <i>Nectria</i>		
(24)	<i>Nectria pseudotrichia</i> Berk. & M.A. Curtis 1854	<i>E. fornicatus</i>	Quế
9	Chi <i>Pleiocarpon</i>		
(25)	<i>Pleiocarpon algeriense</i> W. Aigoun-Mouhous, A. Cabral & A. Berraf-Tebbal 2019	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
E	Bộ <i>Microascales</i>		
VII	Họ <i>Ceratocystidaceae</i>		

TT	Tên khoa học	Loài một vector	Loài cây chủ
10	Chi <i>Ambrosiella</i>		
(26)	<i>Ambrosiella roeperi</i> T.C. Harr. & McNew 2014	<i>X. crassiusculus</i>	Keo tai tượng, Lim xanh, Quế
(27)	<i>Ambrosiella</i> sp.	<i>X. mancus</i>	Quế
11	Chi <i>Ceratocystis</i>		
(28)	<i>Ceratocystis manginecans</i> M. van Wyk, Al-Adawi & M.J. Wingf. 2007	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà
F	Bộ Pleosporales		
VIII	Họ Astrosphaeriellaceae		
12	Chi <i>Pithomyces</i>		
(29)	<i>Pithomyces chartarum</i> (Berk. & M.A. Curtis) M.B. Ellis 1960	<i>E. fornicatus</i>	Keo lá trà
IX	Họ Pleosporaceae		
13	Chi <i>Curvularia</i>		
(30)	<i>Curvularia eragrostidis</i> (Henn.) J.A. Mey. 1959	<i>E. fornicatus</i>	Keo lá trà
(31)	<i>Curvularia lunata</i> (Wakker) Boedijn 1933	<i>E. fornicatus</i>	Keo lá trà
G	Bộ Saccharomycetales		
X	Họ Saccharomycopsidaceae		
14	Chi <i>Ambrosiozyma</i>		
(32)	<i>Ambrosiozyma monospora</i> (Saito) Van der Walt 1972	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng

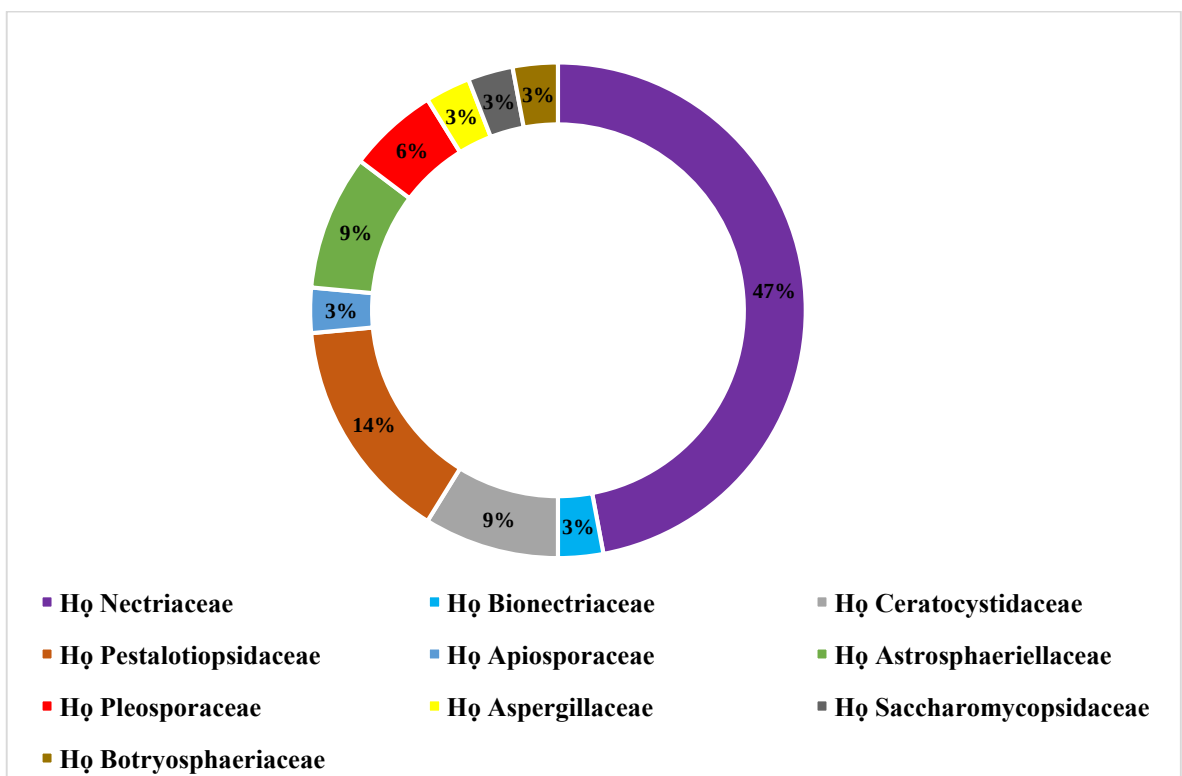
Kết quả giám định cho thấy có tổng số 32 loài nấm phân lập được từ các loài một ambrosia và từ đường hang của một trong thân cây, thuộc 7 bộ và 10 họ khác nhau. Trong đó có 17 loài thuộc bộ Hypocareales, chiếm tỷ lệ cao nhất (53%) trong tổng số loài nấm đã được định danh. Tiếp đến là bộ nấm Amphisphaeriales chiếm 19% tổng số loài, và bộ Micoascales (10%) và bộ Pleosporales (9%). Các bộ nấm còn lại mỗi bộ nấm chiếm 3% tổng số loài phân lập được bao gồm bộ Saccharomycetales, bộ Botryosphaeriales và bộ Eurotiales (Hình 3.13).

Trong tổng số 10 họ nấm được xác định, họ Nectriaceae có số loài nhiều nhất chiếm 47%, tiếp đến là họ Pestalotiopsidaceae chiếm 14% tổng số loài nấm phân lập. Hai họ nấm khác là họ Ceratocystidaceae và họ Astrosphaeriellaceae đều chiếm 9% tổng số loài phân lập. Các họ nấm còn lại có số loài ít hơn chiếm từ 3% - 6% tổng số các loài được định danh (Hình 3.14).

Nghiên cứu cũng đã xác định trong tổng số 32 loài nấm đã được định danh, các loài nấm thuộc chi *Fusarium* chiếm tỷ lệ nhiều nhất 43,7% (14/32 loài). Tất cả các loài nấm đều được phân lập trong các đường hang và phần gỗ biến màu sẫm với đường hang. Ngoài ra có 50% tổng số loài nấm được phân lập trên một cũng đều được phân lập ở các đường hang của chúng. Trong đó có hai loài nấm đó là *Fusarium euwallaceae* (phân lập từ *E. fornicatus*) và *Ambrosiella roeperi* (phân lập từ *X. crassiusculus*) có tần suất xuất hiện nhiều nhất được phân lập từ mycangia (túi mang nấm) và đồng thời cũng được phân lập từ các đường hang bên trong thân cây, phần gỗ bị biến màu. Điều này có thể cho thấy bên cạnh các loài nấm chúng mang theo chủ động để làm thức ăn như *F. euwallaceae* và *A. roeperi*, các loài nấm này cũng đã xâm nhiễm vào cây chủ thông qua các đường hang trong thân cây.



Hình 3.14: Số lượng các loài nấm phân lập trên một ambrosia thuộc các bộ khác nhau



Hình 3.15: Số lượng các loài nấm phân lập trên một ambrosia thuộc các họ khác nhau

Trong nghiên cứu về các loài nấm phân lập từ loài mọt *E. interjectus* đã xác định có 9 loài nấm sợi và một loài nấm men thông qua các đặc điểm về hình thái và so sánh phân tích các trình tự gen của chúng. Trong đó ba loài gồm *Fusarium metavorans*, *Fusarium* sp. và nấm men *Meyerozyma guilliermondii* (Saccharomycetes: Saccharomycetales) được ghi nhận có tần suất xuất hiện nhiều hơn đáng kể khi phân lập ở đầu có chứa túi mang nấm (mycangia) so với các bộ phận khác như mảnh lưng ngực hoặc bụng (Jiang *et al.*, 2022). Trong số đó, loài nấm *Fusarium metavorans* cũng được ghi nhận trong các mẫu phân lập từ trưởng thành cái của loài mọt *Euwallacea fornicatus* và trong đường hang trên cây chủ keo lai và Keo lá tràm ở Việt Nam. Một nghiên cứu khác về thành phần các loài nấm do loài mọt *Xylosandrus compactus* đã xác định có 60 loài nấm khác nhau đã được định danh đến tên loài dựa trên sử dụng phương pháp giải trình tự gen metagenomics. Trong số 60 loài đã được xác định chính xác đến tên loài có đến 16 loài có khả năng gây bệnh cho cây, 23 loài là nấm hoại sinh, và 9 loài nấm nội sinh (Morales-Rodríguez *et al.*, 2021).

Như vậy có thể thấy các loài nấm do mọt ambrosia mang theo trên cơ thể chúng và trong các đường hang khi chúng tấn công cây chủ là rất đa dạng. Bên cạnh một số loài nấm mọt ambrosia bắt buộc mang theo để làm thức ăn cho thế hệ sau thì chúng còn mang theo nhiều loài nấm khác trên cơ thể từ cây chủ nọ sang cây chủ kia. Trong đó đặc biệt có loài *Ceratocystis manginecans* gây ra bệnh chết héo nguy hiểm đối với các rừng trồng keo trên cả nước.

Trong tổng số 32 loài nấm được phân lập trên mọt ambrosia, một số loài đã được ghi nhận tại Việt Nam từ các ký chủ khác nhau. Dựa trên các tài liệu đã công bố, nghiên cứu đã xác định một số loài nấm phân lập trên các loài mọt ambrosia lần đầu tiên ghi nhận mới cho khu hệ nấm tại Việt Nam. Kết quả

thông tin tên loài nấm mới ghi nhận và loài một vector được tổng hợp theo bảng sau.

Bảng 3.5: Các loài nấm trên một ambrosia ghi nhận mới cho khu hệ nấm tại Việt Nam

TT	Tên khoa học	Loài một	Cây chủ
1	<i>Ambrosiella roeperi</i>	<i>X. crassiusculus</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà, Quế, Lim xanh, Bạch đàn uro
2	<i>Fusarium awan</i>	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
3	<i>Fusarium bostrycoides</i>	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai
4	<i>Fusarium krushorium</i>	<i>Euwallacea fornicatus</i>	Keo tai tượng, keo lai, Keo lá trà,
5	<i>Fusarium liriodendri</i>	<i>E. similis</i> và <i>Arixyleborus nudulus</i>	Keo lai và Bồ đề
6	<i>Fusarium macrosporum</i>	<i>E. fornicatus</i> và <i>X. crassiusculus</i>	Keo tai tượng
7	<i>Fusarium metavorans</i>	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai, Keo lá trà
8	<i>Fusarium obliquiseptatum</i>	<i>E. fornicatus</i> và <i>E. similis</i>	Keo lai, Keo lá trà
9	<i>Fusarium populicola</i>	<i>E. fornicatus</i>	Keo tai tượng
10	<i>Fusarium pseudensiformis</i>	<i>E. fornicatus</i>	Keo lá trà
11	<i>Nectria pseudotrichia</i>	<i>E. fornicatus</i>	Quế
12	<i>Pleiocarpon algeriense</i>	<i>E. fornicatus</i>	Keo lai

Cho đến nay, các nghiên cứu về các loài nấm do một ambrosia mang theo mới xác định được năm loài nấm gồm *Fusarium euwallaceae*, *Graphium euwallaceae*, *G. carbonarium*, *Graphium* sp., *Paracremonium* sp. và

Ceratocystis manginecans tại Việt Nam (Lynch *et al.*, 2016, Trần Thị Thanh Tâm, 2018). Do đó, danh sách 12 loài nấm trên là ghi nhận mới cho khu hệ nấm tại Việt Nam được phân lập trên các bộ phận của một ambrosia như đầu, bụng, túi mang nấm và đường hang mọt trên cây chủ. Trong đó các loài nấm thuộc tổ hợp nhóm loài *Fusarium solani* complex hầu hết chưa được công bố ghi nhận tại Việt Nam như *F. awan*, *F. bostrycoides*, *F. kuroshium*, *F. liriodendri*, *F. macrosporum*, *F. metavorans*, *F. obliquiseptatum*, *F. populicola* và *Fusarium pseudensiformis*. Các loài nấm này đều đã được ghi nhận xuất hiện trên mọt ở một số nước như Trung Quốc, Nhật Bản, Indonesia (Lai *et al.*, 2022; Lynn *et al.*, 2021). Ngoài ra một số loài nấm khác như *A. roeperi*, *Pleiocarpon algeriense* và *Nectria pseudotrichia* cũng là các ghi nhận mới cho khu hệ nấm tại Việt Nam. Đối với loài nấm *A. roeperi* là loài nấm được ghi nhận lần đầu tiên tại Mỹ và có liên quan mật thiết đến loài mọt *X. crassiusculus* (Harrington *et al.*, 2014). Tuy nhiên chưa có ghi nhận chính thức về loài nấm này tại Việt Nam mặc dù loài mọt *X. crassiusculus* được ghi nhận vào năm 2009 (Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2009). Nghiên cứu tiếp tục tiến hành mô tả đặc điểm hình thái và đặc điểm hiển vi của 12 loài nấm mới ghi nhận nhằm cung cấp dẫn liệu bổ sung vào thành phần loài cho khu hệ nấm và đặc biệt vi nấm tại Việt Nam.

3.2.4. Đặc điểm hình thái loài nấm do một ambrosia mang theo được ghi nhận mới cho khu hệ nấm Việt Nam

3.2.4.1. Loài nấm *Ambrosiella roeperi*

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm *Ambrosiella roeperi* thuộc họ Ceratocystidaceae, bộ Microascales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.10.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Xylosandrus crassiusculus* trên Keo tai tượng, keo lai, Keo lá tràm, Quế, Lim xanh, Bạch đàn uro tại Hòa Bình, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Yên Bái, Phú Thọ, Quảng Ninh, Bắc Giang, Thanh Hóa, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi loài nấm *Ambrosiella roeperi* thường có màu xám, xám nhạt ở viền ngoài hệ sợi và ở giữa có màu trắng hoặc hơi vàng. Khi hệ sợi già trên bề mặt xuất hiện các giọt màu nâu nhạt, hoặc màu gỉ sắt và sau đó chuyển thành màu đen nằm rải rác trên bề mặt hệ sợi. Mặt dưới hệ sợi có màu nâu nhạt hoặc nâu sẫm. Các đĩa nấm (sporodochia) thường hình thành trên bề mặt hệ sợi, màu xám, trắng hoặc trắng đục.

Đặc điểm bào tử: Sợi sinh bào tử (conidiophores) thường mọc đơn lẻ hoặc thành từng nhóm nhỏ, màu trong suốt, gồm các chuỗi bào tử không màu, trong suốt. Các chuỗi bào tử có thể phân nhánh hoặc không phân nhánh và các nhánh có một bào tử phân hình cầu phình to ở cuối (aleurioconidia) (Hình d). Khi tách ra khỏi nhánh, bào tử đính (aleurioconidia) thường gắn với một hoặc hai đơn bào tử khác (Hình c). Kích thước bào tử $5,5 - 9,5 \times 3,0 - 5,5 \mu\text{m}$.



Hình 3.16: Hệ sợi và bào tử loài nấm *Ambrosiella roeperi*
(a-b) Hệ sợi nấm mặt trước và mặt sau trên môi trường PDA; (c-d) Bào tử phân và chuỗi bào tử phân (Thước: $20\mu\text{m}$)

3.2.4.2. Loài nấm *Fusarium awan*

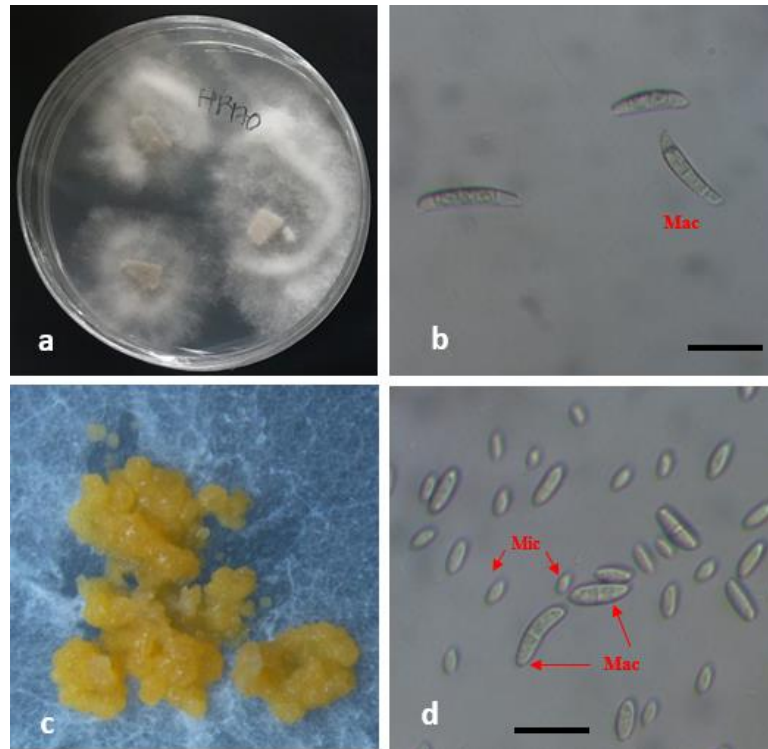
Tên đồng nghĩa: Neocosmospora awan. (Crous *et al.*, 2022)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.9.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên Keo lai, Keo lá tràm tại Bình Dương và Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng hoặc màu trắng đục và sau chuyển dần thành màu nâu vàng khi hệ sợi già. Viên của hệ sợi thường không đều. Trên bề mặt hệ sợi thường khá phẳng nhưng đôi khi một vài chỗ không đều. Mặt sau hệ sợi có màu trắng vàng, và chuyển thành màu nâu sẫm khi để ngoài ánh sáng.

Đặc điểm bào tử: Các túi bào tử hình thành từng đám nổi cục trên bề mặt hệ sợi già và thường có màu vàng đến vàng tươi. Đây cũng là đặc điểm dễ nhận thấy ở các loài nấm thuộc chi *Fusarium*. Các bào tử vách dày nằm lẫn trong sợi nấm, có hình tròn elip hoặc bầu dục, thường mọc đơn hoặc thành từng cặp, trong suốt, có vách dày. Kích thước bào tử vách dày từ $4-10 \times 5-10 \mu\text{m}$. Các sợi sinh bào tử thường phân nhánh với chiều dài khác nhau và hơi thuôn nhọn về phía đỉnh. Đại bào tử có hình dạng thuôn dài, hơi cong và thon dần về phía gốc, có 1-3 vách ngăn bào tử, kích thước $20-31 \times 4-8 \mu\text{m}$. Tiểu bào tử có dạng hình bầu dục, hơi thuôn, có 1-2 vách ngăn, kích thước $1,5-4,5 \times 0,5-1,5 \mu\text{m}$.



Hình 3.17: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm *Fusarium awan*

(a) Mặt trước của hệ sợi trên môi trường PDA; (b) Đại bào tử (Mac); (c) Túi bào tử trên bề mặt hệ sợi; (d) Đại bào tử (Mac) và tiểu bào tử (Mic) (Thước: 20µm)

3.2.4.3. Loài nấm *Fusarium bostrycoides*

Tên đồng nghĩa: Neocosmospora bostrycoides. (Sandoval-Denis et al., 2019)

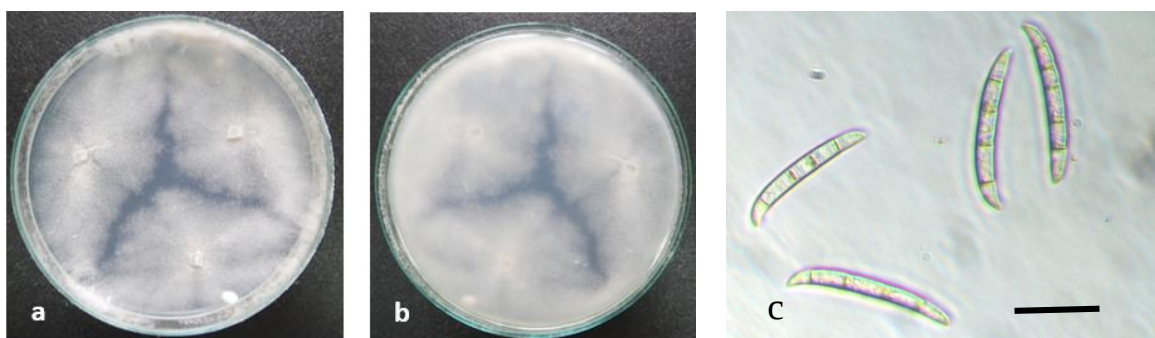
Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên Keo lai tại Đắk Lắk và Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng, sau chuyển dần màu vàng nhạt, hoặc màu vàng rơm. Bề mặt hệ sợi nhẵn, mịn, đôi khi kết bông, dạng

hạt ở giữa, đôi có xuất hiện các vòng đồng tâm. Viền ngoài hệ sợi không đều. Mặt sau của hệ sợi màu trắng hoặc vàng nhạt.

Đặc điểm bào tử: Bào tử xuất hiện nhiều trên sợi nấm mọc nổi trên bề mặt. Các đại bào tử có hình dạng thẳng hoặc hơi cong, vách bào tử mỏng. Các đại bào tử có từ 2 - 4 vách ngăn, kích thước $40 - 57 \times 2,5 - 4 \mu\text{m}$. Các tiểu bào tử có dạng hình bầu dục hoặc elip, thẳng, hơi dẹt và nhô ra ở phía cuối. Bào tử vách dày có dạng hình cầu hoặc hơi cầu, nằm ở cuối hoặc xen kẽ trong sợi nấm và bào tử, thường đơn lẻ hoặc thành chuỗi.



Hình 3.18: Hệ sợi và bào tử loài nấm *Fusarium bostrycoides*
(a-b) Hệ sợi nấm mặt trước và mặt sau trên môi trường PDA; (c) Đại bào tử (Thước: $20\mu\text{m}$)

3.2.4.4. Loài nấm *Fusarium kuroshium*

Tên đồng nghĩa: *Neocosmospora kuroshium*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.9.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên Keo tai tượng, Keo lai, Keo lá tràm tại Tuyên Quang, Thái Nguyên, Yên Bái, Phú Thọ, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Quảng Nam và Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng, phớt hồng sau chuyển dần trắng hồng và hồng đậm ở giữa hệ sợi. Bề mặt hệ sợi nhẵn, mịn. Viền ngoài hệ sợi khá đều, mịn. Mặt sau của hệ sợi màu vàng cam hoặc nâu vàng.

Đặc điểm bào tử: Bào tử xuất hiện nhiều trên sợi nấm mọc nổi trên bề mặt. Các đại bào tử có hình dạng thẳng hoặc hơi cong, có nhiều vách ngăn, vách bào tử mỏng, thường phình to ở đỉnh. Các đại bào tử có từ 2-4 vách ngăn, kích thước $28,5 - 35,5 \times 3,5 - 5,5 \mu\text{m}$. Các tiểu bào tử có dạng hình bầu dục hoặc elip, hơi cong. Bào tử vách dày có dạng hình cầu, xen kẽ trong sợi nấm và bào tử, thường mọc đơn lẻ. Kích thước bào tử vách dày đường kính từ $3,0 - 6,5 \mu\text{m}$.



Hình 3.19: Hệ sợi và bào tử loài nấm *F. kuroshium*

(a-b) Hệ sợi nấm mặt trước và mặt sau trên môi trường PDA; (c) Bào tử vách dày; (d) Đại bào tử và tiểu bào tử trên môi trường PDA (Thước: $20\mu\text{m}$)

3.2.4.5. Loài nấm *Fusarium liriodendri*

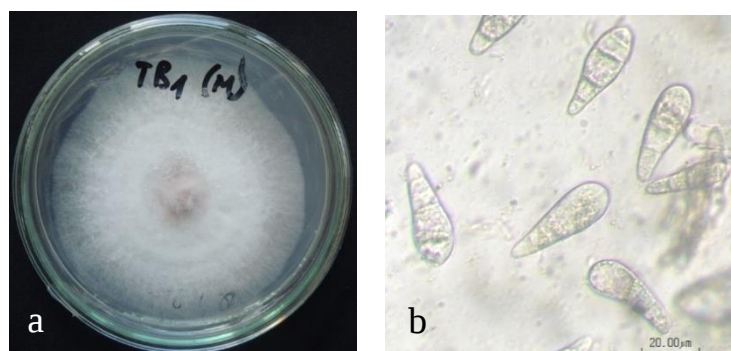
Tên đồng nghĩa: *Neocosmospora liriodendri*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea similis* trên Keo tai tượng tại Quảng Nam và *Arixyleborus nudulus* trên cây Bồ đề tại Yên Bái.

Đặc điểm hệ sợi: Đây cũng là một trong những loài thuộc *Fusarium solani* species complex (FSSC). Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng, bông, dày trên bề mặt môi trường. Viên ngoài hệ sợi khá đều. Mặt sau của hệ sợi màu vàng nhạt hoặc vàng cam.

Đặc điểm bào tử: Bào tử hình thành trên sợi sinh bào tử nằm trên sợi nấm mọc nổi trên bề mặt. Các bào tử có hình dạng thẳng, thuôn một đầu nhọn, một đầu phình to bầu dục, có 0-3 vách ngăn, đỉnh hơi tròn và hơi phình to ở đáy kích thước $10,0 - 23,5 \times 4,5 - 7,5 \mu\text{m}$. Bào tử vách dày có dạng hình cầu, xen kẽ trong sợi nấm và bào tử, thường đơn lẻ hoặc thành chuỗi.



Hình 3.20: Hệ sợi và bào tử loài nấm *F. liriodendri*
(a) Hệ sợi nấm trên môi trường PDA; (b) Đại bào tử (Thước: 20μm)

3.2.4.6. Loài nấm *Fusarium macrosporum*

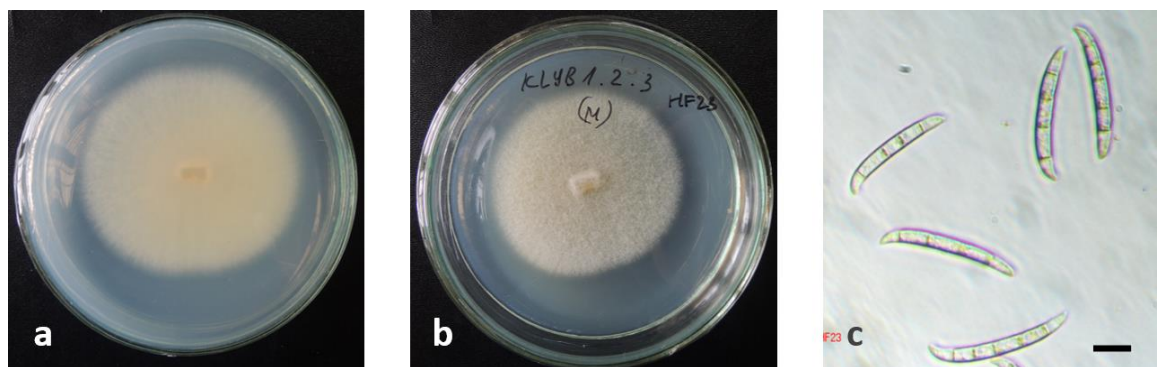
Tên đồng nghĩa: *Neocosmospora macrospora*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* và loài mọt *Xylosandrus crassiusculus* trên Keo tai tượng tại Yên Bái.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng, phớt hồng sau chuyển dần nâu vàng. Bề mặt hệ sợi nhẵn, mịn. Viên ngoài hệ sợi khá đều, mịn. Mặt sau của hệ sợi màu vàng nhạt hoặc nâu vàng.

Đặc điểm bào tử: Bào tử xuất hiện nhiều trên sợi nấm mọc nổi trên bề mặt. Các đại bào tử có hình dạng thẳng hoặc hơi cong, vách bào tử mỏng. Các đại bào tử có từ 2-4 vách ngăn, kích thước $30,0 - 42,5 \times 2,5 - 4,0 \mu\text{m}$. Các tiểu bào tử có dạng hình bầu dục hoặc elip, thẳng, hơi dẹt và nhô ra ở phía cuối.



Hình 3.21: Hệ sợi và bào tử loài nấm *F. macrosporum*
(a-b) Hệ sợi nấm mặt sau và mặt trước trên môi trường PDA; (c) Đại bào tử trên môi trường PDA (Thước: 20μm)

3.2.4.7. Loài nấm *Fusarium metavorans*

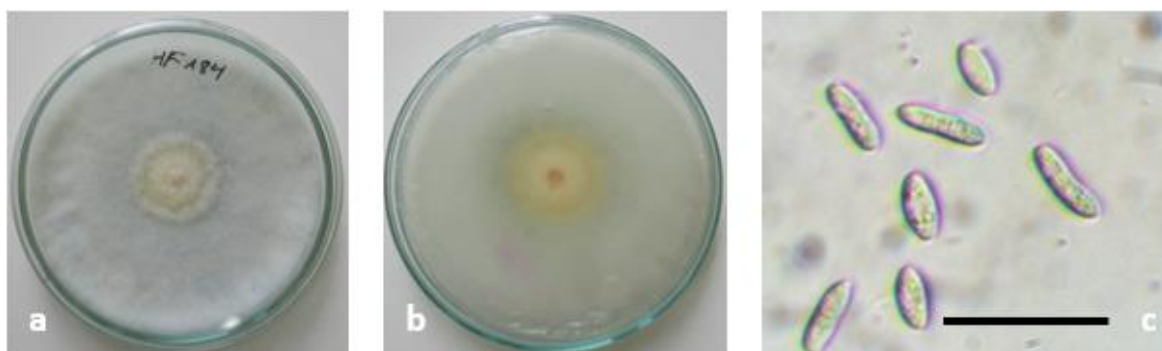
Tên đồng nghĩa: *Neocosmospora metavorans*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên Keo lai, Keo lá tràm tại Bình Dương, Đồng Nai và Cà Mau.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng, bông, dày trên bề mặt môi trường. Viên ngoài hệ sợi khá đều. Mặt sau của hệ sợi màu vàng nhạt hoặc vàng cam.

Đặc điểm bào tử: Bào tử hình thành trên sợi sinh bào tử nằm trên sợi nấm mọc nổi trên bề mặt. Các sợi sinh bào tử có chiều dài 30,5 - 90,5 μm , thẳng, có phân nhánh hoặc không phân nhánh, vách mỏng. Các tiểu bào tử có hình dạng thẳng hoặc hơi bầu dục, có 0-1 vách ngăn, đỉnh hơi tròn và hơi phình to ở đáy kích thước 3,5 - 10,5 $\times$ 2,5 - 3,5 μm .



Hình 3.22: Hệ sợi và bào tử loài nấm *F. metavorans*

(a-b) Hệ sợi nấm mặt trước và mặt sau trên môi trường PDA; (c) Tiểu bào tử trên môi trường PDA (Thước: 20 μm)

3.2.4.8. Loài nấm *Fusarium obliquiseptatum*

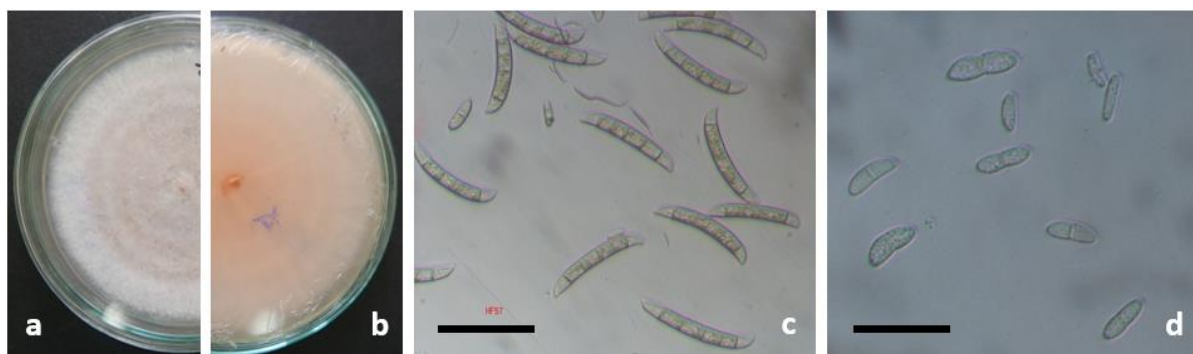
Tên đồng nghĩa: *Neocosmospora obliquiseptata*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* và *E. similis* trên Keo lai và Keo lá tràm tại Nghệ An, Quảng Trị và Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Hệ sợi nấm ban đầu có màu trắng, vàng nhạt sau chuyển dần sang cam. Bề mặt hệ sợi nhẵn, mịn. Viên ngoài hệ sợi khá đều, mịn. Mặt sau của hệ sợi màu vàng cam hoặc nâu vàng.

Đặc điểm bào tử: Bào tử xuất hiện nhiều trên sợi nấm mọc nổi trên bề mặt. Các đại bào tử có hình dạng thẳng hoặc hơi cong, vách bào tử mỏng. Các đại bào tử có từ 2-4 vách ngăn, kích thước $22,5 - 36,5 \times 4,0 - 8,5 \mu\text{m}$. Các tiểu bào tử có dạng hình bầu dục hoặc elip, hơi cong, đôi khi có 1 vách ngăn ở giữa.



Hình 3.23: Hệ sợi và bào tử loài nấm *F. obliquiseptatum*

(a-b) Hệ sợi nấm mặt trước và mặt sau trên môi trường PDA; (c) Đại bào tử trên môi trường PDA; (d) Tiểu bào tử (Thước: 20μm)

3.2.4.9. Loài nấm *Fusarium populicola*

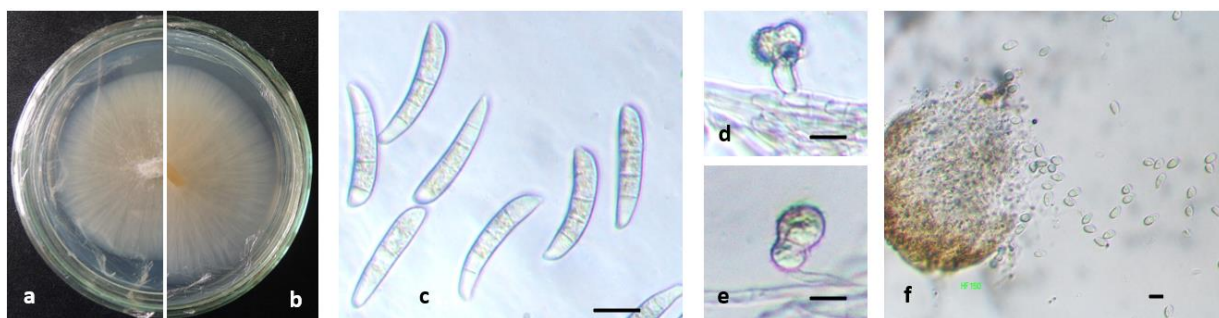
Tên đồng nghĩa: *Neocosmospora populicola*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên Keo tai tượng tại Thái Nguyên và Yên Bái.

Đặc điểm hệ sợi: Trên môi trường PDA hệ sợi nấm mỏng, mọc tỏa xung quanh khi đặt trong điều kiện tối. Hệ sợi nấm trên môi trường PDA có màu sắc biến đổi mạnh từ màu trắng đến màu trắng vàng, màu vàng nhạt, màu phớt cam. Sau đó khi sợi nấm già bắt đầu chuyển sang màu phớt hồng đến màu hồng đậm từ giữa ra đến viền ngoài hệ sợi. Mặt sau của hệ sợi không màu hoặc màu vàng cam hoặc phớt hồng. Viền ngoài hệ sợi mọc không đều.

Đặc điểm bào tử: Bào tử có dạng đặc trưng hình thuyền của nấm *Fusarium*. Các đại bào tử có từ 1-5 vách ngăn ở giữa, có dạng hơi cong hoặc hình trụ dài, đôi khi bào tử có hình trụ hơi cong, hơi phình to ở nửa trên và thuôn dài về phía sau. Trên đỉnh bào tử thường tròn hoặc thuôn hình trái lê. Các bào tử sinh ra từ túi bào tử có từ 1-5 vách ngăn, mọc thành từng khối trên bề mặt môi trường. Bào tử vách dày có hình cầu, vách bào tử dày, xù xì, theo từng cặp hoặc nối tiếp nhau.



Hình 3.24: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm *Fusarium populicola*
(a-b) Mặt trước và mặt sau của hệ sợi trên môi trường PDA; (c) Đại bào tử, (d-e) Bào tử vách dày; (f) Túi bào tử (Thước: 20µm)

3.2.4.10. Loài nấm *Fusarium pseudensiformis*

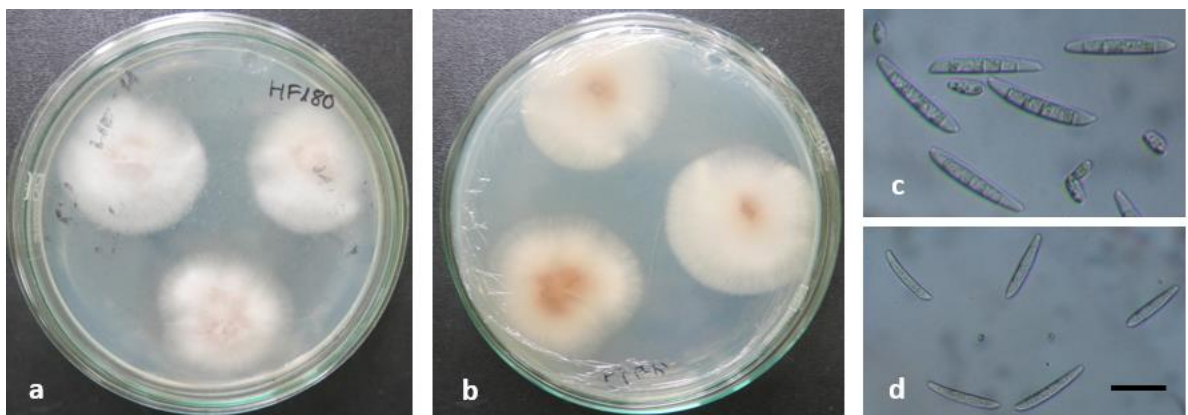
Tên đồng nghĩa: *Fusarium pseudensiforme*. (Sandoval-Denis *et al.*, 2019)

Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt và đường hang loài *Euwallacea fornicatus* trên Keo lá tràm tại Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Trên môi trường PDA hệ sợi nấm mỏng, mọc tỏa xung quanh khi đặt trong điều kiện tối. Hệ sợi nấm trên môi trường PDA có màu sắc biến đổi mạnh từ màu trắng đến màu trắng vàng, màu vàng nhạt, màu phớt cam. Sau đó khi sợi nấm già sẽ chuyển sang màu phớt hồng đến màu hồng đậm từ giữa ra đến viền ngoài hệ sợi. Mặt sau của hệ sợi không màu hoặc màu vàng cam hoặc phớt hồng. Viền ngoài hệ sợi mọc không đều.

Đặc điểm bào tử: Bào tử có dạng đặc trưng hình thuyền của nấm *Fusarium*. Sợi sinh bào tử (conidiophore) dài có thể mọc thẳng trên mặt môi trường, có thể đơn nhánh hoặc đa nhánh. Các đại bào tử có từ 1-5 vách ngăn ở giữa, có dạng hơi cong hoặc hình trụ dài, đôi khi bào tử có hình trụ hơi cong, hơi phình to ở nửa trên và thuôn dài về phía sau. Trên đỉnh bào tử thường tròn hoặc thuôn hình trái lê. Các bào tử sinh ra từ túi bào tử có từ 1-5 vách ngăn, mọc thành từng khối trên bề mặt môi trường.



Hình 3.25: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm *Fusarium pseudensiformis*
(a-b) Mặt trước và mặt sau của hệ sợi trên môi trường PDA; (c) Đại bào tử và tiểu bào tử; (d) Đại bào tử (Thước: 20µm)

3.2.4.11. Loài nấm *Nectria pseudotrichia*

Tên đồng nghĩa: *Megalonectria pseudotrichia*; *Murinectria pseudotrichia*; *Pleonectria pseudotrichia*; *Sphaeria pseudotrichia*; *Sphaerostilbe pseudotrichia*; *Thyronectria pseudotrichia*. (Kew Mycology, 2021)

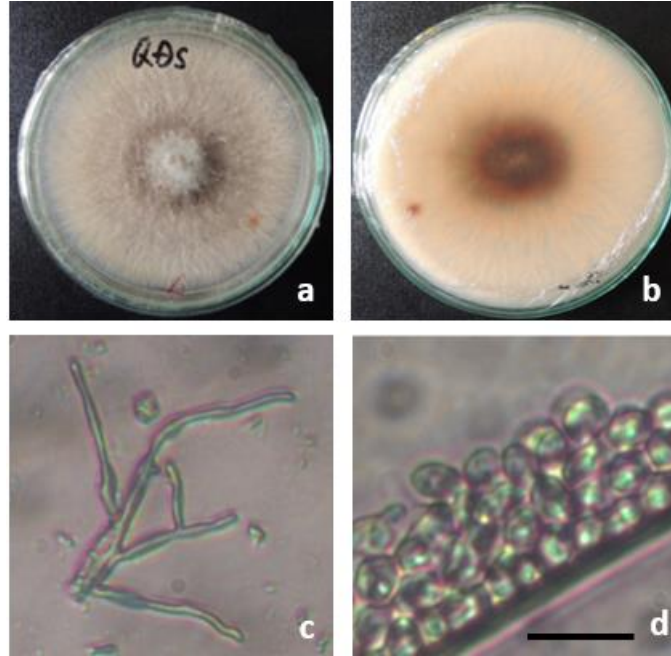
Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm *Nectria pseudotrichia* thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.8.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt và đường hang loài *Euwallacea fornicatus* trên cây Quế tại Yên Bái.

Đặc điểm hệ sợi: Mặt trên của hệ sợi nấm khi nuôi cấy trên môi trường PDA ở giai đoạn đầu toàn bộ hệ sợi có màu trắng kem, sau chuyển sang có màu nâu hồng ở giữa và nhạt dần ra phía viền ngoài của hệ sợi. Phía mặt dưới của hệ sợi có màu hồng, đậm ở giữa và phớt hồng ra phía viền của hệ sợi. Khi nuôi cấy từ 20-30 ngày trên môi trường PDA, hệ sợi sẽ chuyển dần sang màu hồng đậm, hơi đỏ ở giữa của hệ sợi nấm. Khi đó trên bề mặt hệ sợi hình thành thể quả đệm (synnemata) có màu vàng cam hoặc vàng đậm mọc rải rác và xung quanh thành đĩa petri. Quan sát trên môi trường PDA, sợi nấm thường mọc sát bề mặt môi trường, ít khi quan sát thấy sợi khí sinh bên trên.

Đặc điểm bào tử: Bào tử của loài nấm này khá đa dạng về kích thước khi nuôi cấy trên môi trường PDA. Khi bào tử ở giai đoạn non thường có hình trứng hoặc hình trụ, đôi khi hơi cong kích thước từ $4,2-5,4 \times 2,2-3,1 \mu\text{m}$. Bào tử ở giai đoạn trưởng thành có hình trứng đến hình trụ hoặc thuôn dài, cong và tròn ở hai đầu có kích thước $8,6-13,1 \mu\text{m} \times 2,3-3,7 \mu\text{m}$. Sợi sinh bào tử thường

trong suốt, có một hoặc nhiều nhánh phía trên đỉnh kèm các thể bình (phialides), thường mọc thành bụi hình chổi.



Hình 3.26: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm *Nectria pseudotrichia*
(a-b) Mặt trước và mặt sau của hệ sợi trên môi trường PDA; c - Sợi nấm;
d - Bào tử (Thước: 20µm)

3.2.4.12. Loài nấm *Pleiocarpon algeriense*

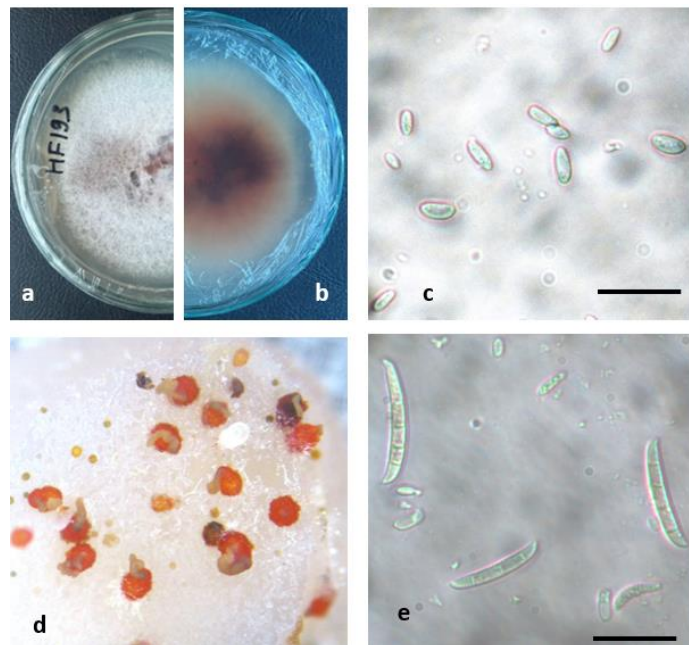
Vị trí phân loại và cây phát sinh loài: Loài nấm *Pleiocarpon algeriense* thuộc họ Nectriaceae, bộ Hypocreales, Lớp phụ Hypocreomycetidae, lớp Sordariomycetes, ngành phụ Pezizomycotina, ngành nấm Túi Ascomycota. Cây phát sinh loài của loài nấm được trình bày ở Hình 3.12.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên Keo tai tượng, Keo lai, Keo lá tràm tại Hòa Bình, Tuyên Quang, Quảng Ninh, Bắc Giang, Yên Bái, Phú Thọ; Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế; Quảng Nam, Bình Dương, Đồng Nai và Cà Mau.

Nguồn gốc, phân bố: Phân lập từ loài mọt *Euwallacea fornicatus* trên keo lai tại Đồng Nai.

Đặc điểm hệ sợi: Trên môi trường PDA hệ sợi nấm bông, xốp mọc nổi bên trên bề mặt môi trường nuôi cấy. Sợi nấm khí sinh trên môi trường PDA ban đầu có màu trắng đục, sau chuyển từ màu trắng sang phớt hồng đến màu hồng đậm từ giữa hệ sợi ra đến viền ngoài hệ sợi khi sợi nấm. Mặt sau của hệ sợi có màu hồng đậm hoặc nâu đỏ ở giữa, viền ngoài màu trắng đục, mọc không đều.

Đặc điểm bào tử: Sau 30 ngày nuôi cấy trong điều kiện sáng, trên bề mặt hệ sợi hình thành các đại bào tử và tiểu bào tử. Đại bào tử có dạng thẳng hơi cong, có từ 1 - 5 vách ngăn nhưng chủ yếu là các bào tử có 3-4 vách ngăn. Kích thước đại bào tử $40,2-64,6 \times 4,8-8,2 \mu\text{m}$. Tiểu bào tử có hình dạng thẳng đến hơi cong, hoặc dạng hình trứng hoặc gần hình trụ kích thước từ $6,8-13,2 \times 3,1-5,6 \mu\text{m}$. Sợi sinh bào tử dài có thể mọc thẳng trên mặt môi trường thường có 1 vách ngăn, trong khi các sợi sinh bào ngắn thì thường mọc trên bề mặt môi trường, phân nhiều nhánh.



Hình 3.27: Đặc điểm hệ sợi và bào tử loài nấm *Pleiocarpon algeriense*
(a-b) Mặt trước và mặt sau của hệ sợi trên môi trường PDA; (c) Tiểu bào tử nhỏ; (d) Thể quả đậm (synnemata); (e) Đại bào tử (Thước: 20μm)

3.3. Đặc điểm sinh học của một số loài nấm do một ambrosia mang theo

3.3.1. Khả năng gây bệnh của một số loài nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo.

3.3.1.1. Khả năng gây bệnh của các loài nấm do một ambrosia mang theo trên cành cắt rời

Các mẫu nấm sau khi được định danh tên loài dựa trên đặc điểm hình thái và phân tích trình tự gen, nghiên cứu đã lựa chọn ra các mẫu nấm có tần suất xuất hiện nhiều nhất phân lập từ các mẫu một ambrosia để tiến hành đánh giá khả năng gây bệnh của chúng. Nghiên cứu đánh giá khả năng gây bệnh của mỗi mẫu nấm bệnh thông qua lây bệnh nhân tạo trên cành keo lai cắt rời trong phòng thí nghiệm. Kết quả đánh giá khả năng gây bệnh của các loài nấm trên cành keo lai cắt rời được trình bày ở bảng sau:

Bảng 3.6: Khả năng gây bệnh của các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia trên cành keo lai

TT	Tên khoa học	Chiều dài vết bệnh (cm)	Std	Mức độ gây bệnh
1	<i>Fusarium metavorans</i>	13,08 ^a	0,5	Mạnh
2	<i>Fusarium awan</i>	11,64 ^b	1,2	Mạnh
3	<i>Ceratocystis manginecans</i>	11,62 ^b	0,7	Mạnh
4	<i>Fusarium liriodendri</i>	10,90 ^c	1,2	Mạnh
5	<i>Fusarium kuroshium</i>	10,58 ^c	0,4	Mạnh
6	<i>Fusarium pseudensiformis</i>	9,18 ^d	1,0	Trung bình
7	<i>Nectria pseudotrichia</i>	9,00 ^{de}	1,1	Trung bình
8	<i>Fusarium solani</i> (AF-15)	8,84 ^{de}	0,9	Trung bình
9	<i>Fusarium macrosporum</i>	8,54 ^e	1,3	Trung bình
10	<i>Fusarium euwallaceae</i>	7,64 ^f	1,3	Trung bình

TT	Tên khoa học	Chiều dài vết bệnh (cm)	Std	Mức độ gây bệnh
11	<i>Pestalopsis vismiae</i>	7,16 ^{fg}	0,7	Trung bình
12	<i>Pithomyces chartarum</i>	7,06 ^g	0,6	Trung bình
13	<i>Curvularia lunata</i>	6,76 ^g	0,4	Trung bình
14	<i>Fusarium decemcellulare</i>	6,14 ^h	0,7	Trung bình
15	<i>Fusarium obliquiseptatum</i>	5,66 ^h	0,5	Trung bình
16	<i>Curvularia eragrostidis</i>	5,10 ⁱ	0,7	Trung bình
17	<i>Fusarium botrycoides</i>	5,06 ⁱ	0,5	Trung bình
18	<i>Ambrosiella roeperi</i>	4,82 ^{ij}	2,2	Yếu
19	<i>Pestalotiopsis theae</i>	4,64 ^{ijk}	1,6	Yếu
20	<i>Ambrosiella</i> sp.	4,44 ^{jkl}	1,2	Yếu
21	<i>Fusarium tumidispermum</i>	4,32 ^{jkl}	1,4	Yếu
22	<i>Geosmithia pallida</i>	4,18 ^{klm}	2,1	Yếu
23	<i>Pestalotiopsis adusta</i>	4,08 ^{lm}	1,4	Yếu
24	<i>Pestalotiopsis mangiferae</i>	3,96 ^{lmn}	0,8	Yếu
25	<i>Pleicarpon algeriense</i>	3,74 ^{mn}	0,4	Yếu
26	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	3,50 ^{no}	0,8	Yếu
27	<i>Fusarium mangiferae</i>	3,20 ^{op}	0,6	Yếu
28	<i>Fusarium populicola</i>	2,90 ^{pq}	0,5	Yếu
29	<i>Nigrospora oryzae</i>	2,84 ^{pqr}	0,6	Yếu
30	<i>Neopestalotiopsis clavispora</i>	2,66 ^{qr}	0,6	Yếu
31	<i>Aspergillus flavipes</i>	2,34 ^r	0,2	Yếu
32	<i>Ambrosiozyma monospora</i>	0,94 ^s	0,5	Yếu
33	Môi trường thạch	0 ^t	0	
LSD		0,504		
Fpr		< 0,001		

Ghi chú: Các giá trị trong cùng cột có các chữ cái giống nhau không có sự sai khác về thống kê khi so sánh theo tiêu chuẩn Fisher ($p = 0,05$).

Phân tích kết quả thí nghiệm lây bệnh nhân tạo cho thấy có sự sai khác thống kê về khả năng gây bệnh giữa các mẫu nấm thí nghiệm. Trong đó xác định được năm loài nấm *Fusarium metavorans*, *F. awan*, *Ceratocystis manginecans*, *F. liriodendri* và *F. kuroshium* được xác định có tính gây bệnh mạnh với chiều dài vết bệnh từ 10,5 - 13,9 cm trên cành keo. Ngoài ra, một số loài nấm có tính gây bệnh ở mức trung bình là *Fusarium ferrugineum*, *F. solani*, *F. euwallaceae*, *F. pseudoradicola*, *Nectria pseudotrichia*, ... với chiều dài vết bệnh từ 5,06 - 9,18 cm. Các loài nấm được xác định có tính gây bệnh yếu trên cành keo lai cắt rời thuộc các chi như *Ambrosiella*, *Lasiodiplodia*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus*, ... và một số loài thuộc chi *Fusarium* với chiều dài vết bệnh chỉ từ 0,93 - 4,82 cm. Riêng đối với loài nấm *Ambrosiella roeperi* mặc dù có tính gây bệnh yếu khi gây bệnh trên cành cắt rời với chiều dài vết bệnh 4,82 cm nhưng đây là loài nấm có liên quan mật thiết và tần suất phân lập nhiều nhất trên loài mọt *Xylosandrus crassiusculus*. Do đó đề tài tiếp tục đưa vào đánh giá khả năng gây bệnh trên cây con trong giai đoạn vườn ươm.



Hình 3.28: Khả năng gây bệnh của các mẫu nấm trên cành keo cắt rời trong phòng thí nghiệm

(a) *Fusarium metavorans*; (b) *Ceratocystis manginecans*; (c) *Fusarium euwallaceae*; (d) *Ambrosiella roeperi*; (e) Đối chứng

3.3.1.2. Nghiên cứu khả năng gây bệnh của nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai giai đoạn vườn ươm

Dựa trên kết quả thí nghiệm tính gây bệnh trên cành keo lai cắt rời của các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia, nghiên cứu tiếp tục lựa chọn ra các mẫu nấm có khả năng gây bệnh mạnh và trung bình để tiến hành gây bệnh nhân tạo trên các cây keo lai ở giai đoạn 8 tháng tuổi. Kết quả đánh giá tính gây bệnh của các mẫu nấm sau 45 ngày được tổng hợp theo Bảng 3.7.

Bảng 3.7: Đánh giá khả năng gây bệnh của các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia trên cây keo giai đoạn vườn ươm

T	Tên khoa học	Chiều dài vết bệnh (cm)	Sd	Mức độ gây bệnh	Tình trạng cây chủ
1	<i>Fusarium metavorans</i>	12,3 ^a	4,28	Mạnh	Lá bắt đầu úa vàng, hơi héo
2	<i>Fusarium kuroshium</i>	10,9 ^{ab}	6,44	Mạnh	Lá bắt đầu vàng, hơi héo
3	<i>Ceratocystis manginecans</i>	10,6 ^{ab}	2,84	Mạnh	Cây chết héo, lá khô
4	<i>Fusarium awan</i>	8,2 ^{bc}	2,35	Trung bình	Lá vàng nhạt
5	<i>Fusarium liriodendri</i>	6,6 ^{cd}	1,64	Trung bình	Lá vàng nhạt
6	<i>Nectria pseudotrichia</i>	6,4 ^{cd}	1,65	Trung bình	Lá vàng nhạt
7	<i>Pithomyces chartarum</i>	6,1 ^{cd}	2,27	Trung bình	Lá vàng nhạt
8	<i>Fusarium euwallaceae</i>	5,7 ^{cde}	1,12	Trung bình	Lá vàng nhạt

T T	Tên khoa học	Chiều dài vết bệnh (cm)	Sd	Mức độ gây bệnh	Tình trạng cây chủ
9	<i>Fusarium pseudensiformis</i>	5,1 ^{cde}	0,78	Trung bình	Lá vàng nhạt
10	<i>Fusarium solani</i>	5,1 ^{cde}	1,24	Trung bình	Lá vàng nhạt
11	<i>Fusarium macrosporum</i>	4,9 ^{cde}	0,71	Yếu	Lá khỏe, xanh
12	<i>Fusarium decemcellulare</i>	4,6 ^{cde}	2,30	Yếu	Lá khỏe, xanh
13	<i>Fusarium obliquiseptatum</i>	4,5 ^{cde}	0,87	Yếu	Lá khỏe, xanh
14	<i>Fusarium botrycoides</i>	3,5 ^{def}	0,69	Yếu	Lá khỏe, xanh
15	<i>Ambrosiella roeperi</i>	3,5 ^{def}	0,57	Yếu	Lá khỏe, xanh
16	<i>Curvularia eragrostidis</i>	3,2 ^{def}	0,81	Yếu	Lá khỏe, xanh
17	<i>Curvularia lunata</i>	2,8 ^{def}	0,67	Yếu	Lá khỏe, xanh
18	<i>Pestalopsis vismiae</i>	2,0 ^{ef}	0,56	Yếu	Lá khỏe, xanh
19	Môi trường thạch không chứa sợi nấm	0 ^f	0,0	Không gây bệnh	Lá khỏe, xanh
LSD		1,14			
Fpr		<0,001			

Ghi chú: Các giá trị trong cùng cột có các chữ cái giống nhau không có sự sai khác về thống kê khi so sánh theo tiêu chuẩn Fisher ($p = 0,05$).

* Thí nghiệm lây bệnh nhân tạo sau 35 ngày với mẫu nấm *Ceratocystis manginecans* cây bị chết héo và khô.

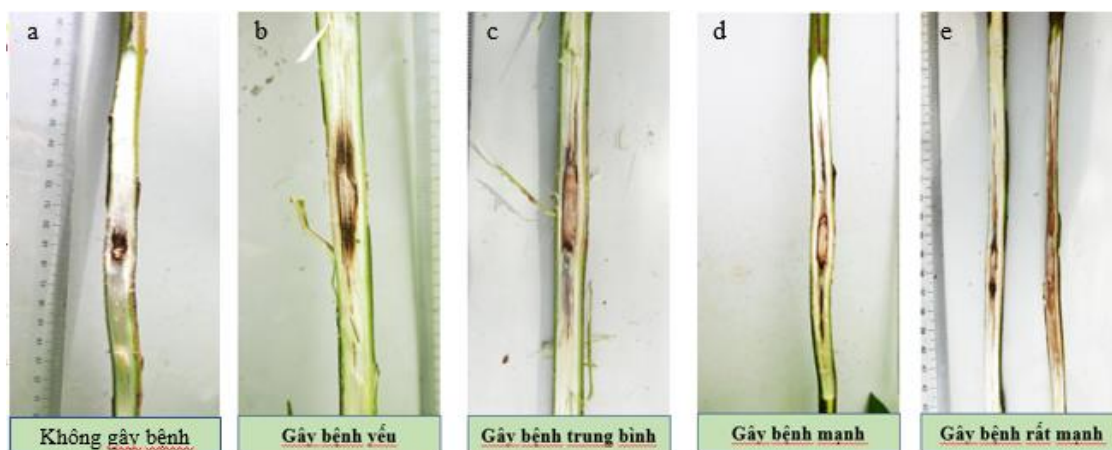
Kết quả phân tích số liệu thí nghiệm lây bệnh nhân tạo cho thấy các mẫu nấm phân lập từ một ambrosia trên cây keo lai 8 tháng tuổi đều có sự sai khác rõ rệt về thống kê thông qua chỉ tiêu chiều dài vết bệnh trung bình trên thân. Trong tổng số 18 mẫu nấm được lây bệnh nhân tạo trên cây con keo lai ở vườn ươm đã xác định ba loài nấm có tính gây bệnh mạnh đó là loài nấm *Fusarium metavorans*, *F. kuroshium* và *C. manginecans* với chiều dài vết bệnh từ 10,6 - 12,3cm. Ngoại trừ loài nấm *Ceratocystis manginecans* làm chết cây sau 35 ngày theo dõi thì hai loài nấm *Fusarium* còn lại không gây chết đối với cây con. Tuy nhiên hai loài nấm này đều làm biến màu phần gỗ ở bên trong thân cây keo lai. Thí nghiệm cũng đã xác định được 11 loài nấm có khả năng gây bệnh ở mức trung bình, bao gồm các loài nấm *Fusarium* spp., *Nectria pseudotrichia*, ... Kết quả thí nghiệm đối với mẫu nấm *C. manginecans* cũng phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đây về tính gây bệnh của loài nấm này bắt đầu làm cho cây chết héo sau 30-40 ngày (Nguyễn Minh Chí, 2017; Trần Thị Thanh Tâm, 2018).

Kết quả thí nghiệm đánh giá khả năng gây bệnh trên cây con keo lai cũng cho thấy sự tương đồng đối với thí nghiệm khả năng gây bệnh trên cành cắt rời. Qua đánh giá kết quả thí nghiệm lây bệnh nhân tạo, loài nấm là *Fusarium euwallaceae* xuất hiện nhiều nhất khi phân lập từ loài một *E. fornicatus* có tính gây bệnh trung bình với chiều dài vết bệnh 5,7cm. Tương tự, loài nấm *Ambroisella roeperi* do loài một *Xylosandrus crassiusculus* chủ động mang theo làm thức ăn cũng có tính gây bệnh yếu (3,4cm). Một số loài nấm xuất hiện rất phổ biến khi phân lập trên một ambrosia đó là các loài thuộc tổ hợp nhóm loài *Fusarium solani* (FSSC) cũng đều có tính gây bệnh trung bình và yếu trên cây con keo lai. Các loài khác từ môi trường do một ambrosia không chủ động mang theo như *Pestalotiopsis* spp., ... đều có tính gây bệnh yếu qua thí nghiệm lây bệnh nhân tạo.

Một số thí nghiệm lây bệnh nhân tạo tương tự về các loài nấm phân lập từ một ambrosia cũng đã được thử nghiệm trên cây trên cây Sung tại Nhật Bản. Diễn hình như loài nấm *Ceratocystis ficicola* do một *E. interjectus* mang theo gây bệnh chết héo. Loài nấm này không chỉ có khả năng gây bệnh cho cây khi chúng xâm nhiễm đơn lẻ mà khi xuất hiện kết hợp với loài nấm *F. kuroshium* cũng do một *E. interjectus* mang theo gây ra các triệu chứng của bệnh chết héo sớm hơn trên cây chủ (Jiang *et al.*, 2022). Hai loài nấm khác do một *E. interjectus* mang theo là *F. metavorans* và *F. kuroshium* cũng đã được thử nghiệm, tuy nhiên khả năng gây bệnh của mẫu nấm này trên cây con chỉ ở mức yếu. Ngoài ra ở Mỹ, loài nấm *F. kuroshium* trên loài một *Euwallacea kuroshio* và loài *F. euwallacea* trên loài một *E. fornicatus* thuộc tổ hợp nhóm loài AFC được xác định có khả năng gây bệnh trên cây bơ ở giai đoạn tuổi nhỏ với chiều dài vết bệnh lần lượt là 3,15 và 6,89 cm ở mức trung bình. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này hai loài nấm *F. metavorans* và *F. kuroshium* có tính gây bệnh mạnh trên cây con keo lai. Điều này có thể do khả năng chống chịu của mỗi loài cây có sự khác nhau, do đó khả năng gây bệnh của các loài nấm do một ambrosia mang theo cũng có sự khác biệt. Cũng trên hai loài một này, loài nấm *Graphium euwallacea* và *G. kuroshium* cũng có khả năng gây bệnh đối với cây bơ với chiều dài vết bệnh lần lượt 6,4 và 7,6 cm ở mức trung bình (Na *et al.*, 2018).

Loài nấm *C. manginecans* là loài có tính gây bệnh mạnh và là nguyên nhân gây ra bệnh chết héo đã được khẳng định ở nhiều nghiên cứu trước. Do vậy khi một trưởng thành tấn công những cây bị bệnh và phát tán bào tử nấm từ những cây chủ bị bệnh chết sang cây chủ mới chưa bị nhiễm bệnh làm cho tỷ lệ nhiễm bệnh tăng cao. Ngoài ra, hai loài nấm *F. euwallaceae* và *A. roeperi* là những loài nấm có tần suất bắt gặp cao nhất do một mang theo xâm nhiễm vào cây chủ với mục đích chính làm thức ăn cho sâu non cũng có khả năng gây bệnh

cho cây. Chính vì vậy cần có biện pháp quản lý các loài một đồng thời làm hạn chế khả năng xâm nhiễm của nấm bệnh từ cây chủ này sang cây chủ khác, giảm tỷ lệ nhiễm bệnh cho các rừng keo. Đây cũng là các loài nấm quan trọng để đề tài luận án lựa chọn tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến khả năng sinh trưởng của hệ sợi nấm trong điều kiện nuôi cấy.



Hình 3.29: Khả năng gây bệnh của nấm do một ambrosia mang theo trên cây keo lai

(a) Đối chứng; (b) *Fusarium populicola*; (c) *Fusarium solani*; (d) *Fusarium kuroshium*; (e) *Fusarium metavorans*

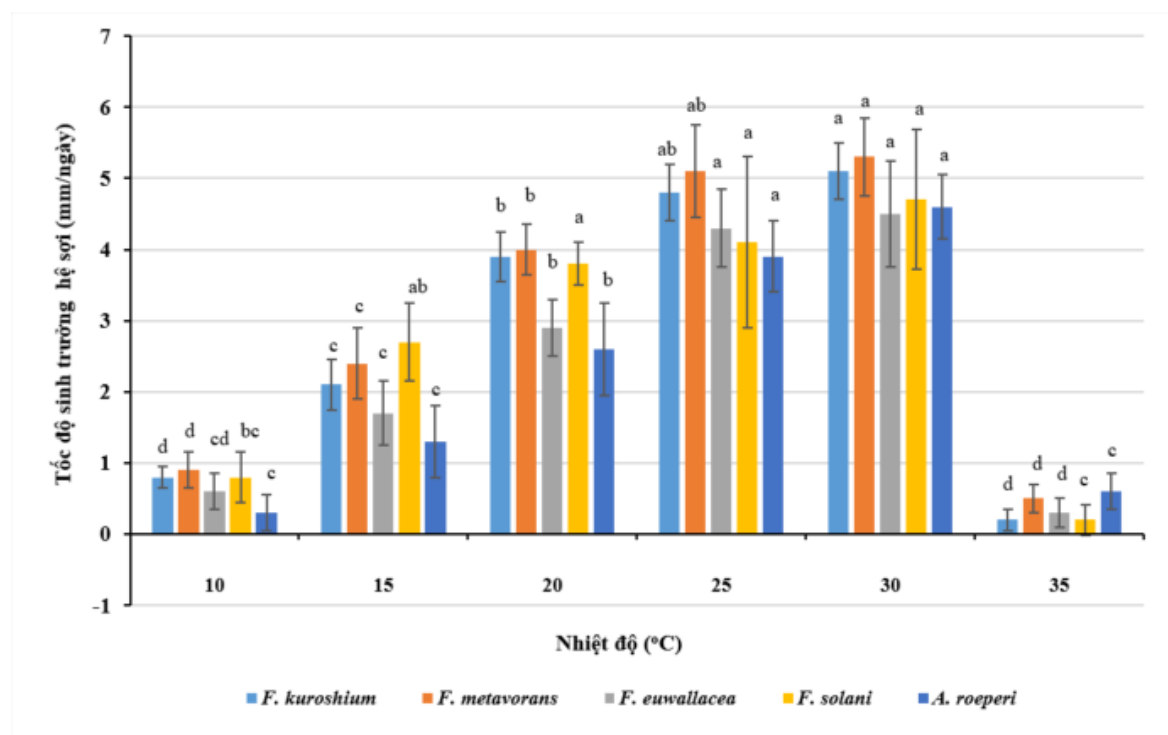
3.3.2. Ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến sinh trưởng của hệ sợi của một số loài nấm chính trong nuôi cấy thuần khiết

3.3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sinh trưởng của hệ sợi nấm

Dựa trên kết quả định danh các loài nấm do một ambrosia mang theo và đánh giá tính gây bệnh của nấm đối với cây keo, nghiên cứu đã lựa chọn 2 loài nấm có tính gây bệnh mạnh nhất là *F. kuroshium* và *F. metavorans* để tiếp tục nghiên cứu. Riêng loài nấm *Ceratocystis manginecans* đã có các công trình nghiên cứu trước đó về đặc điểm sinh học nên trong đề tài luận án này không thực hiện đối với loài nấm đó. Bên cạnh đó, đề tài luận án lựa chọn thêm 2 loài nấm khác là *F. euwallacea* và *Ambrosiella roeperi* đưa vào nghiên cứu. Đây là các loài nấm được xác định là thức ăn chính cho sâu non của hai loài một

Euwallacea fornicatus và *Xylosandrus crassiusculus* (Freeman *et al.*, 2013; Harrington *et al.*, 2014). Đối với loài nấm *F. solani* thuộc tổ hợp nhóm loài FSSC, đây là nhóm loài thường gây hại cho nhiều loài cây chủ. Do đó, đề tài cũng đã lựa chọn đưa vào nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến sinh trưởng của hệ sợi.

Hệ sợi của 5 loài nấm chính được lựa chọn từ các loài một ambrosia bao gồm (*Fusarium kuroshium*, *F. metavorans*, *F. euwallaceae*, *F. solani* và *Ambrosiella roeperi*) trên môi trường nhân tạo PDA được nuôi ở các công thức nhiệt độ khác nhau để đánh giá tốc độ sinh trưởng của hệ sợi.



Hình 3.30: Tốc độ sinh trưởng của hệ sợi nấm ở công thức nhiệt độ khác nhau

Từ kết quả phân tích cho thấy có sự sai khác về thống kê giữa các công thức nhiệt độ nuôi cấy đối với cả năm mẫu nấm được thí nghiệm. Đối với cả năm loài nấm thí nghiệm, đường kính hệ sợi nấm sinh trưởng tốt nhất ở hai công thức 25 °C và 30 °C không có sự sai khác về thống kê ở hai công thức này.

Riêng loài nấm *F.solani* có khả năng sinh trưởng tốt trong khoảng nhiệt độ rộng từ 15 - 30 °C. Ngược lại ở các điều kiện nhiệt độ 10 °C và 35 °C hệ sợi nấm phát triển kém và một số loài như *F. solani* và *F. kuroshium* gần như không phát triển, các loài khác chỉ đạt dưới 1mm/ngày ở tất cả các loài nấm thí nghiệm. Như vậy có thể thấy ở dải nhiệt độ từ 25 - 30 °C là nhiệt độ phù hợp nhất để các loài nấm phân lập từ các loài mọt ambrosia sinh trưởng và phát triển tốt.

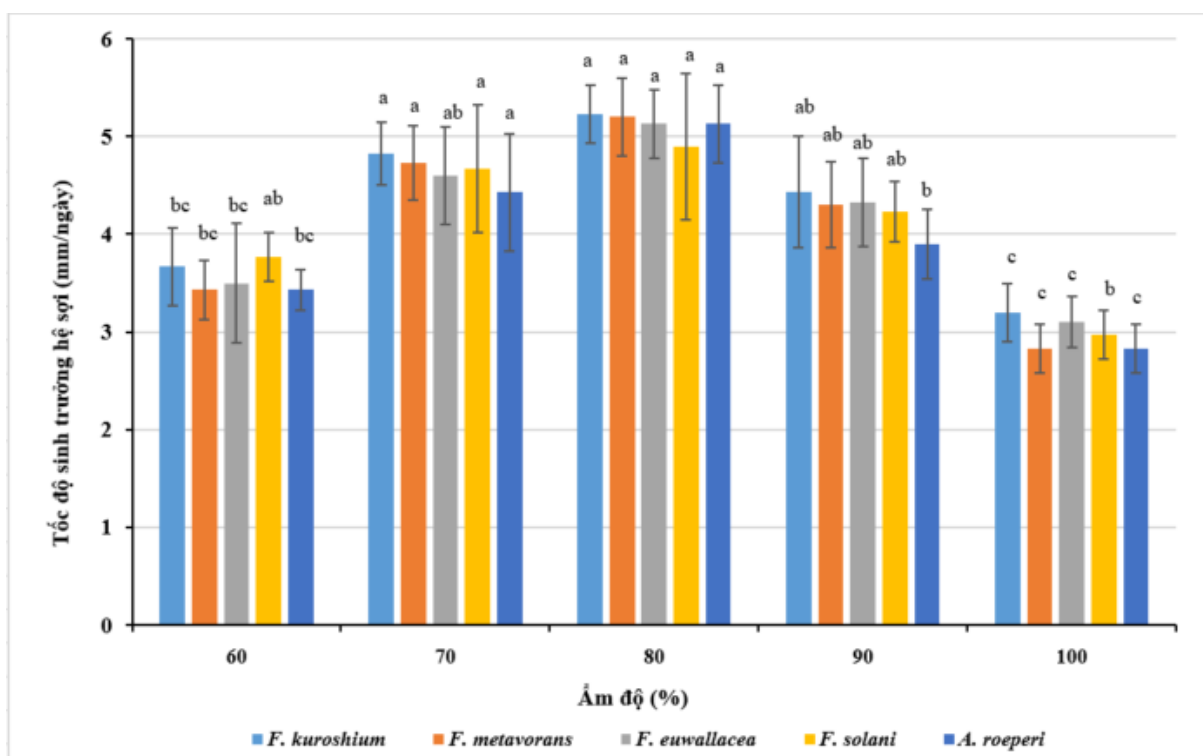
Khi nuôi cấy trên môi trường PDA, yếu tố nhiệt độ có ảnh hưởng rõ đến sinh trưởng của hệ sợi nấm phân lập từ mọt ambrosia. Hệ sợi nấm sinh trưởng mạnh nhất ở 25 °C - 30 °C. Một số kết quả nghiên cứu sinh trưởng về hệ sợi của các loài nấm phân lập từ mọt ambrosia như *Fusarium duplospermum*, *F. drepaniforme*, *F. papillatum* *F. floridanum*; *F. obliquiseptatum*; *F. tuaranense* cũng cho thấy các loài nấm thuộc tổ hợp nhóm AFC sinh trưởng phát triển tốt ở nhiệt độ 25 - 30 °C và lên đến 40 °C hệ sợi nấm không phát triển, thậm chí bị chết (Aoki *et al.*, 2021; Aoki *et al.*, 2019). Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng nhiệt độ đến sinh trưởng của hệ sợi sau 14 ngày đã chỉ ra nhiệt độ từ 25 - 30 °C là tối ưu cho hệ sợi nấm sinh trưởng của một số loài như *F. euwallaceae* (7,8 - 8,3cm), *Paracremonium pembedum* (3,7 - 4,4cm), *Graphium euwallacea* (2,9 - 3,6cm) (Lynch *et al.*, 2016). Kết quả sinh trưởng này của loài nấm *F. euwallaceae* so với loài nấm được thí nghiệm cũng khá tương đồng khi đều cho kết quả sinh trưởng tối ưu từ 25 - 30 °C, mặc dù tốc độ sinh trưởng thấp hơn thấp hơn (chỉ trên 4 mm/ngày so với trên 5mm/ngày). Nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ đối với loài nấm *F. metavorans* cũng đã xác định nhiệt độ 25 - 30 °C là nhiệt độ tối ưu, trong đó ở 30 °C sợi nấm phát triển tốt nhất đạt trên 50 cm² sau 6 ngày nuôi cấy trên môi trường PDA (Jiang *et al.*, 2022).

Như vậy có thể thấy với nhiệt độ từ 25 - 30 °C là nhiệt độ tối ưu cho hệ sợi nấm do mọt ambrosia mang theo sinh trưởng và phát triển tốt. Do đó đây là một trong những cơ sở khoa học trong quản lý và phòng chống nấm bệnh xâm

nhằm khi nhiệt độ môi trường phù hợp với điều kiện sinh trưởng.

3.3.2.2. Ảnh hưởng của độ ẩm đến sinh trưởng của hệ sợi nấm

Tương tự, hệ sợi của 5 loài nấm chính được lựa chọn từ các loài mọt ambrosia bao gồm (*Fusarium kuroshium*, *F. metavorans*, *F. euwallaceae*, *F. solani* và *Ambrosiella roeperi*) trên môi trường nhân tạo PDA được nuôi ở các công thức ẩm độ khác nhau để đánh giá tốc độ sinh trưởng của hệ sợi.



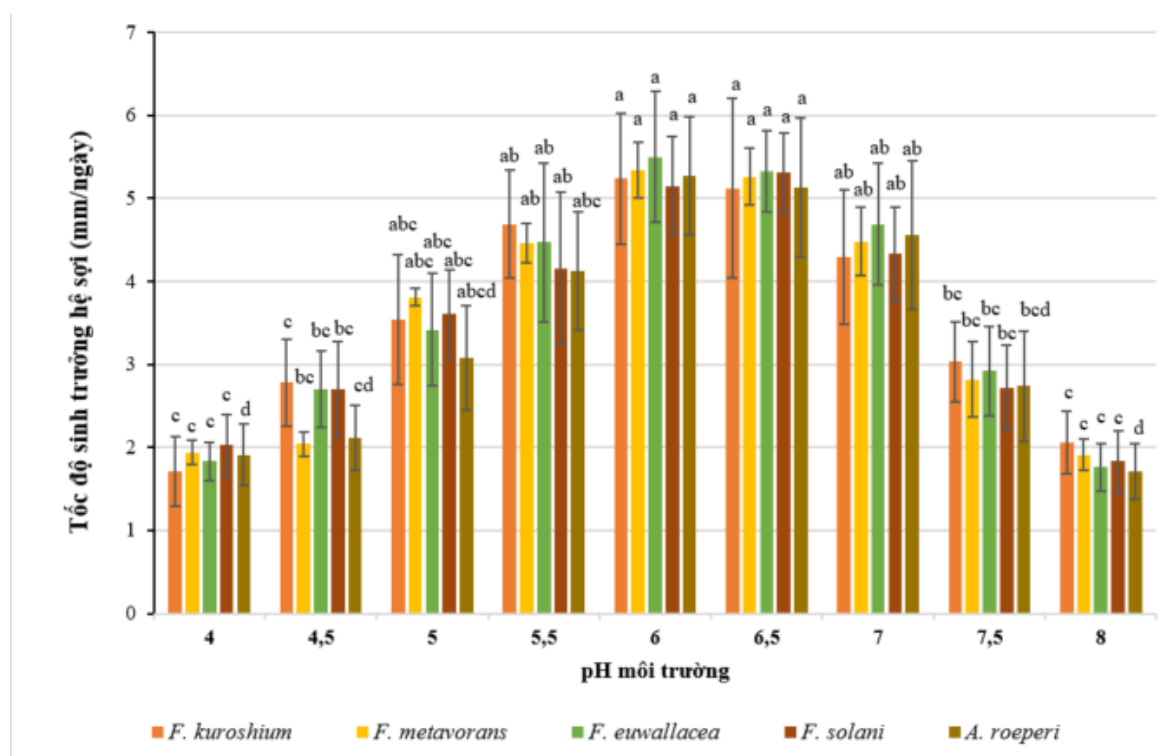
Hình 3.31: Tốc độ sinh trưởng của sợi nấm ở các công thức ẩm độ khác nhau

Kết quả nghiên cứu khả năng sinh trưởng của hệ sợi các loài nấm phân lập từ loài mọt ambrosia ở 5 thang độ ẩm khác nhau cho thấy ở độ ẩm 80% tốc độ sinh trưởng nấm tốt nhất đều đạt trên 5 mm/ngày, ngoại trừ loài nấm *F. solani*. Kết quả phân tích thống kê về sinh trưởng hệ sợi nấm không có sự sai khác nhiều giữa các công thức ẩm độ 70 % và 90 % so với công thức ẩm độ 80 % ở tất cả các loài nấm thí nghiệm. Riêng loài nấm *F. solani* có biên độ sinh trưởng rộng hơn từ 60 – 90% với kết quả phân tích thống kê không có sự sai

khác ở các công thức ẩm độ này. Ngược lại ở hai công thức ẩm độ là 60 % và 100 %, sinh trưởng của hệ sợi nấm không có sự sai khác với nhau về thống kê đạt từ 2,8 - 3,7 mm/ngày, tốc độ sinh trưởng chậm hơn so với các công thức khác.

3.3.2.3. Ảnh hưởng của pH môi trường dinh dưỡng đến sinh trưởng của hệ sợi nấm

Cũng với 5 loài nấm chính được lựa chọn từ các loài một ambrosia bao gồm (*Fusarium kuroshium*, *F. metavorans*, *F. euwallaceae*, *F. solani* và *Ambrosiella roeperi*), hệ sợi được nuôi cấy trên môi trường nhân tạo có độ pH khác nhau để đánh giá tốc độ sinh trưởng của hệ sợi.



Hình 3.32: Tốc độ sinh trưởng của sợi nấm ở công thức pH khác nhau

Phân tích kết quả về đường kính hệ sợi được nuôi cấy trên môi trường có pH khác nhau cho thấy có sự sai khác về sinh trưởng hệ sợi ở tất cả các loài nấm thí nghiệm. Hệ sợi nấm sinh trưởng tốt nhất ở các thang có độ pH từ 6 và 6,5 tốc độ sinh trưởng hệ sợi nấm trung bình 5,1 - 5,5 (mm/ngày). Tại thang pH

4 và pH hệ sợi nấm sinh trưởng không có sự sai khác nhau và có tốc độ sinh trưởng chậm nhất từ 1,7 - 2,1 (mm/ngày). Như vậy các loài nấm sinh trưởng tốt ở môi trường pH trung bình, ít kiềm, sinh trưởng chậm lại khi môi trường có tính axit tăng hoặc kiềm (Sánchez-Rangel *et al.*, 2018).

Kết quả nghiên cứu các loài nấm do một ambrosia mang theo đã xác định được 32 loài nấm do một ambrosia mang theo. Trong đó có một số loài nấm được xác định có liên quan mật thiết và có tính chọn lọc cao đối với loài một ambrosia như loài nấm *Fusarium euwallacea* và *F. kuroshium* (một *Euwallacea fornicatus*), *F. awan* (một *Euwallacea similis*) và *Ambrosiella roeperi* (một *Xylosandrus crassiusculus*). Đây là các loài nấm đặc trưng được các loài một ambrosia sử dụng làm thức ăn trong giai đoạn sâu non và trưởng thành, hay còn được gọi là nấm ambrosia (ambrosia fungi). Các loài nấm này hầu hết chỉ được tìm thấy tại các vị trí đường hang một và ở túi nấm trên cơ thể một ambrosia. Do đó các loài một ambrosia là vector mang theo các loài nấm này đóng vai trò quan trọng trong việc phát tán và lây lan nấm bệnh trên các rừng trồng. Chính vì vậy luận án sẽ tập trung vào quản lý phòng chống các loài một vector như một giải pháp gián tiếp nhằm hạn chế sự xâm nhiễm và gây bệnh của các loài nấm do một mang theo trên rừng trồng cây lâm nghiệp tại Việt Nam. Ngoài ra, một số nghiên cứu về các giải pháp phòng chống nấm gây bệnh đã được nghiên cứu như nấm gây bệnh chết héo *Ceratocystis manginecans* (Trần Thị Thanh Tâm, 2018; Phạm Quang Thu, 2021). Do đó luận án không đề cập đến các giải pháp phòng chống nấm gây bệnh mà chỉ tập trung vào các giải pháp quản lý loài một ambrosia là vector mang nấm.

Các biện pháp phòng chống tổng hợp được tiếp cận với đối tượng một ambrosia là vector mang theo các loài nấm bệnh gây hại cho cây chủ, bao gồm điều tra, theo dõi định kỳ sự xuất hiện của các loài một ambrosia, biện pháp lâm sinh (bón phân, vệ sinh rừng) để tăng đề kháng cho rừng trồng, biện pháp

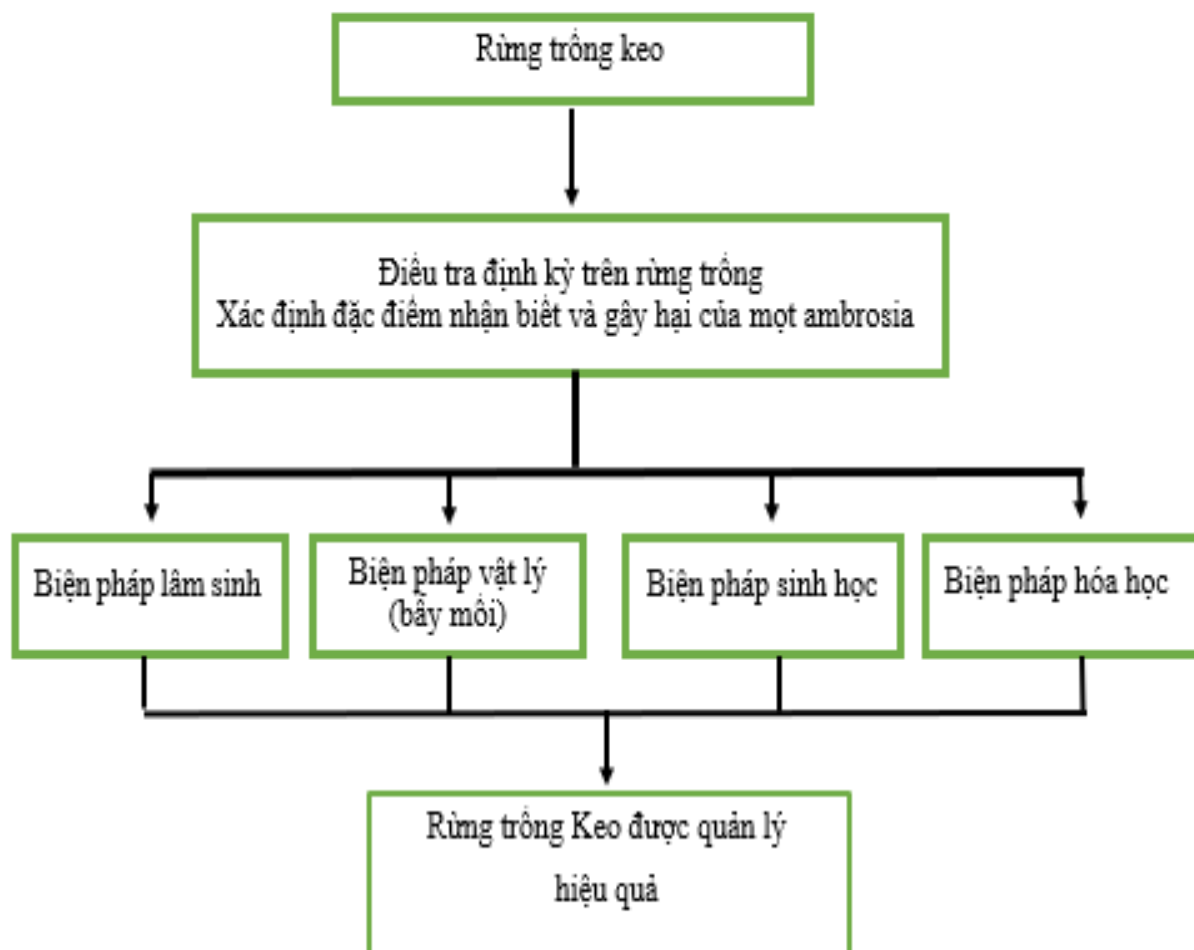
vật lý sử dụng bẫy môi thu bắt trưởng thành, biện pháp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sinh học và cuối cùng sử dụng đến thuốc bảo vệ thực vật hóa học khi mật độ một tăng cao.

3.4. Đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp loài một ambrosia mang theo nấm gây bệnh cho keo

Kế thừa kết quả nghiên cứu của đề tài cấp bộ “*Nghiên cứu phòng trừ tổng hợp một số loài sâu ăn lá chính và một đục thân Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm ở Việt Nam*” giai đoạn 2020 - 2022 do nghiên cứu sinh chủ trì và Tiên bộ kỹ thuật 01-122: 2023/BVTV “*Quy trình quản lý tổng hợp nhóm một đục thân gây hại cây keo*” theo quyết định số 883/QĐ/BVTV-KH ngày 31/03/2023 mà nghiên cứu sinh là tác giả chính, nghiên cứu đã xây dựng đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp loài một ambrosia là vector mang nấm.

Qua nghiên cứu thành phần một số loài nấm do một ambrosia mang theo có tính chọn lọc cao nghĩa là chỉ xuất hiện khi có loài một vector như loài nấm *Fusarium euwallacea*, *F. kuroshium*, *Ambrosiella roepri*, có liên quan mật thiết đối với một số loài một ambrosia, được các loài một ambrosia sử dụng làm thức ăn. Do vậy, giải pháp quản lý loài một vector ambrosia đem lại hiệu quả giúp giảm khả năng lây nhiễm của các loài nấm trên cây chủ. Chính vì vậy nghiên cứu đã tập trung vào các giải pháp quản lý loài một ambrosia là vector mang nấm. Quy trình quản lý này đã được thử nghiệm tại các mô hình thử nghiệm tại Phú Thọ, Quảng Trị và Đồng Nai ở rừng trồng Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm. Quy trình cũng đã được áp dụng trong đơn vị sản xuất, các công ty lâm nghiệp ở cả ba miền Bắc Trung Nam với hiệu quả phòng trừ đạt trên 80%, sinh trưởng của cây tăng từ 16 – 26,5% về đường kính và 19,2 – 21,7% về chiều cao so với đại trà.

Nội dung của quy trình bao gồm các bước: công tác điều tra, theo dõi định kỳ và áp dụng các biện pháp kỹ thuật phòng chống mọt ambrosia (biện pháp lâm sinh, biện pháp vật lý và biện pháp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật).



Hình 3.33: Sơ đồ quy trình quản lý tổng hợp mọt ambrosia mang nấm trên rừng trồng keo

3.4.1. Lịch điều tra, phương pháp điều tra

Điều tra mọt ambrosia ở thế hệ 2 vào thời gian từ tháng 3 đến tháng 5 và thế hệ 6 vào thời gian từ tháng 9 đến tháng 11. Đây là các giai đoạn mọt ambrosia trưởng thành hoạt động và gây hại chủ yếu trong năm. Mỗi thế hệ mọt điều tra 1 lần ở pha trưởng thành.

Từ kết quả nghiên cứu vòng đời và lịch phát sinh, đề tài đã xây dựng lịch

điều tra một ambrosia đối với hai loài một hại chính (*Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus*) cho ba vùng Trung tâm Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ và Đông Nam Bộ.

Bảng 3.8: Lịch điều tra một ambrosia ở các vùng sinh thái

Thế hệ một	Điều tra trưởng thành <i>E. fornicatus</i>			Điều tra trưởng thành <i>X. crassiusculus</i>		
	Trung tâm Bắc Bộ	Bắc Trung Bộ	Đông Nam Bộ	Trung tâm Bắc Bộ	Bắc Trung Bộ	Đông Nam Bộ
2	21/3 - 9/5	11/3 - 5/5	28/3 - 9/5	5/4 - 19/5	5/4 - 19/5	25/3 - 5/5
6	22/9 - 5/11	3/10 - 15/11	22/9 - 12/11	22/9 - 3/11	22/9 - 3/11	25/9 - 12/11

3.4.2. Biện pháp kỹ thuật phòng chống loài một ambrosia.

3.4.2.1. Biện pháp lâm sinh

Áp dụng thường xuyên các biện pháp chăm sóc và vệ sinh rừng trong suốt chu kỳ sinh trưởng hàng năm của cây theo quy trình kỹ thuật đã được ban hành.

Tiến hành vệ sinh, thu gom những cây đã bị gây hại nặng, không có khả năng hồi phục; hoặc những cây đã bị chết có xuất hiện lỗ một trên thân cây đem ra khỏi rừng và tiêu hủy. Dọn sạch thực bì xung quanh gốc cây đường kính từ 1,5 - 2,0 m, tránh làm tổn thương cây và rễ cây.

Bón thúc phân NPK với liều lượng 200 gram/gốc vào đầu năm thứ 2. Phân được trộn đều phân với đất, lấp đất phủ kín lên trên mỗi rạch, sâu từ 08 - 10 cm, rộng từ 10 - 15 cm, cách gốc cây từ 40 - 50 cm.

Quản lý và bảo vệ rừng trồng keo không bị tác động của gia súc làm tổn thương cây. Không tận thu và không vận chuyển cây bị hại sang nơi khác tránh lây lan.

3.4.2.2. Biện pháp bẫy

Sử dụng loại bẫy được thiết kế từ chai nhựa tái chế với mồi còn 90% hoặc 70%, các mồi này được đựng trong túi nilon treo phía trên bẫy. Trong chai hứng một phía dưới đựng nước có bổ sung chất bám dính để thu bắt một trưởng thành.

Khoảng cách giữa các bẫy từ 25 - 30 m, treo ở độ cao từ 1,5 - 2,0 m so với mặt đất. Bẫy được treo giữa hàng cây đảm bảo bên dưới và xung quanh bẫy thông thoáng, không có thực bì che khuất.

Tiến hành vệ sinh, thay nước và thu bắt con trưởng thành từ 7 - 10 ngày/lần. Thời gian đặt bẫy từ tháng 3 đến tháng 5. Số lượng bẫy đặt từ 7 - 10 bẫy/ha.

3.4.2.3. Biện pháp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật

Thời điểm bắt đầu tiến hành sử dụng thuốc bảo vệ thực vật khi mật độ lỗ một xuất hiện trên 18,1 lỗ/ 1000 cm² đối với Keo tai tượng, mật độ lỗ một trên 19,4 lỗ/ 1000 cm² đối với Keo lai và mật độ lỗ một trên 19,8 lỗ/ 1000 cm² đối với Keo lá tràm. Phun nhắc lại sau 7 - 10 ngày nếu mật độ lỗ một, tỷ lệ hại không giảm và ưu tiên sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sinh học.

+ Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sinh học

Sử dụng thuốc sinh học có chứa vi khuẩn *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* có trong danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng với nồng độ theo hướng dẫn của nhà sản xuất và liều lượng phun 300 - 400 ml dung dịch/cây đối với cây từ 2 tuổi trở lên.

Nếu sau lần phun thứ nhất từ 7 - 10 ngày điều tra lại vẫn thấy một gây hại (lỗ một vẫn đùn phân hoặc chảy nhựa) thì phun tiếp lần hai.

Sử dụng bình phun tích điện hoặc bình phun tay để phun ướt lên toàn bộ thân cây vào sáng sớm hoặc chiều mát, trời không có mưa.

+ Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật hóa học (*khi thuốc bảo vệ thực vật sinh học không đạt hiệu quả phòng chống*).

Sử dụng các loại thuốc có chứa một trong các hoạt chất như Carbosulfan hoặc Chlorantraniliprole + thiamethoxam có trong danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng với nồng độ theo hướng dẫn của nhà sản xuất, liều lượng phun 300 - 400 ml dung dịch /cây đối với cây từ 2 tuổi trở lên.

Nếu sau lần phun thứ nhất từ 7 - 10 ngày điều tra lại vẫn thấy một gây hại (lỗ một vẫn đục phân hoặc chảy nhựa) thì phun tiếp lần hai.

Sử dụng bình phun tích điện hoặc bình phun tay để phun ướt lên toàn bộ thân cây vào sáng sớm hoặc chiều mát, trời không có mưa.

KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ

I. KẾT LUẬN

Thành phần loài một ambrosia trên cây trồng lâm nghiệp được xác định gồm 08 loài (*Euwallacea fornicatus*, *Euwallacea similis*, *Xyleborus perforans*, *Xylosandrus crassiusculus*, *Xylosandrus mancus*, *Xyleborinus artestriatus*, *Arixyleborus nudulus*, *Euplatypus parallelus*). Trong đó hai loài một *Euwallacea fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus* là hai loài gây hại chính và có tỷ lệ thu mẫu cao nhất chiếm lần lượt là 31,3 và 23,6% tổng số mẫu một.

Tổng số có 389 tản nấm phân lập được từ một ambrosia và từ gỗ đường hang, và phân thành 48 nhóm mẫu nấm đại diện. Kết quả định danh từ các nhóm mẫu nấm đại diện đã xác định được tên khoa học 32 loài nấm do một ambrosia mang theo, thuộc 07 bộ và 10 họ khác nhau. Trong đó các loài nấm thuộc chi *Fusarium* chiếm tỷ lệ nhiều nhất 43,7% (14/32 loài). Nghiên cứu đã xác định có 12 loài nấm mới ghi nhận cho khu hệ các loài vi nấm tại Việt Nam, trong đó có 9 loài nấm thuộc chi nấm *Fusarium* (*F. awan*, *F. bostrycoides*, *F. kuroshium*, *F. liriodendri*, *F. macrosporum*, *F. metavorans*, *F. obliqueseptatum*, *F. populicola* và *Fusarium pseudensiformis*) và ba loài nấm khác gồm *Ambrosiella roeperi*, *Pleiocarpon algeriense* và *Nectria pseudotrichia*.

Khả năng gây bệnh của các loài nấm phân lập được có sự khác nhau ở cả trên cành keo lai cắt rời. Trong đó xác định được năm loài nấm *Fusarium metavorans*, *F. awan*, *Ceratocystis manginecans*, *F. liriodendri* và *F. kuroshium* có tính gây bệnh mạnh với chiều dài vết bệnh từ 10,5 - 13,9 cm. Đánh giá khả năng gây bệnh của các loài nấm ở giai đoạn vườn ươm của các loài nấm chia thành 3 nhóm: nhóm gây bệnh mạnh, nhóm gây bệnh trung bình và nhóm gây bệnh yếu. Có ba loài nấm xác định có tính gây bệnh mạnh gồm *Fusarium metavorans*, *F. kuroshium* và *Ceratocystis manginecans* với chiều

dài vết bệnh từ 10,6 - 12,3 cm. Kết quả luận án đã xác định ảnh hưởng của các yếu tố về nhiệt độ, độ ẩm và pH môi trường nuôi cấy có ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng sinh trưởng hệ sợi của năm loài nấm (*Fusarium kuroshium*, *F. metavorans*, *F. euwallaceae*, *F. solani* và *Ambrosiella roeperi*) phân lập trên một ambrosia. Các loài nấm sinh trưởng và phát triển tốt ở dải nhiệt độ từ 25 - 30 °C, ẩm độ từ 70 % - 90 % và pH môi trường nuôi cấy trung tính từ 6 - 6,5.

Giải pháp quản lý tổng hợp một ambrosia mang theo nấm gây bệnh trên rừng trồng keo đã được đề xuất làm cơ sở phục vụ quản lý rừng bền vững tại Việt Nam. Giải pháp quản lý tổng hợp bao gồm các bước từ điều tra phát hiện theo lịch điều tra tập trung vào thời gian từ tháng 3 đến tháng 5 và thế hệ 6 vào thời gian từ tháng 9 đến tháng 11. Ngoài ra áp dụng các biện pháp lâm sinh như bón phân, vệ sinh thực bì và thực hiện biện pháp vật lý bắt thu bắt một trưởng thành. Biện pháp sử dụng các thuốc bảo vệ thực vật (gồm thuốc sinh học và thuốc hóa học) khi tỷ lệ và mức độ gây hại của một tăng cao.

II. TÒN TẠI

Nghiên cứu thành phần loài nấm phân lập ở hai bộ phận đầu và bụng của một ambrosia mà chưa tách biệt thành phần loài nấm phân lập trên bộ phận chân của một ambrosia.

Nghiên cứu mới chỉ thực hiện phân tích các trình tự gen của các loài nấm trên hai vùng gen là ITS và TEF1. Do đó một số loài nấm mới chỉ xác định được thuộc tổ hợp nhóm FSSC và phân nhóm AFC.

III. KIẾN NGHỊ

Cần nghiên cứu sâu hơn về phương thức lây truyền nấm bệnh của các loài một ambrosia đối với các loài cây chủ.

Cần có các nghiên cứu sâu hơn về tính gây bệnh của các loài nấm *Fusarium* trên cây con và khả năng gây bệnh của các loài nấm do mọt ambrosia mang theo đối với cây chủ ở rừng trồng ở giai đoạn trên 1 tuổi.

Cần nghiên cứu cơ chế và tuyển chọn các dòng/gia đình keo có khả năng chống chịu các loài mọt ambrosia và nấm gây bệnh do mọt mang theo như một trong những biện pháp quản lý tổng hợp loài mọt ambrosia và nấm mang theo gây bệnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2023). *Hội thảo Phát triển bền vững ngành quế năm 2023*. Hà Nội.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2024). *Quyết định công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2023*. (816/QĐ-BNN-KL). Hà Nội
3. Đặng Vũ Hồng Miên (2015). *Khu hệ nấm mốc tại Việt Nam*: Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
4. Lê Văn Bình (2018). Một số đặc điểm sinh học, phòng trừ một *Euwallacea fornicatus* Eichhoff (Coleoptera: Scolytidae) hại thân Keo tai tượng, keo lai tại huyện Yên Bình và huyện Trấn yên, tỉnh Yên Bái. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 4, 149-154.
5. Lê Văn Nông (1999). *Côn trùng hại gỗ và biện pháp phòng trừ*: Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
6. Nguyễn Minh Chí, Nông Phương Nhung, Trần Xuân Hưng, Đào Ngọc Quang, Trần Xuân Hinh, Nguyễn Văn Nam, Phạm Thị Thu Thủy, & Phạm Quang Thu (2019). Ghi nhận ban đầu về một đục thân gây hại cây sưa ở Việt Nam. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, 4, 15-19.
7. Nguyễn Minh Chí, & Phạm Quang Thu (2016). Nghiên cứu tính chống chịu bệnh chết héo do nấm *Ceratocystis manginecans* gây ra của các dòng Keo lá trà bằng lâm bệnh nhân tạo. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, 6, 27-32.
8. Nguyễn Ngọc Quỳnh (2009). Một *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) và nấm xanh hại Keo tai tượng ở Phú Thọ. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 2, 926-928.
9. Phạm Quang Thu (2016a). Kết quả điều tra sâu, bệnh hại trên các loài cây trồng rừng chính tại Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 1, 4257-4264.

10. Phạm Quang Thu (2016b). Một *Euwallacea fornicatus* đục thân keo ở Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 7, 110-113.
11. Phạm Quang Thu, Đặng Như Quỳnh, & 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.
12. Trần Thị Thanh Tâm (2018). *Nghiên cứu đặc điểm sinh vật học, sinh thái học và biện pháp phòng chống bệnh chết héo do nấm Ceratocystis sp. gây hại Keo tai tượng tại tỉnh Thái Nguyên*. Luận án Tiến sỹ Quản lý tài nguyên rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp.
13. Trung tâm tài nguyên và môi trường (2001). *Danh lục các loài thực vật Việt Nam: Tập 1 - Phần nấm*: Nhà xuất bản Nông nghiệp.
14. Viện Bảo vệ thực vật (1976). *Kết quả điều tra côn trùng, bệnh cây và cỏ dại hại cây trồng các tỉnh miền Bắc 1968 - 1969*: Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
15. Viện Bảo vệ thực vật (1999). *Kết quả điều tra côn trùng và bệnh cây các tỉnh phía Nam 1977 - 1978*: Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

Tài liệu tiếng nước ngoài

16. Alamouti, S. M., Tsui, C. K., & Breuil, C. (2009). Multigene phylogeny of filamentous ambrosia fungi associated with ambrosia and bark beetles. *Mycological research*, 113(8), 822-835.
17. Alfaro, R. I., Humble, L. M., Gonzalez, P., Villaverde, R., & Allegro, G. (2007). The threat of the ambrosia beetle *Megaplatypus mutatus* (Chapuis)(= *Platypus mutatus* Chapuis) to world poplar resources. *Forestry*, 80(4), 471-479.
18. Aoki, Liyanage, P. N., Konkol, J. L., Ploetz, R. C., Smith, J. A., Kasson, M. T., Freeman, S., Geiser, D. M., & O'Donnell, K. (2021). Three novel Ambrosia Fusarium Clade species producing multiseptate “dolphin-shaped” conidia, and an augmented description of *Fusarium kuroshium*. *Mycologia*, 1-21.

19. Aoki, Smith, J. A., Kasson, M. T., Freeman, S., Geiser, D. M., Geering, A. D., & O'Donnell, K. (2019). Three novel Ambrosia Fusarium Clade species producing clavate macroconidia known (*F. floridanum* and *F. obliqueseptatum*) or predicted (*F. tuaranense*) to be farmed by *Euwallacea* spp.(Coleoptera: Scolytinae) on woody hosts. *Mycologia*, 111(6), 919-935.
20. Aoki, T., Kasson, M., Berger, M., Freeman, S., Geiser, D., & O'Donnell, K. (2018). *Fusarium oligoseptatum* sp. nov., a mycosymbiont of the ambrosia beetle *Euwallacea validus* in the Eastern US and typification of *F. ambrosium*. *Fungal Systematics and Evolution*, 1(1), 23-39.
21. Araújo, J. P., Li, Y., Duong, T. A., Smith, M. E., Adams, S., & Hulcr, J. (2022). Four new species of Harringtonia: unravelling the laurel wilt fungal genus. *Journal of Fungi*, 8(6), 613.
22. Batra, L. (1985). Ambrosia beetles and their associated fungi: research trends and techniques. *Proceedings: Plant Sciences*, 94(2-3), 137-148.
23. Biedermann, P. H., Klepzig, K. D., & Taborsky, M. (2009). Fungus cultivation by ambrosia beetles: behavior and laboratory breeding success in three xyleborine species. *Environmental entomology*, 38(4), 1096-1105.
24. Booth, C. (1971). Chapter I Introduction to General Methods. In *Methods in microbiology* (Vol. 4, pp. 1-47): Elsevier.
25. Carreras-Villaseñor, N., Rodríguez-Haas, J. B., Martínez-Rodríguez, L. A., Pérez-Lira, A. J., Ibarra-Laclette, E., Villafán, E., Castillo-Díaz, A. P., Ibarra-Juárez, L. A., Carrillo-Hernández, E. D., & Sánchez-Rangel, D. (2022). Characterization of Two *Fusarium solani* Species Complex Isolates from the Ambrosia Beetle *Xylosandrus morigerus*. *Journal of Fungi*, 8(3), 231.
26. Carrillo, J. D., Mayorquin, J. S., & Eskalen, A. (2018). Selective media for recovery of *Graphium euwallaceae* and *Paracremonium pembeum* from polyphagous shot hole borer field samples. Paper presented at the Phytopathology.

27. Carrillo, J. D., Rugman-Jones, P. F., Husein, D., Stajich, J. E., Kasson, M. T., Carrillo, D., Stouthamer, R., & Eskalen, A. (2019). Members of the *Euwallacea fornicatus* species complex exhibit promiscuous mutualism with ambrosia fungi in Taiwan. *Fungal Genetics and Biology*, 133, 103269.
28. Cassar, S., & Blackwell, M. (1996). Convergent origins of ambrosia fungi. *Mycologia*, 88(4), 596-601.
29. Chey, V. K., & Jurie, I. (2000). Acacia plantations in Malaysia and their insect pests. *Planter, Kuala Lumpur*, 76(888), 171-190.
30. Cognato, A. I., Smith, S. M., Li, Y., Pham, T. H., & Hulcr, J. (2019). Genetic variability among *Xyleborus glabratus* populations native to Southeast Asia (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae: Xyleborini) and the description of two related species. *Journal of economic entomology*, 112(3), 1274-1284.
31. Coyle, D. R., Booth, D. C., & Wallace, M. (2005). Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species, flight, and attack on living eastern cottonwood trees. *Journal of economic entomology*, 98(6), 2049-2057.
32. deJager, M., & Roets, F. (2022). Pathogenicity of *Fusarium euwallaceae* towards apple (*Malus domestica*) and grapevine (*Vitis vinifera*). *Australasian Plant Disease Notes*, 17(1), 8.
33. deJager, M., & Roets, F. (2023). Pathogenicity of *Fusarium euwallaceae*, symbiont of the polyphagous shot hole borer beetle, to selected stone fruit trees in South Africa. *Journal of Plant Pathology*, 105(1), 5-13.
34. Dole, S. A., Jordal, B. H., & Cognato, A. I. (2010). Polyphyly of *Xylosandrus* Reitter inferred from nuclear and mitochondrial genes (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 54(3), 773-782.
35. Egonyu, J. P., Baguma, J., Ogari, I., Ahumuza, G., Kyamanywa, S., Kucel, P., Kagezi, G. H., Erbaugh, M., Phiri, N., & Ritchie, B. J. (2015). The formicid ant, *Plagiolepis* sp., as a predator of the coffee twig borer, *Xylosandrus compactus*. *Biological control*, 91, 42-46.

36. Eskalen, A., Stouthamer, R., Lynch, S., Rugman-Jones, P., Twizeyimana, M., Gonzalez, A., & Thibault, T. (2013). Host range of *Fusarium* dieback and its ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytinae) vector in southern California. *Plant disease*, 97(7), 938-951.
37. Farrell, B. D., Sequeira, A. S., O'Meara, B. C., Normark, B. B., Chung, J. H., & Jordal, B. H. (2001). The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). *Evolution*, 55(10), 2011-2027.
38. Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol Mar Biol Biotechnol*, 3(5), 294-299.
39. Fraedrich, S., Harrington, T., Rabaglia, R., Ulyshen, M., Mayfield Iii, A., Hanula, J., Eickwort, J., & Miller, D. (2008). A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the southeastern United States. *Plant disease*, 92(2), 215-224.
40. Freeman, S., Sharon, M., Maymon, M., Mendel, Z., Protasov, A., Aoki, T., Eskalen, A., & O'Donnell, K. (2013). *Fusarium euwallaceae* sp. nov.—a symbiotic fungus of *Euwallacea* sp., an invasive ambrosia beetle in Israel and California. *Mycologia*, 105(6), 1595-1606.
41. Glen, M., Tommerup, I., Bougher, N., & O'Brien, P. (2002). Are Sebacinaceae common and widespread ectomycorrhizal associates of Eucalyptus species in Australian forests? *Mycorrhiza*, 12, 243-247.
42. Gomez, D., Lin, W., Gao, L., & Li, Y. (2019). New host plant records for the *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff) species complex (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) across its natural and introduced distribution. *Journal of Asia-Pacific entomology*, 22(1), 338-340.
43. Gomez, D., Skelton, J., Steininger, M., Stouthamer, R., Rugman-Jones, P., Sittichaya, W., Rabaglia, R., & Hulcr, J. (2018). Species delineation within the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae) complex

revealed by morphometric and phylogenetic analyses. *Insect Systematics and Diversity*, 2(6), 2.

44. Hanula, J., & Mayfield, A. E. (2014). Redbay Ambrosia Beetle (*Xyleborus glabratus* Eichhoff)(Coleoptera: Curculionidae). In: Roy Van Driesche and Richard Reardon (eds.), *The use of classical biological control to preserve forests in North America. FHTET-2013-12. USDA Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team, Morgantown, West Virginia, USA.* 299-311., 299-311.

45. Hara, A. H., & Beardsley, J. W. (1979). The biology of the black twig borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), in Hawaii.

46. Harrington, Aghayeva, D., & Fraedrich, S. (2010). New combinations in *Raffaelea*, *Ambrosiella*, and *Hyalorhinocladia*, and four new species from the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*. *Mycotaxon*, 111(1), 337-361.

47. Harrington, Fraedrich, S., & Aghayeva, D. (2008). *Raffaelea lauricola*, a new ambrosia beetle symbiont and pathogen on the Lauraceae. *Mycotaxon*, 104(2), 399-404.

48. Harrington, Yun, H. Y., Lu, S.-S., Goto, H., Aghayeva, D. N., & Fraedrich, S. W. (2011). Isolations from the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*, confirm that the laurel wilt pathogen, *Raffaelea lauricola*, originated in Asia. *Mycologia*, 103(5), 1028-1036.

49. Harrington, T., Aghayeva, D., & Fraedrich, S. (2010). New combinations in *Raffaelea*, *Ambrosiella*, and *Hyalorhinocladia*, and four new species from the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*. *Mycotaxon*, 111(1), 337-361.

50. Harrington, T., McNew, D., Mayers, C., Fraedrich, S., & Reed, S. (2014). *Ambrosiella roeperi* sp. nov. is the mycangial symbiont of the granulate ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus*. *Mycologia*, 106(4), 835-845.

51. Harwood, C. E., Toan, L. X., Dinh, P. X., & Nambiar, E. S. (2024). Species and Stand Management Options for Wood Production from Small Grower Plantations in Central Vietnam. *Forests*, 15(8), 1465.
52. Harwood, T., Tomlinson, I., Potter, C., & Knight, J. (2011). Dutch elm disease revisited: past, present and future management in Great Britain. *Plant Pathology*, 60(3), 545-555.
53. Hsiau, P. T., & Harrington, T. C. (2003). Phylogenetics and adaptations of basidiomycetous fungi fed upon by bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Symbiosis-rehovot*, 34(2), 111-132.
54. Hughes, M. A., Smith, J., Ploetz, R., Kendra, P., Mayfield, A., Hanula, J., Hulcr, J., Stelinski, L., Cameron, S., & Riggins, J. (2015). Recovery plan for laurel wilt on redbay and other forest species caused by *Raffaelea lauricola* and disseminated by *Xyleborus glabratus*. *Plant Health Progress*, 16(4), 173-210.
55. Hulcr, J., Atkinson, T. H., Cognato, A. I., Jordal, B. H., & McKenna, D. D. (2015). Morphology, taxonomy, and phylogenetics of bark beetles. In *Bark Beetles* (pp. 41-84): Elsevier.
56. Hulcr, J., & Smith, S. (2010). Xyleborini ambrosia beetles: an identification tool to the world genera. URL: <http://itp.lucidcentral.org/id/wbb/xyleborini/index.htm>.
57. Hulcr, J., & Stelinski, L. (2017). The ambrosia symbiosis: from evolutionary ecology to practical management. *Annual Review of Entomology*, 62, 285-303.
58. Intachat, J., & Kirton, L. (1997). Observations on insects associated with *Acacia mangium* in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 9(4), 561-564.
59. Iquebal, M. A., Jaiswal, S., Mishra, V. K., Jasrotia, R. S., Angadi, U. B., Singh, B. P., Passari, A. K., Deka, P., Prabha, R., & Singh, D. P. (2021).

Fungal genomic resources for strain identification and diversity analysis of 1900 fungal species. *Journal of Fungi*, 7(4), 288.

60. Jiang, Masuya, H., & Kajimura, H. (2021). Novel symbiotic association between *Euwallacea* ambrosia beetle and *Fusarium* fungus on fig trees in Japan. *Frontiers in Microbiology*, 2590.

61. Jiang, Masuya, H., & Kajimura, H. (2022). Fungal flora in adult females of the rearing population of ambrosia beetle *Euwallacea interjectus* (Blandford)(Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): Does it differ from the wild population? *Diversity*, 14(7), 535.

62. Jiang, Morita, Jikumaru, S., Kuroda, K., Masuya, H., & Kajimura, H. (2022). The Role of Mycangial Fungi Associated with Ambrosia Beetles (*Euwallacea interjectus*) in Fig Wilt Disease: Dual Inoculation of *Fusarium kuroshium* and *Ceratocystis ficicola* Can Bring Fig Saplings to Early Symptom Development. *Microorganisms*, 10(10), 1912.

63. Kasson, M. T., O'Donnell, K., Rooney, A. P., Sink, S., Ploetz, R. C., Ploetz, J. N., Konkol, J. L., Carrillo, D., Freeman, S., & Mendel, Z. (2013). An inordinate fondness for *Fusarium*: phylogenetic diversity of fusaria cultivated by ambrosia beetles in the genus *Euwallacea* on avocado and other plant hosts. *Fungal Genetics and Biology*, 56, 147-157.

64. Kumar, R., Rajkhowa, G., Sankar, M., & Rajan, R. K. (2011). A new host plant for the shot-hole borer, *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff)(Coleoptera; Scolytidae) from India. *Acta Entomologica Sinica*, 54(6), 734-738.

65. Lai, S., Zhao, C., Li, Y., Zhou, Y., Zhong, L., Qiu, C., Wang, H., Pan, Y., Dai, L., & Hao, D. (2022). Three novel *Fusarium* mutualists of ambrosia beetle *Euwallacea interjectus* in China. *Mycological Progress*, 21(8), 70.

66. Le, D., Ameye, M., De Boevre, M., De Saeger, S., Audenaert, K., & Haesaert, G. (2021). Population, virulence, and mycotoxin profile of *Fusarium*

spp. Associated with basal rot of *Allium* spp. In vietnam. *Plant disease*, 105(7), 1942-1950.

67. Le, D., Tran, L. T. M., Cao, L. T., Pham, T. N., Dinh, A. Q., & Nguyen, U. K. (2024). Diversity and pathogenicity of fungal species associated with lettuce wilt and root rot in Vietnam. *Journal of Plant Pathology*, 1-13.

68. Le Thi, L., Mertens, A., Vu, D. T., Vu, T. D., Minh, P. L. A., Duc, H. N., De Backer, S., Swennen, R., Vandeloos, F., & Panis, B. (2022). Diversity of *Fusarium* associated banana wilt in northern Viet Nam. *MycoKeys*, 87, 53.

69. Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2008). *The Fusarium laboratory manual*: John Wiley & Sons.

70. Lin, Y.-T., Shih, H.-H., Hulcr, J., Lin, C.-S., Lu, S.-S., & Chen, C.-Y. (2017). *Ambrosiella* in Taiwan including one new species. *Mycoscience*, 58(4), 242-252. doi:<https://doi.org/10.1016/j.myc.2017.02.004>

71. Linnakoski, R., De Beer, Z. W., Niemelä, P., & Wingfield, M. J. (2012). Associations of conifer-infesting bark beetles and fungi in Fennoscandia. *Insects*, 3(1), 200-227.

72. Lynch, S. C., Twizeyimana, M., Mayorquin, J. S., Wang, D. H., Na, F., Kayim, M., Kasson, M. T., Thu, P. Q., Bateman, C., & Rugman-Jones, P. (2016). Identification, pathogenicity and abundance of *Paracremonium pembeum* sp. nov. and *Graphium euwallaceae* sp. nov.—two newly discovered mycangial associates of the polyphagous shot hole borer (*Euwallacea* sp.) in California. *Mycologia*, 108(2), 313-329.

73. Lynn, K. M., Wingfield, M. J., Durán, A., Marincowitz, S., Oliveira, L. S., de Beer, Z. W., & Barnes, I. (2020). *Euwallacea perbrevis* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a confirmed pest on *Acacia crassicarpa* in Riau, Indonesia, and a new fungal symbiont; *Fusarium rekanum* sp. nov. *Antonie van Leeuwenhoek*, 1-21.

74. Lynn, K. M., Wingfield, M. J., Durán, A., Oliveira, L. S., De Beer, Z. W., & Barnes, I. (2021). Novel *Fusarium* mutualists of two *Euwallacea* species infesting *Acacia crassicarpa* in Indonesia. *Mycologia*, 113(3), 536-558.
75. Maharachchikumbura, S. S., Guo, L.-D., Chukeatirote, E., Bahkali, A. H., & Hyde, K. D. (2011). Pestalotiopsis—morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. *Fungal Diversity*, 50, 167-187.
76. Masuya, H. (2007). Note on the dieback of *Cornus florida* caused by *Xylosandrus compactus*. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute (Japan)*.
77. Mayers, C., Harrington, T., & Biedermann, P. (2022). Mycangia define the diverse ambrosia beetle–fungus symbioses. The Convergent Evolution of Agriculture in Humans and Insects. In: The MIT Press.
78. Mayers, C. G., McNew, D. L., Harrington, T. C., Roeper, R. A., Fraedrich, S. W., Biedermann, P. H. W., Castrillo, L. A., & Reed, S. E. (2015). Three genera in the Ceratocystidaceae are the respective symbionts of three independent lineages of ambrosia beetles with large, complex mycangia. *Fungal Biology*, 119(11), 1075-1092. doi:<https://doi.org/10.1016/j.funbio.2015.08.002>
79. Mendel, Z., Protasov, A., Sharon, M., Zveibil, A., Yehuda, S. B., O'Donnell, K., Rabaglia, R., Wysoki, M., & Freeman, S. (2012). An Asian ambrosia beetle *Euwallacea fornicatus* and its novel symbiotic fungus *Fusarium* sp. pose a serious threat to the Israeli avocado industry. *Phytoparasitica*, 40(3), 235-238.
80. Moller, W., & DeVay, J. (1968). Carrot as a species-selective isolation medium for *Ceratocystis fimbriata*. *Phytopathology*, 58(1), 123-124.
81. Morales-Rodríguez, C., Sferrazza, I., Aleandri, M. P., Dalla Valle, M., Speranza, S., Contarini, M., & Vannini, A. (2021). The fungal community associated with the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* invading the

mediterranean maquis in central Italy reveals high biodiversity and suggests environmental acquisitions. *Fungal Biology*, 125(1), 12-24.

82. Mostert, D., Molina, A. B., Daniells, J., Fourie, G., Hermanto, C., Chao, C.-P., Fabregar, E., Sinohin, V. G., Masdek, N., & Thangavelu, R. (2017). The distribution and host range of the banana Fusarium wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, in Asia. *PLOS ONE*, 12(7), e0181630.

83. Na, F., Carrillo, J. D., Mayorquin, J. S., Ndinga-Muniania, C., Stajich, J. E., Stouthamer, R., Huang, Y.-T., Lin, Y.-T., Chen, C.-Y., & Eskalen, A. (2018). Two novel fungal symbionts *Fusarium kuroshium* sp. nov. and *Graphium kuroshium* sp. nov. of Kuroshio shot hole borer (*Euwallacea* sp. nr. *forficatus*) cause Fusarium dieback on woody host species in California. *Plant disease*, 102(6), 1154-1164.

84. Nair, K. (2000). Insect pests and diseases in Indonesian forest: an assessment of the major threats, research efforts and literature.

85. Nair, K. (2007). Tropical forest insect pests: ecology, impact, and management.

86. Ngoan, N., Wilkinson, R., Short, D., Moses, C., & Mangold, J. (1976). Biology of an introduced ambrosia beetle, *Xylosandrus compactus*, in Florida. *Annals of the Entomological Society of America*, 69(5), 872-876.

87. Nguyen, V. Q. H., Tran, T. T. N., Tran, L. T., Nguyen, T. T. T., Pham, T. T. T., Hoang, Q. T., & Pham, T. T. D. (2024). Identification of fungal species associated with chilli fruit disease in North-Central Vietnam. *Journal of Plant Pathology*, 106(2), 507-526.

88. Nkuekam, G. K., Wingfield, M. J., Mohammed, C., Carnegie, A. J., Pegg, G. S., & Roux, J. (2012). Ceratocystis species, including two new species associated with nitidulid beetles, on eucalypts in Australia. *Antonie van Leeuwenhoek*, 101(2), 217-241.

89. O'gara, E., Hardy, G. S. J., & McComb, J. (1996). The ability of *Phytophthora cinnamomi* to infect through unwounded and wounded periderm tissue of *Eucalyptus matginata*. *Plant Pathology*, 45(5), 955-963.
90. O'Donnell, K., Kistler, H. C., Cigelnik, E., & Ploetz, R. C. (1998). Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(5), 2044-2049.
91. O'Donnell, K., Libeskind-Hadas, R., Hulcr, J., Bateman, C., Kasson, M. T., Ploetz, R. C., Konkol, J. L., Ploetz, J. N., Carrillo, D., & Campbell, A. (2016). Invasive Asian Fusarium–Euwallacea ambrosia beetle mutualists pose a serious threat to forests, urban landscapes and the avocado industry. *Phytoparasitica*, 44, 435-442.
92. O'Donnell, K., Sink, S., Libeskind-Hadas, R., Hulcr, J., Kasson, M. T., Ploetz, R. C., Konkol, J. L., Ploetz, J. N., Carrillo, D., & Campbell, A. (2015). Discordant phylogenies suggest repeated host shifts in the Fusarium–Euwallacea ambrosia beetle mutualism. *Fungal Genetics and Biology*, 82, 277-290.
93. Oliver, J. B., & Mannion, C. M. (2001). Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species attacking chestnut and captured in ethanol-baited traps in middle Tennessee. *Environmental entomology*, 30(5), 909-918.
94. Osborn, R. K., Castro, J., Duong, T. A., Hulcr, J., Li, Y., Martínez, M., & Cognato, A. I. (2023). Symbiotic Fungi Associated With Xyleborine Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and the Imperative of Global Collaboration. *Annals of the Entomological Society of America*, 116(1), 51-71.
95. Paine, T., Raffa, K., & Harrington, T. (1997). Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. *Annual Review of Entomology*, 42(1), 179-206.

96. Parthiban, M., & Muraleedharan, N. (1996). Biology of the shot hole borer *Euwallacea fornicatus* (Eich.) of tea. *J. Plantn. Crops*, 24, 319-329.
97. Pepori, A. L., Kolařík, M., Bettini, P. P., Vettraino, A. M., & Santini, A. (2015). Morphological and molecular characterisation of *Geosmithia* species on European elms. *Fungal Biology*, 119(11), 1063-1074.
98. Ploetz, R. C., Hulcr, J., Wingfield, M. J., & De Beer, Z. W. (2013). Destructive tree diseases associated with ambrosia and bark beetles: black swan events in tree pathology? *Plant disease*, 97(7), 856-872.
99. Rabaglia, R. J., Dole, S. A., & Cognato, A. I. (2006). Review of American Xyleborina (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) occurring north of Mexico, with an illustrated key. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(6), 1034-1056.
100. Ranger, Reding, M., Schultz, P., & Oliver, J. (2013). Influence of flood-stress on ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) host-selection and implications for their management in a changing climate. *Agricultural and Forest Entomology*, 15, 56-64.
101. Sánchez-Rangel, D., Hernández-Domínguez, E.-E., Pérez-Torres, C.-A., Ortiz-Castro, R., Villafán, E., Rodríguez-Haas, B., Alonso-Sánchez, A., López-Buenfil, A., Carrillo-Ortiz, N., & Hernández-Ramos, L. (2018). Environmental pH modulates transcriptomic responses in the fungus *Fusarium* sp. associated with KSHB *Euwallacea* sp. nr. *fornicatus*. *BMC genomics*, 19(1), 721.
102. Six, D. L., & Paine, T. (1999). Phylogenetic comparison of ascomycete mycangial fungi and *Dendroctonus* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 92(2), 159-166.
103. Smith SM, Beaver RA, and Cognato AI. 2020b. A monograph of the *Xyleborini* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) of the Indochinese Peninsula (except Malaysia) and China. *ZooKeys* 983: 1-442.

104. Smith, S., Gomez, D., Beaver, R., Hulcr, J., & Cognato, A. (2019). Reassessment of the species in the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) complex after the rediscovery of the “lost” type specimen. *Insects*, 10(9), 261.
105. Smith, S., Rabaglia, R., Beaver, R., Thu, P., & Cognato, A. (2018). Attraction of ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae: Xyleborini) to semiochemicals in Vietnam, with new records and a new species. *The Coleopterists Bulletin*, 72(4), 838-844.
106. Storer, C., Payton, A., McDaniel, S., Jordal, B., & Hulcr, J. (2017). Cryptic genetic variation in an inbreeding and cosmopolitan pest, *Xylosandrus crassiusculus*, revealed using ddRADseq. *Ecology and Evolution*, 7(24), 10974–10986.
107. Stouthamer, R., Rugman, J., Thu, P., Eskalen, A., Thibault, T., Hulcr, J., Wang, L., Jordal, B., Chen, C., & Cooperband, M. (2017). Tracing the origin of a cryptic invader: phylogeography of the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) species complex. *Agricultural and Forest Entomology*, 19(4), 366-375.
108. Tian, X.-M., Man, X.-W., & Liu, Z.-B. (2022). *Irpex jinshaensis* sp. nov. and *I. subulatus* comb. nov. (Irpicaceae, Polyporales), evidenced by morphological characters and phylogenetic analysis. *Phytotaxa*, 533(1), 73-82.
109. Túler, A. C., Valbon, W. R., Rodrigues, H. S., Noia, L. R., Santos, L. M., Fogaça, I., Rondelli, V. M., & Verdin Filho, A. C. (2019). Black twig borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), as a potential threat to the coffee production. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(E).
110. Urvois, T., Auger-Rozenberg, M.-A., Roques, A., Rossi, J.-P., & Kerdelhue, C. (2021). Climate change impact on the potential geographical distribution of two invading *Xylosandrus* ambrosia beetles. *Scientific reports*, 11(1), 1339.

111. Van Wyk, M., Al Adawi, A. O., Khan, I. A., Deadman, M. L., Al Jahwari, A. A., Wingfield, B. D., Ploetz, R., & Wingfield, M. J. (2007). *Ceratocystis manginecans* sp. nov., causal agent of a destructive mango wilt disease in Oman and Pakistan. *Fungal Divers*, 27, 213-230.
112. Vannini, A., Contarini, M., Faccoli, M., Valle, M. D., Rodriguez, C., Mazzetto, T., Guarneri, D., Vettraino, A. M., & Speranza, S. (2017). First report of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* and associated fungi in the Mediterranean maquis in Italy, and new host–pest associations. *EPPO Bulletin*, 47(1), 100-103.
113. White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & 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.
114. Wood, S., & Bright, D. (1992). A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) 2: Taxonomic index. Vols. A and B. *Great Basin naturalist memoirs*, 13.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN

1. **Trần Xuân Hưng**, Phạm Quang Thu (2020). Nghiên cứu thành phần loài nấm do một ambrosia mang theo trên một số cây trồng lâm nghiệp. Hội nghị năm học toàn quốc lần thứ III năm 2020.
2. **Trần Xuân Hưng**, Lê Văn Bình, Trần Việt Thắng, Trần Nhật Tân (2021). Bước đầu ghi nhận các loài một đục thân gây hại trên cây Quế (*Cinnamomum cassia*) tại Việt Nam. *Tạp chí bảo vệ thực vật*, (5), 3-11.
3. **Trần Xuân Hưng**, Nguyễn Thị Minh Hằng (2021). Bước đầu phát hiện hai loài một đục thân gây hại trên Lim xanh tại Phú Thọ. *Tạp chí Rừng và Môi trường*. (4), 97-103.
4. Thu, P. Q., Quang, D. N., Chi, N. M., **Hung, T. X.**, Bình, L. V., & Dell, B. (2021). New and emerging insect pest and disease threats to forest plantations in Vietnam. *Forests*, 12(10), 1301.
5. **Hung, T. X.**, Thu, P. Q., Chi, N. M., Bình, L. V., & Dell, B. (2022). Impacts and trapping of ambrosia beetles *Euwallacea fornicatus* and *E. similis* in Acacia plantations in Vietnam. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 84(3), 242-252.
6. **Trần Xuân Hưng**, Phạm Quang Thu, Nguyễn Thị Minh Hằng (2023). Thực trạng gây hại và quản lý tổng hợp một số loài sâu ăn lá và loài một đục thân gây hại chính ở rừng trồng Keo tai tượng, keo lai và Keo lá tràm. *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học và công nghệ và Đổi mới sáng tạo lĩnh vực Lâm nghiệp năm 2023*. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Địa điểm điều tra thu mẫu mọt ambrosia và cây chủ bị hại

TT	Loài mọt ambrosia	Mã KH mẫu định danh	Loài cây chủ	Địa điểm thu mẫu	KH địa điểm
1	<i>Euwallacea fornicatus</i>	VN45	Keo lá trà	Quảng Trị	9
		VN67		Đồng Nai	13
		VN84, VN18, VN19, VN28	Keo tai tượng	Yên Bái	2
		VN38		Tuyên Quang	1
		VN100, VN216		Thái Nguyên	3
		VN206		Phú Thọ	5
		VN10		Quảng Nam	17
		VN15, VN20, VN25	Keo lai	Yên Bái	2
		VN213		Bắc Giang	6
		VN214		Phú Thọ	5
		VN27		Hòa Bình	7
		VN31, VN35		Nghệ An	8
		VN211		Dak Lak	11
		VN115		Đồng Nai	13
		VN95		Cà Mau	14
		VN30		Bình Dương	15
		VN215		Thừa Thiên Huế	10
		VN40	Bồ đề	Yên Bái	2
		VN45	Quế	Yên Bái	2
		VN50		Quảng Ninh	22
		VN55		Thanh Hóa	23
		VN12	Keo tai tượng	Yên Bái	2

2	<i>Euwallacea similis</i>	VN212		Phú Thọ	
		VN200			4
		VN202	Keo lai	Hòa Bình	7
		VN85		Nghệ An	8
		VN210		M'Đrak, Dak Lak	11
		VN13		Đồng Nai	13
		VN32		Cà Mau	14
3	<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	MXC03	Keo tai tượng	Tuyên Quang	1
		MXC10		Thái Nguyên	3
		MXC16		Phú Thọ	4
		MXC22		Quảng Nam	17
		MXC24		Yên Bái	2
		MXC05	Keo lai	Phú Thọ	4
		MXC09		Hòa Bình	7
		MXC12		Nghệ An	8
		MXC15		M'Đrak, Dak Lak	11
		MXC17		Đồng Nai	13
		MXC20	Keo lá trà	Quảng Trị	9
		MXC23		Đồng Nai	13
		MXC25	Bạch đàn	Bắc Giang	6
		MXC26	urophylla	Phú Thọ	4
		MXC28	Lim xanh	Phú Thọ	4
		MXC30	Quế	Lào Cai	5
		MXC33, MXC34 MXC35, MXC36		Yên Bái	2
		MXC40		Quảng Ninh	22
		MXC42		Thanh Hóa	23
		MXC45		Quảng Nam	17
4	<i>Xylosandrus mancus</i>	MXM01	Keo tai tượng	Tuyên Quang	1
		MXM02		Thái Nguyên	3

		MXM05		Phú Thọ	4
		MXM06		Yên Bái	2
		MXM08		Lào Cai	5
		MXM12		Yên Bái	2
		MXM15	Quế	Quảng Ninh	22
		MXM17		Thanh Hóa	23
		MXM20		Quảng Nam	17
5	<i>Arixyleborus nudulus</i>	MAR01	Bồ đề	Yên Bái	2
6	<i>Xyleborus perforans</i>	MXP01	Bạch đàn urophylla	Bắc Giang	6
		MXP05		Phú Thọ	4
7	<i>Xyleborinus artestriatus</i>	MXA01	Bạch đàn urophylla	Bắc Giang	6
		MXA02		Phú Thọ	4
8	<i>Euplatypus parallelus</i>	MEU01	Keo lai	Đắk Lắk	11
		MEU02		Đắk Lắk	11

Phụ lục 2: Lịch phát sinh của loài mọt ambrosia (*E. fornicatus* và *Xylosandrus crassiusculus*)

Bảng 1: Lịch xuất hiện các lứa của loài mọt đục thân *E. fornicatus* tại Trung tâm Bắc Bộ

Tháng Lứa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VII	0 0 0	0 0 + + +	+ +									
I		. . - -	. . - - 0 0 +	0 0 + + +	+							
II				. . . - -	. . - - 0 0 0 + +	0 + +						
III					.	. . . - - 0 0 +	- - 0 0 0 + + +					
IV							. . . - - 0 + +	. . - - 0 0 0 + +	0 + +			
V								.	. . . - - 0 0 +	- 0 0 + + +	+	
VI										. . . - - 0 0 0 + +	. . - - 0 0 0 + +	. . - - 0 0 + +
VII											. -	. . . - - 0 0

Ghi chú: (-) Sâu non; (0) Nhộng; (+) Trưởng thành; (.) Trứng

Bảng 2: Lịch xuất hiện các lứa của một đực thân *E. fornicatus* tại Bắc Trung Bộ

Tháng Lứa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VII	0 0 0 +	+	+	+								
I		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
					+	+	+	+	+	+	+	+
II				.	.	.	.	.	.	.	.	.
				-	-	-	-	-	-	-	-	-
				0	0	0	0	0	0	0	0	0
					+	+	+	+	+	+	+	+
III					.	.	.	.	.	.	.	.
					-	-	-	-	-	-	-	-
					0	0	0	0	0	0	0	0
						+	+	+	+	+	+	+
IV						.	.	.	.	.	.	.
						-	-	-	-	-	-	-
						0	0	0	0	0	0	0
							+	+	+	+	+	+
V							.	.	.	.	.	.
							-	-	-	-	-	-
							0	0	0	0	0	0
								+	+	+	+	+
VI								.	.	.	.	.
								-	-	-	-	-
								0	0	0	0	0
									+	+	+	+
VII											.	.
											-	-
											-	-
											0	0

Ghi chú: (-) Sâu non; (0) Nhộng; (+) Trưởng thành; (.) Trứng

Bảng 3: Lịch xuất hiện các lứa của một đực thân *E. fornicatus* tại Đông Nam Bộ

Tháng Lứa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VII	0 0 0	0 0 + +	+ + +									
I		.	. . . - - - 0 0 +	. - 0 0 0 + + +	+							
II				. . . - - -	. . . - - - 0 0 0 + +	0 + + +	+					
III					.	. . . - - - 0 0 +	. - - - 0 0 0 + + +	+				
IV							. . . - - - 0 + +	. - - - 0 0 0 + +	0 + +			
V								.	. . . - - - 0 0 +	- 0 0 0 + + +	+ +	
VI										. . . - - -	. . . - - - 0 0 0 + +	0 + +
VII											. -	. . . - - - 0

Ghi chú: (-) Sâu non; (0) Nhộng; (+) Trưởng thành; (.) Trứng

Bảng 4: Lịch xuất hiện các lứa của một đực thân *X. crassiusculus* tại vùng trung tâm Bắc Bộ

Tháng Lứa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VII	- 0 0 0	0 0 + +	+ + +									
I		.	. . . - - - 0	. - 0 0 0 + + +	0 + +							
II				. - 0 0 + +	. - 0 0 + +	- - 0 0 0 + + +						
III						. - 0 0 + +	. - 0 0 0 + + +					
IV							. - 0 + +	. - 0 0 0 + +	0 + +			
V								. - 0 0 + +	. - 0 0 + +	- 0 0 + + +	+	
VI										. - 0 0 0 + +	. - 0 0 0 + +	. - 0 0 0 + +
VII											. - - - - 0	. - - - 0

Ghi chú: (-) Sâu non; (0) Nhộng; (+) Trưởng thành; (.) Trứng

Bảng 5: Lịch xuất hiện các lứa của một đực thân *X. crassiusculus* tại vùng Bắc Trung Bộ

Tháng Lứa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VII	- 0 0 0	0 0 + +	+ +									
I		-	- - -	- 0 0 0 + +	0 + + +							
II				- - -	- - - 0 0 + +	- - 0 0 0 + + +						
III						- - - 0 + + +	- - - 0 0 0 + + +	0 +				
IV							- - - 0 0 0 + +	- - - 0 + +				
V								- - - - 0 0 +	- - - - 0 0 + + +			
VI										- - - 0 0 0 + +	- - - 0 0 0 + +	0 +
VII											- - - - - - 0	- - - - - - 0

Ghi chú: (-) Sâu non; (0) Nhộng; (+) Trưởng thành; (.) Trứng

Bảng 6: Lịch xuất hiện các lứa của một đực thân *X. crassiusculus* tại vùng Đông Nam Bộ

Tháng Lứa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VII	- 0 0 0	0 + + +	+ +									
I		. - - -	. - - -	0 0 + + +	0 0 + + +							
II				. - - -	. - - -	0 0 0 + + +	0 + +					
III					.	. - - -	. - - -	0 0 0 + + +				
IV							. - - -	. - - -	0 0 0 + + +	0 + +		
V								.	. - - -	. - - -	0 0 + + +	0 0 + + +
VI										. - - -	. - - -	0 0 0 + + +
VII											. - - -	. - - - 0

Ghi chú: (-) Sâu non; (0) Nhộng; (+) Trưởng thành; (.) Trứng

**PHỤ LỤC 3: KẾT QUẢ PHÂN TÍCH PHƯƠNG SAI VÀ SỰ SAI KHÁC GIỮA CÁC LOÀI NẤM VỀ
MỨC ĐỘ GÂY BỆNH TRÊN CÀNH KEO LAI CẮT RỜI**

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Loài nấm	32	10344	323.2	325	$<2e^{-16}$	***
Residuals	957	952	1.0			

MS error	Df	Mean	CV	t.value	LSD
0,9923511	957	5,955	1,673	1,962	0,5047598

**PHỤ LỤC 4: KẾT QUẢ PHÂN TÍCH THỐNG KÊ MỨC ĐỘ GÂY BỆNH TRÊN CÀNH KEO LAI
CẮT RỜI TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM**

Tên loài nấm	Mean	std	r	LCL	UCL	Min	Max	Q25	Q50	Q75	Range	CV
<i>Fusarium metavorans</i>	13,08	0,452	30	12,723	13,437	12,5	13,8	12,8	13	13,3	1,3	3,46
<i>Fusarium awan</i>	11,64	1,192	30	11,283	11,997	9,8	13,3	11,1	11,7	12,3	1,9	6,0
<i>Ceratocytis manginecans</i>	11,62	0,697	30	11,263	11,977	10,3	12,2	11,7	11,8	12,1	3,5	10,2
<i>Fusarium liriodendri</i>	10,9	1,195	30	10,543	11,257	9,3	12,6	10	10,9	11,7	3,3	11,0
<i>Fusarium kuroshium</i>	10,58	0,372	30	10,223	10,937	10	11,1	10,5	10,5	10,8	1,1	3,51
<i>Fusarium waltergramsii</i>	9,18	0,953	30	8,823	9,537	7,8	10,5	8,8	8,9	9,9	2,7	10,4
<i>Nectria pseudotrichia</i>	9,0	1,101	30	8,643	9,357	7,1	10,2	8,6	9,4	9,7	3,1	12,2
<i>Fusarium solani</i> (AF-15)	8,84	0,869	30	8,483	9,197	7,9	10,1	8,2	8,4	9,6	2,2	9,83

<i>Fusarium macrosporum</i>	8,54	1,346	30	8,183	8,897	6,5	10,2	7,6	9	9,4	3,7	15,8
<i>Fusarium euwallacea</i>	7,64	1,255	30	7,283	7,997	5,5	9,1	7,2	8	8,4	3,6	16,4
<i>Pestalopsis vismiae</i>	7,16	0,701	30	6,803	7,517	6,6	8,5	6,8	6,8	7,1	1,9	9,78
<i>Pithomyces chartarum</i>	7,06	0,578	30	6,703	7,417	6,5	8,1	6,6	7	7,1	1,6	8,18
<i>Curvularia lunata</i>	6,76	0,4296	30	6,403	7,117	6,2	7,3	6,5	6,6	7,2	1,1	6,38
<i>Fusarium decemcellulare</i>	6,14	0,658	30	5,783	6,497	5,2	6,9	5,6	6,3	6,7	1,7	10,7
<i>Fusarium obliquiseptatum</i>	5,66	0,467	30	5,303	6,017	5,1	6,4	5,3	5,6	5,9	1,3	8,24
<i>Curvularia eragrostidis</i>	5,1	0,699	30	4,743	5,457	4,4	6,3	4,6	4,8	5,4	1,9	13,7
<i>Fusarium botrycoides</i>	5,06	0,521	30	4,703	5,417	4,3	5,7	4,7	5,1	5,5	1,4	10,3
<i>Ambrosiella roeperi</i>	4,82	2,250	30	4,463	5,177	3,4	9,2	3,5	3,7	4,3	5,8	46,7
<i>Pestalotiopsis theae</i>	4,64	1,592	30	4,283	4,997	1,9	6,2	4	5,2	5,9	4,3	34,3
<i>Ambrosiella sp.</i>	4,44	1,227	30	4,083	4,797	2,9	6,2	3,3	4,7	5,1	3,3	27,6
<i>Fusarium tumidispermum</i>	4,32	1,358	30	3,963	4,677	2,2	6,1	3,8	4,2	5,3	3,9	31,4
<i>Geosmithia pallida</i>	4,18	2,074	30	3,823	4,537	2	7,5	2,6	3,3	5,5	5,5	49,6
<i>Fusarium solani</i> (AF-18)	4,08	1,449	30	3,723	4,437	2,7	6,6	2,8	3,8	4,5	3,9	35,5
<i>Pestalotiopsis mangiferae</i>	3,96	0,779	30	3,603	4,317	2,9	5,1	3,4	4	4,4	2,2	19,6
<i>Pleocarpon algeriense</i>	3,74	0,367	30	3,383	4,097	3,2	4,3	3,6	3,7	3,9	1,1	9,82
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	3,5	0,783	30	3,143	3,857	2,4	4,4	2,8	3,8	4,1	2	22,4
<i>Fusarium mangiferae</i>	3,2	0,643	30	2,843	3,557	2,6	4,3	2,7	2,9	3,5	1,7	20,1
<i>Fusarium populicola</i>	2,9	0,546	30	2,543	3,257	2	3,6	2,7	3	3,2	1,6	18,8
<i>Nigrospora oryzae</i>	2,84	0,612	30	2,483	3,197	1,8	3,6	2,7	2,9	3,2	1,8	21,6
<i>Neopestalotiopsis clavispora</i>	2,66	0,602	30	2,303	3,017	1,8	3,6	2,4	2,6	2,9	1,8	22,6
<i>Aspergillus flavipes</i>	2,34	0,165	30	1,983	2,697	2,1	2,5	2,2	2,4	2,5	0,4	7,06
<i>Ambrosiozyma monospora</i>	0,94	0,462	30	0,583	1,297	0,3	1,6	0,6	1	1,2	1,3	49,2
<i>Đôi chứng</i>	0	0	30	-0,3573022	0,3573022	0	0	0	0	0	0	0

**PHỤ LỤC 5: KẾT QUẢ PHÂN TÍCH PHƯƠNG SAI VÀ SỰ SAI KHÁC GIỮA CÁC LOÀI NẤM VỀ
MỨC ĐỘ GÂY BỆNH TRÊN CÂY CON KEO LAI Ở VƯỜN ƯƠM**

	Df	Sum Sq	Mean Sq	Fvalue	Pr(>F)	
Loài nấm	18	5320	295,53	58,43	$<2e^{-16}$	***
Residuals	551	2787	5,06			

MSerror	Df	Mean	CV	t.value	LSD
5,05658	551	5,58649	4,02522	1,96428	1,14048

**PHỤ LỤC 6: KẾT QUẢ PHÂN TÍCH THỐNG KÊ MỨC ĐỘ GÂY BỆNH TRÊN CÂY CON KEO LAI Ở
VƯỜN ƯƠM**

TT	Loài nấm	mean	sd	r	LCL	UCL	Min	Max	Range	CV
1	<i>Fusarium metavorans</i>	12,3	4,28	30	11,53	13,15	5,8	18,4	12,6	34,7
2	<i>Fusarium kuroshium</i>	10,9	6,44	30	10,13	11,74	3,4	25,3	21,9	58,9

[illegible]

