

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của bản thân tôi. Các kết quả trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào để bảo vệ luận án Thạc sĩ hay Tiến sĩ.

Bùi Thị Thủy

Lời cảm ơn !

Trong thời gian nghiên cứu và thực hiện luận án tại Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, tôi đã luôn nhận được sự hướng dẫn tận tình, sự giúp đỡ, đóng góp ý kiến hết sức quý báu từ các thầy cô, cơ quan và các bạn đồng nghiệp.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến GS. TS. Bùi Công Hiến và PGS. TS. Nguyễn Thị Bích Ngọc, những người thầy hướng dẫn đã dành nhiều thời gian, công sức tận tình chỉ dẫn, bồi dưỡng tôi trong quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành bản luận án.

Tôi xin trân trọng cảm ơn Lãnh đạo Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Ban Đào tạo và hợp tác quốc tế, Trưởng Bộ môn Bảo quản Lâm sản đã giúp đỡ và tạo mọi điều kiện cho tôi hoàn thành luận án.

Xin chân thành cảm ơn tập thể cán bộ Bộ môn Bảo quản Lâm sản cùng cán bộ đã nghỉ hưu, chuyên công tác và cán bộ Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ thực vật rừng đã hỗ trợ, giúp đỡ tôi thực hiện một số nội dung nghiên cứu của luận án.

Xin cảm ơn các Giáo sư, Phó giáo sư, các nhà khoa học, các bạn đồng nghiệp đã đóng góp những ý kiến quý báu cho việc hoàn thành luận án. Đặc biệt xin cảm ơn Giáo sư Paul Rugman-Jones và đồng nghiệp Khoa Côn trùng học, trường Đại học Riverside, California, Mỹ đã giúp phân tích, định loại mối bằng phương pháp sinh học phân tử. Đồng thời, cũng trân trọng cảm ơn cán bộ Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình đã giúp đỡ thẩm định việc định loại các loài mối cũng như Viện Sinh thái và môi trường rừng đã giúp phân tích một số chỉ tiêu thổ nhưỡng. Xin cảm tạ sự giúp đỡ của các cán bộ và nhân dân ở các tỉnh, nơi chúng tôi đã đến nghiên cứu.

Cuối cùng tôi dành tình cảm biết ơn tới gia đình, bố, mẹ, chồng và các con tôi - những người đã động viên và chia sẻ với tôi trong suốt quá trình học tập, thực hiện luận án.

Hà Nội, ngày 20 tháng 5 năm 2015

Bùi Thị Thủy

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

A.: *Armitermes*

C.: *Coptotermes*

D_{1,3}: Đường kính ngang ngực

DDT: dichloro diphenyl trichlorothane

E.: *Eucalyptus*

HCH: hexachlorocyclohexane

Hvn: Chiều cao vút ngọn

IPM: Integrated Pest Management

ITM : Integrated Termite Management

M.: *Macrotermes*

Mi.: *Microtermes*

O.: *Odontotermes*

OTC: Ô tiêu chuẩn

S.: *Syntermes*

UNEP: United Nations Environment Programme

DANH MỤC CÁC BẢNG

	Trang	
Bảng 1.1	Loài mối và thiệt hại do mối gây ra đối với cây lâm nghiệp	7
Bảng 1.2	Loài cây, tuổi cây, bộ phận của cây bạch đàn, keo bị mối hại	10
Bảng 2.1	Số tuyến điều tra mối	33
Bảng 2.2	Số lượng ô tiêu chuẩn ở các địa điểm	37
Bảng 3.1	Danh sách thành phần loài mối theo khu vực nghiên cứu	49
Bảng 3.2	Số đo hình thái và đặc điểm hình thái ngoài các mẫu mối	52
Bảng 3.3	Địa điểm, thời gian thu và tên loài các mẫu mối	53
Bảng 3.4	Tỷ lệ bắt gặp các loài mối ở rừng trồng bạch đàn uro, keo lai và keo tai tượng	61
Bảng 3.5	Tỷ lệ bắt gặp các loài mối theo tỉnh nghiên cứu	63
Bảng 3.6	Các loài mối hại cây bạch đàn và keo	64
Bảng 3.7	Tỷ lệ cây Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bị mối gây hại	68
Bảng 3.8	Mức độ bị mối hại của cây Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng	69
Bảng 3.9	Mức độ hại cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng của từng loài mối	71
Bảng 3.10	Kích thước trung bình tổ mối <i>Macrotermes annandalei</i>	74
Bảng 3.11	Tỷ lệ đẳng cấp trong nhóm mối kiếm ăn loài <i>Macrotermes annandalei</i>	79
Bảng 3.12	Tỷ lệ đẳng cấp trong nhóm mối kiếm ăn loài <i>Macrotermes barneyi</i>	81
Bảng 3.13	Tỷ lệ đẳng cấp trong nhóm mối kiếm ăn loài <i>Microtermes pakistanicus</i>	82
Bảng 3.14	Mức độ mối <i>Macrotermes annandalei</i> , <i>Macrotermes barneyi</i> và <i>Microtermes pakistanicus</i> khai thác các loại thức ăn	87
Bảng 3.15	Mức độ mối <i>Macrotermes annandalei</i> , <i>Macrotermes barneyi</i> và <i>Microtermes pakistanicus</i> vào hố nhử ở các độ sâu khác nhau	88
Bảng 3.16	Mức độ gây hại của 3 loài mối hại chính đối với rừng trồng Bạch đàn uro, keo lai và Keo tai tượng 1 năm tuổi vào mùa mưa	96

	và mùa khô	
Bảng 3.17	Mối liên quan giữa các điều kiện hóa lý của đất đến mức độ hại của mối	97
Bảng 3.18	Số lượng mối <i>Microtermes pakistanicus</i> ở các phần giấy có và không thấm dịch cỏ	99
Bảng 3.19	Tổng hợp hiệu quả của các biện pháp lâm sinh, sinh học, hóa học phòng chống mối hại bạch đàn uro, keo lai, keo tai tượng sau 12 tháng	100
Bảng 3.20	Trữ lượng rừng của lô có và không xử lý phòng mối	111
Bảng 3.21	Chi phí trồng dặm rừng Bạch đàn uro ở Bắc Giang, Keo lai ở Phú Thọ và Keo tai tượng ở Hòa Bình	113

DANH MỤC CÁC HÌNH		Trang
Hình 2.1	Bản đồ điều tra mối ở một số tỉnh miền Bắc Việt Nam	34
Hình 2.2	Hồ nhử mối có lưới và cành lá keo	40
Hình 2.3	Hộp chứa các loại thức ăn để nhử mối	41
Hình 2.4	Hộp chứa thức ăn đặt ở các độ sâu khác nhau để nhử mối	42
Hình 3.1	Mối quan hệ họ hàng của loài <i>Macrotermes annandalei</i> , <i>Macrotermes barneyi</i> , <i>Macrotermes chaiglomi</i> thu tại các địa điểm khác nhau và so sánh với các giống mối khác.	54
Hình 3.2	Số lượng loài mối theo tuổi cây	58
Hình 3.3	Kiểu gây hại 1 (Mối <i>Macrotermes annandalei</i> gặm hết vỏ rễ cây bạch đàn uro 1 tuổi)	66
Hình 3.4	Kiểu gây hại 1 (Mối <i>Macrotermes annandalei</i> cắn ngang cổ rễ cây keo lai 1 tuổi)	66
Hình 3.5	Kiểu gây hại 1 (Mối <i>Hypotermes obscuricep</i> ăn rễ làm vàng lá cây keo tai tượng 1 tuổi)	66
Hình 3.6	Kiểu gây hại 1 (Mối <i>Macrotermes annandalei</i> gặm hết vỏ rễ và thân cây keo lai 1 tuổi)	66
Hình 3.7	Kiểu gây hại 2 (Mối <i>C. formosanus</i> đục rỗng thân b đàn uro 2 tuổi)	67
Hình 3.8	Kiểu gây hại 3 (Mối <i>Mi. pakistanicus</i> ăn rễ bạch đàn uro 3 tuổi)	67
Hình 3.9	Kiểu gây hại 3 (Mối <i>Mi. pakistanicus</i> ăn rễ bạch đàn uro 2 tuổi)	67
Hình 3.10	Kiểu gây hại 4 (Mối <i>M. barneyi</i> đắp đường mui ăn lớp biểu bì keo tai tượng 3 tuổi)	67
Hình 3.11	Kiểu gây hại 4 (Mối <i>M. annandalei</i> ăn sâu vào lớp tế bào thân keo tai tượng 3 tuổi)	67
Hình 3.12	Hình dạng tổ mối <i>Macrotermes annandalei</i>	75
Hình 3.13	Đo đường kính và chiều cao của khoang trung tâm	76
Hình 3.14	Hoàng cung mối <i>Macrotermes annandalei</i>	76
Hình 3.15	Mối vua, mối chúa, mối lính, mối thợ, mối non loài <i>M.</i>	76

annandalei

Hình 3.16	Cấu trúc khoang tổ loài mối <i>Microtermes pakistanicus</i>	77
Hình 3.17	Hố nhử loài mối <i>Macrotermes annandalei</i>	80
Hình 3.18	Hố nhử loài mối <i>Microtermes pakistanicus</i>	83
Hình 3.19	Thứ tự các đẳng cấp tham gia trong đàn mối kiếm ăn của 3 loài mối <i>Macrotermes annandalei</i> , <i>Macrotermes barneyi</i> và <i>Microtermes pakistanicus</i>	84
Hình 3.20	Khảo sát môi rừng keo tai tượng 1 năm tuổi, luân kỳ đầu	90
Hình 3.21	Khảo sát môi rừng keo tai tượng 1 năm tuổi, luân kỳ sau	91
Hình 3.22	So sánh tỷ lệ hại và mức độ bị hại của mối đối với Keo tai tượng và Bạch đàn uro luân kỳ đầu và luân kỳ sau	92
Hình 3.23	Mức độ bị mối hại của cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng 1 năm tuổi vào mùa mưa và mùa khô	94
Hình 3.24	Khả năng xua đuổi mối <i>Microtermes pakistanicus</i> của dầu cỏ Vetiver	98
Hình 3.25	Hiệu quả của các biện pháp lâm sinh phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng sau 12 tháng	101
Hình 3.26	Hiệu quả của các biện pháp sinh học phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng sau 12 tháng	103
Hình 3.27	Hiệu quả của các biện pháp hóa học phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng sau 12 tháng	105
Hình 3.28	Hiệu quả của các biện pháp phòng chống mối hại Keo tai tượng ở Hòa Bình sau 3 tháng	108

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Mối là tên gọi phổ thông cho tất cả các loài côn trùng thuộc Bộ Cánh bằng (Isoptera). Trong môi trường tự nhiên, mối thuộc nhóm sinh vật phân hủy, là một mắt xích quan trọng của quá trình chuyển hoá xác thực vật, làm tăng độ mùn cho đất, đồng thời là nguồn thức ăn cho nhiều loài động vật. Trong môi trường nhân tạo mối lại là kẻ thù của con người, bởi chúng gây hại nặng nề cho công trình kiến trúc, đê đập và cây trồng.

Trong lâm nghiệp, bạch đàn (*Eucalyptus* spp.) và keo (*Acacia* spp.) là các loài cây trồng rừng chủ lực của nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Do tính chất đa dạng của mối, nên ở mỗi vùng địa lý, khí hậu, thành phần loài mối và đặc điểm gây hại bạch đàn và keo khác nhau. Ở Nam Mỹ, các loài mối gây hại chủ yếu thuộc các giống *Syntermes*, *Procornitermes*, *Cornitermes* và *Heterotermes*. Tại Đông Nam Á, các loài mối thuộc các giống *Macrotermes*, *Microtermes* và *Odontotermes* gây hại nặng cho bạch đàn và keo. Ở một số nước Nam Mỹ, Úc, Nam Phi, Ấn Độ, Đài Loan và Philippin... có tới 34 - 50%, thậm chí có nơi tới 100% cây bị mối gây hại (UNEP, 2000) [118].

Ở Việt Nam, diện tích rừng trồng hiện có 3.556.294 ha, trong đó diện tích rừng sản xuất là 2.650.530 ha (Quyết định số 3322 của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn ngày 28 tháng 7 năm 2014) [22]. Các tập đoàn cây trồng có đặc tính mọc nhanh cho năng suất và chất lượng cao đã chọn để phát triển rừng sản xuất, cung cấp nguyên liệu cho ngành công nghiệp chế biến gỗ. Bạch đàn và keo là hai nhóm loài được chọn làm cây trồng rừng chủ lực ở Việt Nam. Do diện tích trồng rừng tập trung lớn, kỹ thuật phòng trừ sâu bệnh, trong đó có mối chưa đồng bộ hoặc còn nhiều hạn chế, dẫn đến những thiệt hại do sâu bệnh gây ra đối với hai nhóm loài cây này ở nước ta. Các loài bạch đàn và keo mới trồng ở một số vùng thường bị mối gây hại làm chết cây với tỷ lệ lớn, nhiều diện tích phải tiến hành trồng dặm nhiều lần, gây tổn kém về kinh tế và ảnh hưởng đến chất lượng rừng. Mối gây chết cây

bạch đàn, Keo lai dưới 12 tháng tuổi ở Bắc Giang khoảng 20 - 30%, có nơi tới 60 - 80% [133], ở Đắc Lắc là 22% [134].

Các công trình nghiên cứu về mối ở Việt Nam tập trung chủ yếu vào các đối tượng bị hại là công trình xây dựng và đê đập. Những nghiên cứu về mối hại cây trồng nói chung, cây lâm nghiệp nói riêng ít được quan tâm và còn nhiều hạn chế. Do còn thiếu những nghiên cứu sâu về mối hại rừng trồng, nên biện pháp phòng chống mối hại bạch đàn và keo được đưa ra còn nhỏ lẻ, theo kinh nghiệm, sử dụng thuốc độc tính cao hoặc tràn lan thuốc trừ sâu với liều lượng như với cây trồng nông nghiệp. Điều đó mang lại hiệu quả không cao và gây ô nhiễm môi trường. Việc nghiên cứu có hệ thống và đầy đủ về thành phần loài mối ở rừng trồng bạch đàn, keo cũng như các biện pháp phòng chống mối hại rừng trồng bạch đàn và keo vừa là đòi hỏi cấp bách của thực tiễn, vừa có giá trị khoa học để lựa chọn biện pháp phòng chống mối có hiệu quả, thân thiện với môi trường.

Từ nhận thức đó, chúng tôi tiến hành đề tài: ***“Nghiên cứu thành phần, đặc điểm sinh học và biện pháp phòng trừ loài mối gây hại chính đối với rừng trồng bạch đàn, keo ở một số tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam”***.

2. MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát

Nghiên cứu mối gây hại rừng trồng bạch đàn, keo ở một số tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam và đề xuất biện pháp phòng trừ chúng hợp lý, thân thiện môi trường.

Mục tiêu cụ thể

- Xác định được thành phần loài mối, loài gây hại và mức độ gây hại đối với rừng trồng bạch đàn và keo.
- Nghiên cứu bổ sung đặc điểm sinh học, sinh thái học của các loài mối hại rừng trồng bạch đàn và keo làm cơ sở khoa học cho các biện pháp phòng chống mối.
- Đề xuất được biện pháp phòng chống mối hại rừng trồng bạch đàn và keo.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

- Các loài mối thuộc bộ cánh bằng (Isoptera) trong rừng trồng bạch đàn, keo.

2.3. Phạm vi nghiên cứu

- Nghiên cứu mối ở rừng trồng Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake), Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*) và Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd) trong giai đoạn cây 1 năm tuổi, 2 năm tuổi và 3 năm tuổi thuộc một số tỉnh miền Bắc Việt Nam.

- Nghiên cứu hiệu quả phòng chống mối hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng mới trồng của các biện pháp lâm sinh, sinh học và hóa học.

3. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN

Ý nghĩa khoa học

- Cung cấp dẫn liệu về thành phần loài mối, loài gây hại chính, cách thức và mức độ mối gây hại để xác định loại rừng, tuổi cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng ở miền Bắc Việt Nam cần quan tâm phòng chống mối;

- Bổ sung dẫn liệu về đặc điểm sinh học, sinh thái học các loài mối gây hại chính ở rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng làm cơ sở khoa học cho việc lựa chọn biện pháp phòng chống mối đạt hiệu quả cao.

Ý nghĩa thực tiễn

- Nghiên cứu các biện pháp phòng chống mối hại rừng mới trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng nhằm đưa ra biện pháp phòng chống mối đạt hiệu quả kinh tế và thân thiện với môi trường.

4. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

- Phát hiện được 19 loài mối ở rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng giai đoạn 1 đến 3 năm tuổi tại các tỉnh Bắc Giang, Thái Nguyên, Phú Thọ và Hòa Bình. Trong đó, xác định được 8 loài gây hại nhưng chỉ có 3 loài gây hại chính là *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*.

- Cung cấp dẫn liệu khoa học về quy luật gây hại của 3 loài mối hại chính ở rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng giai đoạn 1 đến 3 năm tuổi ở 4 tỉnh nghiên cứu và bổ sung các dẫn liệu khoa học mới về sinh học, sinh thái học của 3 loài mối hại chính như đặc điểm gây hại, sự lựa chọn thức ăn, ảnh hưởng của điều kiện lập địa đối với đặc điểm gây hại... làm cơ sở cho biện pháp quản lý mối.

Chương 1

TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

1.1. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU MỐI HẠI CÂY TRỒNG TRÊN THẾ GIỚI

Mối gồm nhiều loài, theo Constantino R. (1998) [50], trên toàn cầu đã xác định được 2.858 loài mối. Đa số các loài có ích trong tự nhiên vì tham gia vào chu trình phân hủy xenlulo, chuyển hóa xác thực vật thành mùn, góp phần chuyển hóa vật chất. Một bộ phận nhỏ trong số đó là các loài gây hại. Có những loài mối phá hại cây rất mạnh và phát triển chủ yếu ở các nước nhiệt đới và cận nhiệt đới như Trung Quốc, Malayxia, Indonexia, Ấn Độ, Châu Phi và Châu Mỹ...

1.1.1. Thành phần loài mối hại cây trồng, đặc điểm gây hại và đặc điểm sinh học sinh thái học các loài thuộc giống *Macrotermes* và *Microtermes*

1.1.1.1. Thành phần loài mối hại cây trồng, đặc điểm gây hại

* Mối hại cây nông nghiệp, công nghiệp

Nhiều loại cây trồng nông nghiệp, công nghiệp như cây họ đậu (Fabaceae), Ngô (*Zea mays* L.), Mía (*Saccharum* spp.), Lúa mì (*Triticum* sp.), Sắn (*Manihot esculenta* Crantz), Khoai tây (*Solanum tuberosum* L.), Lạc (*Arachis hypogaea* L.), Dừa (*Cocos nucifera* L.), cọ (*Elaeis* spp.), xoài (*Mangifera* spp.), cà phê (*Coffea* spp.), Chè (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze), Ca cao (*Theobroma cacao*), Cao su (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.)... bị mối gây hại. Mối loài cây có các loài mối hại khác nhau và thay đổi theo vùng miền. Mối làm mất 10-30% sản lượng đậu ở châu Phi, Nam Mỹ (UNEP, 2000) [118]. Mối ăn hạt hoặc lõi, gây mất 30-60% sản lượng ngô hoặc gặm chồi hạt mới nảy mầm hoặc gây chết 10-50% cây ngô mới trồng ở châu Phi, Nam Mỹ (UNEP, 2000) [118], ở Ethiopia (Cowie and Wood, 1989) [53], ở Tanzania (Harris, 1971) [61], ở Nam Braxin (Mill, 1992; Berti-Filho, 1993) [80], [40], ở Nigeria (Wood *et al.*, 1980) [126], ở Zambia (Nkunika, 1989) [89]. Mối ăn lõi, làm mía không mọc chồi hay cắn ngang thân, cắn cụt rễ cây con hoặc đục vào thân và làm chết cây mía, làm mất 10-20 tấn/ha/năm như ở Sudan, Nigeria, Thái Lan, Malayxia, Pakistan, Úc và Nam Mỹ (UNEP, 2000) [118]; ở Braxin (Sands, 1973; Novaretti and Carderan, 1988; Berti-Filho, 1993) [104], [90], [40]. Mối làm

đường mui lên thân mía, sau đó ăn nhu mô bên trong ở Tchad (Rouland *et al.*, 1993) [99]. Mối cũng hại lúa, lúa mì, gây chết 60 - 100% cây mới trồng qua việc phá hủy rễ ở Braxin (Mill, 1992) [80]. Mối gây chết 30% cây lạc con ở Sudan (Pearce *et al.*, 1995) [93], gây mất 88% sản lượng lạc ở Nigeria (Johnson and Gumel, 1981) [64]. Mối gây chết 70% khoai lang ở Châu Phi (Sands, 1973) [104]; phá hủy 3,000 cây khoai lang /ha ở Trung Phi (Sands, 1960) [103] hoặc ăn rễ và thân làm mất sản lượng 25 -30% ở Ả rập (Wood *et al.*, 1987) [127], Sudan (Sands, 1960) [103]. Mối hại 8 - 10% hạt giống cây dứa tại vườn ươm Viện Nông nghiệp ở Nigeria (Aisagbonhi, 1985) [33]. Mối hại cây cọ 10-15 tuổi khi cây cao 4 m, gây mất 70% sản lượng ở Sudan (Logan and Bakri, 1990) [71]. Mối đắp đường mui lên đỉnh chồi và thân, gặm mô và gây chết cây cọ ở Indonexia (Arinana *et al.*, 2012) [35]. Các cây chè, cà phê, ca cao được công bố bị mối hại rễ ở nhiều nước châu Á, châu Phi và Nam Mỹ. Tổng số có khoảng 48 loài mối hại đối với 15 loài cây nông, công nghiệp.

Những loài mối hại chính cây nông nghiệp và công nghiệp trên thế giới được ghi nhận ở nhiều nước Đông Nam Á là *Coptotermes curvignathus*, *Odontotermes formosanus*, *Odontotermes obesus* và *Microtermes obesi*; ở Úc là *Mastotermes darwiniensis*; ở Nam Mỹ là *Heterotermes tenuis*; ở Braxin là *Syntermes molestus* và *S. nanus*; còn ở Châu Phi là các giống *Amitermes*, *Ancistrotermes*, *Macrotermes*, *Odontotermes* và *Microtermes*.

Để đánh giá mức độ hại của mối đối với cây nông, công nghiệp thường dựa vào tỷ lệ cây chết hoặc phần trăm sản lượng bị mất. Ngoài ra có phương pháp đánh giá mối hại mía ở Đông Nam và Đông Bắc Braxin là điều tra 2 ô tiêu chuẩn/ha, xác định tên loài mối hại và phân cấp mức độ hại, cho điểm từ 0 đến 3 phụ thuộc vào mức độ hại của mối, từ đó quyết định có áp dụng phương pháp hóa học để phòng trừ hay không (Novaretti *et al.*, 2000) [91].

* *Mối hại cây lâm nghiệp*

- ❖ Thành phần loài, đặc điểm gây hại và mức độ tổn thất do mối gây ra

Có 4 loài mối ở rừng trồng Keo tai tượng ở Western Ghats, miền Nam Ấn

Độ và loài ưu thế nhất là *Labiocapritennes distortus* (Basu *et al.*, 1996) [39]. Có 6 loài mối hại rừng bạch đàn ở Ấn Độ, trong đó 4 loài hại chính là *Mi. obesi*, *O. ceylonicus*, *O. guptai* và *O. roonwall*, chúng ăn rễ và làm chết cây (Nair and Varma, 1981) [85].

Gần đây, năm 2011, để tưởng nhớ 1 năm ngày mất của Charles Noirot, nhà khoa học lớn nghiên cứu về mối, một số chuyên gia hàng đầu về mối đã cho xuất bản cuốn “Biology of Termites: A Modern synthesis”. Chương 18 tổng hợp về mối hại cây (Rouland, 2011) [102], trong đó mối hại cây rừng thuộc 4 họ của nhóm mối thấp. Cụ thể:

- Họ Mastotermitidae: chỉ có 1 loài *Mastotermes darwiniensis*, được tìm thấy ở miền Bắc Úc và New Guinea (Wood, 1996) [129].

- Họ Kalotermitidae: Mối gỗ khô hại cây rừng tại Tây Phi, Nam Á, nhiều đảo Thái Bình Dương, Trung Mỹ và Nam Mỹ thuộc 17 giống gồm: *Kalotermes*, *Postelectrotermes*, *Neotermes*, *Rugitermes*, *Comatermes*, *Paraneotermes*, *Glyptotermes*, *Epicalotermes*, *Incisitermes*, *Bifiditermes* và *Cryptotermes* (Harris, 1969) [60].

- Họ Hodotermitidae: chủ yếu phân bố ở vùng bán hoang mạc, thảo nguyên, vùng cận nhiệt đới (Woods, 1996) [129]. Các giống *Hodotermes*, *Microhodotermes* và *Anacanthotermes* có khoảng 20 loài hại cây rừng.

- Họ Rhinotermitidae: nhóm này chủ yếu ăn gỗ. Giống *Coptotermes* có thể hại rừng trồng *Eucalyptus* và rừng cọ ở châu Á, Úc, Hoa Kỳ (Mariau *et al.*, 1992) [76].

Các loài mối gây hại nghiêm trọng nhất cho cây lâm nghiệp vùng nhiệt đới thuộc 3 trong số 4 phân họ của nhóm mối cao (họ Termitidae):

+ Phân họ Termitinae: chỉ có 1 giống, *Amitermes*, chủ yếu ở Tây Phi. Giống *Microcerotermes* hại rễ cây bạch đàn *Eucalyptus* (Roonwal, 1970) [98].

+ Phân họ Nasutitermitinae: phân bố rất rộng ở cả vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Giống *Syntermes*, *Cornitermes*, *Procornitermes* gặp ở Nam Mỹ hại cây con lâm nghiệp (Costa Lima, 1939; Mill, 1992) [52], [80].

+ Phân họ Macrotermitinae: nhóm mối này hoạt động mạnh ở Châu Phi, miền Đông Nam Á rập, Ấn Độ, Đông Nam Á. Mối hại cây lâm nghiệp thuộc các giống

Odontotermes, Microtermes, Macrotermes, Pseudacanthotermes và *Ancistrotermes* (Harris, 1969; Rouland *et al.*, 1993) [60], [99].

Tình hình mối hại cây lâm nghiệp ở các vùng trên thế giới được tổng hợp ở Bảng 1.1.

Bảng 1.1. Loài mối và thiệt hại do mối gây ra đối với cây lâm nghiệp

TT	Loài cây	Loài mối	Số loài mối	Đặc điểm gây hại	Vùng bị hại	Tác giả
1	Keo (<i>Acacia mangium</i>)	<i>Coptotermes curvignathus</i>	2	đắp đường mui, đục vào vỏ và mô sống làm nghẽn đường vận chuyển chất từ ngọn xuống rễ hoặc xuyên vào tâm gỗ từ đỉnh rễ dưới đất, đục ra phần vỏ và làm tắc nghẽn đường vận chuyển chất làm chết cây trưởng thành.	Nam Á	Nair, 2001
				Đục vào thân cây lớn qua vết thương do tia cành hoặc côn trùng	Peninsular Malayxia	Kirton <i>et al.</i> , 1999
				Gây chết 10-50% cây 1 năm tuổi	Sumatra – Indonexia	Wylie, 1998
				Hại cây 4-8 tuổi, gây chết 4,5%. Mối vào qua vết thương do tia cành hoặc côn trùng, có dấu hiệu nấm	Malayxia	Kirton <i>et al.</i> , 1999
				Tỷ lệ nhiễm cao nhưng ít bị chết cây	Nam Á	UNEP, 2000
		<i>Mastotermes foragers</i>		Đục rỗng thân làm chết cây	Úc	UNEP, 2000
2	Thông (<i>Pinus</i> spp.)	<i>C. curvignathus</i>	3	Gây chết cây tỷ lệ thấp	Nam Á	UNEP, 2000
		<i>Mastotermes darwiniensis</i>		Đục rỗng thân làm chết cây	Úc	UNEP, 2000
		<i>Coptotermes elisa</i>		Đục rỗng thân làm chết cây	New Guinea	UNEP, 2000
3	Tếch (<i>Tectona grandis</i> L.F)	<i>Neotermes tectonae</i>	1	Hại cây	Nam Á	UNEP, 2000
4	Bạch đàn (<i>E. grandis</i> và <i>E. camaldulensis</i>)	Chưa rõ	22	Gây chết đến 100% cây con	Zimbabwe	Harris, 1971
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Macrotermes, Pseudacanthotermes</i>		ăn vòng quanh cổ rễ, gặm vỏ và tượng tầng, dần dần phá hủy toàn bộ phần rễ dưới đất	Zimbabwe	Mitchell, 1989;
	<i>E. pilularis</i>	<i>Coptotermes acinaciformis</i>		Nhiễm 33,5% cây 26 đến 29 tuổi nhưng không gây thiệt hại lớn	Úc	Wylie and Brown, 1992
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Coptotermes</i> spp. <i>Protermes adamsoni, Neotermes insularis</i>		- Đục rỗng thân từ rễ -Hại cây giai đoạn khai thác	Úc	UNEP, 2000
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Syntermes nanus</i>		Gây chết trên 70% cây con	Braxin	UNEP, 2000

	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Syntemes</i> spp., <i>Cornitermes</i> spp.,		Hại rễ và cổ rễ gây chết cây con	Braxin	Wilcken, 2000
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Coptotermes</i> spp.		Đục rỗng thân hoặc gây chết cây	Braxin	Wilcken, 2000
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>O. gurdaspurensis</i> và <i>O. obesus</i>		Ăn rễ, gây chết cây con với tỷ lệ lớn	Ấn Độ	Parihar, 1981 ; Rajagopal, 1982
	<i>E. tereticornis</i> , <i>E. camadulensis</i> , <i>E. grandis</i>	<i>Odontotermes</i> spp.		Ăn rễ gây chết cây con 1 năm tuổi với tỷ lệ lớn	Ấn Độ	Nair and Varma, 1985
	<i>E. camadulensis</i> , <i>E. grandis</i> , <i>E. pellita</i> , <i>E. urophylla</i>	<i>Coptotermes testaceous</i>		Đục rỗng phần gỗ lõi cây lớn	Braxin	Nair, 2001
		Chưa rõ		34 -100% cây non bị chết	Malawi	Chilima, 1991
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Hetrotermes tenius</i> và <i>Nasutitermes aquilicus</i>		Hại thân cây	Braxin	Torales, 1998 ; Constantino 2002
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Amitermes euamignathus</i> , <i>Procornitermes araujo</i> và <i>Neocapritermes apacus</i>		Gây hại rễ	Braxin	Silva <i>et al.</i> , 1968
	<i>E. grandis</i>	<i>Cornitermes</i> spp.		Gây hại cây 34-76 ngày sau khi trồng, gây chết 18 %	Braxin	Wilcken, 1992
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Syntermes molestus</i>		Gặm quanh gốc cây thành vòng và gây tổn thất 70%	Braxin	Alves <i>et al.</i> , 1997
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Cornitermes bequaerti</i>		Phá hại rễ cây	Cerrado	Wilcken, 1992
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Macrotermes bellicosus</i> , <i>Macrotermes natalensis</i> và <i>Pseudocanthotermes militaris</i>		Hại cây con ở vườn ươm	Tây Phi	Sands, 1960; Brown, 1965, Chilima, 1991
	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Ancistrotermes amphidon</i> , <i>Microtermes sp.</i> và <i>Amitermes evuncifex</i>		gây chết 80% cây mới trồng 4-6 tháng	Tây Phi	Wardell, 1987; Wood and Pearce, 1991
	<i>E. citriodora</i> , <i>E. grandis</i> , <i>E. saligna</i> , <i>E. urophylla</i>	<i>Macrotermes barneyi</i> , <i>O. formosanus</i> và <i>Capritermes nitobei</i>		Ăn rễ gây chết 73% cây mới trồng	Trung Quốc	Wylie and Brown, 1992
5	Cây LN nói chung	<i>Macrotermes</i> , <i>Odontotermes</i> và <i>Microtermes</i>		Gây chết cây mới trồng đến 9 tháng	Nam Phi và Indo – Malayxia	Cowie and Wood, 1989

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho thấy, có khoảng 22 loài mối hại đối với 4 loài cây lâm nghiệp. Việc xác định loài mối hại chính cây lâm nghiệp chủ yếu dựa vào đặc điểm làm chết cây.

❖ Tuổi cây, bộ phận của cây bạch đàn, keo bị mối hại nhiều

Kết quả tổng hợp mức độ mối gây hại bạch đàn, keo theo tuổi cây, hình thức bị hại và tỷ lệ chết được trình bày ở bảng 1.2.

Qua bảng 1.2 có thể thấy bạch đàn là cây lâm nghiệp bị nhiều loài mối hại và tỷ lệ chết cao nhất.

Cây dưới 1 năm tuổi bị mối hại nghiêm trọng nhất, với nhiều loài mối hại, tỷ lệ cây bị chết cao, được ghi nhận ở nhiều nơi trên thế giới. Những vùng bị mối hại mạnh cây bạch đàn phải trồng dặm đến 3 lần như ở tỉnh Quảng Tây, Trung Quốc (Wylie and Brown, 1992) [130]. Cây thường bị mối hại sau khi trồng vài ngày đến vài tháng. Mối gây chết cây vườn ươm, nhưng không có số liệu cụ thể. Mối ít gây chết cây trên 1 năm tuổi. Mối có thể gây chết cây bạch đàn trưởng thành ở Úc, nơi trồng bạch đàn với diện tích rất lớn và cung cấp giống cây cho Việt Nam hoặc keo trưởng thành ở Nam Á với đặc điểm hại là đục rỗng thân cây và đắp đường mui lên thân cây, nhưng không có số liệu cụ thể. Các loài mối ăn gỗ lõi làm rỗng thân cây và gây chết trưởng thành chủ yếu thuộc giống *Coptotermes* - loài mối chuyên ăn gỗ công trình kiến trúc.

Đối với cây dưới 1 năm tuổi, mối có các hình thức hại như cắn gãy thân cây ở gần gốc, gặm cỏ rễ thành vòng, ăn vỏ rễ dưới đất, tỷ lệ chết 18 - 100%. Hình thức mối đắp đường mui, ăn vỏ và tượng tầng thân thường gặp ở cây trên 1 năm tuổi và cây trưởng thành. Hình thức mối đục rỗng thân, rễ, chỉ gặp ở cây trưởng thành.

Tuy các tác giả đã đưa ra các mức độ bị hại của mối và tổng kết lại có 5 kiểu hại, nhưng chưa tác giả nào đưa ra một đánh giá thiệt hại chung tổng quát cho một khu vực với loại cây trồng cụ thể. Vì vậy cần nghiên cứu đưa ra được phương pháp tổng quát phù hợp để đánh giá mối hại bạch đàn, keo trong các thời điểm, các tuổi cây.

Bảng 1.2. Loài cây, tuổi cây, bộ phận của cây bạch đàn, keo bị mối hại

Loại cây	Loài mối	Tuổi (giai đoạn) cây bị hại	Hình thức hại					Tỷ lệ chết (%)	Vùng bị hại	Nguồn
			1	2	3	4	5			
Bạch đàn	<i>M. bellicosus</i> , <i>M. natalensis</i> và <i>Pseudocanthotermes militaris</i>	Cây vườn ươm	x	x	x				Zimbabwe, Braxin, Cerrado, Tây Phi, Ấn Độ	Sands, 1960; Brown, 1965, Chilima, 1991
	<i>M. barneyi</i> , <i>O. formosanus</i> và <i>Capritermes nitobei</i> <i>Microtermes</i> spp., <i>Pse. spp.</i> , <i>Ancistrotermes amphidon</i> , <i>S. nanus</i> , <i>S. molestus</i> , <i>O. obesus</i> , <i>O. gurdaspurensis</i> , <i>A. evuncifex</i> , <i>A. euamignathus</i> , <i>Procornitermes araujoi</i> , <i>Neocapritermes apacus</i> , <i>Cornitermes bequaerti</i> ,	Cây dưới 1 năm tuổi	x	x	x			18-100	Malawi, Zimbabwe, Tây Phi, Nam Phi, Braxin, Ấn Độ, Indo - Malayxia, Cerrado, Trung Quốc	Silva <i>et al.</i> , 1968; Harris, 1971; Parihar, 1981; Rajagopal, 1982; Wardell, 1987; Mitchell, 1989; Cowie and Wood, 1989; Logan and Bakri, 1990; Wood and Pearce, 1991; Wilcken, 1992; Alves <i>et al.</i> , 1997; UNEP, 2000;
	<i>Hetrotermes tenius</i> và <i>Nasutitermes aquilicus</i>	Cây trên 1 năm tuổi		x	x		x		Braxin	Torales, 1998; Constantino 2002
	<i>Coptotermes</i> spp.	Cây trưởng thành				x	x		Úc	UNEP, 2000; Werner <i>et al.</i> , 2008
Keo	<i>Coptotermes curvignathus</i>	Cây dưới 1 năm tuổi						10 - 50	Sumatra - Indonexia	Wylie, 1998
	<i>C. curvignathus</i>	Cây trên 1 năm tuổi			x	x	x		Peninsular Malayxia, Nam Á	Kirton <i>et al.</i> , 1999; Nair, 2001
	<i>C. curvignathus</i> , <i>Mastotermes foragers</i>	Cây trưởng thành				x	x		Nam Á,	Nair, 2001

Chú thích: Hình thức hại: 1. Cắn gãy thân ở gần gốc; 2. Gặm cỏ rễ thành vòng; 3. Ăn vỏ rễ dưới đất; 4. Đục rỗng thân, rễ và 5. Đắp đường mui, ăn vỏ và lớp gỗ của thân

❖ Cây chủ ưa thích, điều kiện gây hại cho cây chủ

Các loài bạch đàn bị mối hại nhiều được công bố gồm *Eucalyptus grandis* (Wilcken, 1992) [124] hoặc bạch đàn *E. grandis* và *E. camaldulensis* ở Zimbabwe (Harris, 1971) [61]; *E. pilularis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna* và *E. urophylla* (Wylie and Brown, 1992) [130].

Mối *Macrotermes natalensis* có thể gây hại đối với 13 loài bạch đàn khác nhau ở Nam Phi trong tổng số 33 loài bạch đàn nghiên cứu. Các loài bạch đàn khác nhau bị mối hại với mức độ rất khác nhau. Cụ thể, các loài bạch đàn *E. dunnii* và *E. macarthurii* có khả năng chống chịu mối (tỷ lệ cây chết do mối < 8-16%); loài *E. melliodora*, *E. smithii* và *E. viminalis* chống chịu kém hơn (tỷ lệ cây chết 11,6-26%). Các loài *E. fraxinoides*, *E. radiata*, *E. nitens*, *E. regnans*, *E. elata*, *E. fasciigata*, *E. oreades* đều nhạy cảm với mối (tỷ lệ cây bị chết do mối khoảng 35-80%). Loài *E. grandis* nếu xuất xứ từ Zimbabwe ít bị mối, do đã được chọn lọc qua nhiều thế hệ, nhưng nếu cây con được lấy từ Nam Phi lại dễ nhiễm mối. Hiện tượng cây bạch đàn bị mối trở thành vấn đề nghiêm trọng khi rừng trồng mở rộng ra vùng biên, vùng khô ở Nam Phi. Các dòng bạch đàn của loài *E. grandis* đều nhạy cảm với mối, chỉ trừ 1 dòng chống chịu mối (Atkinson *et al.*, 1991) [36].

Như vậy các công bố đều cho thấy loài bạch đàn *E. grandis*, *E. fraxinoides*, *E. radiata*, *E. nitens*, *E. regnans*, *E. elata*, *E. fasciigata*, *E. oreades* và bạch đàn lai (*E. macarthurii* và *E. grandis*) miễn cảm với mối, đặc biệt *E. grandis* được nhiều tác giả đề cập là rất dễ bị mối xâm hại, tỷ lệ chết cây con từ 18-100%. Trong các loài bạch đàn dễ bị mối hại, chỉ có *E. grandis* và *E. urophylla* được trồng ở Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu về mối hại cây keo ít được công bố, lẻ tẻ có bài báo đề cập về mối hại Keo tai tượng.

❖ Nguyên nhân mối xâm hại

Điều kiện môi trường không thuận lợi cho sự sinh trưởng của cây như hạn hán, bệnh tật, vết thương, cây con giống kém chất lượng, trồng cây không đúng kỹ thuật, đất nghèo dinh dưỡng thường tạo điều kiện cho mối gây hại cây (Cowie and Wood, 1989; Logan and Bakri, 1990) [53], [71].

+ Cây giống thiếu ánh sáng, khô hạn, khi đem trồng tăng nguy cơ bị mối gây hại (Black and Okwakol, 1997) [42].

+ Sử dụng biện pháp độc canh làm giảm sự phì nhiêu của đất, do đó cây kém phát triển và dễ bị mối gây hại, ví dụ trường hợp trồng ngô ở Ethiopia và cây gỗ ở Zambia (Cowie and Wood, 1989; Sileshi *et al.*, 2005) [53], [109]. Sự thiếu nguồn thức ăn cũng làm cho mối xâm nhiễm vào cây (UNEP, 2000) [118].

+ Về mối liên quan giữa lượng mưa và mức độ hại của mối, một số tác giả cho rằng mức độ hại của các loài mối thuộc phân họ Macrotermitinae có liên quan với sự thiếu nước trong cây chủ như cây bông, lạc, bạch đàn ở những vùng khô, hạn hán (Cowie and Wood, 1989) [53] hoặc cây cọ ở Sudan (Logan *et al.*, 1990) [72] và cây mía ở Srilanka (Khumasinghe and Ranasinghe, 1988) [66]. Có báo cáo lại công bố lượng mưa nhiều tỷ lệ thuận với mức độ bị hại. Mưa nhiều làm gia tăng hoạt động đào bới của mối, từ đó làm tăng mức độ hại chèn và lạc (Reddy and Ghewande, 1986) [97]; mưa ít ở Senegal làm giảm bớt sự phá hại của mối với cây bạch đàn (Lepage, 1983) [70]. Ngược lại một số tác giả khác lại không thừa nhận có mối liên quan này (Nair and Varma, 1985; Atkinson *et al.*, 1991) [86], [36].

Như vậy cây giống, điều kiện lập địa (độ phì của đất, lượng nước trong đất, ánh sáng...) đều ảnh hưởng đến mức độ gây hại của mối và có nhiều công bố rất khác nhau về mối liên quan giữa độ ẩm đất và mức độ hại của mối với các đối tượng cây trồng khác nhau.

❖ Xác định loài mối hại chính cây lâm nghiệp

Có 7 loài mối ở rừng tếch của Malayxia, trong đó 3 loài gây hại chủ yếu là *C. curvignathus*, *Schedorhinotermes medioobscurus* và *O. sarawakensis*. Dựa vào tỷ lệ bắt gặp mối gây chết cây (74% trong số các loài hại cây) tác giả đã xác định loài *C. curvignathus* là loài gây hại lớn nhất với loài cây này (Jasmi and Ahmad, 2011) [63]. Có 11 loài mối trong rừng trồng cây cọ dầu ở Malayxia. *C. curvignathus* là loài hại chính vì là loài duy nhất gặm mô phân sinh đỉnh và gây chết cây con (Cheng *et al.*, 2008) [46].

Để đánh giá mối hại bạch đàn, nhiều nghiên cứu dựa trên số cây chết do mối. Có tác giả dựa vào số cây chết để xác định mức độ hại ở các vùng khác nhau, các năm khác nhau, thời gian trong năm để đánh giá mối hại bạch đàn ở Ấn Độ và kết luận 4 loài *Mi. obesi*, *O. ceylonicus*, *O. guptai* và *O. roonwall* là loài hại chính, vì chúng gây chết cây (Nair and Varma, 1981) [85]. Dựa vào số cây bạch đàn chết do mối cũng được sử dụng để đánh giá mức độ nhạy cảm của các loài bạch đàn khác nhau với mối ở châu Phi (Atkinson *et al.*, 1991) [36].

Nhìn tổng quát, mối hại cây từ lúc mới trồng đến khi trưởng thành, đặc biệt hại mạnh đối với cây con. Cây con ở vườn ươm và cây 1 năm tuổi thường bị mối ăn rễ hay phần vỏ gốc cây làm cây chết hoặc còi cọc. Ở giai đoạn cây lớn, mối thường xâm nhập một phần để lấy thức ăn, một phần lấy nước trong cây, đặc biệt vào mùa khô hay ở vùng khô hạn. Một số loài mối có thể đục rỗng thân cây lớn gây chết hoặc đổ gãy.

Sự thiệt hại do mối thấy rõ nhất ở các nước nhiệt đới, đặc biệt ở châu Phi, Ấn Độ, Indonexia và Malayxia. Các giống mối hại mạnh nhất ở khu vực này là *Macrotermes*, *Microtermes*, *Odontotermes*; ở Úc là *Mastotermes*; ở Nam Mỹ là *Cornitermes* và *Procomitermes*. Loại cây rừng bị mối hại mạnh nhất là bạch đàn *Eucalyptus*, đặc biệt *E. grandis* ở Nam Mỹ, châu Phi và Đông Nam Á. Giai đoạn mối hại mạnh nhất, gây chết cây với tỷ lệ lớn là cây mới trồng cho đến 1 năm tuổi. So với bạch đàn, cây keo ít bị mối phá hại hơn.

Mỗi loài mối có kiểu gây hại riêng. Các loài thuộc các giống *Macrotermes*, *Pseudacanthotermes* thường ăn vòng quanh cổ rễ, gặm vỏ và tượng tầng, rồi ăn phần rễ dưới đất (Mitchell, 1989; Logan and Bakri, 1990) [81], [71]. Một vài loài mối *Coptotermes* có thể hại những cây lớn (Wardell, 1987) [121]. *Odontotermes* ăn phần vỏ thân hoặc rễ dưới đất (Parihar, 1981) [92]. *Microtermes* và *Ancistrotermes* hại cây từ dưới đất bằng cách xâm nhập hệ thống rễ rồi đục lên thân, xuyên ra ngoài và lấp đầy đất vào chỗ rỗng. Các hình thức mối hại bạch đàn và keo gồm: Mối cắn gãy thân cây ở gần gốc, gặm mất vỏ thân cây (phần cổ rễ) thành vòng, xâm nhập và

ăn vỏ rễ cây, đục thành hang làm rộng thân và rễ cây, đắp đường mui ăn vỏ thân và lớp gỗ.

1.1.1.2. Tình hình nghiên cứu sinh học, sinh thái học loài mối thuộc giống Macrotermes và Microtermes

Bộ Isoptera có 7 họ mối: Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Termitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae và Mastotermitidae. Sáu trong số bảy họ được xếp vào “nhóm mối thấp” với đặc điểm hệ vi sinh vật cộng sinh trong ruột là trùng roi. Họ còn lại, họ Termitidae, đa dạng nhất được gọi là “nhóm mối cao”, gồm 4 phân họ chiếm tới 75% số loài mối đã phát hiện (Lee and Wood, 1971) [69]. Ba trong số bốn phân họ này có khu hệ vi sinh vật cộng sinh trong ruột là vi khuẩn (Bacteria), chỉ có Macrotermitinae là phân họ duy nhất có khả năng cộng sinh với nấm *Termitomyces*, chúng bao gồm 13 giống, phân bố ở châu Phi và châu Á, nhưng không có mặt ở châu Úc và châu Mỹ (Roonwal, 1970) [98].

Cũng giống như các giống mối có vườn cây nấm khác, giống *Macrotermes* và *Microtermes* thuộc phân họ Macrotermitinae có tập tính xã hội phức tạp thông qua sự phân công lao động sâu sắc trong quần tộc (colony), đã thu hút sự chú ý của nhiều nhà nghiên cứu mối trên thế giới. Đến nay các nghiên cứu về mối Macrotermitinae phát triển rất đa dạng, ngoài phân loại về hình thái, các phương pháp di truyền, sinh hóa cũng được áp dụng để chính xác hóa các loài khó phân biệt về hình thái. Ngoài ra còn có nhiều nghiên cứu về sinh học, sinh thái học của mối Macrotermitinae. Cấu trúc tổ và hang giao thông của các loài thuộc giống *Macrotermes* được nhiều người quan tâm nghiên cứu. Thông thường ở mỗi loài khác nhau thì cấu trúc tổ khác nhau. Có nhiều ý kiến cho rằng, kiểu cấu trúc của tổ là kết quả tác động tổ hợp các yếu tố như sinh thái vùng, đặc tính lý hóa của đất nơi làm tổ và tập tính chuyên hóa của loài. Do vậy khi các yếu tố trong tổ hợp đó thay đổi sẽ dẫn đến sự thay đổi của cấu trúc tổ. Ví dụ, cùng một loài *M. subhyalinus* hoặc *M. bellicosus* ở trong một khu vực cũng có thể có 2 loại kiểu tổ khác nhau (Darlington, 1984) [54].

Nghiên cứu về tương quan giữa kích thước tổ với tuổi tổ mối (thời gian hình thành, tồn tại của tổ) và số lượng cá thể của quần tộc đã được tiến hành với loài *M.*

bellicosus (Collins, 1981) [49]. Trên cơ sở những dẫn liệu thực nghiệm, căn cứ vào kích thước của tổ mối, tác giả đã đưa ra phương trình toán học giúp dự đoán tuổi của tổ và số lượng cá thể trong quần tộc. Bên cạnh cấu trúc tổ, cấu trúc và đặc tính phân bố của hệ thống hang giao thông của tổ mối *M. bellicosus* cũng được Lys và Leuthold (1991) nghiên cứu khá chi tiết. Hệ thống hang giao thông kiếm ăn của loài này có đặc tính phân bố phóng xạ, luôn nằm cách mặt đất một khoảng 2-6 cm và chúng có thể kiếm ăn cách tổ tới 50 m (dẫn theo Nguyễn Văn Quảng, 2003) [12].

Các đẳng cấp và chức năng xã hội của mỗi đẳng cấp đã được các nhà nghiên cứu mối biết đến từ những năm 70 của thế kỷ 20 (Harris, 1971) [61]. Riêng các loài thuộc giống *Macrotermes* và loài *Microtermes pakistanicus*, trong thành phần mối kiếm ăn gồm mối thợ và mối lính, còn được phân chia theo kích thước cơ thể thành mối thợ lớn, mối thợ nhỏ; mối lính lớn và mối lính nhỏ. Nghiên cứu tỷ lệ của các đẳng cấp trong quần tộc và sự phân công lao động trong các hoạt động của tổ mối có ý nghĩa cung cấp dẫn liệu về tiến hóa xã hội loài mối, đồng thời làm cơ sở khoa học đề xuất biện pháp phòng chống mối hiệu quả.

Tỷ lệ đẳng cấp trong quần tộc một số loài *Macrotermes* đã được xác định tại một số nơi như Kenya (Darlington, 1984) [54]; Abidjan (Gerber *et al.*, 1988) [58]. Kết quả cho thấy, các loài khác nhau có tỷ lệ đẳng cấp trong quần tộc cũng khác nhau. Trong một loài, tỷ lệ dao động có giới hạn, phụ thuộc vào tuổi của quần tộc. Tỷ lệ của mối thợ tham gia trong các hoạt động khác nhau (kiếm ăn, xây tổ) đã minh chứng cho sự tồn tại của quá trình phân công lao động theo đẳng cấp ở mối *M. bellicosus* (Gerber *et al.*, 1988) [58] hay mối *M. subhyalinus* (Baderscher *et al.*, 1983) [38].

Ngoài việc phân công lao động theo đẳng cấp, ở mối Macrotermitinae còn có phân công lao động theo lứa tuổi. Đây là một đặc trưng thường gặp ở côn trùng xã hội, các cá thể trưởng thành có tuổi khác nhau đảm nhận những nhiệm vụ khác nhau trong quần tộc. Đối với mối *M. subhyalinus* (Baderscher *et al.*, 1983) [38] và mối *M. bellicosus* (Gerber *et al.*, 1988) [58], các cá thể mối non, ít hơn 30 ngày tuổi chủ yếu duy trì các hoạt động sống trong tổ, sử dụng thức ăn thực vật mà các cá thể

trưởng thành đem về để xây nên vườn nấm. Các cá thể trưởng thành, trên 30 ngày tuổi tham gia các hoạt động bên ngoài tổ, sử dụng vườn nấm già làm thức ăn và không tham gia xây dựng vườn nấm. Như vậy, ở mối *Macrotermes*, *Microtermes* nói riêng và mối có vườn cây nấm nói chung, do có đặc tính phân công lao động, nên chỉ có một lượng cá thể thích ứng trong quần tộc đảm nhận nhiệm vụ tham gia các hoạt động bên ngoài tổ.

Đa số các loài mối sinh sản bằng cách bay phân đàn để hình thành quần tộc mới. Ở mối, việc bay ra ngoài tổ không chỉ là kết cặp, mà còn để phát tán loài ra xa hơn. Quần tộc mới mới chỉ hình thành khi một cặp mối cánh kết đôi và làm tổ dưới đất hoặc trên cây. Vì vậy, pheromon sinh dục ở mối trước tiên là pheromon kết cặp.

Mối cánh *M. barneyi* bắt đầu xuất hiện 5 – 8 năm sau khi thiết lập quần tộc mới. Thời gian mối cánh bay phân đàn từ 23 h hôm trước đến 6 h sáng hôm sau, từ cuối tháng 4 đến đầu tháng 7, ở nhiệt độ 20,1- 28,2°C, độ ẩm 70-85% và áp suất khí quyển 98,1-99,6 kPa. Sau khi quần tộc mới được thiết lập, lúc đầu là tổ đơn khoang không có vườn nấm, tổ đơn khoang có vườn nấm, tổ đơn khoang chứa hoàng cung, tổ đa khoang không chứa khoang trống, tổ đa khoang có khoang trống và cuối cùng là quần tộc già. Hoạt động kiếm ăn của mối thợ hầu hết xảy ra ở nhiệt độ 20-28°C, độ ẩm 80-95% R.H. và từ 23 h tối hôm trước đến 4 h sáng hôm sau. Nấm *Termitomyces albuminosus* có thể mọc trên mặt đất từ vườn nấm vào tháng 6 đến tháng 8 sau các trận mưa to (Wang *et al.*, 2009) [120].

Các kết quả nghiên cứu về mối Macrotermitinae, trong đó có *Macrotermes* và *Microtermes* cho thấy, ngoài những nghiên cứu về phân loại học, bay phân đàn, các nghiên cứu về sinh học đã được quan tâm với sự chú ý đặc biệt đến cấu trúc tổ, sự phân công lao động và chức năng xã hội của các đẳng cấp. Tuy nhiên các biện pháp phòng trừ hợp lý được đưa ra từ các khía cạnh nghiên cứu trên còn hạn chế. Nghiên cứu về sinh thái học của mối *Macrotermes* ở Nam Phi cho thấy mối gây hại mạnh vào mùa mưa, phụ thuộc vào loài và xuất xứ bầy đàn.

1.1.2. Tình hình nghiên cứu biện pháp phòng chống mối hại cây trồng

1.1.2.1. Biện pháp canh tác

Để hạn chế sự gây hại của mối, một số biện pháp canh tác đã được áp dụng:

+ Trước khi trồng cây, người nông dân thường phá tổ mối nổi bằng biện pháp cơ giới, tìm diệt mối chúa hoặc thu dọn thực bì (UNEP, 2000) [118].

+ Các biện pháp lâm sinh làm cho thực vật sinh trưởng khỏe mạnh, như chọn cây giống tốt, thâm canh cây trồng, cung cấp đủ nước và dinh dưỡng, phòng trừ sâu bệnh làm giảm nguy cơ bị mối. Ví dụ, ở Ấn Độ sử dụng biện pháp thủy lợi làm giảm thiệt hại của mối với lúa mì và lúa (Sharma *et al.*, 2004) [107]. Sử dụng các biện pháp chăm sóc cây giống tốt làm giảm nguy cơ bị mối (Wardell, 1990) [122].

+ Luân canh, xen canh cây trồng cải tạo đất cũng được nông dân vùng cận Saharan, Nam Phi sử dụng để chống các côn trùng trên diện tích nhỏ trong vườn. Kết quả thể hiện rất khác nhau đối với mối. Xen canh giữa ngô và đậu làm giảm hoạt động cày xới đất, nhưng không giảm thiệt hại của mối. Xen canh giữa lạc và kê không thay đổi sự phong phú và mức độ hại của mối. Ngược lại xen canh ở rừng trồng giúp giữ sự đa dạng phong phú của mối, ngăn một loài mối nào đó trở nên ưu thế ở rừng. Các loại cỏ khác nhau đã được trồng xen với cây rừng trồng ở Tây Phi để xua đuổi mối (UNEP, 2000) [118]; hoặc luân canh để chống mối (Sekamatte *et al.*, 2003) [106].

+ Hấp dẫn mối tập trung vào những vị trí cố định, thuận lợi cho theo dõi và giảm mức độ gây hại của mối vào cây trồng đích rồi cung cấp thức ăn ưa thích của mối vào giữa các hàng cây và thay thế thường xuyên (UNEP, 2000) [118].

+ Một giải pháp kỹ thuật phòng mối khác được áp dụng trong canh tác đó là sử dụng chất chiết thực vật hoặc tàn dư thực vật cắt ngắn trộn vào đất trồng cây. Lô hội, điều, neem, xoan, coi, thàn mát, tỏi, rau muối, sòi, cúc vạn thọ, húng, đinh hương, cỏ Vetiver... có thể áp dụng ngăn ngừa mối hại cây. Lá các cây *Euphorbia tirucalli*, *Aloe gramimicola*, *Melia azedarach* và *Lippia javanica* được cắt ngắn, cho vào hố trồng cây và phủ các phần cây *Cassia siamea* hoặc *Azadirachta indica* lên trên đã được thử nghiệm để phòng chống mối (Wardell, 1990; Verma *et al.*, 2009) [122], [119].

Trong các loại thực vật chống mối, cỏ Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L., mới đổi tên là *Chrysopogon zizanioides* L.) còn gọi là cỏ hương bài, cỏ hương lau được quan tâm hơn vì hiệu quả cao xua đuổi mối và thân thiện với môi trường, có tiềm năng ứng dụng ngoài hiện trường. Cỏ Vetiver đã được sử dụng để hạn chế sạt lở, xói mòn, xử lý ô nhiễm đất và nước, cải tạo đất xấu do hấp thụ kim loại nặng trong đất. Cỏ thích nghi được với nhiều loại đất, dễ sinh sản vô tính bằng nhánh, nên việc trồng cỏ dễ dàng. Loại cỏ này không có thân bò ngang, cũng không có thân rễ, không sinh sản bằng hạt nên không sợ khả năng lan thành dịch cỏ và cạnh tranh với cây trồng.

Cỏ Vetiver còn được biết là chất xua đuổi côn trùng. Người dân Ấn Độ và nhiều nơi khác đã đặt rễ Vetiver trong quần áo để tránh bị côn trùng. Nó cũng xua đuổi cả gián, ruồi, bướm. Jain *et al.* (1982) đã công bố có ít nhất 6 hợp chất (α , β -vetivone, khusimone, zizanal, epizizanal và (C)-(1S, 10R)-1,10-dimethylbicyclo (4,4,0)-dec-6-en-3-one) có hoạt tính xua đuổi côn trùng. Gần đây, Zhu *et al.* (2001) đã tìm thấy 3 hợp chất khác xua đuổi mối nhà: nootkatone, zizanol và bicyclovetivenol (dẫn theo Lru, 2006) [114].

Một số nghiên cứu đã công bố dầu cỏ Vetiver có khả năng làm giảm hoạt động kiếm ăn và xua đuổi mối nhà *Coptotermes formosanus* (Maistrelloa *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2001; Nix *et al.*, 2006) [132], [75], [88].

1.1.2.2. Biện pháp sinh học

Có thể sử dụng động vật ăn mối, vi rút, vi khuẩn, nấm, tuyến trùng để phòng chống mối hại cây :

+*Động vật ăn mối* gồm rất nhiều loài, cả động vật có xương sống và không xương sống như Tê tê, kiến, bò sát, lưỡng cư, chim, gà rừng, dơi, khi... , nhưng kẻ thù chủ yếu nhất của mối là kiến. Sử dụng phương pháp nhử kiến ở Uganda bằng đường và thịt tạo số lượng lớn loài này trên cánh đồng ngô đã làm giảm thiệt hại của mối và các côn trùng khác đối với ngô (Sekamatte *et al.*, 2001) [105].

+ *Vi rút*: vi rút phân lập từ sâu khoang ăn lá cây bông (*Spodoptera littoralis*) có thể nhiễm bệnh cho mối trong điều kiện phòng thí nghiệm (Ahlam *et al.*, 1988) [31].

+ *Vi khuẩn*: Sử dụng bào tử vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* đã được nghiên cứu nhiều trong phòng thí nghiệm (Khan *et al.*, 1985) [65]. Bào tử vi khuẩn này tồn tại không bền trong môi trường đất (Burgess, 1981) [45]. Loài vi khuẩn được chú ý khác là *Serratia marcescens* được công bố là gây bệnh cho nhiều loài mối, nhưng không có hiệu quả ngoài hiện trường (Khan *et al.*, 1985) [65]. *Rhizobacterium radiobacter*, *Alcaligenes latus* và *Aeromonas carviae* có hiệu lực giết mối *Odontotermes obesus* trong phòng thí nghiệm (Devi *et al.*, 2006) [56]. Ivermectin, một sản phẩm trao đổi chất của xạ khuẩn *Streptomyces avermitilis*, làm giảm khả năng tiêu hóa thức ăn của mối thợ loài *C. formosanus* (Mo *et al.*, 2006) [83],

+ *Nấm*: *Metarhizium anisopliae* và *Beauveria bassiana* có hiệu quả chống mối. Bào tử các loài này có thể cho vào mối nhử hoặc đưa vào tổ hoặc phun lên cá thể mối (Starnes *et al.*, 1993; Sun *et al.*, 2003) [112], [113]. *Beauveria bassiana* và *Metarhizium anisopliae* diệt được loài mối hại chủ yếu các cây nông nghiệp ở Braxin (Berti-Filho, 1993) [40]. *Metarhizium anisopliae* diệt loài mối *Nasutitermes exitiosus*, cho thấy có hiệu quả trong phòng thí nghiệm (Hänel, 1982) [59]. *Metarhizium anisopliae* được thử nghiệm trên 7 loài mối *Mastotermes darwiniensis*, *Hodotermopsis sjoestedti*, *Hodotermes mossambicus*, *Kalotermes flavicollis*, *Reticulitermes flavipes*, *Prorhinotermes canalifrons* và *Nasutitermes voeltzkowi*. Kết quả cho thấy hiệu lực của chủng nấm phụ thuộc vào sinh thái của tổ mối (Chouvenc *et al.*, 2009) [48]. Tuy nhiên, việc sử dụng các chế phẩm vi sinh để phòng trừ mối cho rừng trồng cũng gặp một số khó khăn khi sử dụng ở diện rộng, bởi mối có khả năng dừng lại và tránh vùng đất có khả năng gây nhiễm bệnh cho mối khi bệnh dịch bắt đầu xuất hiện. Mặt khác, hiệu lực của chế phẩm vi nấm bị phụ thuộc vào điều kiện môi trường.

+ *Tuyến trùng*: Loài mối *Nasutitermes costalis*, bị nhiễm tuyến trùng *Steinernema feltiae*, chết 100% sau 3 ngày (Laumond *et al.*, 1979) [68]. Chủng *Steinernema carpocapsae* K27 và *Steinernema kushidai* E2 ức chế sinh sản của vài loài mối phân họ Macrotermitinae như *Ancistrotermes guineensis*, *Pseudacanthotermes spiniger*, *Odontotermes* sp. và *M. bellicosus* (Rouland *et al.*, 1996) [100]. Tất cả các đẳng cấp

của môi đều có thể nhiễm tuyến trùng, nhưng tuyến trùng chỉ có thể hoàn thành chu trình sống trong cơ thể mối cánh.

Việc phòng trừ sinh học có ưu điểm là thân thiện với môi trường và con người, đảm bảo cân bằng sinh thái, đã có những thành công nhất định, nhưng phương pháp này chịu ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên rất lớn, hiệu quả cũng không ổn định và kỹ thuật sử dụng khá phức tạp. Trong các loài vi sinh vật sử dụng để phòng trừ mối, nổi trội hơn cả là vi nấm *Metarhizium*.

1.1.2.3. Biện pháp hóa học

❖ Sử dụng thuốc gây độc phòng chống mối

Ở các nước nhiệt đới, trước đây thường sử dụng một số hóa chất có độc tính cao, tồn dư lâu như Aldrin và Dieldrin (Harris, 1969; Wood and Pearce, 1991) [60], [128]. Những chất này có hiệu quả cao. Ví dụ sử dụng Aldrin chống mối *Mi. naidensis* hại cây bông ở Sudan làm tăng sản lượng 132% (Tiben *et al.*, 1990) [116]. Dieldrin làm giảm sự gây hại của mối *Mi. albopartitus* và *Ancistrotermes latinotus* hại đậu nành ở Tanzania (Bigger, 1966) [41]. Sử dụng Aldrin EC 0,25%; 0,5 lít/cây mới trồng và 10g Aldrin dạng bột/cây trưởng thành để phòng chống mối *O. gurdaspurensis* và *O. obesus* hại cây bạch đàn ở những vùng khô ở Ấn Độ có hiệu quả bảo vệ cây bạch đàn trong 2 năm (Parihar, 1981) [92]. Sử dụng 4 loại thuốc Aldrin, Heptachlor, Chlordane, BHC dạng dịch và dạng bột với các cách trộn thuốc vào đất đóng bầu, tưới thuốc vào bầu cây con, nhúng rễ cây con vào dung dịch thuốc, tưới thuốc xung quanh gốc cây mới trồng được thử nghiệm chống mối hại bạch đàn ở Ấn Độ. Từ đó đưa ra quy trình xử lý mối hại rừng trồng bạch đàn ở Ấn Độ: trước khi đem cây đi trồng sử dụng 1 lít Aldrin 30EC hoặc 1,25 lít Heptachlor 20EC pha loãng với 125 lít nước tưới cho 2.500 cây, mỗi cây 50ml dung dịch thuốc đã pha (Nair and Varma, 1981) [85]. Ở Nam Mỹ, Aldrin, Dieldrin và Telodrin được dùng để xử lý tổ của các loài mối *Cornitermes* và *Syntermes* (Sands, 1973) [104].

Tuy nhiên những hóa chất này độc với con người và môi trường, nên bị cấm sử dụng trên toàn cầu từ năm 1992. Gần đây, các hoá chất thế hệ mới có khả năng phân giải nhanh, ít độc với động vật máu nóng như Chlorpyrifos, Imidacloprid, Fipronil...

được sử dụng để xử lý phòng mối hại cây trồng. Ví dụ Chlorpyrifos được dùng để xử lý mối hại lạc *O. obesus* và làm sản lượng tăng gấp đôi (Logan, 1992) [73]. Ở Malawi, Carbosulfan làm giảm tỷ lệ cây bạch đàn chết do mối *Macrotermes*, *Odontotermes* và *Ancistrotermes* tới 34% (Chilima, 1991) [47]. Pyrethroid, Tefluthrin cho hiệu quả phòng chống mối *Cornitermes cumulans* hại rừng trồng bạch đàn *E. grandis* (Wilcken, 1992) [124]. Heptachlor và Thiodan có hiệu quả chống mối hại mía (Novaretti and Carderan, 1988) [90]. Benfuracarb loại trừ mối *Syntermes molestus* và *Procornitermes triacifer* hại kê. Tuy nhiên, hiệu lực của các thuốc trên không kéo dài, điều cần có ở các nước nhiệt đới (Mauldin *et al.*, 1987; Wood *et al.*, 1987) [77], [127].

Các thuốc tồn dư lâu hơn đã được sử dụng chống mối *O. nilensis*, *M. subhyalinus*, *O. smeathmani*, *Trinervitermes trinervius*, *Amitermes evuncifer*, *Nasutitermes costalis*, *Syntermes molestus* và *Cornitermes snyderi* hại cây ở Châu Phi như hoạt chất Fipronil (trong thuốc Termidor hoặc Regent) (Bobe *et al.*, 1998; Sharma *et al.*, 2008) [43], [108] hoặc hoạt chất Thiamethoxam (trong thuốc Actara) (Maienfisch *et al.*, 2001; Delgarde and Rouland, 2002) [74], [55].

❖ *Chất ức chế tổng hợp kitin*

Chất ức chế tổng hợp kitin Hexaflumuron đã được thử nghiệm phòng chống mối *Pseudacanthotermes spiniger* hại rừng trồng mía ở Congo cho thấy có hiệu quả với mối non, nhưng không ức chế được vườn nấm trong tổ mối (Peppuy *et al.*, 1998) [94]. Mối Hexaflumuron cho hiệu quả phòng chống mối *Reticulitermes flavipes* hại cây ăn quả ở Florida sau 2 tháng (Stansly *et al.*, 2001) [111].

❖ *Chất diệt nấm*

Sử dụng chất diệt nấm tác động vào vườn nấm của phân họ mối có vườn cây nấm cho thấy diệt được quần tộc mối (Wardell, 1990) [122]. Chất diệt nấm Erpacide R450T và 490T có hiệu lực chống mối *Mi. subhyalinus* (Mora, 1996) [84]. Bavastin và Sumi 8 ức chế được vườn nấm của mối *Ancistrotermes guineensis* và diệt 20% quần tộc mối hại mía ở Sonasut (Rouland *et al.*, 1993; Rouland and Mora, 2002) [99], [101].

Tuy nhiên việc tìm được tổ mối và đưa chất diệt nấm vào tổ không đơn giản, đặc biệt đối với các loài mối làm tổ chìm.

Các biện pháp hóa học có hiệu quả cao, nhưng nếu sử dụng với lượng lớn sẽ gây ô nhiễm môi trường, mất cân bằng sinh thái. Vì vậy phải sử dụng hợp lý thuốc hóa học trên cơ sở hiểu biết về sinh học, sinh thái học của mối và các biện pháp canh tác phù hợp.

1.1.2.4. Biện pháp quản lý tổng hợp (IPM-Integrated Pest Management)

Quản lý tổng hợp mối - Integrated Termite Management (ITM) được đề xuất bởi Su and Scheffrahn (1998) từ góc độ kinh tế bằng cách sử dụng bả. Phương pháp này gồm các bước khảo sát tình hình mối, nhử mối, theo dõi mối và thay thế bả tẩm hóa chất (Forschler B., 2011) [57]. Tuy nhiên các tác giả mới đề xuất phương pháp quản lý tổng hợp mối hại công trình kiến trúc. Theo chúng tôi, biện pháp quản lý tổng hợp mối là cách tiếp cận hệ sinh thái (ecosystem) nhằm kiểm soát mối. ITM là hệ thống biện pháp sử dụng một cách hợp lý các kỹ thuật phòng chống mối cho đối tượng và điều kiện cụ thể.

Tóm lại, mối hại cây trồng là vấn đề lớn ở các nước nhiệt đới và các nước nông nghiệp. Các biện pháp canh tác như luân canh cây trồng, lựa chọn cây thích hợp cho từng vùng, hạn chế gây tổn thương cơ giới cho cây, phát hiện và loại bỏ các tổ mối trên rừng, cải tạo đất đã được thực hiện nhưng không đảm bảo hiệu quả phòng mối triệt để. Vì vậy biện pháp hóa học vẫn cần thiết để giải quyết vấn đề mối. Một số hoá chất có độc tính với mối được dùng để xử lý đất và xử lý cho cây con nhằm ngăn chặn mối phá hại cây trồng. Do độc tính cao, gây ô nhiễm môi trường, các chất này đã bị cấm sử dụng và thay bằng các hoá chất thế hệ mới có khả năng phân giải nhanh, ít độc với động vật máu nóng như Chlorpyrifos, Imidacloprid, Fipronil... để xử lý phòng mối gây hại rừng trồng. Tuy nhiên sử dụng thuốc hóa học với lượng lớn sẽ gây ô nhiễm môi trường.

Biện pháp quản lý tổng hợp kết hợp biện pháp lâm sinh, sử dụng chất chiết từ thực vật, sử dụng vi nấm *Metarhizium* và thuốc gây độc mối thế hệ mới dựa trên đặc điểm sinh học, sinh thái học của mối nhằm bảo vệ cây lâm nghiệp và bảo vệ môi trường cần được tiếp tục quan tâm nghiên cứu.

1.2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU MỐI HẠI CÂY TRỒNG Ở TRONG NƯỚC

1.2.1. Thành phần loài mối hại cây trồng, đặc điểm gây hại và đặc điểm sinh học, sinh thái học loài *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Macrotermes pakistanicus*

Nước ta nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới, nên thành phần loài mối rất phong phú. Có nhiều nghiên cứu về mối hại công trình kiến trúc, đê đập ở nước ta. Tuy nhiên những nghiên cứu về mối hại cây trồng nói chung, cây lâm nghiệp nói riêng ít được quan tâm và còn nhiều hạn chế.

1.2.1.1. Thành phần loài mối hại cây trồng, đặc điểm gây hại

* Mối hại cây nông nghiệp, công nghiệp

Mối hại cây trồng nước ta có khoảng 27 loài, chia làm 3 nhóm chính: Mối gỗ khô, mối gỗ ẩm và mối đất, trong đó nhóm mối đất gây hại nhiều nhất. Họ mối đất có nhiều giống, trong đó *Macrotermes*, *Odontotermes* và *Microtermes* là các giống gây hại chủ yếu cây trồng (Nguyễn Văn Quảng, 2002) [11]. Có 48 loài mối trong sinh cảnh trồng cây ca cao, cà phê và cao su ở các tỉnh Tây Nguyên, trong đó có 5 loài mối gây hại chính (Nguyễn Tân Vương và cs., 2007) [20].

Có 56 loài mối trong các vườn cà phê, ca cao và cao su ở Tây Nguyên nhưng chỉ có 6 loài gây hại, trong đó *Mi. pakistanicus* là loài gây hại chính. Mối gây chết cây cà phê mới trồng từ 5 - 37%. Gây chết cây ca cao 1 năm tuổi 20-30%. Cây ca cao 5 tuổi bị nhiễm mối với tỷ lệ rất cao (84,9 - 93,2%, trung bình 89,5%), trong đó cây bị nặng do mối gây hại vào phần tế bào sống vỏ thân chiếm tới 68,9% (Nguyễn Quốc Huy, 2011) [5]. Mối gây hại vào rễ và phần gốc của cây cao su dưới 2 năm tuổi, làm cây sinh trưởng chậm. Mối làm cụt rễ hoặc cắn ngang thân cây ca cao làm cây chết ở giai đoạn mới trồng. Năng suất của cây cà phê bị mối *Microtermes* phá hại chỉ bằng 2/3 so với cây không bị hại (Nguyễn Văn Quảng và cs., 2007) [13].

Có 6 loài mối hại cây cà phê ở Lâm Đồng. Cây bị mối hại cho quả ít, hạt nhỏ nhưng chưa có số liệu thống kê cụ thể (Vũ Văn Tuyên, 1999) [18].

Thời điểm mối gây hại cây chè thường vào mùa khô, chủ yếu để lấy nước (Nguyễn Chí Thanh và cs., 1995) [14].

** Mối hại cây lâm nghiệp*

Trong quá trình điều tra về khu hệ mối miền Bắc Việt Nam, mối *Macrotermes* được công bố có thể gây hại cho nhiều loại cây trồng như bạch đàn, trám trắng. Hầu hết các rừng trồng bạch đàn ở Lào Cai, Lai Châu, Hà Giang, Hoà Bình, Bắc Giang, Thanh Hoá và Nghệ An đều bị mối phá hại (Nguyễn Đức Khâm, 1985) [8].

Chưa có nghiên cứu riêng về mối hại bạch đàn, keo, thường trong công trình điều tra về sâu bệnh hại rừng trồng có kèm một phần dẫn liệu về mối. Trong báo cáo điều tra tình hình sâu bệnh hại rừng trồng ở Việt Nam trên 8 vùng lớn của toàn quốc là Đông Bắc, Trung Tâm, Tây Bắc, Bắc Trung Bộ, Duyên hải Trung Bộ, Tây Nguyên, Đông Nam Bộ và Nam Bộ, giống mối đất *Odontotermes* được đánh giá là một trong số các loài gây hại thành dịch đối với bạch đàn và keo (Nguyễn Văn Bích, 1995) [1].

Kết quả điều tra sâu bệnh hại rừng trồng vùng Đông Bắc đã ghi nhận mối gây hại cây bạch đàn bằng cách ăn rễ làm chết cây. Đối với rừng keo, mối *Odontotermes* gây hại rễ Keo tai tượng ở 1 - 3 năm tuổi làm chết cây (Hà Văn Hoạch, 1995) [4].

2 giống *Odontotermes* và *Macrotermes* thuộc họ mối đất (Termitidae) gây hại bạch đàn, keo, thông ở Trạm thực nghiệm Cẩm Quỳ và Trạm Đá Chông, Ba Vì thuộc Trung tâm nghiên cứu giống cây rừng (Bùi Thị Thủy, 2007) [16].

Mối gây chết cây bạch đàn, Keo lai dưới 12 tháng tuổi ở Bắc Giang khoảng 20 - 30%, có nơi tới 60 - 80% [133], ở Đắc Lắc là 22% [134].

Kết quả nghiên cứu về mối hại cây trồng ở nước ta mới tập trung vào đối tượng cây cà phê, ca cao, cao su và công bố đặc điểm gây hại của một số loài mối hại chính. Phương pháp xác định loài gây hại chính dựa vào tiêu chí mối gây chết cây và ăn sâu vào mô của cây. Đối với bạch đàn và keo, các công bố về mối thường nằm trong công trình điều tra về sâu bệnh hại rừng trồng nói chung và công bố ở cấp độ phân loại tới giống, chưa xác định tên loài mối. Tuy nhiên trong 1 giống có

loài hại và có loài không hại cây trồng. Hơn nữa chưa có nghiên cứu chuyên sâu về loài mối hại rừng trồng, chưa có dẫn liệu về tỷ lệ cây bị hại và các kiểu gây hại.

Tóm lại, việc đánh giá mức độ hại của mối và loài mối hại chính cây lâm nghiệp trên thế giới và ở Việt Nam chủ yếu dựa vào tỷ lệ phần trăm cây bị chết do mối. Tuy nhiên có những cây mối hại không bị chết ngay, nhưng lại ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng, khối lượng và phẩm chất gỗ. Nếu chỉ dựa vào số cây chết, bỏ qua các trường hợp mối đắp đường mui hoặc ăn nhẹ rễ cây thì đánh giá không đúng mức độ gây hại của mối. Đối với cây mới trồng, cây sẽ bị chết ngay sau khi mối ăn hết lớp biểu bì. Vì vậy, tại thời điểm điều tra cây mới trồng cần được xem xét cả trường hợp mối đắp đường mui. Ngược lại, nếu chỉ dựa vào số cây bị nhiễm mối thì chưa thể hiện hết được ảnh hưởng của mối. Đặc biệt đối với cây trên 1 năm tuổi, nhiều trường hợp cây bị nhiễm mối với tỷ lệ cao, nhưng lại không nghiêm trọng. Một số trường hợp mối đắp đường mui nhiều hơn vào thời điểm mùa khô, nếu chỉ dựa vào đặc điểm này mà kết luận mối hại mạnh vào mùa khô sẽ không chính xác. Do vậy, cần đưa ra phương pháp đánh giá mối gây hại bạch đàn và keo phù hợp.

Việc nghiên cứu có hệ thống và đầy đủ về thành phần mối ở rừng trồng bạch đàn và keo, xác định loài hại chính và đánh giá đúng thiệt hại của mối là một đòi hỏi cấp bách của thực tiễn và của việc phát triển khoa học công nghệ lĩnh vực bảo vệ cây trồng, tạo cơ sở khoa học cho các biện pháp phòng chống mối có hiệu quả và thân thiện với môi trường.

1.2.1.2. Tình hình nghiên cứu sinh học, sinh thái học loài mối *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*

Ở Việt Nam, có nhiều nghiên cứu về phân loại học, thành phần loài mối thuộc phân họ Macrotermitinae. Tuy nhiên, những nghiên cứu về sinh học, sinh thái học còn hạn chế.

Cấu trúc tổ của nhiều loài mối thuộc giống *Macrotermes* trong đó có loài *M. annandalei* ở các tỉnh phía Nam đã được mô tả khá chi tiết (Nguyễn Tân Vương, 1997) [19]. Một số đặc điểm sinh học, sinh thái học của loài *M. annandalei* đã được nghiên cứu. Ví dụ, thời điểm xuất hiện các pha phát triển trong tổ mối hình thành từ

đôi mối cánh bay phân đàn là pha trứng vào ngày thứ 8,3; pha ấu trùng vào ngày thứ 33, mối thợ trưởng thành vào ngày thứ 63 và vờn nắm vào ngày thứ 77. Các đẳng cấp trong tổ mối *M. annandalei* theo tỷ lệ trung bình là 11,1% mối thợ lớn; 19,4% mối thợ nhỏ; 0,4% mối lính lớn và 3,8% mối lính nhỏ. Hoạt động bên ngoài tổ chủ yếu do mối thợ lớn đảm nhận, chiếm 79,4% trong đàn mối kiếm ăn; 53,3% trong nhóm mối xây dựng, sửa chữa tổ. Khi bổ sung vờn nắm vào các tổ mối nuôi từ đôi mối cánh bay phân đàn sẽ làm tăng tỷ lệ sống sót của tổ mối (Nguyễn Văn Quảng, 2003) [12]. Thời điểm bay phân đàn của loài mối *M. annandalei* được công bố từ 4 - 5 h sáng. Vào tháng 4, tháng 5 trong tổ thường có mối cánh trưởng thành (Nguyễn Đức Khảm và cs., 2007) [9].

Mối có vờn cây nắm giữ vai trò quan trọng trong chu trình chuyển hóa vật chất, phân giải xác thực vật thành mùn. Tuy nhiên ở những vùng trồng cây công nghiệp và cây rừng, mối có vờn cây nắm lại trở thành kẻ phá hại nguy hiểm và đã gây ra những tổn thất nặng nề. Mối *M. annandalei* cắn rễ và đắp đất quanh phần thân tiếp xúc với đất, gặm biểu bì cây keo non, làm cây trở nên còi cọc và chết. Mối đục thân và gây chết 57% cây mía đỏ ở Mãn Đức, Hòa Bình (Nguyễn Văn Quảng, 2003) [12].

Mối *Mi. pakistanicus* tiếp cận với gốc cây cà phê 1 năm tuổi, đắp đường mui, khoét sâu vào bên trong vỏ và lõi thân cây. Mối có thể hại thành nhiều đợt. Những nơi bị thương tổn như cành cây bị bẻ, tia, mối thường đục sâu hơn và hại xuống phần gốc dưới đất. Mối còn gặm vỏ thân cây cao trưởng thành và để lại các vết sẹo. Mối thường gây hại ở phần chia nhánh của rễ cây, sau đó xâm nhập phần gỗ lõi, sang các mắt ở chỗ chia cành, làm chết cây hay đổ gãy. Trong đàn mối kiếm ăn, mối thợ lớn chiếm số lượng rất lớn (72,7 - 81,1%); tiếp theo là mối thợ nhỏ, chiếm tỷ lệ 9,1 - 14,2%; thứ 3 là mối lính lớn, chiếm 4,9 - 6,9% và ít nhất là mối lính nhỏ, chỉ chiếm 3,7 - 6,3%. Tổ mối *Mi. pakistanicus* chìm trong đất. Tổ gồm nhiều khoang nhỏ, đường kính 4-10cm. Các khoang tổ phân tán trong đất ở độ sâu từ vài xăngtimet đến 100cm. Đường kính khu vực phân bố các khoang trong một tổ có thể tới 5 m. Mối cánh trưởng thành thường xuất hiện vào tháng 5, khoảng 19 h trong

những ngày có mưa. Thời gian phát triển của tổ mối từ đôi mối cánh bay phân đàn khá chậm so với một số mối có vườn cây nấm khác. Sau khi cặp đôi và xây tổ, khoảng 5-6 ngày sau mối mới đẻ trứng và 25 ngày sau trứng nở thành mối non và phải 3 tháng sau mới quan sát được vườn nấm phát triển rõ ràng và có quả thể mọc bên trên (Trịnh Văn Hạnh, 2008) [3].

Nghiên cứu việc bay phân đàn của hai loài mối *M. annandalei* và *M. barneyi* ở rừng trồng bạch đàn, keo, thông ở Vĩnh Phú trong 3 năm (1996-1998) cho thấy hầu hết mối bay vào thời điểm từ tháng 5 đến tháng 6 với điều kiện độ ẩm cao, mưa nhiều. Chu kỳ sinh sản bắt đầu cuối tháng 12 khi trong tổ xuất hiện các mối cánh biệt hóa khác nhau. *M. annandalei* bay vào ngày đầu tiên sau cơn mưa trong khi *M. barneyi* bay ngày thứ hai sau cơn mưa. Tuy nhiên hai loài có thể bay đồng thời. Mỗi cánh rời tổ lúc 4 h - 4 h 30 sáng, trước khi mặt trời mọc. Nhờ pheromon sinh dục của con cái có tính chuyên hóa đã quyết định việc kết cặp đúng loài. Theo tác giả, pheromon sinh dục được tiết từ hai tuyến ở con cái: tuyến lưng (tergal gland), định vị ở đốt 6 đến 10 (đối với *M. annandalei*) và đốt 5-10 (đối với *M. barneyi*) và từ tuyến bụng cuối (posterior sternal gland), định vị ở đốt bụng 6 và 7 (đối với cả hai loài). Lần đầu tiên ở họ mối Termitidae, các tuyến bụng cuối được xác định là những tuyến chuyên hóa sinh dục. Pheromone sinh dục có vai trò trong hoạt động sinh sản ở mối, nguồn gốc của chúng phụ thuộc vào từng loài (Peppuy *et al.*, 2004) [95].

Như vậy ở Việt Nam các nghiên cứu sinh học, sinh thái học 3 loài mối chủ yếu về cấu trúc tổ và thời gian bay phân đàn. Tỷ lệ đẳng cấp *Macrotermes annandalei* và *Microtermes pakistanicus* đã được công bố nhưng tỷ lệ đẳng cấp mối *Macrotermes barneyi* chưa được nghiên cứu.

1.2.2. Tình hình nghiên cứu biện pháp phòng chống mối hại cây trồng

1.2.2.1. Biện pháp canh tác

Gần đây, cỏ Vetiver được trồng trong các vườn ca cao để hạn chế mối. Nhóm nghiên cứu Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh bố trí trồng Vetiver xung quanh cây ca cao và ủ thân lá Vetiver vào đất trồng cây, tại xã Nghĩa Trung và Nghĩa Bình, huyện Bù Đăng, tỉnh Bình Phước. Kết quả sau 4 tháng không

có cây ca cao con nào bị chết do mối ở ô thí nghiệm, chỉ có 27% cây ca cao bị mối gây hại ít hơn nhiều lần so với đối chứng [135].

1.2.2.2. Biện pháp sinh học

Nghiên cứu sử dụng vi sinh vật, đặc biệt là vi nấm *Metarhizium* và *Beauveria* để diệt mối *O. hainanensis* hại cây Vải thiều trong phòng thí nghiệm cho thấy nấm *Metarhizium* cho hiệu quả diệt mối cao hơn. Tỷ lệ cây bị mối giảm đi và kéo dài hiệu quả phòng chống mối sau 6 tháng (Tạ Kim Chính, 1996) [2].

Trịnh Văn Hạnh (2008) [3] thử nghiệm vi nấm *Metarhizium* phòng chống mối hại cà phê, cao su cho thấy không hiệu quả.

Chưa có nghiên cứu thử nghiệm các biện pháp sinh học phòng chống mối hại bạch đàn, keo trên diện rộng ở Việt Nam.

1.2.2.3. Biện pháp hóa học

Phương pháp tìm tổ chính, bơm thuốc hoá học vào để xử lý mối hại cây cà phê tại nông trường Đức Trọng và Bảo Lộc, tỉnh Lâm Đồng sau 14 tháng tỷ lệ mối chết vẫn đạt 80% (Vũ Văn Tuyền, 1999) [18].

Sử dụng biện pháp phòng trừ tổng hợp mối hại cây chè, kết hợp giữa loại bỏ tàn dư thực vật với dùng thuốc hoá học PMC 90 phun vào đường mui mối đắp lên thân và phun vào mối tập trung trong các hố nhử được bố trí so le dọc theo các hàng chè, đảm bảo tỷ lệ cây chè không bị mối gây hại lên đến 85 – 90 % (Nguyễn Chí Thanh và cs., 1990) [14].

Biện pháp dùng mồi để nhử mối, sau đó tiến hành cho bả chứa Hexaflumuron BDM08 phòng trừ mối cho cây công nghiệp trong giai đoạn kinh doanh (Trịnh Văn Hạnh, 2008). Sử dụng dung dịch hóa chất Termidor 25EC phòng trừ mối cho cây cà phê, ca cao, cao su mới trồng và dùng mồi nhử với bả diệt mối chứa Hexaflumuron BDM 10 phòng trừ mối cho cây cà phê, ca cao, cao su thời kỳ kinh doanh (Nguyễn Quốc Huy, 2011) [5]. Diện tích rừng trồng bạch đàn và keo rất lớn mà chi phí sử dụng bả đất. Hơn nữa bả sử dụng ngoài trời chịu ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết sẽ ảnh hưởng đến chất lượng bả nên chúng tôi định hướng không thử nghiệm biện pháp này trong phòng chống mối hại bạch đàn và keo.

Đối với mối hại bạch đàn và keo, có một số tác giả đưa ra biện pháp phòng chống bằng hóa chất tồn dư lâu. Xử lý đất vườn ươm bằng thuốc DDT hoặc HCH; khi mang cây đi trồng tưới bầu cây bằng dung dịch thuốc DDT, HCH 4 - 5%. Đối với cây bạch đàn đã lớn, cần khơi đất xung quanh cổ rễ cây rồi tưới nửa lít nước phân trộn HCH với nồng độ 5 - 6% (Nguyễn Đức Khâm, 1985) [8]. Sử dụng 250 ml thuốc Aldrex pha vào 24 lít nước, tưới cho 3000 cây con sau khi cấy giống 1 tuần; phun lại thuốc vào cuối tuần thứ hai và phun lại lần nữa vào tuần thứ 3 cũng nồng độ như trên. Loại thuốc này hiện đã cấm sử dụng (Đào Xuân Trường, 1992) [17].

1.2.2.4. Biện pháp canh tác kết hợp hóa học

Ở Việt Nam, chưa có công trình khoa học nghiên cứu đầy đủ về mối hại bạch đàn và keo, nên việc phòng trừ mối còn theo kinh nghiệm. Có khuyến cáo giải pháp phòng trừ bằng cách vệ sinh rừng trước khi trồng, bố trí hố nhử, dùng thuốc trừ sâu đổ vào hố, sử dụng thuốc Thiodan 35% rắc lên vị trí có mối sẽ hạn chế được mối phá hại trong vòng 6 - 9 tháng. Khi trồng lựa chọn cây khỏe, không xén rễ [133].

Biện pháp sử dụng thuốc không chuyên hóa (thuốc trừ sâu) đổ vào hố và không có liều lượng sử dụng sẽ là nguy cơ gây ô nhiễm môi trường.

Mối hại cây trồng là một trong những vấn đề quan trọng đáng quan tâm ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Thật vậy, để phục vụ cho phát triển sản xuất đã có nhiều nhà côn trùng học đi sâu tìm hiểu khu hệ mối ở các sinh cảnh cây trồng khác nhau, từ cây nông nghiệp, công nghiệp đến cây lâm nghiệp. Nhiều kết quả nghiên cứu đã xác định những loài gây hại chính cho từng loại cây trồng, từng vùng địa lý, đồng thời cung cấp nhiều dẫn liệu về sinh học, sinh thái học có giá trị, làm cơ sở cho các biện pháp phòng trừ mối hại cây trồng có hiệu quả. Tuy vậy, so với đòi hỏi của thực tiễn, kết quả nghiên cứu các biện pháp phòng trừ còn nhỏ lẻ, còn theo kinh nghiệm; sử dụng nhiều thuốc hóa học. Có thể thấy việc nghiên cứu biện pháp quản lý tổng hợp mối hại cây trồng vừa là đòi hỏi cấp bách của thực tiễn, vừa có giá trị khoa học để lựa chọn được biện pháp xử lý có hiệu quả và ít gây ô nhiễm môi trường. Điều này mới được nhận thức gần đây và đang được nhiều chuyên gia quan tâm nghiên cứu.

Chương 2

VẬT LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. ĐỊA ĐIỂM, THỜI GIAN, VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1.1. Địa điểm nghiên cứu

- *Địa điểm nghiên cứu ngoài thực địa* tập trung vào 4 tỉnh ở miền Bắc Việt Nam, là những địa phương có diện tích trồng bạch đàn và keo lớn. Các tỉnh Bắc Giang, Thái Nguyên và Phú Thọ được xem là đại diện cho khu vực khí hậu vùng Đông Bắc. Tỉnh Hòa Bình đại diện cho vùng khí hậu Tây Bắc Việt Nam. Các địa điểm nghiên cứu cụ thể ở các địa phương như sau:

+ Tỉnh Bắc Giang: Rừng trồng Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) PN 14 của Công ty Lâm nghiệp Đông Bắc, huyện Yên Thế, Bắc Giang. Cây con được nhân giống theo phương pháp nhân hom, mật độ 1.660 cây/ha. Đất sạch thực bì, nhiều sỏi đá, ít dốc. Rừng trồng luân kỳ sau.

+ Tỉnh Thái Nguyên: Rừng trồng Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*) dòng BV 10 của Công ty Lâm nghiệp Đông Bắc huyện Phở Yên, Thái Nguyên. Cây con được nhân giống theo phương pháp nhân hom, mật độ trồng 1.330 cây/ha. Cỏ và tàn dư thực vật đã phát triển cao khoảng 50 cm, gốc cây cũ cao khoảng 60 cm. Địa hình dốc, đất chứa ít mùn. Rừng trồng luân kỳ sau.

+ Tỉnh Phú Thọ: Rừng trồng Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*) dòng BV 10 của Công ty Lâm nghiệp Tam Thanh, huyện Tam Nông, Phú Thọ. Cây con được nhân giống theo phương pháp nhân hom, mật độ trồng 1.660 cây/ha. Đất tương đối nhiều mùn. Rừng trồng luân kỳ sau.

+ Tỉnh Hòa Bình:

Rừng trồng Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) PN 14 của Trại sản xuất giống Bình Thanh, Công ty Giống cây trồng Hòa Bình, huyện Cao Phong. Cây con được nhân giống theo phương pháp nhân hom, mật độ trồng 1.660 cây/ha. Ô thí nghiệm có các cây bụi và một ít gốc cây cũ. Đất cằn, chứa ít mùn. Rừng trồng luân kỳ đầu và luân kỳ sau.

Rừng trồng Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd) xuất xứ Phú Thọ của Lâm trường Tân Lạc, huyện Tân Lạc, Hòa Bình. Cây con được nhân giống bằng hạt, mật độ trồng 1.660 cây/ha. Ô thí nghiệm có ít thực bì và gốc cây cũ. Đất cằn, chứa ít mùn. Rừng trồng luân kỳ đầu và luân kỳ sau.

Chi tiết các đặc điểm ở các địa điểm nghiên cứu được mô tả ở phụ lục B28.

- Địa điểm bảo quản, phân tích, định loại vật mẫu và các thí nghiệm trong phòng được tiến hành tại Bộ môn Bảo quản Lâm sản, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam. Việc phân tích ADN được thực hiện tại Khoa Côn trùng học, trường Đại học Riverside, California, Mỹ.

2.1.2. Thời gian nghiên cứu

Các kết quả nghiên cứu được thực hiện từ năm 2010 đến năm 2014. Một phần kết quả điều tra cơ bản có sử dụng dẫn liệu của kết quả nghiên cứu từ năm 2009.

2.1.3. Vật liệu và dụng cụ nghiên cứu

+ Dụng cụ thu mẫu mỗi gồm có: cuốc; cuốc chim; xẻng; tuốc nơ vít; kẹp mềm chuyên dụng; chổi quét; bay khoét; dao; ống đựng mẫu bằng nhựa có nút đậy hoặc thủy tinh ($\Phi = 1\text{cm}$); nhãn ghi; hộp nhựa đựng lọ mẫu; bút chì và nhật ký điều tra, thu mẫu. Hóa chất bảo quản mẫu: cồn ethylic 70%.

+ Dụng cụ và thiết bị để phân tích định loại mỗi trong phòng thí nghiệm: kính lúp (Euromex - Hà Lan), kính hiển vi soi nổi Olympus (Nhật), máy ảnh Canon (Nhật), máy ly tâm Hettich EBA 21 (Mỹ), máy PCR Mastercycler (Đức), máy điện di agarose gel (Bio Rad - Mỹ), máy soi gel (UVP-Mỹ), máy giải trình tự tự động (Mỹ). Hóa chất phân tích ADN là bộ QiAGEN Kit...

+ Dụng cụ điều tra đánh giá mức độ hại của mối: Bản đồ trồng rừng, la bàn.

+ Các chế phẩm sinh học phòng mối: Dimez, Metavina 10 DP, Metavina 90 DP và thuốc hóa học: Termidor 25EC, Lenfos 50EC, Lentrek 40EC, PMC- 90. Chi tiết các chế phẩm và thuốc phòng mối được mô tả ở phụ lục B29.

+ Cỏ Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L., mới đổi tên là *Chrysopogon zizanioides* L.) trồng tại Hòa Bình.

2.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.2.1. Thành phần loài mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng tại 4 tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam và đặc điểm phân bố

- Điều tra xác định thành phần loài mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng.
- Cấu trúc thành phần loài mối theo tuổi cây.
- Tỷ lệ bắt gặp các loài mối trong rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng
- Cấu trúc thành phần loài mối theo đơn vị tỉnh nghiên cứu.

2.2.2. Xác định loài gây hại, đặc điểm và mức độ gây hại, loài gây hại chính

- Thành phần loài mối hại Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng
- Đặc điểm và mức độ gây hại của mối đối với Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng
- Xác định loài mối gây hại chính rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

2.2.3. Nghiên cứu bổ sung đặc điểm sinh học, sinh thái học các loài mối gây hại chính rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và keo tai tượng

- Đặc điểm cấu trúc tổ và tỷ lệ đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn.
- Chế độ loại thức ăn phù hợp nhử mối.
- Nghiên cứu độ sâu nhử mối.
- Nghiên cứu điều kiện gây hại của mối đối với rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng.
- Phân tích hóa lý tính đất để xác định mối liên quan với mức độ hại của mối.

2.2.4. Thử nghiệm các biện pháp phòng chống mối hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng mới trồng

- Nghiên cứu khả năng xua đuổi mối của cỏ Vetiver.
- Nghiên cứu các biện pháp phòng mối cho rừng bắt đầu trồng.
- Nghiên cứu các biện pháp phòng mối cho rừng mới trồng đang bị hại.
- Đề xuất biện pháp phòng chống mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng.

2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.3.1. Phương pháp điều tra thành phần loài mối

2.3.1.1. Phương pháp thu mẫu mối

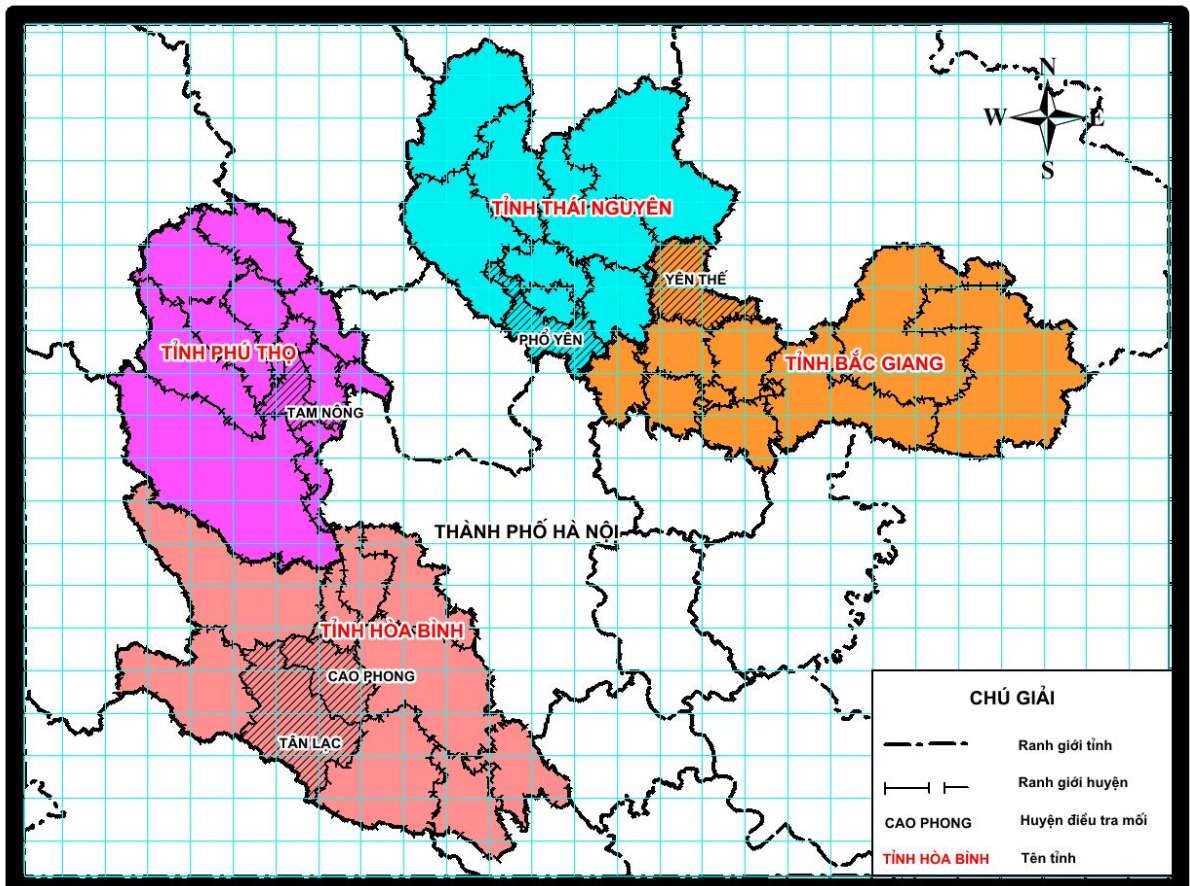
Thu mẫu theo tuyến điều tra (Nguyễn Đức Khảm, 1976) [7]. Do điều kiện địa hình rộng, phức tạp nên ở mỗi tỉnh chúng tôi bố trí chọn rừng trồng bạch đàn hoặc keo thuộc một huyện. Riêng ở Hòa Bình, huyện Tân Lạc chỉ trồng Keo tai tượng nên bố trí thêm ở huyện Cao Phong. Các tuyến có thể dài ngắn khác nhau, trong cự ly 1 - 2 km và đi qua rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng 1 năm tuổi, 2 năm tuổi, 3 năm tuổi; đi qua các điểm đại diện chân, sườn và đỉnh đồi. Tìm và khai mở các dấu hiệu có mối trên tuyến khảo sát như lỗ vũ hoá, đường mui trên thân cây, các cành cây, gốc cây, gỗ mục, rễ cây... Thu tất cả các đẳng cấp mối (nếu có) gồm mối thợ, mối lính, mối cánh, mối non, mối vua và mối chúa. Mẫu thu để trong lọ đựng mẫu, ghi nhãn và được bảo quản trong cồn 70%. Các tuyến điều tra mối được thể hiện ở bảng 2.1, hình 2.1 và phụ lục H2 đến H11.

Bảng 2.1. Số tuyến điều tra mối

TT	Địa điểm	Số tuyến		
		Cây 1 năm tuổi	Cây 2 năm tuổi	Cây 3 năm tuổi
1	Yên Thế - Bắc Giang	4	6	5
2	Phổ Yên- Thái Nguyên	4	5	3
3	Tam Nông - Phú Thọ	5	4	4
4	Cao Phong - Hòa Bình	3	5	5
5	Tân Lạc - Hòa Bình	3	2	4
	Tổng số	62		

2.3.1.2. Phương pháp phân tích, định loại mẫu mối bằng hình thái

Các mẫu mối được phân tích, định loại dựa theo tài liệu của Ahmad (1965), Thapa (1981), Nguyễn Đức Khảm và cs. (2007) [32], [115], [9]. Kết quả phân tích còn được các chuyên gia của Viện Sinh thái và bảo vệ công trình thuộc Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam thẩm định.



Hình 2.1. Bản đồ khu vực điều tra mối ở một số tỉnh miền Bắc Việt Nam

2.3.1.3. Phương pháp phân tích ADN ty thể

Phương pháp phân tích ADN ty thể được sử dụng để xác định chính xác tên các loài mối hại chính và để kiểm tra một số mẫu mối có đặc điểm hình thái tương đối giống nhau, nhưng có một vài điểm sai khác khó xác định là cùng loài hay khác loài. Một phần gen cytochrome oxidase II của ty thể (COII) được sử dụng theo phương pháp của Miura *et al.*, 1998 [82], vì đây là gen bảo thủ và có tỷ lệ tiến hóa thích hợp cho nghiên cứu quan hệ ở bậc giống, loài và quần thể.

Đoạn ADN 1000 bp gồm vùng mã hóa COI, tRNA-Leu, COII và tRNA-Lys.

Mồi xuôi CI-J-2773: 5'-ATA CCT CGA CC(AT) TAT TCA GA-3' (2773-2792)

Mồi ngược B-tLys: 5'-GTT TAA GAG ACC AGT ACT TG-3' (3784-3804)

Mồi khác cũng được sử dụng:

Mồi xuôi A-tLeu: 5'-ATG GCA GAT TAG TGC AAT GG-3' (3018-3038)

- Tách ADN tổng số: ADN tổng số được tách từ phần đầu hoặc phần đầu và ngực của từng cá thể mỗi lính hoặc mỗi thợ, sử dụng bộ Qiagen Mollusc DNA Kit. Cá thể mỗi sau khi cho bay hết còn được chuyển vào ống li tâm 1,5 ml vô trùng chứa 180 μ l buffer ATL, nghiền kỹ và bổ sung 20 μ l Proteinase K, trộn đều bằng máy vortex rồi ủ ở 56⁰C trong 45 phút. Sau đó thêm 150 μ l buffer AL, ủ ở 70⁰C trong 10 phút. Thêm 120 μ l ethanol 100%. Chuyển toàn bộ dịch mẫu sang cột Dneasy Mini Spin đặt trong ống thu dịch li tâm và li tâm ở 8000 vòng/phút trong 1 phút. Loại bỏ phần dịch. Bổ sung lần lượt 400 μ l buffer AW1 và AW2 vào cột li tâm, li tâm ở 14000 vòng/phút trong 1 phút để rửa ADN. Cuối cùng bổ sung 40 μ l buffer AE, ủ ở nhiệt độ phòng 15 phút rồi li tâm 8000 vòng/phút trong 1 phút để thu ADN tổng số. ADN tổng số được bảo quản ở -20⁰C.

- Phản ứng PCR:

Thành phần của phản ứng PCR như sau: 40 μ l gồm 2 μ l ADN tổng số, 30 μ l nước cất, 4 μ l 10X PCR buffer, 100mM Tris-HCl (pH 8,3), 500 mM KCl, 15 mM MgCl₂, 0,01% gelatin, 4 μ l dNTP mix (1 mM mỗi loại dNTP), 0,2 μ l mỗi mỗi (100pM), 0,7 U Taq ADN polymerase (Takara,Tokyo).

Chu trình phản ứng PCR gồm các bước: biến tính 45⁰C trong 1 phút, 35 vòng chu kỳ gồm 94⁰C trong 30 giây, 65⁰C trong 3 phút, cuối cùng làm lạnh ở 4⁰C. Sau khi phản ứng kết thúc, điện di 5 μ l sản phẩm PCR trên agarose gel 1% để kiểm tra, phần còn lại bảo quản ở -20⁰C.

- Tinh sạch ADN và giải trình tự:

Các sản phẩm PCR được tinh sạch sử dụng QiAGEN Purification Kit. Mẫu được giải trình tự gen tại Khoa Côn trùng học, Đại học California Riverside, Mỹ. Phản ứng giải trình tự được tiến hành theo phương pháp dideoxy-nucleotide sử dụng Dye-Terminater Cycle Sequencing Kit (Perkin-Elmer, Warrington, UK và Gen Amp 2400 thermal cycler). Điện di sản phẩm trên polyacrylamide gel 6%. Đọc trình tự gen trên máy automatic AND sequencer. Việc so sánh trình tự nucleotide của vùng gen COII được thực hiện cho các trình tự gen mới Việt Nam và các trình tự tương ứng của Ngân hàng gen NCBI. Quá trình so sánh này được thực hiện bằng

phần mềm “Genious 7.1.5, bởi công ty Biomatters Ltd”. Mô hình Tamura và Nei được sử dụng để xác định khoảng cách di truyền. Phương pháp Neighbor-joining được sử dụng để xây dựng cây phát sinh loài. Phân tích bootstrap (lặp lại 1000 lần) được sử dụng để đánh giá mức độ tin cậy của các nhánh cây phát sinh loài.

2.3.2. Phương pháp xác định loài gây hại, đặc điểm và mức độ gây hại, loài gây hại chính

2.3.2.1. Phương pháp xác định thành phần loài mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

Tiêu chí để xác định một loài mối gây hại cho cây dựa theo ý kiến đánh giá của các tác giả trong và ngoài nước đã công bố. Cụ thể qua quan sát trực tiếp khi điều tra thu mẫu mối, ghi chú loài bắt được trên cây sống, phương thức, vết tích xâm hại, hậu quả gây hại ...

2.3.2.2. Phương pháp xác định đặc điểm và mức độ gây hại của mối đối với rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

Cho đến nay chưa có phương pháp điều tra tỷ lệ và mức độ gây hại của mối ở rừng bạch đàn và keo, đề tài tham khảo phương pháp điều tra cơ bản về sâu bệnh hại rừng trồng (TCVN 8927: 2012, Phạm Quang Thu, 2009) [25], [15]; phương pháp điều tra, đánh giá mối hại mía (Novaretti *et al.*, 2000) [91]; đánh giá mối hại đê (TCVN 8227:2009) [26] và kết hợp với đặc điểm riêng của mối đối với bạch đàn và keo để đưa ra cách đánh giá mức độ bị hại và phân cấp mức độ bị hại do mối. Các bước khảo sát điều tra được tiến hành như sau:

+ Chọn rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng 1 năm tuổi, 2 năm tuổi, 3 năm tuổi ở các địa điểm nghiên cứu.

+ Chọn tuyến điều tra: Tại mỗi khu vực điều tra, lập các tuyến điều tra đi qua các rừng trồng 1 năm tuổi, 2 năm tuổi, 3 năm tuổi, đi qua các điểm đại diện: chân, sườn, đỉnh của rừng trồng bạch đàn và keo, theo đường chéo góc, chữ chi hoặc song song. Trên các tuyến điều tra, lập các ô tiêu chuẩn.

+ Lập ô tiêu chuẩn: Bố trí các ô tiêu chuẩn theo phương pháp ô điển hình, đảm bảo đại diện cho khu vực điều tra. Bố trí ô tiêu chuẩn dựa vào cấp tuổi (1 năm

tuổi, 2 năm tuổi, 3 năm tuổi), địa hình (chân, sườn, đỉnh). Mỗi ô có diện tích 500 m². Số lượng ô tiêu chuẩn phụ thuộc vào diện tích rừng, đảm bảo diện tích cần điều tra chiếm khoảng 2% diện tích rừng trồng.

+ Chọn cây tiêu chuẩn: theo phương pháp 5 điểm (Nguyễn Thế Nhã và cs., 2001) [10]. Chọn một điểm tại vị trí trung tâm của ô tiêu chuẩn rồi đánh dấu 6 cây gần đó. Từ điểm này chọn 4 điểm khác cách điểm trung tâm 20 m về các hướng Đông, Tây, Nam, Bắc. Tại mỗi điểm điều tra này tiếp tục chọn 6 cây. Như vậy mỗi ô tiêu chuẩn có 30 cây Bạch đàn uro, Keo lai hoặc Keo tai tượng. Các cây tiêu chuẩn được đo số thứ tự từ 1 đến 30. Số lượng ô tiêu chuẩn ở từng địa điểm như bảng 2.2.

Bảng 2.2. Số lượng ô tiêu chuẩn ở các địa điểm

Loại cây	Vùng	Địa điểm	Tuổi cây (năm)	Số ô tiêu chuẩn
Bạch đàn uro	Đông Bắc	Yên Thế, Bắc Giang	1	18
			2	18
			3	18
	Tây Bắc	Cao Phong, Hòa Bình	1	18
			2	18
			3	18
Keo lai	Đông Bắc	Phổ Yên, Thái Nguyên	1	18
			2	18
			3	6
	Tây Bắc	Cao Phong - Hòa Bình	1	12
			2	12
			3	12
Keo tai tượng	Tây Bắc	Tân Lạc, Hòa Bình	1	12
			2	12
			3	12
Tổng				222

+ Tính tỷ lệ cây bị hại, mức độ bị hại và phân cấp mức độ bị hại cho khu vực điều tra.

* *Tỷ lệ cây bị hại*: Tỷ lệ cây bị hại là tỷ lệ phần trăm số cây bị hại trên tổng số cây điều tra và được xác định theo công thức:

$$P(\%) = \frac{n}{N} \times 100 \quad (2.1)$$

Trong đó: P (%) là tỷ lệ cây bị hại

n là số cây bị hại

N là tổng số cây điều tra.

* *Mức độ bị hại*: Mức độ bị hại được hiểu là giá trị trung bình của các cấp độ bị hại cho từng cây trong khu vực nghiên cứu.

Chia 4 cấp độ bị hại cho từng cây, được đánh số từ 0 đến 3:

Cấp 0: cây không bị hại, cây khỏe mạnh, phát triển bình thường

Cấp 1: cây bị mối đắp đường mui, ăn vỏ cây, cây vẫn sống

Cấp 2: cây bị mối ăn vào lớp gỗ hoặc đục thành hang ở cây, cây vẫn sống

Cấp 3: cây bị vàng lá hoặc héo hoặc chết với nhiều dấu hiệu mối phá hại.

Kết quả mức độ bị hại của cây do mối trong khu vực điều tra được tính theo công thức:

$$R(\%) = \frac{\sum_{i=0}^3 nivi}{N \times 3} \times 100 \quad (2.2)$$

Trong đó : R là mức độ bị hại;

ni: là số cây bị hại ở mỗi cấp hại i;

vi: là trị số của cấp hại thứ i;

N: là tổng số cây điều tra;

3: là số cấp bị hại cao nhất.

* *Phân cấp mức độ bị hại*: Căn cứ mức độ bị hại của cây do mối ở từng khu vực, mức độ bị hại cho khu vực được phân cấp như sau:

Hại nhẹ có trị số R (%) < 20%

Hại vừa có trị số R (%) từ 20 đến < 35%

Hại nặng có trị số R (%) từ 35 đến < 50%

Hại rất nặng có trị số R (%) ≥ 50%.

2.3.2.3. Phương pháp xác định loài mối gây hại chính

Tính mức độ bị hại (R' %) của cây do từng loài mối gây ra theo công thức:

$$R' (\%) = \frac{\sum_{i=0}^3 nivi}{N'} \times 100 \quad (2.3)$$

Trong đó : R' là mức độ bị hại do từng loài mối (%);

ni: là số cây bị hại ở mỗi cấp hại i;

vi: là trị số của cấp hại thứ i;

N': là tổng số cây bị mối hại;

Vì có thể nhiều loài mối cùng gây hại trong một khu vực nên 1 loài có mức độ bị hại R% > 15% được xác định là loài gây hại chính.

2.3.3. Phương pháp nghiên cứu bổ sung đặc điểm sinh học, sinh thái học các loài mối gây hại chính rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

2.3.3.1. Phương pháp nghiên cứu cấu trúc tổ mối *M. annandalei*, *Mi. pakistanicus* và tỷ lệ đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn của 3 loài

- Phương thức giải phẫu tổ mối bằng cách tạo lát cắt thẳng đứng song song từ ngoài vào trong tổ mối; các lát cắt cách nhau 20cm (Darlington, 1984) [54].

- Phương pháp nghiên cứu tỷ lệ đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn

Đào các hố nhử có kích thước 30 x 25 x 20cm ở rừng Keo tai tượng (ở Hoà Bình) hoặc Keo lai (ở Phú Thọ) 1 năm tuổi luân kỳ đầu và luân kỳ sau. Chuẩn bị tấm lưới thưa, mắt lưới 2 x 2 mm, kích thước 50 x 50 cm đủ để khi đặt vào hố lộ một phần lưới trên mặt đất. Đặt tấm lưới xuống hố, cho cành lá Keo tai tượng (ở Hoà Bình) hoặc Keo lai (ở Phú Thọ) và rải lớp thực bì lên trên. Các hố được đào ngẫu nhiên trên rừng trồng, cách nhau khoảng 10 m. Sau 4 tuần, khi mối vào khai thác thức ăn với số lượng nhiều, nhắc nhanh lưới chứa thực bì, thu toàn bộ mối, định hình trong cồn 70-75⁰; phân tách các đẳng cấp và đếm số mối ở từng đẳng cấp.



Hình 2.2. Hố nhử mối có lưới và cành lá keo

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

2.3.3.2. Phương pháp nghiên cứu loại thức ăn phù hợp để nhử mối

Bốn loại thức ăn để thử nghiệm là bã mía, vỏ keo, cỏ guột (*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw.)), cành lá keo có phủ cỏ guột. Bã mía được ngâm nước 3 ngày cho phân hủy bớt đường. Vớt ra, để khô, sấy ở 60⁰C trong 24 giờ, cho vào các hộp nhựa có kích thước 25 x 16 x 7cm, đóng nắp, đào hố và đặt các hộp xuống độ sâu 20cm ở rừng Keo tai tượng và Keo lai luân kỳ đầu và luân kỳ sau. Xung quanh thành hộp ở gần đáy đục 1 hàng lỗ để mối dễ tiếp cận thức ăn. Mỗi loại thức ăn thử nghiệm 15 hộp. Các hộp thức ăn được đặt ngẫu nhiên trên rừng trồng, cách nhau khoảng 10m. Lấp kín đất vào hố. Sau 5 tuần thu hộp, rửa sạch đất còn dính trên thức ăn, sấy ở 60⁰C trong 24 giờ và cân các loại thức ăn.



Hình 2.3. Hộp chứa các loại thức ăn để nhử mối

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

2.3.3.3 Phương pháp nghiên cứu độ sâu nhử mối

Cho cành lá Keo tai tượng (Hòa Bình) hoặc Keo lai (Phú Thọ) đã sấy ở 60⁰C trong 24 giờ vào các hộp nhựa, kích thước 20 x 11 x 5 cm, phủ cỏ guột lên và đóng nắp hộp. Đào hố và đặt các hộp nhử xuống hố ở các độ sâu khác nhau (10, 20, 30, 40 và 50cm) ở rừng 1 năm tuổi luân kỳ đầu và luân kỳ sau. Xung quanh thành hộp ở gần đáy đục 1 hàng lỗ để mối dễ tiếp cận thức ăn. Mỗi độ sâu sử dụng 12 hộp. Các hộp thức ăn được đặt một cách ngẫu nhiên trên rừng trồng, cách nhau 10m. Lấp kín đất vào hố. Sau 4 tuần thu hộp, lấy cành lá keo còn lại ra khỏi hộp, rửa sạch đất, sấy ở 60⁰C trong 24 giờ và cân. Thí nghiệm được lặp lại 2 lần.



Hình 2.4. Hộp chứa thức ăn đặt ở các độ sâu khác nhau để nhử mối

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

2.3.3.4 Phương pháp nghiên cứu điều kiện gây hại của mối đối với rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

** Mức độ bị hại theo loại rừng*

Chọn điểm nghiên cứu là rừng trồng luân kỳ đầu và rừng trồng luân kỳ sau, vì qua điều tra cho thấy mức độ hại khác nhau rất lớn giữa hai điều kiện lập địa này. Bố trí các ô tiêu chuẩn theo phương pháp ô điển hình. Mỗi ô có 30 cây Bạch đàn uro, Keo lai hoặc Keo tai tượng. Kích thước ô khoảng 500m². Tính toán mức độ bị hại theo phương pháp trình bày ở mục 2.3.2.2.

** Mức độ bị hại theo mùa vụ, loài cây*

Tính toán mức độ bị hại R% theo mùa vụ (mùa mưa và mùa khô), loài cây

(Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng) như công thức 2.3.

2.3.3.5. Phương pháp phân tích hóa lý tính đất để xác định mối liên quan với mức độ hại của mối

Đất lấy tại hiện trường rừng Keo tai tượng Hòa Bình được phân tích pH (TCVN 5979 : 2007) [27], hàm lượng mùn (%) (TCVN 8941: 2011) [30], thành phần cơ giới đất (TCVN 8567: 2010) [28] tại Viện Sinh thái và môi trường rừng. Độ ẩm đất được phân tích tại bộ môn Bảo quản Lâm sản (TCVN 4048: 2011) [29].

2.3.4. Phương pháp thử nghiệm các biện pháp phòng môi cho rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

2.3.4.1. Phương pháp nghiên cứu khả năng xua đuổi mối *Microtermes pakistanicus* của cỏ *Vetiver* trong phòng thí nghiệm

- Cỏ Vetiver được lấy giống từ Bắc Giang sau đó gây trồng ở Hòa Bình tạo số lượng lớn rễ cỏ. Rễ cỏ được rửa sạch đất, hong phơi ở nhiệt độ phòng trong 3 ngày, nghiền nhỏ và bảo quản kín trong tủ lạnh.

- Tách dầu từ rễ cỏ: sử dụng phương pháp ngâm lạnh (Luu, 2006) [114]: Ngâm 50 gam rễ cỏ ngập trong cồn tuyệt đối trong 3 ngày. Sau 3 ngày thu dịch, cho cồn mới vào ngâm. Sau 2 ngày thu dịch. Dịch thu được lọc qua giấy lọc để loại bỏ đất. Dịch lỏng này chứa cả cồn và dầu cỏ. Sau đó sử dụng thiết bị cô quay để tách dầu cỏ ra khỏi cồn.

- Thử hoạt tính xua đuổi mối theo phương pháp: Nhỏ 2 ml dịch dầu cỏ vào 1 tờ giấy lọc, 2 ml nước cất vào tờ giấy khác. Hai tờ giấy này sau đó đặt trong 1 đĩa Petri. Đĩa Petri đối chứng nhỏ 2 ml cồn tuyệt đối vào 1 tờ giấy lọc, 2 ml nước cất vào tờ giấy khác. Tất cả các tờ giấy để trong phòng thoáng 2 ngày cho bay hết cồn, cắt giấy thành hình tròn Φ 0,6 cm. Đặt khoanh giấy thấm dịch cỏ và giấy thấm nước cất ở 2 phía đối diện của đĩa Petri Φ 10 cm, cách nhau 2,5 cm. Ở đĩa Petri đối chứng đặt khoanh giấy thấm cồn và giấy thấm nước cất ở 2 phía. Thả 30 mối *Microtermes pakistanicus* (24 mối thợ và 6 mối lính) vào mỗi đĩa Petri. Cứ sau 5 phút đếm số mối ở phần giấy nhỏ dịch cỏ, nhỏ nước cất, nhỏ dung môi. Đếm đến 60 phút (12 lần). Kết quả nêu 21 đến 30 trong tổng số 30 mối ở phần giấy nhỏ nước cất thì dầu

có khả năng xua đuổi mối (Manzoor *et al.*, 2011; Manzoor *et al.*, 2012) [78], [79]. Thí nghiệm lặp lại 5 lần.

2.3.4.2. Thử nghiệm các biện pháp phòng mối cho rừng bắt đầu trồng

Tại hiện trường trồng rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng, bố trí các ô thí nghiệm diện tích 200m², có trồng 30 cây Bạch đàn uro, Keo lai hoặc Keo tai tượng. Mỗi ô thí nghiệm tác động riêng lẻ từng biện pháp phòng mối. Tổng số các công thức thí nghiệm là 17, gồm:

- 9 công thức thử nghiệm cho 3 loại thuốc hóa học (Lenfos 50 EC, Lentrek 40 EC, Termidor 25 EC dạng dịch pha ở 3 cấp nồng độ (0,1%; 0,2%; 0,3%). Đây là những thuốc trong danh mục được phép sử dụng ở Việt Nam ;

- 1 công thức thử nghiệm thuốc dạng bột PMC;

- 1 công thức thử nghiệm áp dụng Lenfos 50 EC nồng độ 1% xử lý bầu cây;

- 3 công thức thử nghiệm cho 3 loại chế phẩm sinh học (Dimez, Metavina 90 DP, Metavina 10 DP);

- 1 công thức thử nghiệm áp dụng biện pháp vệ sinh thực bì;

- 1 công thức thử nghiệm áp dụng biện pháp cung cấp thức ăn

- 1 công thức đối chứng.

Các công thức thí nghiệm được lặp lại 3 lần ở vị trí: chân, sườn và đỉnh đồi.

Bố trí thí nghiệm theo phương pháp khối ngẫu nhiên đầy đủ. Cụ thể cách thức tiến hành các biện pháp phòng mối như sau:

❖ *Biện pháp lâm sinh (hay biện pháp canh tác)*, có hai cách:

+ Vệ sinh thực bì: Trước khi trồng cây, thu dọn sạch thực bì, cành lá, gốc rễ cây cũ và phá bỏ tổ mối (nếu có).

+ Cung cấp thức ăn thay thế: Trước khi trồng cây thu dọn thực bì, cành lá hạn chế sự phát tán thức ăn của mối. Đào các hố như mối kích thước 30 x 25x 20cm, 6 hố/ô ở vị trí giữa các hàng cây, các hố cách nhau 1 cây và cách 1 hàng. Gom thực bì xếp đày và chặt vào các hố như để tập trung mối.

❖ *Biện pháp sinh học*: Trộn chế phẩm sinh học Dimez hoặc Metavina 10 DP hoặc Metavina 90 DP vào đất trong hố trước khi trồng cây, liều lượng 25 gam/hố.

❖ *Biện pháp hóa học*

- Sử dụng thuốc hoá học tại rừng trồng: Pha thuốc Termidor 25EC hoặc Lenfos 50EC hoặc Lentrek 40EC thành 3 nồng độ 0,1%; 0,2% và 0,3%. Tưới trực tiếp vào gốc cây mới trồng với liều lượng 1 lít dung dịch thuốc đã pha/gốc, diện tích bao quanh gốc cây, đường kính khoảng 30-35cm. Thuốc PMC 90 ở dạng bột, trộn thuốc vào đất trong hố trồng cây với liều lượng 50g/gốc cây.

- Sử dụng thuốc hóa học tại vườn ươm trước khi trồng: Pha thuốc hóa học Lenfos 50EC nồng độ 1%, 1 ngày trước khi đem trồng ở hiện trường, nhúng bầu cây vào dung dịch thuốc đã pha (2 lít thuốc đã pha nhúng 100 bầu cây) (đối với cây giống Keo tai tượng nhân bằng hạt ở Hòa Bình) hoặc tưới dung dịch thuốc đã pha với hàm lượng như trên (2 lít thuốc đã pha tưới 100 bầu cây, chia làm 2 lần, tưới 3 ngày trước khi trồng) (đối với cây giống Keo lai nhân hom ở Phú Thọ, Bạch đàn uro nhân hom ở Bắc Giang). Khi trồng cây, xé túi bầu ở phần dưới, để 2-3 cm phần trên nhô lên mặt đất.

Ô đối chứng không tác động biện pháp phòng mối.

2.3.4.3. Thử nghiệm các biện pháp phòng mối cho rừng mới trồng đang bị hại

Từ kết quả nghiên cứu ở phần 2.3.4.2, đối với rừng mới trồng đang bị hại, biện pháp phòng mối “push and pull” được bố trí, tạo hàng rào hóa chất xung quanh gốc cây để đẩy mối ra và thu mối vào chỗ khác, để giám sát (tức quản lý - management) hoạt động của đàn mối kiếm ăn. Các ô thí nghiệm được bố trí như sau:

❖ *Biện pháp cung cấp thức ăn cho mối kết hợp tưới thuốc gốc cây:*

+ Cung cấp thức ăn: Đào các hố nhử mối kích thước 30 x 25x 20cm, 50 hố/ha. Thu dọn thực bì, cành lá xung quanh gốc cây xếp đầy vào các hố nhử để lôi cuốn mối, tránh mối vào cây.

+ Tưới thuốc phòng chống mối xung quanh gốc cây: dùng thuốc Lenfos 50 EC pha với nước ở nồng độ 0,2%, tưới 1 lít/cây. Tưới cả cây trồng dặm và cây đã trồng. Diện tích tưới là hình tròn bao quanh gốc cây, đường kính khoảng 30 - 35cm. Sau 2 tuần tiến hành tưới bổ sung với lượng như trước (Xử lý kép).

❖ *Biện pháp cung cấp thức ăn cho mối kết hợp nhúng bầu cây:*

- Cung cấp thức ăn: tương tự như trên.
- Các cây đã bị mối thì phải trồng dặm. Do rừng đang bị hại có mật độ mối lớn, cần nghiên cứu thử nghiệm các nồng độ thuốc khác nhau. Cây chuẩn bị trồng dặm tại Hòa Bình được nhúng bầu vào 4 nồng độ khác nhau:

+ Nồng độ 1: Pha 10 ml thuốc Lenfos 50EC vào 2 lít nước sạch (nồng độ 0,5%, nhúng 100 bầu cây);

+ Nồng độ 2: Pha 20 ml thuốc Lenfos 50EC vào 2 lít nước sạch (nồng độ 1%, nhúng 100 bầu cây);

+ Nồng độ 3: Pha 30 ml thuốc Lenfos 50EC vào 2 lít nước sạch (nồng độ 1,5%, nhúng 100 bầu cây);

+ Nồng độ 4: Pha 40 ml thuốc Lenfos 50EC vào 2 lít nước sạch (nồng độ 2%, nhúng 100 bầu cây).

- Các cây đã trồng trên hiện trường chưa bị mối thì dùng thuốc Lenfos 50 EC pha với nước ở nồng độ 0,2%, tưới 1 lít/cây.

Sau 2 tuần tiến hành tưới bổ sung dùng thuốc Lenfos 50 EC pha với nước ở nồng độ 0,2%, tưới 1 lít/cây (Xử lý kép).

Thu thập số liệu

Đếm số cây bị mối gây hại của ô thí nghiệm và ô đối chứng trước và sau khi thí nghiệm. Hiệu quả phòng chống mối (%) được thể hiện bằng tỷ lệ % cây bị mối giảm so với đối chứng, được tính theo công thức Henderson- Tilton (có cải tiến cho phù hợp với đối tượng nghiên cứu):

$$X(\%) = \left(1 - \frac{TaxCb}{TbxCa}\right) \times 100 \quad (2.4)$$

Trong đó: X: Tỷ lệ % cây bị mối giảm so với đối chứng

Ta: Số cây bị mối ở ô xử lý thuốc sau khi thí nghiệm

Tb: Số cây bị mối ở ô xử lý thuốc trước khi thí nghiệm

Ca: Số cây bị mối ở ô đối chứng sau khi thí nghiệm

Cb: Số cây bị mối ở ô đối chứng trước khi thí nghiệm

2.3.4.4. Đề xuất biện pháp phòng môi gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng

* Sơ bộ tính hiệu quả kinh tế của biện pháp phòng chống mối đã thử nghiệm

- Tính trữ lượng rừng: Đo, đếm các cây trong ô tiêu chuẩn gồm các chỉ tiêu: Số cây sống, đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$) và chiều cao vút ngọn (H_{vn}). Đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$) được đo bằng thước đo chu vi cây tại vị trí cao 1,3 m, có độ chính xác tới mm, sau đó quy đổi ra đường kính. Chiều cao vút ngọn được đo bằng sào đo có khắc vạch tới dm, đo từ vị trí sát mặt đất tới đỉnh sinh trưởng cao nhất của thân cây. Thể tích thân cây được tính theo công thức:

$$V = G \times H \times f \quad (2.5)$$

trong đó: G là tiết diện ngang tại vị trí 1,3m

H là chiều cao vút ngọn

F là hình số giả định bằng 0,5 (Lê Đình Khả, 1999) [6].

Trữ lượng rừng trung bình cho 1ha được tính như sau:

$$\text{Năng suất} = V \times N \quad (2.6)$$

trong đó: V là thể tích trung bình của 1 cây;

N là tổng số cây/ha.

- Tính toán chi phí phòng mối: dựa trên chi phí nhân công và vật tư.

**Đề xuất biện pháp phòng mối hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng*

Từ tính toán hiệu quả kinh tế của biện pháp phòng mối đề xuất biện pháp phòng mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng ở các địa điểm nghiên cứu.

2.3.5. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS để so sánh mức độ bị hại của các tuổi cây, hao hụt các loại thức ăn và các độ sâu hố nhử. Dựa vào tiêu chuẩn Duncan trong phần mềm SPSS để xếp hạng (a, b, c, d...), các chỉ số cùng hạng là không sai khác nhau và các chỉ số khác hạng là sai khác nhau với mức ý nghĩa 0,05. Sử dụng phần mềm Microsoft excell 2007 để so sánh mức độ bị hại giữa các mùa, luân kỳ, loài cây; lượng mùn và độ ẩm đất.

Chương 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. THÀNH PHẦN LOÀI MỐI VÀ ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ Ở RỪNG TRỒNG BẠCH ĐÀN URO, KEO LAI VÀ KEO TAI TƯỢNG

3.1.1. Điều tra xác định thành phần loài mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

Kết quả điều tra 62 tuyến tại 4 tỉnh nghiên cứu đã thu được 250 mẫu mối. Kết quả phân tích đã xác định được 19 loài mối thuộc 9 giống của 5 phân họ trong 2 họ Termitidae và Rhinotermitidae (Bảng 3.1). Hình ảnh 19 loài mối được thể hiện ở Phụ lục H1. Họ Termitidae có số lượng loài nhiều hơn (15 loài, chiếm 78,9% tổng số loài thu được), tiếp đến là họ Rhinotermitidae (4 loài chiếm 21,1%). Mặt khác, khi xét ở mức độ giống thì giống *Macrotermes* có số lượng loài nhiều nhất (5 loài, chiếm 26,3%); tiếp đến là giống *Odontotermes* và *Hypotermes* đều có 3 loài (chiếm 15,8%); giống *Pericapritermes* và *Schedorhinotermes* đều có 2 loài; 4 giống còn lại mỗi giống chỉ có 1 loài.

Kết quả ở bảng 3.1 cho thấy tỉnh Hòa Bình có số lượng loài nhiều nhất (12 loài, chiếm 63,2% tổng số loài đã phát hiện); thấp hơn là tỉnh Phú Thọ (có 10 loài, chiếm 52,6%) rồi đến Thái Nguyên 7 loài (chiếm 36,8%) và cuối cùng là Bắc Giang 6 loài (chiếm 31,6%).

Nhân tố quyết định cấu trúc thành phần loài mối trong các khu vực địa lý là do nhiều nguyên nhân, trong đó điều kiện tự nhiên có ảnh hưởng quan trọng. Mối ở rừng trồng bao gồm các loài mối có vườn cây nấm với đặc tính làm tổ luôn gắn với môi trường đất. Do vậy, đặc tính lý, hóa học của đất, trong đó độ ẩm của đất có vai trò rất quan trọng quyết định sự tồn tại của mối. Điều kiện lập địa, cách làm đất ở các địa điểm khác nhau phần nào ảnh hưởng đến thành phần loài mối.

Bảng 3.1. Danh sách thành phần loài mới theo khu vực nghiên cứu

TT	Đơn vị phân loại	Địa điểm			
		Bắc Giang	Thái Nguyên	Phú Thọ	Hòa Bình
Họ Termitidae					
Phân họ Macrotermitinae					
1	<i>Hypotermes makhamensis</i> Ahmad, 1965			+	+
2	<i>Hypotermes obscuricep</i> (Wasmann, 1902)			+	+
3	<i>Hypotermes sumatrensis</i> Holmgren, 1913			+	+
4	<i>Odontotermes angustignathus</i> Tsai et Chen, 1963		+		
5	<i>Odontotermes hainanensis</i> (Light, 1924)			+	+
6	<i>Odontotermes yunnanensis</i> Tsai et Chen, 1963			+	+
7	<i>Macrotermes malaccensis</i> (Haviland, 1898)	+	+	+	
8	<i>Macrotermes maesodensis</i> Ahmad, 1965	+	+		+
9	<i>Macrotermes chaiglomi</i> Ahmad, 1965				+
10	<i>Macrotermes annandalei</i> (Silvestri, 1914)		+	+	+
11	<i>Macrotermes barneyi</i> Light, 1924	+		+	+
12	<i>Microtermes pakistanicus</i> Ahmad, 1955	+		+	+
Phân họ Termitinae					
13	<i>Pericapritermes latignathus</i> (Holmgren, 1914)			+	
14	<i>Pericapritermes semarangi</i> Holmgren, 1913				+
15	<i>Discuspiditermes garthwaitei</i> (Gardner, 1944)		+		
Họ Rhinotermitidae					
Phân họ Coptotermitinae					
16	<i>Coptotermes formosanus</i> Shiraki, 1909	+			
Phân họ Rhinotermitinae					
17	<i>Schedorhinotermes javanicus</i> Kemner, 1934	+	+		
18	<i>Schedorhinotermes medioobscurus</i> (Holmgren, 1914)				+
Phân họ Heterotermitinae					
19	<i>Reticulitermes assamensis</i> (Gardner, 1944)		+		
Tổng số		6	7	10	12

Ghi chú: Dấu * là những loài lần đầu tiên phát hiện ở địa phương.

Rừng ở Bắc Giang đất dốc, lớp đất mùn bề mặt dễ bị rửa trôi làm trở lại phần đất sỏi đá nghèo dinh dưỡng, khả năng giữ ẩm kém. Ở đây, bạch đàn được trồng nhiều luân kỳ liên tiếp nhau cũng làm thoái hóa đất. Người dân thường thu dọn thực bì và đốt, càng làm cho đất nghèo mùn. Trong khi đó, rừng trồng Keo lai ở Thái Nguyên có lớp mùn bề mặt dày, khả năng giữ ẩm của đất cao, cây được bón phân khi trồng, cành lá keo rụng không bị thu dọn và đốt, nên đất giàu mùn hơn, mới có nhiều loại thức ăn. Rừng Keo lai ở Phú Thọ cũng có lượng mùn lớn, cây được bón phân khi trồng, không đốt thực bì, mới có nhiều loại thức ăn. Rừng Bạch đàn uro và Keo tai tượng ở Hòa Bình nghèo dinh dưỡng, không được bón phân khi trồng, người dân thường đốt dọn thực bì, cây sinh trưởng kém.

Đặc điểm phân bố của các loài không đồng đều. Có 5 loài, *Macrotermes malaccensis*, *Macrotermes maesodensis*, *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus* là loài phân bố rộng (có mặt ở 3 tỉnh nghiên cứu). Trái lại, số lượng loài phân bố hẹp hơn (mới bắt gặp ở 1 tỉnh nghiên cứu) đạt tới 8 loài. Đó là loài *Odontotermes angustignathus*, *Pericapritermes latignathus*, *Pericapritermes semarangi*, *Discuspiditermes garthwaitei*, *Coptotermes formosanus*, *Schedorhinotermes medioobscurus*, *Reticulitermes assamensis* và *Macrotermes chaiglomi*.

Khi đối chiếu với các kết quả điều tra đã công bố về thành phần loài môi miền Bắc Việt Nam, có thể nhận thấy số lượng loài mới trong rừng trồng bạch đàn và keo ít hơn so với số lượng loài trong các sinh cảnh khác, chỉ đạt 31,1% (19 loài so với 61 loài) (Nguyễn Đức Khâm, 1976) [7]; nhưng tương đương thành phần loài mới ở rừng téch và keo ở Tây Phi gồm 17 loài (Attignon *et al.*, 2005) [37] và thành phần loài mới ở rừng cọ dầu ở Malaysia gồm 11 loài (Cheng *et al.*, 2008) [46].

So sánh với các kết quả nghiên cứu trước đây của Nguyễn Đức Khâm (2007), Nguyễn Quốc Huy (2011) [5], [9], tuy kết quả nghiên cứu của chúng tôi không bổ sung loài mới cho khu hệ môi Việt Nam nhưng đã bổ sung thêm một số loài cho tỉnh nghiên cứu, cụ thể có 5 loài ở Thái Nguyên, 1 loài ở Phú Thọ, 3 loài ở Bắc Giang và 5 loài ở Hòa Bình.

3.1.2. Kết quả phân tích cấu trúc ADN ty thể để xác định tương đồng loài và chính xác hóa loài gây hại chính

Trong quá trình phân tích mẫu, một số trường hợp không thể đơn giản sử dụng các khóa định loại về hình thái của mối để xác định loài. Một vài mẫu có các chỉ số kích thước cơ thể nằm trong giới hạn của loài *Macrotermes chaiglomi*, nhưng các đặc điểm hình thái ngoài sai khác (mẫu M21, M32, M2) hoặc có các đặc điểm hình thái ngoài tương tự nhưng các giá trị đo lại lớn hơn loài *Macrotermes chaiglomi* (mẫu M36, M17). Chúng tôi giả định các mẫu mối M21, M32 và M2 chỉ là các biến đổi nhỏ của cằm và đỉnh mõ so với mẫu M30. Mẫu XĐ K1-15 khi định loại hình thái giống loài *Pericapritermes latignathus* nhưng có kích thước đầu và hàm nhỏ hơn một chút.

Bảng 3.2 và phụ lục B1 giới thiệu số đo kích thước mỗi lính nhỏ của mẫu *Macrotermes* M36, M17; đặc điểm sai khác về cằm và đỉnh mõ của mẫu M21, M32, M2 so với mẫu M30; số đo kích thước mỗi lính của mẫu XĐ K1-15.

Ngoài ra mẫu XĐ K2-3 và TH4 thu được chỉ toàn mối thợ không có mối lính nên không định loại được bằng hình thái.

Đồng thời, cần chính xác lại tên loài mối hại chính bạch đàn và keo bằng kỹ thuật di truyền phân tử.

Vì vậy 17 mẫu thu ở các địa điểm rừng trồng bạch đàn và keo ở miền núi phía Bắc Việt Nam được chọn để phân tích và đối chiếu trình tự gen đích với các mẫu mối đã công bố trên Genbank. Bảng 3.3 giới thiệu địa điểm, thời gian thu mẫu.

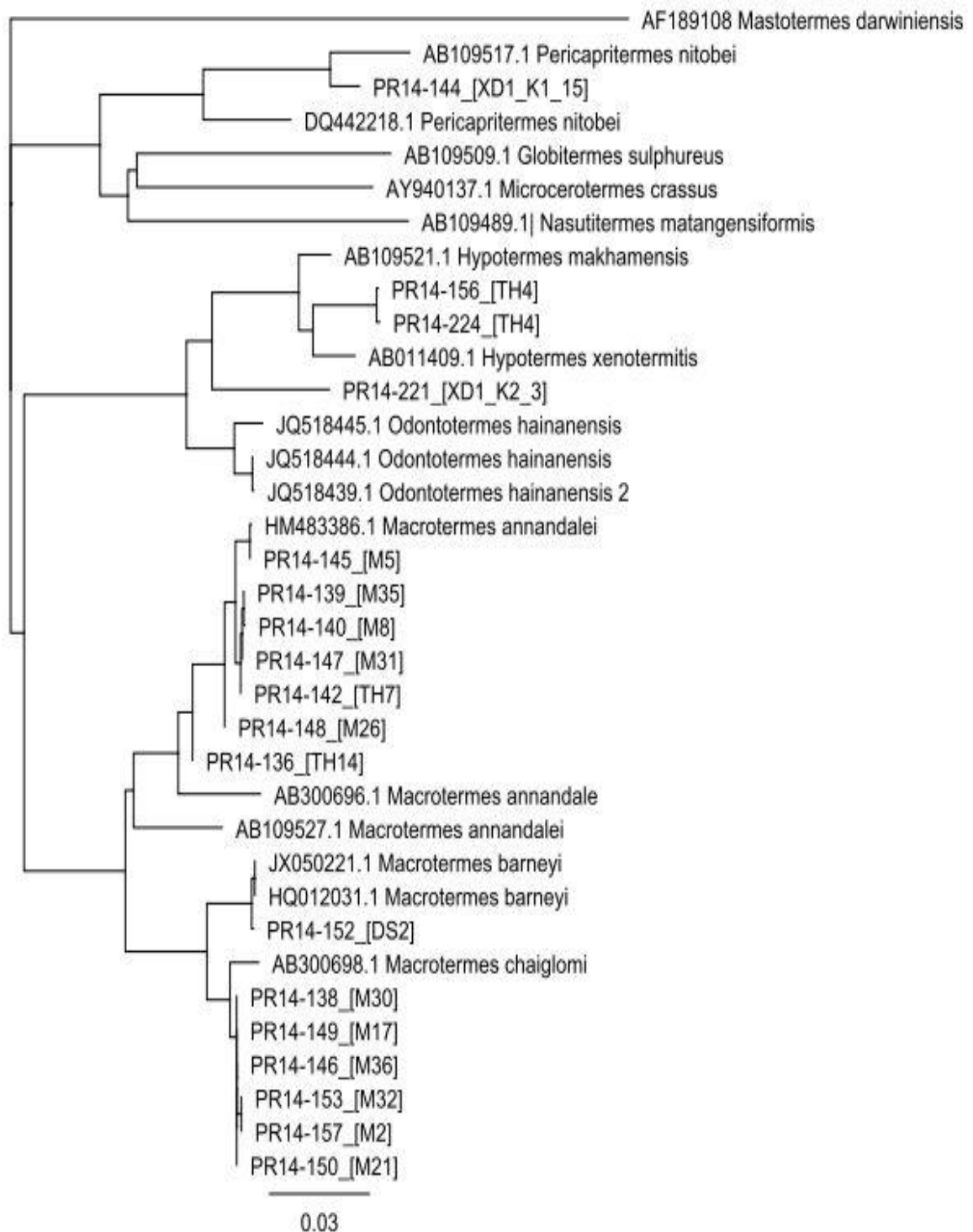
Việc định loại phân tử dựa trên việc giải trình tự đoạn ADN 1000 bp gồm vùng mã hóa COI, tRNA-Leu, COII và tRNA-Lys. Phản ứng PCR với các môi CI-J-2773 và B-tLys tổng hợp đoạn ADN 1000 bp. Đoạn tổng hợp đi từ vùng COI qua tRNA-Leu và COII đến vùng tRNA-Lys. Một đoạn 780 bp được tổng hợp nhờ môi A-tLeu và B-tLys. Sử dụng cả hai đoạn, thu nhận được trình tự hoàn chỉnh của gen COII. Kết quả trình tự gen COII của 17 mẫu nghiên cứu chi tiết ở phụ lục B30. Kết quả phân tích mối quan hệ họ hàng (cây phát sinh chủng loại) của các loài mối được trình bày ở hình 3.1.

**Bảng 3.2. Số đo hình thái và đặc điểm hình thái ngoài các mẫu mối
(trung bình 5 cá thể mỗi)**

Đặc điểm so sánh	Mẫu <i>Macrotermes</i>			Mẫu <i>Pericapritermes</i>	
Kích thước (mm)	M30	M36, M17	M21 M32 M2	<i>P.</i> <i>latignathus</i>	XĐ K1-15
Chiều dài đầu đến gốc hàm	2,38±0,1	2,51±0,1		2,73	2,57±1,15
Chiều rộng đầu tại gốc hàm	1,07±0,02	1,12±0,03		1,21	1,17±0,03
Chiều rộng của đầu sau hốc râu	1,62±0,04	1,69±0,03		1,38	1,3±0,04
Chiều rộng cực đại của đầu	1,80±0,05	1,90±0,02		1,51	1,47±0,06
Chiều dài của hàm trái	1,45±0,03	1,52±0,03		1,68	1,59±0,06
Hình dạng cằm					
Cằm có hai điểm rộng nhất	x	x			
Cằm không rõ hai điểm rộng nhất			x		
Hình dạng đỉnh mõ					
Đỉnh mõ không nhọn ở đầu	x	x			
Đỉnh mõ không rõ là không nhọn hay kém nhọn ở đầu			x		
Nhận xét	<i>M.</i> <i>chaiglomi</i>	?	?	<i>P.</i> <i>latignathus</i>	?

Bảng 3.3. Địa điểm, thời gian thu và tên loài các mẫu mối

TT	Ký hiệu	Nơi thu	Năm thu	Tên loài
1	M21	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes chaiglomi</i>
2	M35	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes annandalei</i>
3	M36	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes chaiglomi</i>
4	M30	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes chaiglomi</i>
5	M32	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes chaiglomi</i>
6	M5	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes annandalei</i>
7	M17	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes chaiglomi</i>
8	M8	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes annandalei</i>
9	M26	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes annandalei</i>
10	M31	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes annandalei</i>
11	M2	Hòa Bình	2013	<i>Macrotermes chaiglomi</i>
12	XĐ1 K1- 15	Phú Thọ	2011	<i>Pericapritermes</i> sp.
13	TH 7	Phú Thọ	2012	<i>Macrotermes annandalei</i>
14	XĐ1 K2- 3	Phú Thọ	2011	<i>Odontotermes</i> sp.
15	TH 14	Phú Thọ	2012	<i>Macrotermes annandalei</i>
16	TH 4	Phú Thọ	2012	<i>Hypotermes</i> sp.
17	ĐS 2	Bắc Giang	2011	<i>Macrotermes barneyi</i>



Hình 3.1. Mối quan hệ họ hàng của loài *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi*, *Macrotermes chaiglomi* thu tại các địa điểm khác nhau và so sánh với các giống môi khác.

Chú thích: Đoạn ở các gốc là giá trị tỷ lệ % bootstrap

Kết quả ở hình 3.1 cho thấy, đoạn gen COII của quần tộc mới ký hiệu [DS2] thu tại rừng bạch đàn ở Bắc Giang gần như đồng nhất với quần tộc JX050221.1 *Macrotermes barneyi* và HQ012031.1 *Macrotermes barneyi* đã công bố trên Genbank (99,86% tương đồng). Như vậy việc định loại hình thái quần tộc mẫu này cũng phù hợp với kết quả phân tích di truyền và khẳng định lại loài mới hại chính rừng trồng Bạch đàn uro ở Bắc Giang là *Macrotermes barneyi*.

Kết quả chi tiết tương đồng loài được thể hiện ở phụ lục B31. Do kết quả giải mã của các quần tộc ký hiệu [M30], [M36], [M17], [M21] tương tự nhau, chỉ quần tộc [M30] được chọn để phân tích mối quan hệ phát sinh chủng loại. Quần tộc [M30] gần như đồng nhất với quần tộc chuẩn AB300698.1 *Macrotermes chaiglomi* (98,97% tương đồng). Quần tộc [M32], [M2] đều có tỷ lệ tương đồng cao với quần tộc chuẩn AB300698.1 *Macrotermes chaiglomi* (98,82% tương đồng). Như vậy các mẫu mới [M36], [M17], [M21] tuy có một vài sai khác nhỏ về kích thước cơ thể, các mẫu [M32], [M2] có sai khác nhỏ về hình dạng cằm, hình dạng đỉnh mõ so với mẫu [M30], nhưng khi phân tích di truyền cho thấy tỷ lệ tương đồng gen 99,86% (mẫu [M32], [M2]) đến 100% (mẫu [M36], [M17], [M21]) vẫn thuộc một loài *Macrotermes chaiglomi*.

Quần tộc [M5] giống quần tộc HM483386.1 *Macrotermes annandalei* với tỷ lệ tương đồng 100%. Các quần tộc [TH14], [M35], [M8], [TH7], [M31], [M26] có sự tương đồng cao với quần tộc HM483386.1 *Macrotermes annandalei* (tương đồng 97,84%) và đồng nhất với nhau từng đôi một khoảng 99%. Như vậy các mẫu mới hại chính bạch đàn và keo *Macrotermes annandalei* thu ở Phú Thọ, Hòa Bình có sự sai khác về mặt di truyền, nhưng khác biệt rất nhỏ khoảng 1%. Như vậy việc định loại hình thái quần tộc mẫu này cũng phù hợp với kết quả phân tích di truyền và khẳng định lại loài mới hại chính rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng ở Hòa Bình là *Macrotermes annandalei*.

Quần tộc mới [TH4] tương đồng gen với quần tộc AB109521.1 *Hypotermes makhamensis* 96,9% và cũng tương đồng với quần tộc AB011409.1 *Hypotermes*

xenotermitis 96,9%, nên chưa khẳng định tên loài. Để xác định chính xác tên loài của các mẫu này cần nghiên cứu tiếp vùng gen khác.

Quần tộc [XD1_K2_3] có vài sai khác nhỏ với quần tộc JQ518439.1 *Odontotermes hainanensis* (95,21% tương đồng, tức là sai khác 4,79%), nên chưa khẳng định tên loài. Để xác định chính xác tên loài của mẫu này cần nghiên cứu tiếp vùng gen khác.

Đáng lưu ý có quần tộc mới [XD1_K1_15]. Quần tộc này gần gũi với quần tộc AB109517.1 *Pericapritermes nitobei* (96,71% tương đồng) và gần gũi với quần tộc AB109518.1 *Pericapritermes semarangi* (95,1%). Trong khi kết quả định loại hình thái thì giống với loài *Pericapritermes latignathus*. Như vậy qua phân tích ADN cho thấy có điểm mới so với kết quả định loại hình thái. Để xác định chính xác tên loài của mẫu này cần nghiên cứu tiếp vùng gen khác.

Các loài trong giống *Hypotermes* và *Odontotermes* tách biệt thành một nhánh riêng khỏi giống *Macrotermes*.

Tuy nhiên ở mức độ phân loại cao hơn, các giống *Macrotermes*, *Hypotermes* và *Odontotermes* thuộc cùng phân họ Macrotermitinae chung một gốc phát sinh so với các giống *Pericapritermes* (Phân họ Termitinae), *Globitermes* và *Microcerotermes* (cùng Phân họ Amitermitinae), *Nasutitermes* (Phân họ Nasutitermitinae), *Mastotermes* (họ Mastotermitidae). Điều này phù hợp với sự sai khác ở mức độ họ và phân họ.

Tóm lại, kết quả phân tích ADN cho thấy :

- Các mẫu mới M5, TH14, M35, M8, TH7, M3, M26 chính là *Macrotermes annandalei* và mẫu DS2 là *Macrotermes barneyi*. Mọi *Macrotermes annandalei* thu ở Phú Thọ, Hòa Bình có sự sai khác về mặt di truyền, nhưng khác biệt rất nhỏ khoảng 1%.

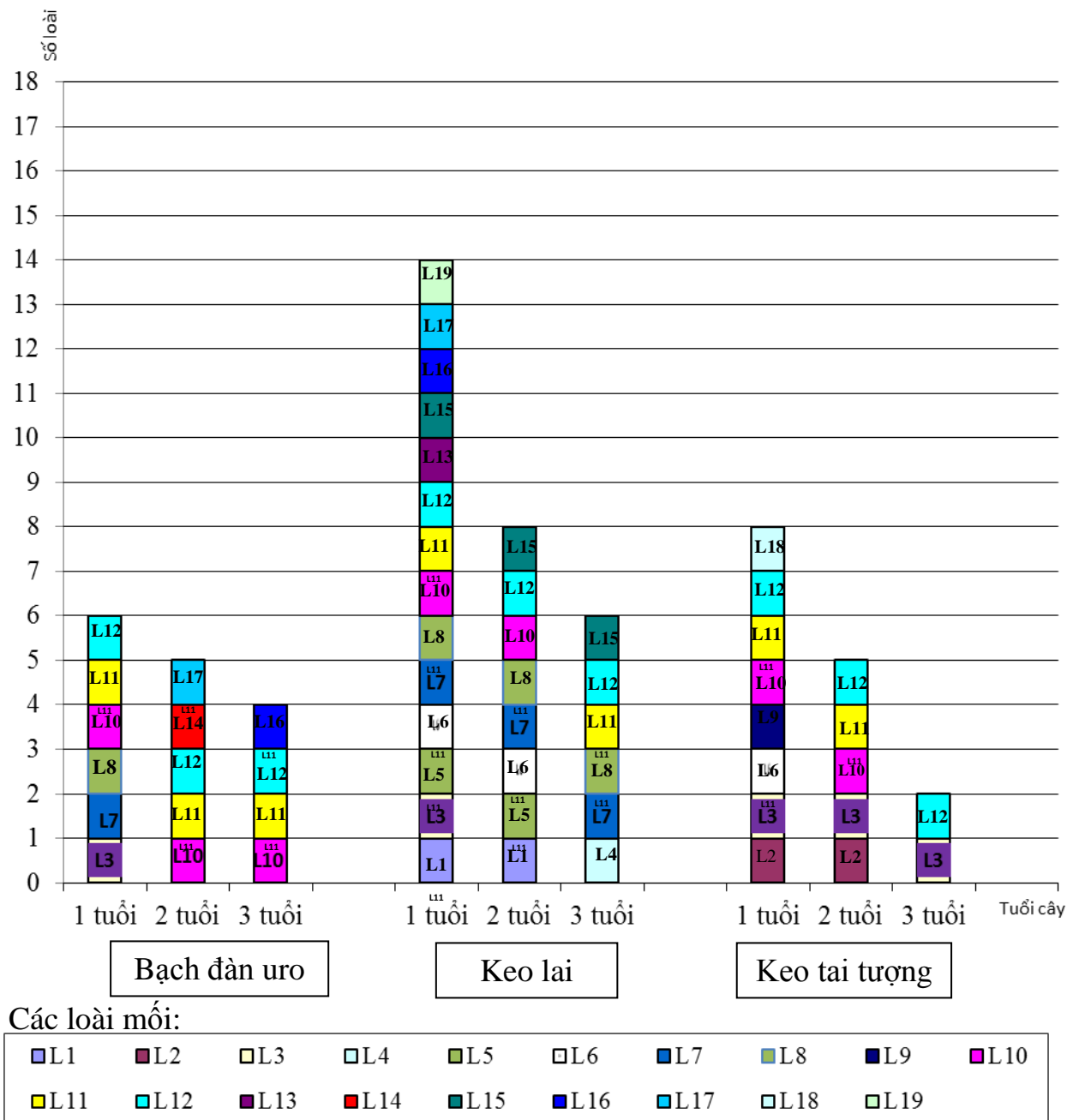
- Các mẫu mới M36, M17, M21 tuy có một vài sai khác nhỏ về kích thước cơ thể, các mẫu M32, M2 có sai khác nhỏ về hình dạng cằm, hình dạng đỉnh mỡ so với mẫu M30, nhưng vẫn thuộc loài *Macrotermes chaiglomi*.

- Có 3 mẫu mới mới xác định đến tên giống, chưa xác định được tên loài: Mẫu mới XD1_K1_15 thuộc giống *Pericapritermes*, mẫu mới TH4 thuộc giống *Hypotermes*, mẫu mới XD1_K2_3 thuộc giống *Odontotermes*. Để xác định tên loài của các mẫu này cần nghiên cứu tiếp vùng gen khác.

3.1.3. Cấu trúc thành phần loài mối theo tuổi cây

Khi phân tích thành phần loài mối theo tuổi cây, để dễ hiểu, chúng tôi quan niệm cây mới trồng đến 12 tháng tuổi gọi là cây 1 năm tuổi; cây từ trên 12 tháng đến 24 tháng tuổi là cây 2 năm tuổi và cây từ trên 24 tháng đến 36 tháng tuổi là cây 3 năm tuổi ở rừng bạch đàn uro, keo lai và keo tai tượng. Kết quả phân tích được tổng hợp trong hình 3.2.

Kết quả ở hình 3.2 cho thấy cấu trúc thành phần loài mối không hoàn toàn giống nhau ở các rừng trồng có tuổi cây khác nhau. Ví dụ, loài *Coptotermes formosanus* (có thứ tự số 16 trong bảng 3.1), *Pericapritermes semarangi* (vị trí số 14) chỉ bắt gặp ở rừng Bạch đàn uro 2 năm tuổi, chưa thấy ở rừng 1 năm tuổi, 3 năm tuổi, rừng Keo lai và Keo tai tượng. Trái lại, loài số 1 (*Hypotermes makhamensis*) chỉ gặp ở rừng Keo lai 1 năm tuổi và 2 năm tuổi. Loài số 2 (*Hypotermes obscuricep*) chỉ có mặt ở rừng Keo tai tượng 1 năm tuổi, 2 năm tuổi. Loài số 4 (*Odontotermes angustignathus*) chỉ gặp ở rừng Keo lai 3 năm tuổi. Loài *Macrotermes chaiglomi* gặp ở rừng Keo tai tượng 1 năm tuổi. Những loài phổ biến ở rừng bạch đàn và keo 1 năm tuổi, 2 năm tuổi, 3 năm tuổi là loài số 10 (*Macrotermes annandalei*), loài số 11 (*Macrotermes barneyi*), loài số 12 (*Microtermes pakistanicus*) và đặc biệt loài số 12 (*Microtermes pakistanicus*) có mặt ở rừng trồng 1 năm tuổi, 2 năm tuổi, 3 năm tuổi của 3 loài cây nghiên cứu. Số lượng loài mối cao nhất ở rừng cây 1 năm tuổi, rồi giảm đi đáng kể ở rừng cây 2 năm tuổi và đến rừng cây 3 năm tuổi chỉ thu thập được khoảng 1/2 - 1/3 số loài so với rừng cây 1 năm tuổi. Mức độ giảm nhanh nhất ở rừng Keo lai (từ 14 loài vào giai đoạn cây 1 năm tuổi xuống còn 6 loài ở rừng Keo lai 3 năm tuổi); giảm chậm hơn ở rừng bạch đàn và Keo tai tượng (từ 6 loài còn 4 loài và từ 7 loài còn 2 loài một cách tương ứng).



Ghi chú:

L1-Loài 1, L2-Loài 2, L3-Loài 3, L4-Loài 4, L5-Loài 5, L6-Loài 6, L7-Loài 7, L8-Loài 8, L9-Loài 9, L10-Loài 10, L11-Loài 11, L12-Loài 12, L13-Loài 13, L14-Loài 14, L15-Loài 15, L16-Loài 16, L17-Loài 17, L18-Loài 18, L19-Loài 19 (thứ tự loài xem Bảng 3.1).

Hình 3.2. Cấu trúc thành phần loài mỗi theo tuổi cây

Như vậy có thể thấy cấu trúc thành phần loài mối thay đổi theo loài cây: Thành phần loài mối ở rừng cây Keo lai nhiều gấp đôi so với rừng Bạch đàn uro và Keo tai tượng.

Do thời gian và mục đích nghiên cứu có giới hạn, nên để giải thích sự thay đổi cấu trúc thành phần loài mối theo tuổi cây cần có những nghiên cứu khác bổ sung.

3.1.4. Tỷ lệ bắt gặp các loài mối trong rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

Trong tự nhiên, thảm cây rừng vừa là môi trường sống, vừa là nguồn cung cấp thức ăn cho các loài mối. Do vậy, các thảm cây rừng bạch đàn, keo được xem xét để đánh giá khả năng phân bố của các loài mối sống trong đất. Kiểu rừng trồng có thành phần loài thực vật đơn điệu, chỉ bao gồm một số loài cây nhất định, có ý nghĩa kinh tế, được con người gây trồng và chăm sóc. Rừng trồng các loài cây khác nhau ở những địa điểm khác nhau có thể có những ảnh hưởng khác nhau đến thành phần loài mối và tỷ lệ bắt gặp các loài mối.

Tỷ lệ bắt gặp của một loài mối được xác định theo công thức:

$$I = (A/B) \times 100 \quad (3.1)$$

Trong đó: I là tỷ lệ bắt gặp;

A là số mẫu có loài mối nghiên cứu;

B là tổng số mẫu mối trong khu vực khảo sát.

Kết quả nghiên cứu về tỷ lệ bắt gặp của các loài mối trong rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng được tổng hợp trong bảng 3.4.

Kết quả trình bày ở bảng 3.4 cho thấy trong rừng trồng bạch đàn, loài *Microtermes pakistanicus*, *Macrotermes barneyi* có tỷ lệ bắt gặp cao nhất, đạt 31% và 27,6%, một cách tương ứng. Ở rừng Keo lai, loài *Microtermes pakistanicus* gặp thường xuyên hơn (chiếm 26,4%), tiếp đến là loài *Macrotermes annandalei*, chiếm 15,0% và loài *Odontotermes yunnanensis* đạt 12,1%. Trong rừng Keo tai tượng, tỷ lệ bắt gặp loài *Microtermes pakistanicus* cao nhất (chiếm 25,0%), rồi tiếp đến loài *Odontotermes yunnanensis* (23,1%) và *Macrotermes annandalei* (19,2%).

Có 3 loài chung cho cả rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng, đó là *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*, chiếm 15,8%. Ngoài ra, có 7 loài (*Hypotermes makhamensis*, *Hypotermes obscuricep*, *Hypotermes sumatrensis*, *Odontotermes yunnanensis*, *Macrotermes malaccensis*, *Macrotermes maesodensis* và *Schedorhinotermes javanicus*) chung cho 2 loại rừng, chiếm 36,8%.

Có 8 loài (chiếm 42,1%) chỉ gặp ở 1 loại rừng. Đó là loài *Odontotermes angustignathus*, *Odontotermes hainanensis*, *Macrotermes chaiglomi*, *Pericapritermes latignathus*, *Pericapritermes semarangi*, *Discuspiditermes garthwaitei*, *Coptotermes formosanus* và *Reticulitermes assamensis*. Rừng Keo lai có số lượng loài riêng nhiều nhất (có 5 loài, chiếm 26,3%). Rừng Bạch đàn uro chỉ có 2 loài riêng và rừng Keo tai tượng có 1 loài riêng. Sự thay đổi thành phần loài mỗi, số lượng loài và tỷ lệ bắt gặp của chúng trong các lập địa rừng khác nhau không chỉ do yếu tố thức ăn, mà điều quan trọng hơn là do ở những vùng địa lý khác nhau cùng với sự thay đổi thảm thực vật dẫn đến các đặc điểm sinh thái khác nhau như nhiệt độ, độ ẩm, độ mùn và đặc tính lý hóa của đất...

Kết quả ở bảng 3.4 còn cho thấy số lượng loài mỗi trong rừng Keo tai tượng (8 loài) tương đương rừng Bạch đàn uro (9 loài) và hai rừng này có số loài ít hơn rừng Keo lai (16 loài). Tuy nhiên thành phần loài cây được nghiên cứu không đồng đều ở các địa điểm, ở 1 địa điểm có thể chỉ trồng 1 loài cây. Ví dụ ở Bắc Giang chỉ toàn rừng Bạch đàn uro, ở Thái Nguyên, Tam Thanh chỉ trồng Keo lai. Riêng ở Hòa Bình có cả rừng Bạch đàn uro, Keo tai tượng. Nếu chia theo 2 nhóm là bạch đàn và keo thì rừng keo (gồm cả Keo lai và Keo tai tượng) có thành phần loài mỗi phong phú hơn (17 loài) so với rừng bạch đàn (9 loài). Điều này có thể do cây bạch đàn thường hút nước rất mạnh nếu trồng nhiều luân kì bạch đàn liên tiếp thường làm cho đất bị khô. Cây keo có khả năng cải tạo đất, rễ cây có những nốt sần có khả năng cố định đạm cho đất. Vì vậy thành phần loài cây trồng có ảnh hưởng đến thành phần loài mỗi sống trong đất.

Bảng 3.4. Tỷ lệ bắt gặp các loài mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

TT	Tên loài	Bạch đàn		Keo lai		Keo tai tượng	
		Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %
1	<i>Hypotermes makhamensis</i>			5	3,6	4	7,7
2	<i>Hypotermes obscuricep</i>			4	2,9	1	1,9
3	<i>Hypotermes sumatrensis</i>	6	10,3	10	7,1		
4	<i>Odontotermes angustignathus</i>			2	1,4		
5	<i>Odontotermes hainanensis</i>			4	2,9		
6	<i>Odontotermes yunnanensis</i>			17	12,1	12	23,1
7	<i>Macrotermes malaccensis</i>	2	3,4	3	2,1		
8	<i>Macrotermes maesodensis</i>	7	12,1	12	8,6		
9	<i>Macrotermes chaiglomi</i>					5	9,6
10	<i>Macrotermes annandalei</i>	3	5,2	21	15,0	10	19,2
11	<i>Macrotermes barneyi</i>	16	27,6	15	10,7	6	11,5
12	<i>Microtermes pakistanicus</i>	18	31,0	37	26,4	13	25,0
13	<i>Pericapritermes latignathus</i>			2	1,4		
14	<i>Pericapritermes semarangi</i>	2	3,4				
15	<i>Discuspiditermes garthwaitei</i>			1	0,7		
16	<i>Coptotermes formosanus</i>	2	3,4				
17	<i>Schedorhinotermes javanicus</i>	2	3,4	2	1,4		
18	<i>Schedorhinotermes medioobscurus</i>			2	1,4	1	1,9
19	<i>Reticulitermes assamensis</i>			3	2,1		
Tổng số mẫu		58	100	140	100	52	100
Tổng số loài		9		16		8	

Loài *Mi. pakistanicus* phổ biến nhất ở rừng trồng cả 3 loài cây. Loài *M. barneyi* phổ biến ở rừng Bạch đàn uro. *M. annandalei* phổ biến ở rừng Keo lai và Keo tai tượng. *O. yunnanensis* phổ biến ở rừng Keo tai tượng. Đối với côn trùng xã hội, tính phổ biến hay mức độ xuất hiện thường xuyên là một tiêu chí để xác định các loài gây hại chính cho rừng bạch đàn, keo.

3.1.5. Tỷ lệ bắt gặp của các loài mối theo tỉnh nghiên cứu

Giới hạn điều tra của đề tài tập trung ở 4 tỉnh. Đại diện cho vùng Đông Bắc là Bắc Giang, Thái Nguyên và Phú Thọ; đại diện cho vùng Tây Bắc có tỉnh Hòa Bình. Kết quả phân tích các dẫn liệu ở bảng 3.5 cho biết tỷ lệ bắt gặp các loài mối ở rừng trồng bạch đàn và keo ở các tỉnh nghiên cứu có những sai khác nhất định.

Kết quả trình bày ở bảng 3.5 cho thấy ở Bắc Giang, những loài mối có tỷ lệ bắt gặp cao nhất là *M. barneyi* (45,5%), *M. maesodensis* và *Mi. pakistanicus* đều chiếm tỷ lệ 18,2%. Ở Thái Nguyên, loài phổ biến là *M. maesodensis* (40,7%), tiếp đến là *M. annandalei* (22,2%). Ở Phú Thọ, loài *Mi. pakistanicus* phổ biến nhất (chiếm tỷ lệ 37,7%), tiếp đến là *M. barneyi* (chiếm 19,7%) và *M. annandalei* (14,8%). Ở Hòa Bình, các loài hay gặp là *Mi. pakistanicus* (30,2%), *O. yunnanensis* (20,2%) và *M. annandalei* (14,7%) .

Loài *M. annandalei*, *M. barneyi*, *Mi. pakistanicus* và *M. maesodensis* phổ biến ở nhiều tỉnh nghiên cứu. Loài *O. yunnanensis* chỉ phổ biến ở Hòa Bình. Đối với các loài côn trùng xã hội nói chung và mối nói riêng, do các hoạt động có tính chất bầy đàn (xã hội), vì vậy có thể xem loài phổ biến với tỷ lệ bắt gặp cao nhất là loài ưu thế.

Như vậy kết quả điều tra ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng tại một số tỉnh miền Bắc đã xác định được 19 loài mối. Tỉnh Hòa Bình có số lượng loài nhiều hơn (12 loài, chiếm 63,2% tổng số loài đã phát hiện); thấp hơn là tỉnh Phú Thọ (có 10 loài, chiếm 52,6%) rồi đến Thái Nguyên 8 loài (chiếm 42,1%) và cuối cùng là Bắc Giang 6 loài (chiếm 31,6%). Những loài mối phổ biến nhất ở 3 loại rừng trồng là *Mi. pakistanicus*, *M. barneyi*, *M. annandalei*, *M. maesodensis* và *O. yunnanensis*. Số lượng loài tìm thấy nhiều nhất ở giai đoạn cây 1 năm tuổi, giảm đi ở cây 2 năm tuổi và cây 3 năm tuổi.

Bảng 3.5. Tỷ lệ bắt gặp các loài mối theo tỉnh nghiên cứu

TT	Tên loài	Bắc Giang		Thái Nguyên		Phú Thọ		Hòa Bình	
		Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %	Số lượng	Tỷ lệ %
1	<i>H. makhamensis</i>					3	4,9	6	4,7
2	<i>H. obscuricep</i>					2	3,3	3	2,3
3	<i>H. sumatrensis</i>					4	6,6	12	9,3
4	<i>O. angustignathus</i>			2	7,4				
5	<i>O. hainanensis</i>					2	3,3	2	1,6
6	<i>O. yunnanensis</i>					3	4,9	26	20,2
7	<i>M. malaccensis</i>	2	6,1	2	7,4	1	1,6		
8	<i>M. maesodensis</i>	6	18,2	11	40,7			2	1,6
9	<i>M. chaiglomi</i>							5	3,9
10	<i>M. annandalei</i>			6	22,2	9	14,8	19	14,7
11	<i>M. barneyi</i>	15	45,5			12	19,7	10	7,8
12	<i>Mi. pakistanicus</i>	6	18,2			23	37,7	39	30,2
13	<i>Pericapritermes latignathus</i>					2	3,3		
14	<i>Pericapritermes semarangi</i>							2	1,6
15	<i>Discuspiditermes garthwaitei</i>			1	3,7				
16	<i>C. formosanus</i>	2	6,1						
17	<i>Schedorhinotermes javanicus</i>	2	6,1	2	7,4				
18	<i>Schedorhinotermes medioobscurus</i>							3	2,3
19	<i>Reticulitermes assamensis</i>			3	11,1				
Tổng số mẫu		33	100	27	100	61	100	129	100
Tổng số loài		6		7		10		12	

3.2. XÁC ĐỊNH LOÀI GÂY HẠI, ĐẶC ĐIỂM VÀ MỨC ĐỘ GÂY HẠI, LOÀI HẠI CHÍNH

3.2.1. Thành phần loài mối hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

Các đặc điểm gây hại của 8 loài mối hại cây được trình bày ở bảng 3.6.

Bảng 3.6 Thành phần loài mối và đặc điểm gây hại của mối đối với cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

TT	Đơn vị phân loại	Đặc điểm gây hại	Loại cây
Họ Termitidae			
Phân họ Macrotermitinae			
1	<i>Hypotermes obscuricep</i>	Ăn rễ gây chết cây mới trồng	Keo tai tượng
2	<i>Hypotermes sumatrensis</i>	Ăn rễ gây chết cây mới trồng	Keo tai tượng
3	<i>Odontotermes angustignathus</i>	Ăn vỏ cây trên 1 năm tuổi	Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng
4	<i>Odontotermes hainanensis</i>	Ăn vỏ cây trên 1 năm tuổi	Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng
5	<i>Macrotermes annandalei</i>	Gặm cổ rễ thành vòng hoặc cắn ngang cổ rễ gây chết cây mới trồng; ăn lớp gỗ cây trên 1 năm tuổi	Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng
6	<i>Macrotermes barneyi</i>	Gặm cổ rễ hoặc ăn hết phần rễ dưới đất gây chết cây mới trồng; ăn lớp gỗ cây trên 1 năm tuổi	Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng
7	<i>Microtermes pakistanicus</i>	Ăn một phần rễ dưới đất gây chết hoặc ăn vỏ cây trên 1 năm tuổi	Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng
Họ Rhinotermitidae			
Phân họ Coptotermittinae			
8	<i>Coptotermes formosanus</i>	Đục rỗng thân cây 3 năm tuổi	Bạch đàn uro

Trong số 19 loài mối thu thập được ở rừng trồng keo và bạch đàn, có 8 loài hại cây. Đó là các loài mối bắt được trên cây, chúng đắp đường mui ăn vỏ cây hoặc ăn sâu vào lớp gỗ, cắn cụt rễ hoặc gặm ăn hết lớp vỏ rễ của cây làm cây chết. Các loài còn lại thu ở thảm mục, gốc cây cũ, trong đất hoặc trong tổ mối. Như vậy có 8 loài mối hại cây, trong đó loài *Coptotermes formosanus* mới gặp gây hại ở rừng trồng Bạch đàn uro 3 năm tuổi.

3.2.2. Đặc điểm và mức độ gây hại của mối

3.2.2.1. Đặc điểm gây hại

Qua khảo sát sự phá hại của mối tại các ô thí nghiệm cho thấy, Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng bị mối gây hại với nhiều hình thức.

Có thể chia thành 4 kiểu gây hại chính:

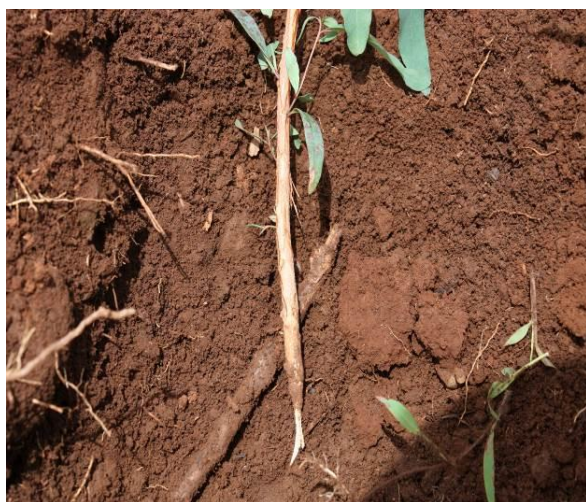
- *Kiểu gây hại 1*: Mối cắn ngang cổ rễ hoặc gặm hết lớp vỏ của rễ ở phần tiếp giáp với mặt đất làm cây héo và chết rất nhanh. Kiểu gây hại này thường gặp ở cây 1 năm tuổi, thường vài ngày đến vài tháng sau khi trồng (hình 3.3, 3.4, 3.5). Có trường hợp cây 8 tháng còn bị hại theo kiểu này (hình 3.6). Cây mới trồng bị mối hại kiểu này thường bị chết sau khi xâm nhiễm vài ngày do một lượng lớn cá thể mối kiếm ăn.

- *Kiểu gây hại 2*: Mối đục rỗng thân cây lớn và có thể gây chết cây. Mối *Coptotermes formosanus* ăn phân gỗ lõi, đục rỗng thân cây bạch đàn 3 năm tuổi ở Bắc Giang. Đào gốc cây bạch đàn lên thấy bộ rễ của cây vẫn còn tươi, rễ cây không bị nấm. Kiểu gây hại này thường gặp khi cây bị thương tổn, xây xát, đổ gãy và loài mối hại gỗ lõi là *C. formosanus*. Đây là đặc điểm phá hại cây điển hình của các loài mối thuộc giống *Coptotermes*. Tuy nhiên kiểu phá hại này không phổ biến ở rừng trồng bạch đàn, keo và mới gặp ở rừng bạch đàn Bắc Giang (hình 3.7).

Cây bị hại theo kiểu 1 và 2 (rất nguy hại) được xếp vào cấp bị hại 3.

- *Kiểu gây hại 3*: Mối ăn vỏ rễ chính hoặc rễ phụ phần dưới mặt đất hoặc ăn cụt phần rễ dưới đất. Kiểu gây hại này làm cây chết chậm hơn và thường thấy dấu hiệu của mối và nấm. Kiểu này gặp ở cây lớn hơn có thể gặp ở cây 2 năm tuổi, 3 năm tuổi (hình 3.8, hình 3.9). Cây bị hại kiểu này (nguy hại) được xếp vào cấp bị hại 2.

- *Kiểu gây hại 4*: Mối đắp đường mui lên thân cây lớn, 2 năm tuổi và 3 năm tuổi, ăn vỏ cây và lớp gỗ bên trong. Nếu mối đắp một lớp đất dạng bản mỏng ốp sát vào thân, chỉ ăn vỏ cây thì ít khi gây chết cây (hình 3.10) (ít nguy hại) xếp vào cấp bị hại 1. Nếu cây bị mối ăn sâu vào lớp gỗ (hình 3.11) (nguy hại) được xếp vào cấp bị hại 2.



Hình 3.3. Kiểu gây hại 1 (Mối *Macrotermes annandalei* gặm hết vỏ rễ cây Bạch đàn uro 1 năm tuổi)



Hình 3.4. Kiểu gây hại 1 (Mối *Macrotermes annandalei* cắn ngang cổ rễ cây Keo lai 1 năm tuổi)



Hình 3.5. Kiểu gây hại 1 (Mối *Hypotermes obscuricep* ăn rễ làm vàng lá cây Keo tai tượng 1 năm tuổi)



Hình 3.6. Kiểu gây hại 1 (Mối *Macrotermes annandalei* gặm hết vỏ rễ và thân cây Keo lai 1 năm tuổi)
 Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2010



Hình 3.7. Kiểu gây hại 2 (Mối *C. formosanus* đục rỗng thân Bạch đàn uro 3 năm tuổi)



Hình 3.8. Kiểu gây hại 3 (Mối *Mi. pakistanicus* ăn rỗng Bạch đàn uro 3 năm tuổi)



Hình 3.9. Kiểu gây hại 3 (Mối *Mi. pakistanicus* ăn rỗng Bạch đàn uro 2 năm tuổi)



Hình 3.10. Kiểu gây hại 4 (Mối *Macrotermes barneyi* đập đường mui ăn vỏ cây Keo tai tượng 3 năm tuổi)



Hình 3.11. Kiểu gây hại 4 (Mối *Macrotermes annandalei* ăn sâu vào lớp gỗ Keo tai tượng 3 năm tuổi)

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2010

3.2.2.2. Tỷ lệ và mức độ gây hại của mối

Tổng số ô khảo sát tỷ lệ và mức độ gây hại của mối là 62 ô tiêu chuẩn.

- *Tỷ lệ bị hại*: Kết quả điều tra đánh giá tỷ lệ cây Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bị hại do mối được tổng hợp ở bảng 3.7 và chi tiết ở Phụ lục B2, B3, B4, B5, B6.

Bảng 3.7. Tỷ lệ cây Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bị mối gây hại

Loại cây	Địa điểm	Tuổi cây	Tỷ lệ cây bị hại (%)
Bạch đàn uro	Yên Thế - Bắc Giang	1	21,7±7,2
		2	13,9±6,3
		3	10,4±6,3
	Cao Phong- Hòa Bình	1	32,0±5,6
		2	18,0±5,0
		3	8,9±4,3
Keo lai	Phổ Yên –Thái Nguyên	1	15,7±6,5
		2	10,6±6,0
		3	7,2±2,5
	Tam Nông - Phú Thọ	1	21,9±7,6
		2	14,7±5,6
		3	12,2±5,9
Keo tai tượng	Tân Lạc – Hòa Bình	1	25,8±5,3
		2	16,9±9,0
		3	13,1±5,8

Qua bảng 3.7 có thể thấy tỷ lệ cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng bị mối gây hại cao nhất ở năm thứ nhất; sang năm thứ 2, năm thứ 3 các chỉ số này giảm hẳn (chỉ còn 1/2 - 1/4 so với năm đầu). Kết quả điều tra cho thấy cây mới trồng nếu bị mối gây hại thường ở cấp 3, làm cây bị chết. Cây tuổi 2 và tuổi 3

thường bị mối gây hại ở cấp 1 và 2. Điều này có thể giải thích do cây mới trồng còn non, phần vỏ rất mỏng, sức đề kháng của cây yếu, mối dễ dàng cắn đứt ngang cổ rễ hoặc ăn rễ. Cây chưa bén rễ, một số cây có thể héo, là thức ăn ưa thích của mối. Sang năm thứ 2 trở đi, cây đã phát triển tốt, phần vỏ cây đã trở nên dày hơn, cứng hơn, thậm chí lượng tanin trong vỏ cây cũng tăng lên không hấp dẫn mối. Mối chuyển sang khai thác thức ăn từ những cành khô, lá rụng, gốc cây của luân kỳ trước để lại đã bị mục ải. Do vậy tỷ lệ cây 2 năm tuổi, 3 năm tuổi bị mối xâm hại cũng ít đi.

- *Mức độ bị hại* được tổng hợp ở bảng 3.8 và chi tiết ở Phụ lục B2, B3, B4, B5, B6.

Bảng 3.8. Mức độ bị mối hại của cây Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng

Loại cây	Địa điểm	Tuổi cây	Mức độ bị hại (%)
Bạch đàn uro	Yên Thế - Bắc Giang	1	20,0±6,3
		2	9,6±4,5
		3	6,0±3,1
	Cao Phong- Hòa Bình	1	29,6±5,7
		2	13,5±3,4
		3	6,5±3,7
Keo lai	Phổ Yên –Thái Nguyên	1	12,3±4,1
		2	7,1±3,3
		3	3,0±0,9
	Tam Nông - Phú Thọ	1	20,6±6,7
		2	10,8±2,7
		3	8,3±2,7
Keo tai tượng	Tân Lạc – Hòa Bình	1	22,4±5,0
		2	13,1±6,8
		3	9,3±4,0

Qua bảng 3.8 có thể thấy mức độ bị hại do mối đối với cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng cao nhất ở năm thứ nhất; sang năm thứ 2, năm thứ 3 các chỉ số này giảm hẳn. Xu hướng này cũng tương tự như tỷ lệ cây bị hại. Kết quả phân tích thống kê cho thấy sự sai khác về tỷ lệ cây bị hại giữa các tuổi cây là có ý nghĩa nhưng về mức độ bị hại giữa cây 2 năm tuổi và cây 3 năm tuổi là không có ý nghĩa (cùng xếp nhóm 2 và cây 1 năm tuổi xếp nhóm 1), với mức ý nghĩa 0,05 (Phụ lục B33, B34). Tuy nhiên nếu xét theo các tuổi khác nhau thì mức độ tương quan giữa tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại có khác nhau. Đối với cây 1 năm tuổi, đặc biệt cây mới trồng, nếu đã bị mối gây hại thì thường ở cấp 3, cây không phục hồi được và thường bị chết. Do đó tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại thường có giá trị tương đương nhau. Đối với cây 2 năm tuổi và 3 năm tuổi, cây bị mối hại thường ở cấp 1 nên ít nguy hại đến sự tồn tại của cây (Phụ lục B2, B3, B4, B5, B6). Do đó khi tính trung bình có trọng số (bình quân gia quyền) theo công thức 2.3 thì mức độ bị hại R% thường nhỏ hơn tỷ lệ cây bị hại P%.

- *Phân cấp mức độ bị hại*: Cây bạch đàn uro 1 năm tuổi ở Bắc Giang và Hòa Bình có mức độ bị hại (R%) trong khoảng từ 20% đến 35% cho thấy bị mối hại trung bình. Cây Keo lai 1 năm tuổi ở Thái Nguyên bị mối hại nhẹ ($R = 12,3\%$), ở Phú Thọ bị mối hại trung bình ($R = 20,6\%$). Cây Keo tai tượng ở Hòa Bình bị mối hại trung bình ($R = 22,4\%$). Tuy nhiên mức độ hại của mối không đồng đều trong một khu vực. Rừng trồng Bạch đàn uro ở Trung tâm giống cây trồng Bình Thanh, Hòa Bình có những đôi bị mối hại nặng ($R = 38,9\%$, đôi B1), nhưng có đôi chỉ bị mối hại nhẹ hoặc trung bình (đôi A1). Cây 2 năm tuổi bị mối hại nhẹ ($R\% < 15\%$). Cây 3 năm tuổi bị mối hại nhẹ ($R\%$ khoảng 3 - 10%).

Từ kết quả phân tích tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại cho thấy mối chủ yếu hại cây mới trồng đến 1 năm tuổi. Vì vậy cần tập trung nghiên cứu loài hại chính và biện pháp phòng mối cho cây 1 năm tuổi.

3.2.3. Xác định loài gây hại chính

Có 8 loài mối hại cây (bảng 3.6) nhưng loài *Coptotermes formosanus* chỉ mới bắt gặp hại cây 3 năm tuổi. Như vậy chỉ có 7 loài mối hại cây 1 năm tuổi. Để

xác định loài gây hại chính cây 1 năm tuổi, từ các cây bị mối hại, xác định mức độ bị hại của từng loài mối. Một số cây đã bị hại nhưng mối bỏ đi thì không xác định được do loài mối nào. Kết quả mức độ bị hại của 7 loài mối ở từng khu vực được trình bày ở bảng 3.9 và phụ lục B32.

Bảng 3.9. Mức độ bị hại của cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng do từng loài mối

Loài cây	Địa điểm	Loài mối	Mức độ bị hại (R%)	Ghi chú
Bạch đàn uro	Bắc Giang	<i>Macrotermes annandalei</i>	6,3	
		<i>Macrotermes barneyi</i>	25,5	Loài hại chính
		<i>Odontotermes hainanensis</i>	1,0	
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	7,6	
	Hòa Bình	<i>Macrotermes annandalei</i>	26,0	Loài hại chính
		<i>Macrotermes barneyi</i>	6,9	
		<i>Odontotermes hainanensis</i>	1,2	
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	15,2	Loài hại chính
		<i>Hypotermes obscuricep</i>	3,5	
	Keo lai	Thái Nguyên	<i>Macrotermes annandalei</i>	37,6
<i>Odontotermes angustignathus</i>			7,5	
<i>Microtermes pakistanicus</i>			6,3	
Phú Thọ		<i>Macrotermes annandalei</i>	44,3	Loài hại chính
		<i>Odontotermes hainanensis</i>	1,7	
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	18,6	Loài hại chính
		<i>Hypotermes obscuricep</i>	5,1	
Keo tai tượng	Hòa Bình	<i>Macrotermes annandalei</i>	37,6	Loài hại chính
		<i>Macrotermes barneyi</i>	21,5	Loài hại chính
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	14,0	

Từ kết quả bảng 3.9 cho thấy loài *Macrotermes barneyi* gây hại chính rừng trồng Bạch đàn uro ở Bắc Giang; *Macrotermes annandalei* và *Microtermes pakistanicus* là loài hại chính rừng Bạch đàn uro ở Hòa Bình; *Macrotermes annandalei* là loài hại chính rừng Keo lai ở Thái Nguyên; *Macrotermes annandalei* và *Microtermes pakistanicus* là loài hại chính rừng Keo lai ở Phú Thọ; *Macrotermes annandalei* và *Macrotermes barneyi* hại chính đối với rừng Keo tai tượng ở Hòa Bình. Đáng lưu ý là loài *Odontotermes yunnanensis* có tần số bắt gặp cao ở Hòa Bình, loài *Macrotermes maesodensis* có tỷ lệ bắt gặp cao ở Bắc Giang, Thái Nguyên (kết quả phần trên, Bảng 3.4), nhưng tỷ lệ bắt gặp trực tiếp đang hại cây ít hoặc chưa bắt gặp trực tiếp đang hại cây, nên chưa thể kết luận là loài gây hại chính. Từ đó cho thấy tỷ lệ bắt gặp của mỗi chỉ là một tiêu chí để xác định loài hại chính vì môi là côn trùng xã hội nên nếu không phổ biến thì không là loài hại chính. Tuy nhiên phổ biến nhưng phải có mức độ gây hại cao mới là yếu tố quyết định. Kết quả ở bảng 3.7 cho thấy ba loài mối hại chính phân bố ở 4 tỉnh nghiên cứu, cả trên rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng, nên chúng là loài phân bố rộng. Đặc điểm nhận biết kích, thước hình dạng 3 loài mối này đã được Nguyễn Đức Khảm và cs. (2007) [9] mô tả chi tiết.

Khi nghiên cứu mối hại rừng tẻch ở Malaysia, Jasmi and Ahmad (2011) [63] công bố có 7 loài mối ở rừng tẻch của Malaysia, trong đó 3 loài gây hại chủ yếu là *Coptotermes curvignathus*, *Schedorhinotermes medioobscurus* và *Odontotermes sarawakensis*. Dựa vào tỷ lệ bắt gặp mối gây chết cây (74% trong số các loài hại cây) tác giả đã xác định loài *C. curvignathus* là loài gây hại quan trọng nhất với loài cây này (Jasmi and Ahmad, 2011) [63].

Có 11 loài mối trong rừng trồng cây cọ dầu ở Malaysia nhưng chỉ *Coptotermes curvignathus* là loài hại chính, vì là loài duy nhất gặm mô phân sinh đỉnh và gây chết cây con. Đối với cây trưởng thành, chúng đắp những mảng đường mui lớn lên thân hoặc đục rỗng thân cây. Loài mối này hại mạnh nếu cây cọ trồng trên đất nhiều mùn (Cheng *et al.*, 2008) [46].

Bốn loài mối hại rừng cọ ở Tây Java, Indonesia là *Macrotermes gilvus*, *Coptotermes curvignathus*, *Nasutitermes javanicus* và *Capritermes mohri* (Arinana *et al.*, 2012) [35].

Ở Việt Nam, các loài mối hại chính cây cà phê, cao su và ca cao ở Tây Nguyên gồm *Microtermes pakistanicus*, *Macrotermes gilvus*, *Odontotermes angustignathus*, *O.ceylonicus*, *O.oblongatus* và *O.hainanensis*. Trong đó loài *Microtermes pakistanicus* là loài hại nhiều nhất. *Macrotermes barneyi* cũng đã được xác định là một trong số các loài mối hại bạch đàn (Nguyễn Đức Khảm và Vũ Văn Tuyên, 1985) [8].

Như vậy loài mối hại chính *Microtermes pakistanicus* và *Macrotermes barneyi* trùng với các nghiên cứu khác đã công bố.

Từ các kết quả đã phân tích có thể nhận thấy cây Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng ở giai đoạn 1 năm tuổi bị mối hại mạnh hơn cả, sau đó mức độ hại giảm đi ở cây 2 năm tuổi và 3 năm tuổi. *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus* là 3 loài mối hại chính rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng ở miền Bắc Việt Nam.

3.3. ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC, SINH THÁI HỌC CÁC LOÀI MỐI GÂY HẠI CHÍNH RỪNG TRỒNG BẠCH ĐÀN URO, KEO LAI VÀ KEO TAI TƯỢNG

Về lý luận và thực tiễn, rõ ràng để có được biện pháp hạn chế thiệt hại do các loài mối gây ra, cần thiết phải có hiểu biết về đặc điểm sinh học và sinh thái học của chúng. Kết quả điều tra đã ghi nhận có 3 loài mối gây hại chính (major termite pest) cho rừng trồng bạch đàn và keo. Đó là *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*. Cả 3 loài đều thuộc loài mối có vườn cây nấm và chúng chỉ tồn tại khi vườn nấm trong tổ phát triển bình thường. Chúng không thể tự tiêu hóa xenlulo, mà phải nhờ vườn nấm và các vi sinh vật cộng sinh trong ruột để giúp tiêu hóa một phần xenlulo ăn vào. Đây là điểm khác biệt cơ bản so với những loài mối hại gỗ trong công trình kiến trúc (chủ yếu các loài mối không có vườn cây nấm thuộc giống *Coptotermes* như *C. formosanus*, *C. gestroi* v.v.).

Một số đặc điểm hình thái, sinh học, sinh thái học phổ biến của 3 loài mối này như hình dạng ngoài, cấu trúc tổ, thời điểm bay phân đàn... đã được trình bày trong một số tài liệu (Nguyễn Đức Khảm, 1976; Nguyễn Tân Vương, 1997; Nguyễn Văn Quảng, 2003; Nguyễn Đức Khảm *et al.*, 2007) [7],[19],[12], [9]. Tuy vậy, một số đặc điểm liên quan đến sự tồn tại của chúng trong môi trường như đặc điểm đàn mối kiếm ăn, đặc điểm mối gây hại cây trồng còn chưa được đề cập. Thông thường khi điều kiện môi trường ở khu vực thay đổi sẽ ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến tập tính kiếm ăn và qua đó sẽ ảnh hưởng đến mức độ hại cây của mối. Để làm cơ sở cho nghiên cứu tiếp theo về điều kiện lập địa có ảnh hưởng đến mức độ hại cây của 3 loài mối gây hại chính, những nét đa dạng đặc trưng về hoạt động làm tổ, thu nhận thức ăn và tỷ lệ đẳng cấp của các loài mối này được quan tâm nghiên cứu.

3.3.1. Đặc điểm cấu trúc tổ

❖ Đặc điểm cấu trúc tổ loài *Macrotermes annandalei*

Cấu trúc tổ mối *Macrotermes annandalei* tương tự như các công bố trước đây của Nguyễn Đức Khảm (1976), Nguyễn Văn Quảng (2003), Nguyễn Tân Vương *et al.* (2007) [7], [12], [20], gồm phần tổ nổi và cấu trúc bên trong với thành tổ, khoang trung tâm và đáy tổ phía dưới khoang trung tâm. Nghiên cứu của chúng tôi quan tâm đến kích thước các phần tổ nổi và khoang trung tâm trong điều kiện rừng trồng bạch đàn, keo ở miền Bắc Việt Nam, ít chịu sự tác động của con người so với vườn trồng cà phê, cao su, ca cao ở Tây Nguyên hoặc các sinh cảnh khác.

Bảng 3.10 trình bày kết quả khảo sát về kích thước tổ mối trong quá trình nghiên cứu tại Tam Nông, Phú Thọ, Phổ Yên, Thái Nguyên và Tân Lạc, Hòa Bình.

Bảng 3.10. Kích thước trung bình tổ mối *Macrotermes annandalei*

Bộ phận của tổ mối	Chỉ số đo	Giá trị trung bình (cm)
Phần tổ nổi	Chiều cao	35,5 ± 6,6
	Chiều rộng	46,0 ± 8,7
Khoang trung tâm	Chiều cao	34,3 ± 2,5
	Chiều rộng	57,7 ± 5,0

Kết quả giải phẫu và khảo sát 10 tổ mối loài *Macrotermes annandalei* cho thấy, chiều cao của phần ụ nổi trên mặt đất đạt trung bình là 35,5 cm, chiều rộng trung bình của đáy tổ là 46,0 cm. So sánh với dẫn liệu của Nguyễn Văn Quảng (2003) [12], chúng tôi nhận thấy về chiều cao là tương tự nhưng chiều rộng nhỏ hơn (35,5 cm so với 36,8 cm và 46,0 cm so với 76,4 cm); phần khoang trung tâm có chiều cao và chiều rộng cũng tương tự (34,3 cm và 57,7 cm so với 35,7 cm và 55,8 cm). Kích thước khoang trung tâm tổ mối *Macrotermes annandalei* nhỏ hơn so với loài *Macrotermes barneyi* (chiều cao 40 cm, chiều rộng khoảng 70 cm) (Nguyễn Đức Khảm, 1976) [7].



Hình 3.12. Hình dạng tổ mối *Macrotermes annandalei*

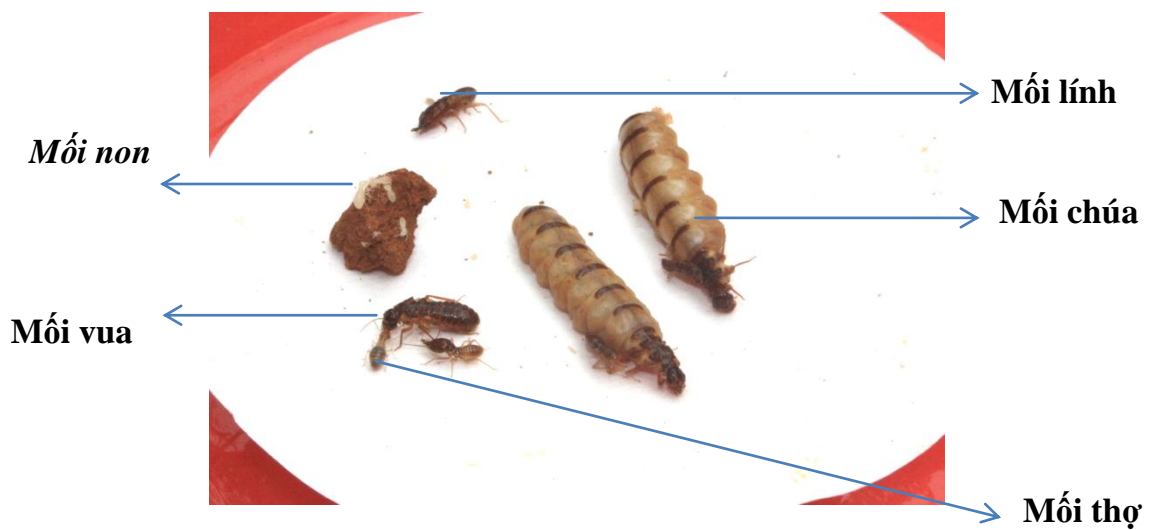
Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011



Hình 3.13. Đo đường kính và chiều cao của khoang trung tâm



Hình 3.14. Hoàng cung mối *Macrotermes annandalei*



Hình 3.15. Mối vua, mối chúa, mối lính, mối thợ, mối non
loài *Macrotermes annandalei* (Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011)

Hoàng cung (hình 3.14) là một khối đất mịn, rắn chắc giống như hình bát úp, thường nằm lệch về một bên trong khoang trung tâm. Trên bề mặt và trên thành hoàng cung có các cửa ra vào, có mối lính làm nhiệm vụ canh gác. Chiều rộng của hoàng cung dao động trong khoảng 6-15cm. Trong hoàng cung có mối chúa và mối vua nằm trên nền đáy đất phẳng của hoàng cung (hình 3.15). Sống trong hoàng cung thường chỉ có một vua và một chúa, nhưng khi giải phẫu tổ, cũng bắt gặp 1 vua 2 chúa. Cũng có trường hợp trong hoàng cung không có mối vua, mối chúa. Trường hợp này có thể mối vua, mối chúa đã di chuyển, thay đổi tổ chính do trong quá trình tăng trưởng, kích thước của hoàng cung cũ không còn thích hợp cho mối chúa.

❖ *Đặc điểm cấu trúc tổ loài *Microtermes pakistanicus**



Hình 3.16. Cấu trúc khoang tổ loài mối *Microtermes pakistanicus*

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

Loài *Macrotermes pakistanicus* làm tổ chìm trong đất, không có dấu hiệu trên mặt đất. Tổ của chúng thường nằm trên thành tổ của các loài mối khác như *Macrotermes*, *Odontotermes* và *Hypotermes*. Tổ gồm rất nhiều khoang nhỏ, đường kính khoang tổ chỉ 4-10cm. Các khoang tổ phân tán trong đất ở độ nông sâu khác nhau. Đường kính khu vực phân bố các khoang của một tổ mối có thể tới 5m. Các khoang có vườn nấm nằm rải rác cạnh khoang không có vườn nấm. Vườn nấm có màu trắng đến xám đen. Vườn nấm và lỗ vườn nấm có kích thước thay đổi. Dạng vườn nấm và kích thước vườn nấm khác với các loài thuộc *Macrotermes*, *Odontotermes* và *Hypotermes*. Các khoang tổ được nối với khu vực trung tâm bằng một hang giao thông chính. Trong các khoang tổ vào thời điểm tháng 5 có khoảng 30% khoang tổ có vườn nấm, 70% khoang không có vườn nấm. Các khoang có vườn nấm nằm rải rác cạnh khoang không có vườn nấm. Hang giao thông của loài này rất nhỏ chỉ vài milimet. Bên dưới khu vực khoang tổ, còn có nhiều đường rất nhỏ đi sâu xuống phía dưới (hình 3.16).

3.3.2. Tỷ lệ đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn

❖ Tỷ lệ đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn của loài *Macrotermes annandalei*

Trong đàn mối kiếm ăn đi ra ngoài tổ luôn có mặt đẳng cấp mối thợ và mối lính. Nhưng tỷ lệ số lượng cá thể giữa 2 đẳng cấp thay đổi theo tuổi của quần tộc và theo điều kiện sống. Việc xác định tỷ lệ đẳng cấp không chỉ có ý nghĩa khoa học, mà sự hiểu biết tỷ lệ đẳng cấp của đàn mối kiếm ăn sẽ là điều kiện cần thiết quyết định lựa chọn biện pháp phòng trừ một loài mối cụ thể.

Kết quả thu mối từ 6 hố nhử mối ở rừng luân kỳ đầu và rừng luân kỳ sau có loài *Macrotermes annandalei* được trình bày ở bảng 3.11, Phụ lục B7.

Kết quả ở bảng 3.11 cho thấy, trong đàn mối kiếm ăn, số lượng cá thể mối thợ nhiều nhất, chiếm tỷ lệ 80,9% và 74,9%, đối với rừng luân kỳ đầu và luân kỳ sau một cách tương ứng, tức bằng 3/4 tổng số cá thể có trong đàn mối kiếm ăn. Các đẳng cấp còn lại được sắp xếp theo thứ tự số lượng cá thể ít dần, cụ thể mối lính nhỏ có tỷ lệ 15,7% và 21,3%; mối thợ nhỏ chiếm tỷ lệ 3,0% và 2,9% và mối lính lớn chỉ có 0,3% và 0,9%, đối với rừng luân kỳ đầu và luân kỳ sau một cách tương

ứng. Ở các đồi khác nhau số lượng cá thể mỗi vào các hố như biến động rất lớn, nhưng tỷ lệ % không thay đổi nhiều giữa các hố như. Trong hoạt động kiếm ăn, mối thợ lớn đóng vai trò chính làm nhiệm vụ lấy thức ăn, có tỷ lệ lớn hơn nhiều so với mối thợ nhỏ (gấp 26 lần) và so với mối lính (gấp khoảng 4 lần), đối với cả rừng luân kỳ đầu và luân kỳ sau.

Bảng 3.11. Tỷ lệ đẳng cấp trong nhóm mối kiếm ăn của loài

Macrotermes annandalei

Đẳng cấp	Rừng luân kỳ đầu		Rừng luân kỳ sau		Thứ tự theo số cá thể
	Số lượng	Tỷ lệ đẳng cấp (%)	Số lượng	Tỷ lệ đẳng cấp (%)	
Thợ lớn	538±281	80,9 ± 5,9	626±381	74,9 ± 3,1	1
Thợ nhỏ	24±31	3,0± 2,8	19±3	2,9 ± 1,2	3
Lính lớn	3±2	0,3± 0,1	6±5	0,9 ± 0,9	4
Lính nhỏ	121±99	15,7± 5,2	172±92	21,3 ± 1,9	2
Cả đàn mối	686±384	100	823±471	100	

Kết quả điều tra về thứ tự các đẳng cấp tương tự như dẫn liệu của một số tác giả đã nghiên cứu trước đây. Tại vị trí kiếm ăn, loài *Macrotermes annandalei* có tỷ lệ các đẳng cấp mối thợ lớn, mối thợ nhỏ, mối lính nhỏ và mối lính lớn tương ứng là 79,4%; 13,6%; 6,1% và 0,7% (Nguyễn Văn Quảng, 2003) [12]; loài mối *M. subhyalinus* có tỷ lệ mối thợ lớn, mối thợ nhỏ và mối lính tương ứng là 88%; 9,2% và 2% (Baderscher *et al.*, 1983) [38]; loài mối *M. bellicosus* có tỷ lệ mối thợ lớn và mối thợ nhỏ tương ứng là 70,4% và 26% (Gerber *et al.*, 1988) [58]. Các kết quả nêu trên chứng tỏ, mối thợ lớn của các loài thuộc *Macrotermes* đóng vai trò chủ yếu trong hoạt động kiếm ăn, mối thợ nhỏ trong hoạt động này ít hơn nhiều. So sánh với các hố như có *Microtermes pakistanicus* xâm nhiễm, các hố như có mối

Macrotermes annandalei xâm nhập, lớp đất đắp trên bề mặt hố như ướt hơn và nhiều hơn (hình 3.17).



Hình 3.17. Hố nhử loài mối *Macrotermes annandalei*

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

❖ *Tỷ lệ đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn của loài *Macrotermes barneyi**

Kết quả thu mối từ 6 hố nhử ở rừng luân kỳ đầu và rừng luân kỳ sau có loài *Macrotermes barneyi* được tổng hợp ở bảng 3.12 và phụ lục B8.

Kết quả ở bảng 3.12 cho thấy trong đàn mối kiếm ăn của loài *Macrotermes barneyi* cũng theo quy luật chung của các loài mối có vườn cây nấm, gồm mối thợ lớn, mối thợ nhỏ, mối lính lớn và mối lính nhỏ. Tỷ lệ % cá thể các đẳng cấp cũng giảm theo trật tự từ mối thợ lớn, mối lính nhỏ, mối thợ nhỏ và cuối cùng mối lính lớn. Cụ thể ở bảng 3.12 mối thợ lớn chiếm tỷ lệ cao nhất (72,5% và 73,4%), mối lính nhỏ chiếm 19,2% và 15,4%, mối thợ nhỏ có 10,6% và 3,9% và mối lính lớn chỉ

là 1,5% và 3,7%. Ở các đôi khác nhau số lượng cá thể các đẳng cấp môi vào các hố như biến động rất lớn, nhưng tỷ lệ % không thay đổi nhiều. Trong hoạt động kiếm ăn, môi thợ lớn đóng vai trò chính làm nhiệm vụ lấy thức ăn, có tỷ lệ lớn hơn nhiều so với môi thợ nhỏ (gấp 7 lần đối với rừng luân kỳ đầu và 19 lần đối với rừng luân kỳ sau) và gấp khoảng 4 lần môi lính, đối với cả rừng luân kỳ đầu và luân kỳ sau.

Bảng 3.12. Tỷ lệ đẳng cấp trong nhóm môi kiếm ăn của loài *Macrotermes barneyi*

Đẳng cấp	Rừng luân kỳ đầu		Rừng luân kỳ sau		Thứ tự theo số cá thể
	Số lượng	Tỷ lệ đẳng cấp (%)	Số lượng	Tỷ lệ đẳng cấp (%)	
Thợ lớn	318±93	72,5 ± 3,2	174±137	73,4 ± 7,9	1
Thợ nhỏ	45±11	10,6± 2,9	13±20	3,9 ± 2,7	3
Lính lớn	6±3	1,5 ± 0,3	6±6	3,7 ± 3,3	4
Lính nhỏ	69±30	15,4 ± 3,2	44±30	19,2 ± 6,3	2
Cả đàn môi	438±128	100	237±179	100	

❖ *Tỷ lệ đẳng cấp trong đàn môi kiếm ăn loài *Microtermes pakistanicus**

Kết quả thu môi từ 6 hố như ở rừng luân kỳ đầu và rừng luân kỳ sau có loài *Microtermes pakistanicus* được tổng hợp ở bảng 3.13 và phụ lục B9.

Trong đàn môi kiếm ăn của loài môi *Microtermes pakistanicus* môi thợ lớn cũng chiếm số lượng nhiều so với các đẳng cấp còn lại. Cụ thể chúng chiếm tới 64,0% và 56,9% đối với rừng trồng luân kỳ đầu và luân kỳ sau một cách tương ứng, tức khoảng 1/3 tổng số cá thể trong một đàn môi đi kiếm ăn. Tiếp theo là môi thợ nhỏ chiếm 18,0% và 24,0% (khoảng 1/4 số cá thể có trong đàn môi kiếm ăn), môi lính nhỏ chiếm 14,9% và 14,2% tổng số cá thể trong đàn và cuối cùng là môi lính lớn, chỉ có 3,0% và 4,8%. Qua số liệu trên cho thấy, thành phần môi thợ lớn đóng vai trò chính trong nhiệm vụ đi kiếm thức ăn nhưng sự chênh lệch giữa các đẳng

cấp ít hơn so với môi *Macrotermes*, môi thợ lớn chỉ gấp khoảng 4 lần môi thợ nhỏ và gấp khoảng 4 lần môi lính.

Bảng 3.13. Tỷ lệ đẳng cấp trong nhóm môi kiếm ăn của loài

Microtermes pakistanicus

Đẳng cấp	Rừng luân kỳ đầu		Rừng luân kỳ sau		Thứ tự theo số cá thể
	Số lượng	Tỷ lệ đẳng cấp (%)	Số lượng	Tỷ lệ đẳng cấp (%)	
Thợ lớn	733±239	64,0 ± 1,2	176±106	56,9 ± 6,0	1
Thợ nhỏ	217±89	18,0 ± 1,4	72±41	24,0 ± 3,1	2
Lính lớn	33±7	3,0 ± 0,6	18±20	4,8 ± 2,4	4
Lính nhỏ	167±54	14,9 ± 1,0	41±25	14,2 ± 5,4	3
Cả đàn môi	1150±385	100	307±186	100	

Kết quả này cũng tương tự về tỷ lệ đẳng cấp môi hại cây công nghiệp ở các tỉnh Tây Nguyên. Môi thợ lớn chiếm tỷ lệ nhiều nhất, tiếp theo là môi thợ nhỏ, môi lính lớn và môi lính nhỏ (Trịnh Văn Hạnh, 2008). Tuy nhiên, có sai khác về tỷ lệ phần trăm của các đẳng cấp, đặc biệt môi thợ lớn và thợ nhỏ. Cụ thể, môi thợ lớn là 64,0% và 56,9% so với 72,7-81,1%; môi thợ nhỏ là 18,0% và 24,0% so với 9,1-14,2%; môi lính nhỏ 14,9% và 14,2% so với 3,7-6,2% và môi lính lớn là 3,0% và 4,8% so với 4,9-6,9%. Điều này có thể giải thích do điều kiện địa hình, khí hậu khác nhau, đối tượng cây trồng và thời điểm nở môi, kích thước ổ nở và loại môi nở khác nhau đã làm thay đổi cấu trúc tỷ lệ số lượng cá thể giữa các đẳng cấp trong đàn môi kiếm ăn của loài *Microtermes pakistanicus*. Tuy vậy vẫn theo quy luật chung là môi thợ lớn luôn chiếm số đông và môi lính lớn tham gia ít nhất. Sự biến động về tỷ lệ các đẳng cấp trong đàn môi kiếm ăn được thể hiện ngay trong cùng điều kiện nghiên cứu. Ở các đồi khác nhau số lượng cá thể các đẳng cấp môi vào các ổ nở biến động rất lớn, nhưng tỷ lệ % không thay đổi nhiều. Cũng có thể nghĩ rằng tỷ lệ

giữa các đẳng cấp trong đàn mối kiếm ăn còn phụ thuộc vào tuổi của quần tộc ở từng tổ mối.

So sánh với các hố nhử có *Macrotermes annandalei* xâm nhập, các hố nhử có mối *Microtermes pakistanicus* xâm nhập có lớp đất đắp trên bề mặt hố nhử khô hơn (hình 3.18).

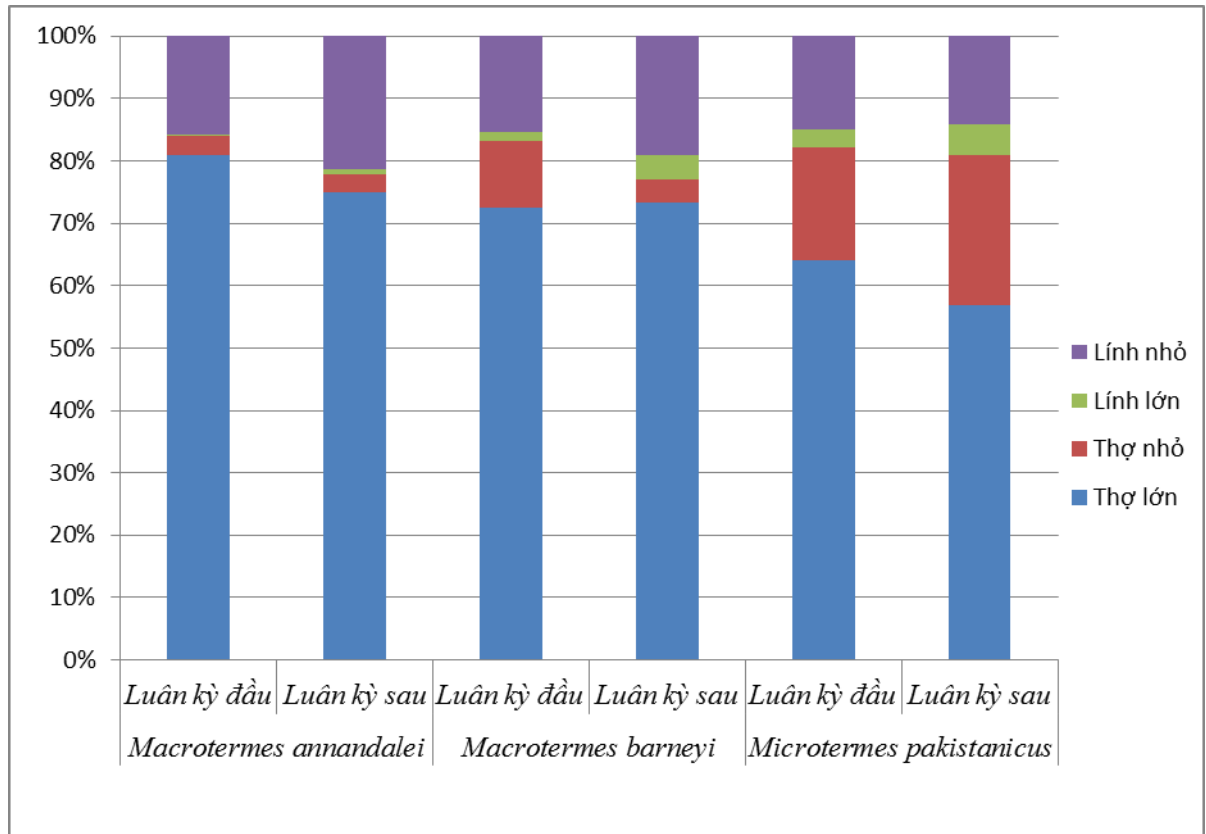


Hình 3.18. Hố nhử loài mối *Microtermes pakistanicus*

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

Khi tổng hợp so sánh vị trí các đẳng cấp theo trật tự số lượng cá thể tham gia trong đàn mối kiếm ăn cho một nhận xét khá lý thú. Hai loài thuộc giống *Macrotermes* có trật tự giống nhau về số lượng cá thể các đẳng cấp. Cụ thể mối thợ lớn ở vị trí số 1, mối lính nhỏ ở vị trí số 2, mối thợ nhỏ ở vị trí số 3 và mối lính lớn ở vị trí số 4 (bảng 3.11 và 3.12). Nhưng với giống *Microtermes*, đại diện là *Microtermes pakistanicus* chúng ta thấy có sự hoán đổi vị trí giữa mối thợ nhỏ và mối lính nhỏ. Mối thợ nhỏ của giống *Microtermes* chiếm vị trí số 2 (bảng 3.13), nhưng ở

giống *Macrotermes* lại đẩy xuống vị trí số 3. Ngược lại, mỗi lính nhỏ chiếm vị trí số 3, nhưng ở giống *Macrotermes* lại ở vị trí số 2. Để xác định đặc điểm này như một dấu hiệu phân biệt giữa 2 giống cần tìm hiểu sâu hơn. Dù sao dẫn liệu này cũng cho thấy tập tính kiếm ăn của các loài mỗi phong phú và đa dạng. Tổng kết so sánh thứ tự các đẳng cấp của 3 loài mối hại chính được thể hiện ở hình 3.19.



Hình 3.19. Thứ tự các đẳng cấp tham gia trong đàn môi kiếm ăn của 3 loài mối *M. annandalei*, *M. barneyi* và *Mi. pakistanicus*

Kết quả tỷ lệ đẳng cấp ở hình 3.19 có thể khẳng định mỗi thợ lớn giữ nhiệm vụ kiếm ăn chính trong đàn môi kiếm ăn của các loài thuộc họ Termitidae. Vai trò của mỗi lính lớn có giới hạn và chiếm tỷ lệ số lượng cá thể ít nhất. Tỷ lệ số lượng cá thể giữa các đẳng cấp thường không ổn định và phụ thuộc vào từng loài, vào điều kiện sống. Tỷ lệ mỗi thợ lớn loài *Macrotermes annandalei* có thể gấp 26 lần mỗi thợ nhỏ, nhưng với loài *Macrotermes barneyi* mỗi thợ lớn chỉ gấp 7 và 14 lần; còn với loài *Microtermes pakistanicus*, mỗi thợ lớn chỉ gấp 4 lần so với mỗi thợ nhỏ.

Chiếm ưu thế trong nhóm mối kiếm ăn là mối thợ. Tổng số cá thể mối thợ chiếm khoảng 80%, còn tổng số cá thể mối lính chỉ chiếm khoảng 20%. Như vậy có thể sử dụng loại thức ăn ưa thích hấp dẫn mối tập trung vào hố như để lôi cuốn mối ra khỏi khu vực gốc cây, góp phần hạn chế mối hại cây.

Quan sát trên hiện trường cho thấy nếu cho thực bì vào các hố mới đào để nhử mối thì mối đến rất nhanh và tỷ lệ % hố nhử có mối vào nhiều; nếu cho thực bì các hố cũ trên hiện trường thì nhiều hố không có mối đến. Do quá trình cuốc, đào đất rừng đã phá các đường mui đi kiếm ăn chằng chịt của mối, mối có phản ứng tập trung sửa chữa lại và kéo đến đó rất nhanh. Vì vậy, rừng mới trồng có cuốc hố và cây mới trồng có sức đề kháng kém nên dễ bị mối hại. Rừng 2 năm tuổi, 3 năm tuổi không cuốc hố, đồng thời vỏ cây đã cứng hơn, sức đề kháng của cây tăng nên khả năng cây bị mối hại sẽ giảm đi.

3.3.3. Chứng loại thức ăn phù hợp để nhử 3 loài mối

Thức ăn của mối là xenlulo và các sản phẩm từ xenlulo. Tùy theo từng loài và điều kiện khác nhau, mối có thể sử dụng cây sống hoặc cành cây đã chết làm thức ăn. Khi chúng ăn cây sống, chúng trở thành đối tượng gây hại cho cây. Nghiên cứu loại thức ăn ưa thích của mối có ý nghĩa quan trọng để từ đó sử dụng các loại thức ăn thích hợp như mối tập trung, tạo thuận lợi cho biện pháp xử lý phòng chống mối. Qua khảo sát, điều tra cho thấy các loài mối *M. annandalei*, *M. barneyi* và *Mi. pakistanicus* ăn tất cả các phần thực vật như lá, cành, rễ cây, lớp bần của cây. Chúng ăn vật chất rất đa dạng, hầu như tất cả các tàn dư thực vật trên hiện trường, nhưng mức độ khai thác khác nhau, ăn tập trung ở nơi có cành keo, cỏ guột trên hiện trường. Đặc biệt nhiều đoạn cành keo mối chỉ ăn phần bên trong mềm hơn, để lại phần vỏ bên ngoài. Nhiều trường hợp mối ăn dang dở rồi bỏ đi. Vì vậy không nên sử dụng phương pháp nhử mối để phun diệt lây nhiễm hoặc dùng bả diệt mối. Hơn nữa không thể diệt hết mối ở rừng, vì mối rất nhiều, mối cánh ở các rừng lân cận sẽ bay vào và lại hình thành tổ mối mới. Điều này rất có ý nghĩa để bố trí các biện pháp phòng mối hại rừng trồng bạch đàn và keo.

Căn cứ vào kết quả khảo sát, bốn loại thức ăn bã mía, vỏ keo, cỏ guột, cành lá keo phủ cỏ guột được chọn để thử nghiệm. Đó cũng là những nguyên liệu dễ kiếm, rẻ tiền.

Bốn loại thức ăn trên được đưa vào 60 hộp nhử mỗi, mỗi loại 15 hộp. Sau 5 tuần, khi mỗi đã đến khai thác thức ăn với số lượng nhiều, thu toàn bộ hộp nhử, loại bỏ mỗi, rửa sạch đất, sấy đến khối lượng không đổi và cân. Việc phân tích số liệu chỉ tập trung vào các hộp có 3 loài mối hại chính (*M. annandalei*, *M. barneyi* và *Mi. pakistanicus*). Do nhiều hộp nhử có cả hai hoặc ba loài mối cùng vào nên loại thức ăn phù hợp được tính chung cho 3 loài mối. Những hộp có loài mối khác vào sẽ loại đi. Kết quả tính hao hụt khối lượng các loại thức ăn khác nhau được trình bày ở bảng 3.14 và chi tiết ở phụ lục B10.

Kết quả trình bày ở bảng 3.14 và phụ lục B10 cho thấy tất cả 4 loại thức ăn thí nghiệm mỗi đều xâm nhập đến ăn, nhưng mức độ và tốc độ khai thác thức ăn có khác nhau. Thức ăn là vỏ keo hấp dẫn 3 loài mối hại thấp nhất (chỉ đạt 73,4% số hộp có loài mối hại chính, 13,3% hộp có loài mối khác và 13,3% hộp không có mối). Trong khi đó thức ăn là bã mía hoặc cỏ guột có khả năng dẫn dụ mối rất tốt (tới 86,7% và 80,0%, một cách tương ứng). Tốc độ khai thác thức ăn cũng là chỉ số biểu thị mức độ ưa thích của mối. Phân tích thống kê cho thấy, lượng thức ăn bị mối khai thác nhiều nhất là bã mía (hao hụt 66,8%) và cỏ guột (hao hụt 65,6%), đều xếp nhóm 3, đến cành lá keo phủ cỏ guột (hao hụt 54,7%), xếp nhóm 2, cuối cùng là vỏ keo (chỉ hao hụt 20,7%), xếp nhóm 1, với mức ý nghĩa 0,05 (Phụ lục B35). Mức độ hao hụt thức ăn với cùng một khoảng thời gian ở bã mía hay cỏ guột gấp 3 lần so với vỏ keo (66,8% và 65,6% so với 20,7%) và hơn cành lá keo phủ cỏ guột không nhiều. Như vậy có thể xác định bã mía hay cỏ guột là thức ăn mối ưa thích. Chúng ta có thể lựa chọn bã mía hoặc cỏ guột để hấp dẫn mối vào hố nhử, hạn chế mức độ phát tán của đàn mối kiếm ăn trên hiện trường. Tuy nhiên cỏ guột không có nhiều trên hiện trường, bã mía không có sẵn trên hiện trường. Cành lá keo có sẵn trên hiện trường với số lượng đủ lớn cũng là thức ăn phù hợp của mối (86,7% hộp có mối cần nhử và hao hụt 54,7%). Cỏ guột hấp dẫn mối hơn sẽ có tác dụng lôi cuốn mối đến

nhanh để tránh vào cây. Vì vậy để đảm bảo hấp dẫn mối nhanh và dễ dàng thu với khối lượng lớn, cành lá keo phủ cỏ guột được chọn cho các nội dung nghiên cứu tiếp theo, trong đó có cả nghiên cứu biện pháp phòng mối.

Bảng 3.14. Mức độ mối *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Macrotermes pakistanicus* khai thác các loại thức ăn

TT	Loại thức ăn	Tổng số hộp	Hộp có mối					Hộp không mối	
			3 loài nghiên cứu			Loài khác		Số lượng	Tỷ lệ %
			Số lượng	Tỷ lệ %	Hao hụt khối lượng (%)	Số lượng	Tỷ lệ %		
1	Bã mía	15	13	86,7	66,8±15,6^c	0	0	2	13,3
2	Vỏ keo	15	11	73,4	20,7±4,4 ^a	2	13,3	2	13,3
3	Cỏ guột	15	12	80,0	65,6±18,2^c	2	13,3	1	6,7
4	Cành lá keo phủ cỏ guột	15	13	86,7	54,7±2,1^b	0	0	2	13,3

Ghi chú: các chữ cái ở các kết quả về hao hụt khối lượng thể hiện các nhóm khác nhau, các chữ khác nhau a, b, c thể hiện có sự khác nhau với mức ý nghĩa 0,05.

3.3.4. Nghiên cứu độ sâu để nhử 3 loài mối

Việc xác định mức độ vào hố nhử của 3 loài mối gây hại có giá trị trực tiếp đến việc áp dụng phương pháp phòng chống mối như độ sâu hố nhử để lôi cuốn được nhanh và nhiều mối, tránh mối xâm nhập hại cây khi mới trồng, độ sâu xử lý thuốc phòng mối xung quanh gốc cây...

Cành lá keo được đưa vào 60 hộp nhử, phủ cỏ guột lên trên, được đặt ở các độ sâu 10, 20, 30, 40 và 50cm, có nghĩa mỗi độ sâu đặt 12 hộp. Sau 4 tuần, khi mối đã đến khai thác thức ăn với lượng nhiều, thu toàn bộ hộp nhử, loại bỏ mối, rửa sạch đất, sấy đến khối lượng không đổi và cân. Việc phân tích số liệu chỉ tập trung

vào các hộp có 3 loài mối hại chính cho bạch đàn và keo (*Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*). Do nhiều hộp như có cả hai hoặc ba loài mối trên cùng vào, nên độ sâu phù hợp để như mối được tính chung cho 3 loài mối. Kết quả kiểm tra khối lượng thức ăn hao hụt ở các độ sâu khác nhau sau 2 lần lặp lại được trình bày ở bảng 3.15 và chi tiết ở phụ lục B11, B12, B13.

Bảng 3.15. Mức độ mối *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus* vào hố như ở các độ sâu khác nhau

TT	Độ sâu (cm)	Tổng số hộp	Hộp có mối					Hộp không mối	
			3 loài nghiên cứu			Loài khác		Số lượng	Tỷ lệ %
			Số lượng	Tỷ lệ %	Hao hụt (%)	Số lượng	Tỷ lệ %		
1	10	12	10,0	83,3±0	25,2±13,2 ^{abc}	0	0	2	16,7
2	20	12	8,0	66,7±11,8	26,4±11,7 ^{bc}	1,5	12,5	2,5	20,8
3	30	12	8,0	66,7±0	27,6±12 ^c	1	8,3	3,0	25,0
4	40	12	8,0	66,7±0	20,8±7,4 ^a	1	8,3	3,0	25,0
5	50	12	5,5	45,8±5,9	22,8±4,5 ^{ab}	1	8,3	5,5	45,8

Ghi chú: các chữ cái ở các kết quả về hao hụt khối lượng thể hiện các nhóm khác nhau, các chữ khác nhau a, b, c thể hiện có sự khác nhau với mức ý nghĩa 0,05.

Kết quả trình bày ở bảng 3.15 cho biết nhiều loài mối có khả năng tập trung vào hố như sâu từ 10 đến 50 cm dưới mặt đất trong đất đồi của miền Bắc Việt Nam. Độ sâu 10 cm có thể như 3 loài mối gây hại chính cho bạch đàn và keo (*Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*), đạt 83,3% hộp có mối vào. Ở độ sâu 20-40 cm, tỷ lệ hộp như có mối vào đạt 66,7% và ở độ sâu 50cm, tỷ lệ mối vào ít hơn (đạt 45,8%). Ở độ sâu 20-50 cm đều có gặp các loài mối khác vào các hộp như. Kết quả phân tích thống kê cho thấy hao hụt khối lượng thức ăn trung bình ở các độ sâu 10 - 30 cm là cao hơn so với hao hụt khối lượng thức ăn ở độ sâu 40-50 cm, với mức ý nghĩa 0,05 (Phụ lục B36). Trong thực

tế để giảm công đào hố và hấp dẫn nhiều mối, nên bố trí các hố như mối ở độ sâu vào khoảng 10-30 cm.

3.3.5. Điều kiện gây hại của mối đối với rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng

3.3.5.1. Đặc điểm mối gây hại cây trồng

❖ *Đặc điểm gây hại cây trồng của loài *Macrotermes annandalei**

Mối *Macrotermes annandalei* thường cắn ngang hoặc ăn vỏ ở cổ rễ, phần tiếp giáp với mặt đất làm chết cây. Loài mối này thường gây hại cây mới trồng, làm cây chết (Hình 3.3). Mối còn ăn vỏ và ăn sâu vào lớp gỗ cây 2 năm tuổi và 3 năm tuổi (hình 3.11).

Loài *Macrotermes annandalei* đã được Nguyễn Văn Quảng (2003) ghi nhận cắn rễ và đắp đất quanh phần thân tiếp xúc với đất, gặm mất lớp vỏ cây keo mới trồng ở Hòa Bình, làm cây trở nên còi cọc và chết.

❖ *Đặc điểm gây hại cây trồng của loài *Macrotermes barneyi**

Qua thực tế điều tra, loài mối *Macrotermes barneyi* thường đắp đường mui lên thân cây, ăn lớp vỏ rễ, đặc biệt chóp rễ gây chết cây ở giai đoạn 1 năm tuổi. Mối thường ăn phần rễ ngay dưới đất.

❖ *Đặc điểm gây hại cây trồng của loài *Microtermes pakistanicus**

Kết quả khảo sát hiện trường ở rừng trồng bạch đàn hoặc Keo lai, Keo tai tượng cho thấy loài mối *Microtermes pakistanicus* gặm một phần rễ dưới đất hoặc gặm vào thân cây lấy nước làm héo và chết cây con 1 năm tuổi và 2 năm tuổi.

3.3.5.2. Tỷ lệ và mức độ mối gây hại cây trồng ở các điều kiện lập địa khác nhau

Điều kiện lập địa khác nhau được nghiên cứu là rừng trồng luân kỳ đầu và luân kỳ sau tại Tân Lạc và Đà Bắc, Hòa Bình.



Hình 3.20. Khảo sát môi rừng keo tai tượng 1 năm tuổi, luân kỳ đầu

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2012

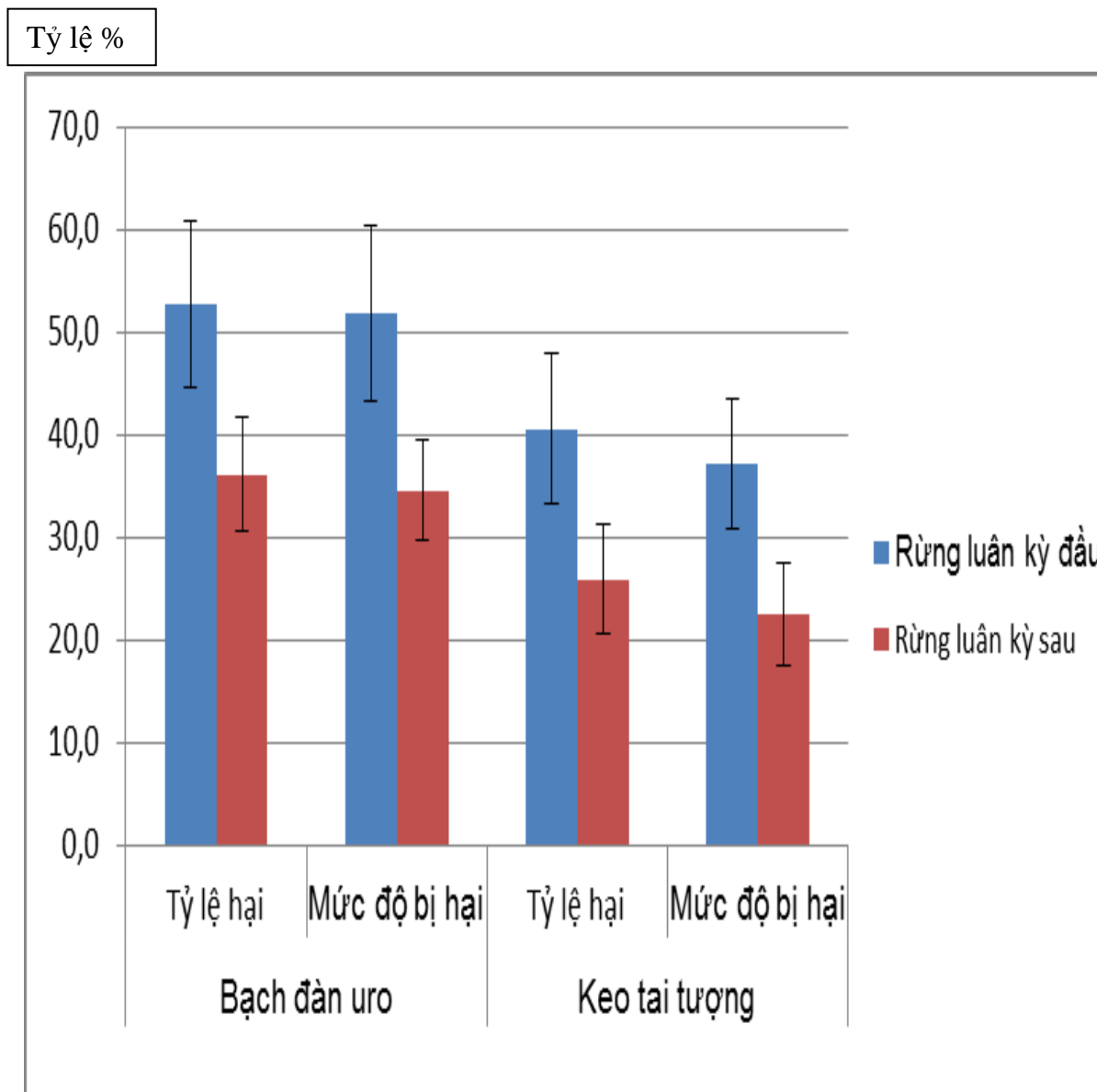


Hình 3.21. Khảo sát mối rừng keo tai tượng 1 năm tuổi, luân kỳ sau

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

Kết quả khảo sát tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại cho thấy:

Tại Tân Lạc, cùng điều kiện về khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa) nhưng rừng trồng Keo tai tượng luân kỳ đầu (mới chuyển đổi từ rừng tự nhiên) và rừng luân kỳ sau (trồng nhiều luân kỳ Keo tai tượng) tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại khác nhau. Tương tự, tại Đà Bắc, rừng trồng Bạch đàn uro luân kỳ đầu và rừng luân kỳ sau có tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại cũng khác nhau thể hiện ở hình 3.20 và chi tiết ở phụ lục 14 và phụ lục B15.



Hình 3.22. So sánh tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại do mối đối với Keo tai tượng và Bạch đàn uro luân kỳ đầu và luân kỳ sau

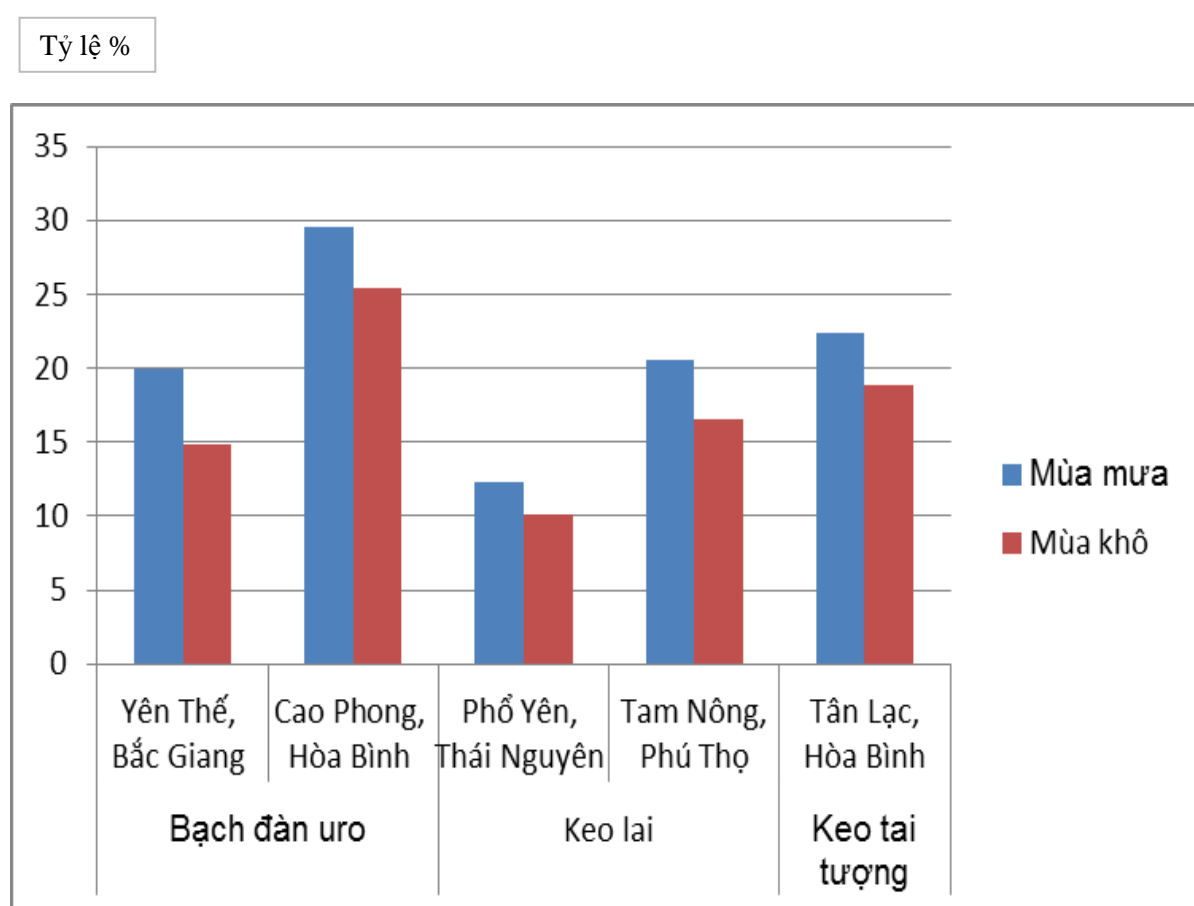
Qua hình 3.22 cho thấy tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại của mối đối với rừng trồng luân kỳ đầu cao hơn hẳn so với luân kỳ sau. Đối với rừng Keo tai tượng luân kỳ đầu có tỷ lệ cây bị hại 40,6%, mức độ bị hại là 37,1% (mức độ hại nặng) so với rừng luân kỳ sau các chỉ số tương ứng là 25,8% và 22,4% (hại vừa) (phụ lục B15). Đối với rừng Bạch đàn uro, tỷ lệ cây bị hại đạt 52,7%, mức độ bị hại là 51,8% (hại rất nặng) so với ở rừng luân kỳ sau các chỉ số tương ứng là 36,1% và 34,6% (hại vừa) (phụ lục B14). Tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại đối với các cây bạch đàn và keo mới trồng gần tương đương nhau là do đối với cây mới trồng cây đã bị mối hại chủ yếu hại ở cấp độ 3 (cấp cao nhất), mức độ bị hại (R%) được tính bình quân chủ yếu từ những cây này. Phân tích thống kê cho thấy sự sai khác tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại của mối đối với rừng trồng luân kỳ đầu và luân kỳ sau là có ý nghĩa với mức ý nghĩa 0,05 (phụ lục B37, B38, B39, B40).

Bước đầu qua những quan sát điều tra, chúng tôi nhận thấy hiện tượng này có thể giải thích: Rừng mới chuyển đổi từ rừng tự nhiên có nguồn thực bì phong phú, lá rụng nhiều, độ ẩm cao là điều kiện phù hợp cho nhiều loài mối sinh sống, mối phát triển đa dạng và phong phú hơn. Khi chuyển đổi sang rừng trồng thuần loài, có sự biến động sinh thái, các loài thực vật và cỏ dại bị dọn bỏ, thành phần hệ động thực vật thay đổi, lượng mùn và độ ẩm đất thay đổi, ảnh hưởng đến hoạt động của các loài mối. do những thay đổi đột ngột đó làm cho môi trường sinh vật phân hủy (ăn thực vật đã chết) thành sinh vật tiêu thụ (ăn thực vật sống) và mức độ mối gây hại cây trồng cao hơn. Hơn nữa, khi phá rừng tự nhiên, trồng rừng Keo tai tượng hoặc Bạch đàn uro làm phá vỡ các đường mui của mối. Mối sẽ tập trung vào sửa chữa đường mui và cắn chết cây con. Sang những luân kỳ sau, đặc biệt là cây tuổi 2 và tuổi 3, điều kiện rừng trồng thuần loài với những điều kiện sinh thái như nhiệt độ, độ ẩm đã tương đối ổn định, mối trở lại đúng bản chất là ăn các thực vật chết như tàn dư thực vật hoặc phần vỏ cây nên tỷ lệ và mức độ cây bị mối hại cũng giảm đi. Vì vậy cần lưu ý phòng chống mối đối với những rừng trồng mới chuyển đổi, giai đoạn cây mới trồng. Để hiểu rõ quy luật một cách đầy đủ hơn cần có những nghiên cứu bổ sung.

3.3.5.3. Mức độ bị hại chung do mối ở các mùa vụ, loài cây khác nhau

Đặc điểm mối gây hại cây trồng ở mùa mưa và mùa khô được trình bày ở hình 3.23 và phụ lục B2, B3, B4, B5, B6 và phụ lục B16.

Kết quả ở hình 3.23 cho thấy, cây 1 năm tuổi tại các địa điểm rừng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng đều bị mối hại nhiều hơn vào mùa mưa so với mùa khô. Điều này có thể do cây rừng thường được trồng vào mùa mưa. Cây mới đem từ vườn ươm lên trồng trên rừng nên sức đề kháng kém, vỏ cây còn non mềm dễ dàng gây hại. Đến mùa khô, cây đã bén rễ và cứng cáp hơn nên mức độ bị mối hại cũng giảm đi.



Hình 3.23. Mức độ bị mối hại của cây Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng 1 năm tuổi vào mùa mưa và mùa khô

Trong một vùng (ví dụ ở Hòa Bình) có cả rừng Bạch đàn uro và Keo tai tượng thì mối hại Bạch đàn uro mạnh hơn so với Keo tai tượng. Cùng một loài cây

Bạch đàn uro thì ở Hòa Bình mối hại mạnh hơn so với Bắc Giang. Kết quả phân tích thống kê cho thấy sự sai khác giữa mùa mưa và mùa khô (Phụ lục 42), giữa tỉnh Hòa Bình và Bắc Giang (Phụ lục B44), giữa loài cây Bạch đàn uro và Keo tai tượng (Phụ lục B44) là có ý nghĩa, với mức ý nghĩa 0,05.

Kết quả về thời điểm mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng ở miền Bắc Việt Nam tương tự thời điểm mối hại bạch đàn mới trồng ở Ấn Độ mạnh nhất vào 4 tháng sau khi trồng (từ tháng 7 đến tháng 10) và vào mùa mưa là chủ yếu (Nair and Varma, 1981) [85].

Kết quả nghiên cứu khác với kết quả đã công bố về mối hại cây chè có thể do đối tượng cây trồng khác nhau. Mối hại cây chè đang ở giai đoạn thu hoạch lá, chủ yếu vào mùa khô. Mối xâm nhập vào cây chè chủ yếu để lấy nước (Nguyễn Chí Thanh và cs., 1995) [14].

3.3.5.4. Mức độ bị hại do từng loài mối hại chính ở các mùa vụ, loài cây khác nhau

Mức độ mối hại cây 1 năm tuổi chung cho cả khu vực nghiên cứu vào mùa mưa cao hơn mùa khô. Mức độ hại riêng do từng loài mối vào mùa mưa và mùa khô cũng đã được theo dõi. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 3.16 và phụ lục B41.

Kết quả ở bảng 3.16 cho thấy loài *Macrotermes annandalei* và *Macrotermes barneyi* có xu hướng hại cây 1 năm tuổi mạnh hơn vào mùa mưa, giảm đi vào mùa khô. Mối hại tập trung vào mùa mưa cho thấy độ ẩm là điều kiện cần thiết để tạo quần tộc mối *Macrotermes annandalei* và *Macrotermes barneyi*.

Ngược lại loài *Microtermes pakistanicus* lại có xu hướng hại mạnh hơn vào mùa khô so với mùa mưa. Điều này là do đặc điểm gây hại của các loài mối khác nhau. Loài *Microtermes pakistanicus* xâm nhập vào cây chủ yếu để lấy nước, trong khi hai loài còn lại thường gặm ăn thân và rễ cây.

Bảng 3.16. Mức độ gây hại của 3 loài mối hại chính đối với rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng 1 năm tuổi vào mùa mưa và mùa khô

Loài cây	Địa điểm	Loài mối	Mức độ bị hại (R%)	
			Mùa mưa	Mùa khô
Bạch đàn uro	Bắc Giang	<i>Macrotermes annandalei</i>	6,3	7,7
		<i>Macrotermes barneyi</i>	25,5	21,2
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	7,6	9,2
	Hòa Bình	<i>Macrotermes annandalei</i>	26,0	25,2
		<i>Macrotermes barneyi</i>	6,9	6,6
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	15,2	19,2
Keo lai	Thái Nguyên	<i>Macrotermes annandalei</i>	37,6	32,5
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	6,3	6,1
	Phú Thọ	<i>Macrotermes annandalei</i>	44,3	35,2
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	18,6	28,6
Keo tai tượng	Hòa Bình	<i>Macrotermes annandalei</i>	37,6	27,8
		<i>Macrotermes barneyi</i>	21,5	16,0
		<i>Microtermes pakistanicus</i>	14,0	9,7

3.3.6. Mối liên quan giữa đặc tính hóa lý đất và mức độ mối gây hại

Kết quả phân tích ảnh hưởng của điều kiện hóa lý tính của đất đến loài mối và qua đó ảnh hưởng đến mức độ hại cây được tổng hợp ở bảng 3.17 và phụ lục B17, B18.

Kết quả phân tích tính chất hóa lý của đất như độ pH, độ ẩm, lượng mùn, thành phần cơ giới để xếp loại đất ở bảng 3.17 cho thấy giữa rừng luân kỳ đầu và

luân kỳ sau tại Tân Lạc, Hòa Bình có độ pH và loại đất tương tự nhau (pH 3,67 và 3,68), loại đất đều là đất sét. Hàm lượng mùn ở rừng luân kỳ đầu cao hơn rừng luân kỳ sau. Như vậy, trong mức độ nào đó, lượng mùn có ảnh hưởng trực tiếp đến các loài mối trong rừng, và qua đó ảnh hưởng đến mức độ hại của mối.

Bảng 3.17. Mối liên quan giữa các điều kiện hóa lý của đất đến mức độ mối gây hại cây

Đặc tính lý hóa đất		Loại rừng	
		Rừng luân kỳ đầu	Rừng luân kỳ sau
pH-KCl (1:5)		3,66 ± 0,03	3,73 ± 0,11
Độ ẩm (%)		27,5 ± 0,8	22,4 ± 1,0
Mùn (%)		2,6 ± 0,1	1,7 ± 0,4
Thành phần cơ giới	sét: <0,002 (%)	45,4 ± 1,9	42,9 ± 0,8
	limon: 0,002-0,02 (%)	29,8 ± 3,1	28,1 ± 6,5
	Cát mịn: 2-0,02 (%)	24,8 ± 1,7	28,9 ± 7,2
Loại đất		Sét	Sét
Tỷ lệ % hồ nhữ có loài mối hại		92,5 ± 2,9	69,2 ± 4,2
Mức độ mối hại		Nặng	Vừa

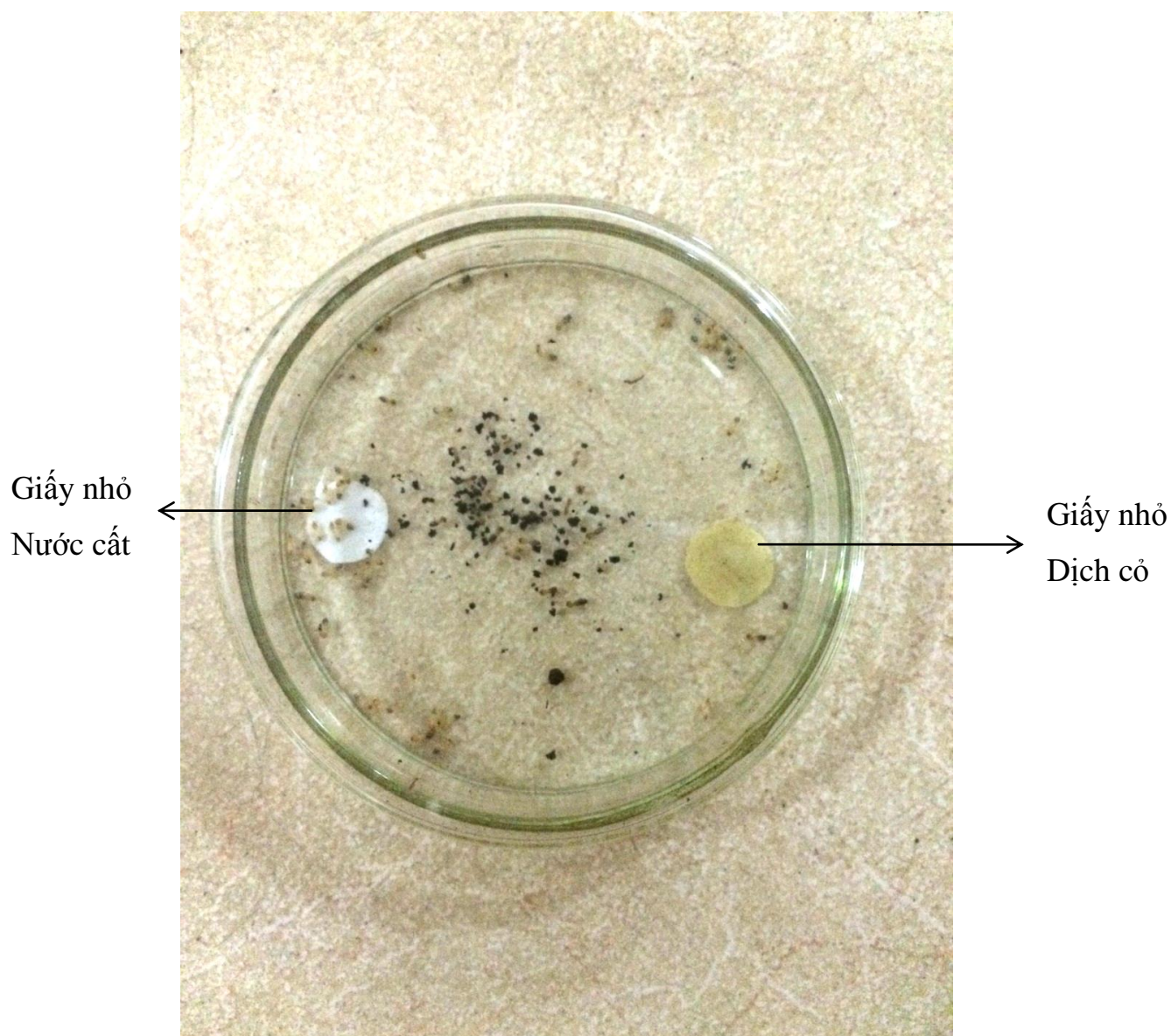
Độ ẩm ở rừng luân kỳ đầu cũng cao hơn so với luân kỳ sau (gấp 1,3 lần) và sự sai khác là có ý nghĩa (Phụ lục B19, B20). Như vậy, độ ẩm cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hoạt động của mối và qua đó ảnh hưởng đến mức độ hại của mối. Điều này được thể hiện qua mức độ phổ biến của các loài mối hại chính trên hiện trường. Đối với rừng trồng luân kỳ đầu tỷ lệ hồ nhữ có loài mối hại chính chiếm 92,5% (rất phổ biến) trong khi rừng trồng luân kỳ sau ít phổ biến hơn, tỷ lệ tương ứng là 69,2%. Có lẽ do tính đa dạng của hệ thực vật, độ ẩm và lượng mùn cao ở rừng tự nhiên (trước khi chuyển đổi thành rừng trồng luân kỳ đầu) đã tạo nên sự phong phú của các loài mối có vườn cây nấm *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*. Như vậy có thể dựa vào mức độ phổ biến của các loài mối hại chính trong rừng trồng bạch đàn, keo, những biến động sinh thái về độ ẩm và lượng mùn ở rừng luân kỳ đầu và luân kỳ sau để dự

đoán khả năng gây hại của mối. Điều này là rất quan trọng trong công tác phòng chống mối cho rừng trồng cây lâm nghiệp.

3.4. THỬ NGHIỆM CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG MỐI HẠI RỪNG TRỒNG BẠCH ĐÀN URO, KEO LAI VÀ KEO TAI TƯỢNG

3.4.1. Nghiên cứu khả năng xua đuổi mối của cỏ Vetiver trong phòng thí nghiệm

Kết quả thử nghiệm khả năng xua đuổi mối của cỏ Vetiver trong phòng thí nghiệm sau 5 lần lặp được trình bày ở bảng 3.18, hình 3.24 và chi tiết ở phụ lục B21.



Hình 3.24. Khả năng xua đuổi mối *Microtermes pakistanicus* của dầu cỏ Vetiver

Nguồn: Bùi Thị Thủy, 2011

Bảng 3.18. Số lượng môi *Microtermes pakistanicus* ở các phần giấy có và không thấm dịch cỏ Vetiver

Thời điểm kiểm tra (phút thứ)	Giá trị trung bình số lượng cá thể mỗi (con)			
	Giấy nhỏ dịch cỏ	Giấy nhỏ nước cát	Giấy nhỏ còn tuyệt đối	Giấy nhỏ nước cát
5	11,0	19,0	11,0	19,0
10	9,4	20,6	11,2	18,8
20	9,2	20,8	11,8	18,2
25	8,8	21,2	12,6	17,4
30	8,8	21,2	12,8	17,2
35	8,8	21,2	12,8	17,2
40	8,8	21,2	13,2	16,8
45	8,6	21,4	13,2	16,8
50	8,0	22,0	13,2	16,8
55	8,0	22,0	13,2	16,8
60	8,0	22,0	13,8	16,2
Trung bình sau 60 phút	8,9 ± 0,7	21,1 ± 0,7	12,6 ± 0,8	17,4 ± 0,8

Kết quả ở bảng 3.18 cho thấy ở không gian phần giấy thấm dịch cỏ là 8,9 con mỗi trong khi ở phần giấy nhỏ nước cát là 21,2 con mỗi. Ở đĩa đối chứng, không gian phần giấy thấm còn là 12,6 con mỗi, trong khi ở phần giấy nhỏ nước cát là 17,4 con mỗi. Như vậy kết quả cho thấy dịch cỏ có khả năng xua đuổi mỗi *Microtermes pakistanicus*. Có một số công bố dầu cỏ Vetiver có khả năng làm giảm hoạt động kiếm ăn và xua đuổi mỗi nhà *Coptotermes formosanus* (Maistrelloa *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2001; Nix *et al.*, 2006) [75], [132], [88]. Tuy nhiên loài mỗi trong các công bố là mỗi hại công trình kiến trúc, khác với loài mỗi trong nghiên cứu này.

3.4.2. Kết quả các biện pháp phòng môi cho rừng bắt đầu trồng

Qua kết quả điều tra cho thấy cây 1 năm tuổi (đặc biệt cây mới trồng) bị mối hại mạnh hơn, nên đề tài tập trung nghiên cứu biện pháp phòng môi cho cây bắt đầu trồng, gồm biện pháp hóa học, biện pháp sinh học hay biện pháp lâm sinh. Tổng số 17 công thức thí nghiệm ở mỗi địa điểm được bố trí vào năm 2010.

Hiệu quả của các biện pháp phòng môi hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng được tổng hợp ở bảng 3.19 và chi tiết ở phụ lục B44 đến B48.

Bảng 3.19. Tổng hợp hiệu quả phòng chống môi hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng của các biện pháp lâm sinh, sinh học, hóa học sau 12 tháng

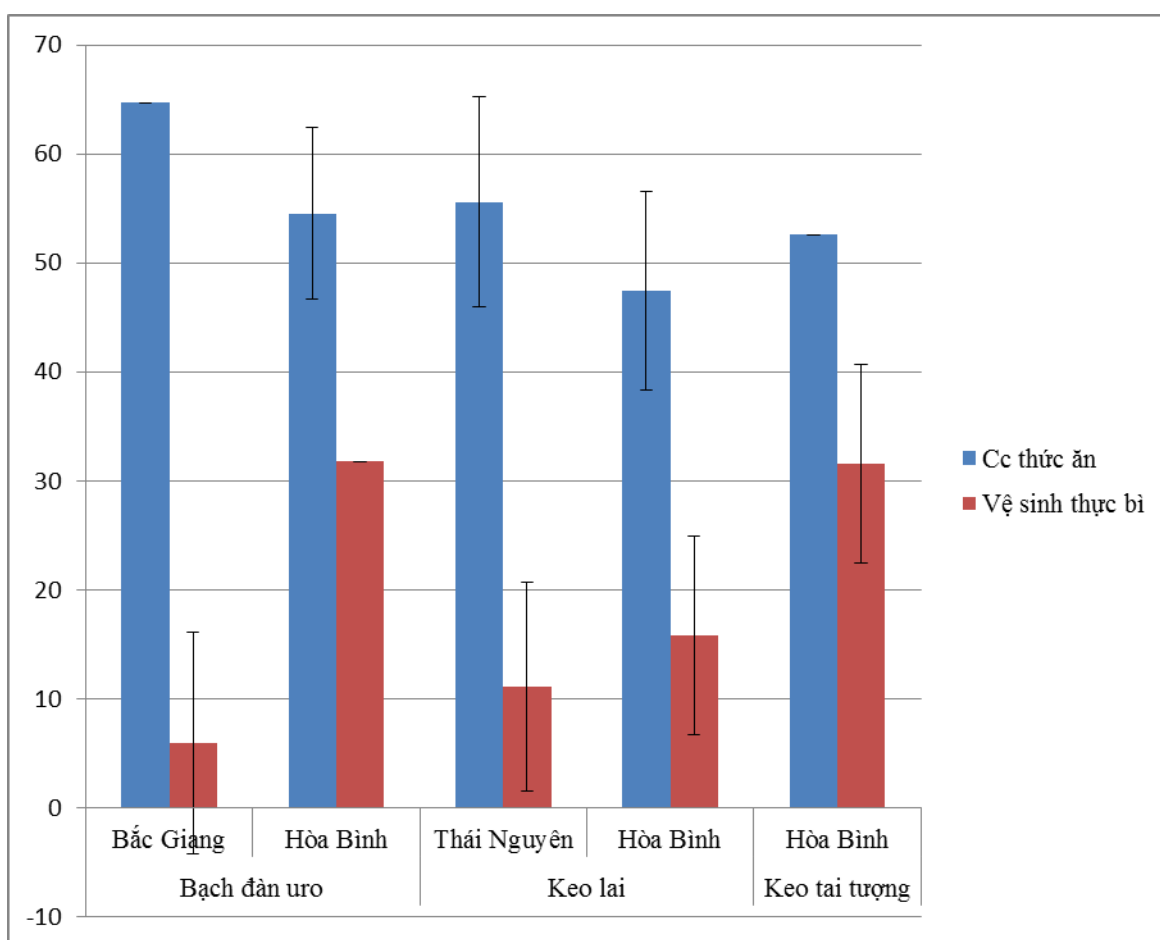
Biện pháp thử nghiệm			Tỷ lệ % cây bị mối giảm so với đối chứng				
			Bạch đàn		Keo lai		Keo tai tượng
			Bắc Giang	Hòa Bình	Thái Nguyên	Hòa Bình	Hòa Bình
Thuốc hóa học	Lenfos 50EC	0,1%	76,5	72,7	72,2	68,4	73,7
		0,2%	88,2	86,4	94,4	84,2	94,7
		0,3%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Lentrek 40EC	0,1%	82,4	72,7	72,2	68,4	73,7
		0,2%	94,1	77,3	77,8	78,9	84,2
		0,3%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Termidor 25EC	0,1%	88,2	77,3	83,3	89,5	89,5
		0,2%	100,0	90,9	100,0	94,7	100,0
		0,3%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	PMC		64,7	68,2	66,7	52,6	57,9
Lenfos 50EC	1%	70,6	77,3	77,8	84,2	84,2	
Lâm sinh	Cc thức ăn		64,7	54,5	55,6	47,4	52,6
	Vệ sinh thực bì		5,9	31,8	11,1	15,8	31,6
Chế phẩm vi sinh	Dimez		11,8	36,4	27,8	26,3	36,8
	Meta 90DP		29,4	50,0	33,3	31,6	42,1
	Meta 10DP		5,9	31,8	22,2	21,1	31,6

Kết quả theo dõi tỷ lệ cây bị mối sau 1 tháng, 6 tháng và 12 tháng tương tự nhau do mối chỉ hại giai đoạn mới trồng, hiệu quả của các biện pháp phòng mối sau 12 tháng được phân tích.

3.4.2.1. Kết quả áp dụng biện pháp lâm sinh phòng mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng năm 2010

Kết quả phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bằng biện pháp lâm sinh sau 12 tháng được trình bày ở hình 3.25.

Hiệu quả phòng mối (%)



Hình 3.25. Hiệu quả phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng của các biện pháp lâm sinh sau 12 tháng

Kết quả ở hình 3.25 cho thấy khi áp dụng biện pháp vệ sinh cho hiệu quả phòng mối thấp (chỉ giảm tỷ lệ cây bị mối nhiều nhất đến 30%). Thu dọn thực bì xung quanh gốc cây sẽ hạn chế mối từ thực bì bắc cầu vào hại cây, nhưng lại làm

mất nguồn thức ăn của mối, do đó mối xâm nhập vào cây lấy thức ăn thay thế. Rừng Bạch đàn uro và Keo tai tượng tại Hòa Bình áp dụng biện pháp vệ sinh cho hiệu quả phòng mối cao hơn so với các địa điểm còn lại (giảm tỷ lệ cây bị mối 30% so với khoảng 10%). Hiệu quả phòng mối của biện pháp vệ sinh có sự sai khác giữa các tỉnh, các loài cây là do mật độ mối, mức độ hại của mối khác nhau.

Biện pháp đào hố nhử cung cấp thức ăn cho mối cho thấy hiệu quả phòng mối tương đối tốt (giảm tỷ lệ cây bị mối 47,4 - 64,7%). Hiệu quả phòng mối của biện pháp đào hố nhử cung cấp thức ăn tương đối ổn định ở các tỉnh, các loài cây. Có một chút biến động giữa các ô thí nghiệm (thể hiện ở hình 3.25).

Trong việc phòng chống mối hại cây lâm nghiệp, không thể và không nên loại bỏ chúng hoàn toàn khỏi nơi canh tác mà cố gắng điều chuyển chúng bằng cách “xua đuổi chỗ này lôi cuốn chỗ kia” (nguyên tắc Push and Pull) để giảm nhẹ nguy cơ gây hại của chúng.

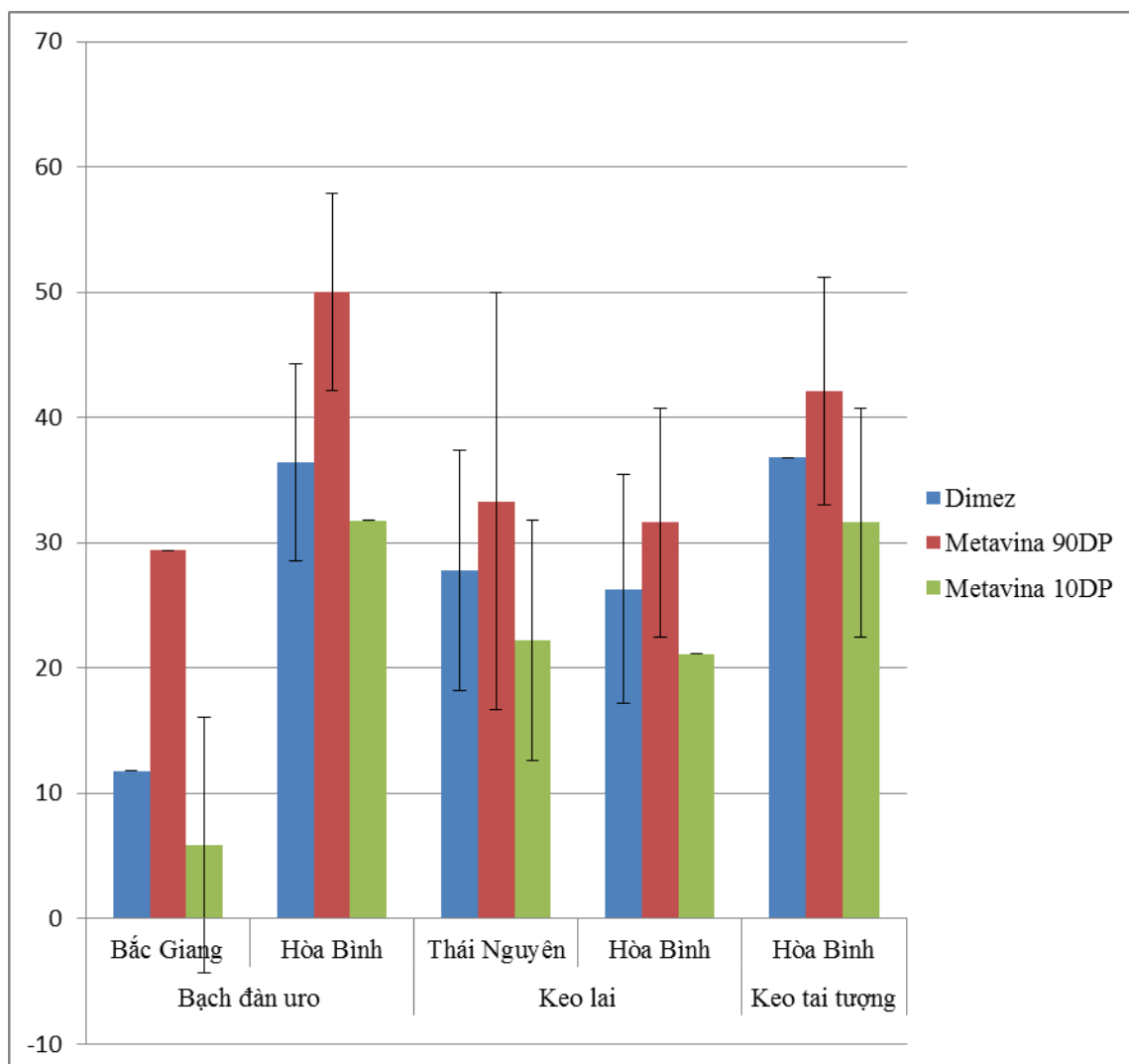
Biện pháp cung cấp thức ăn cho mối chính là một phần nửa của nguyên tắc này (phần lôi cuốn mối), hướng dẫn mối đến hố thức ăn tránh vào cây, đã làm giảm tỷ lệ cây bị mối khoảng 50%. Biện pháp này đơn giản, dễ thực hiện, vừa phòng mối lại giúp trả lại mùn cho đất góp phần quản lý rừng bền vững. Đây là tiêu chí mà Việt Nam và thế giới đang hướng tới.

Biện pháp xử lý thuốc hóa học hoặc sinh học xung quanh gốc cây chính là một phần nửa còn lại của nguyên tắc này (phần xua đuổi mối). Vậy cần xem xét hiệu quả phòng chống mối bằng biện pháp hóa học hoặc sinh học.

3.4.2.2. Kết quả áp dụng biện pháp sinh học phòng mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng năm 2010

Kết quả phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bằng biện pháp sinh học sau 12 tháng được trình bày ở hình 3.26.

Hiệu quả phòng mối (%)



Hình 3.26. Hiệu quả phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng của các biện pháp sinh học sau 12 tháng

Khi sử dụng 3 chế phẩm sinh học có nguồn gốc từ vi nấm *Metarhizium* cho hiệu quả phòng mối không cao, không ổn định phụ thuộc vào chủng nấm, nồng độ bào tử, điều kiện sinh thái của đất rừng, mật độ mối trên rừng. Hiệu quả phòng mối của biện pháp sinh học có sự sai khác giữa các tỉnh, các loài cây là do chủng nấm, nồng độ bào tử, điều kiện sinh thái của đất rừng, mật độ mối trên rừng khác nhau. Đối với chế phẩm Dimez được sản xuất từ chủng nấm của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, giảm tỷ lệ cây bị mối từ 11,8% đến 36,8%. Đối với chế phẩm

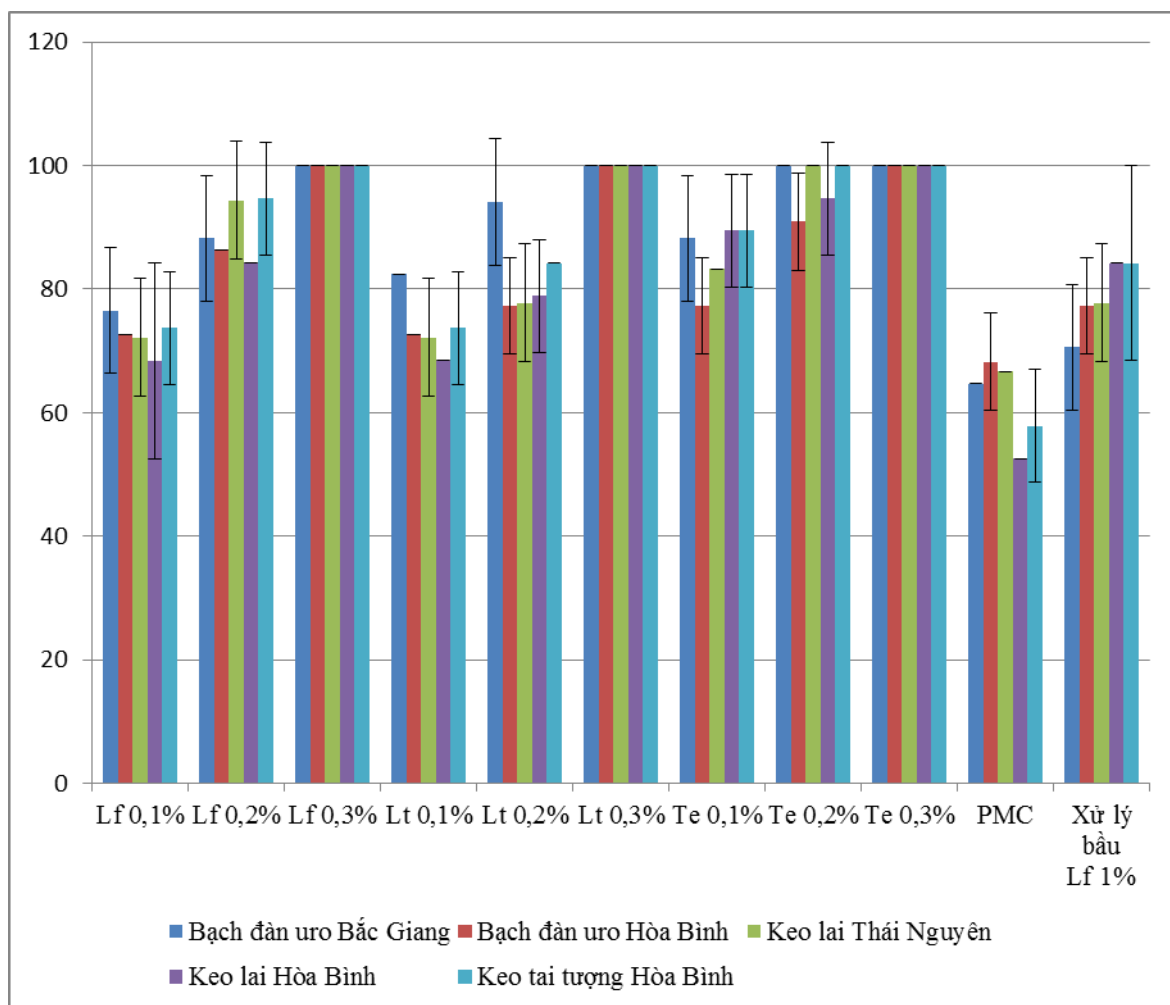
Metavina 90 DP, được sản xuất từ chủng nấm của Viện sinh thái và bảo vệ công trình, sau đó đã loại bỏ các cơ chất để thu bào tử, giảm tỷ lệ cây bị mối từ 29,4% đến 50%. Đối với chế phẩm Metavina 10 DP, được sản xuất từ chủng nấm của Viện sinh thái và bảo vệ công trình, không loại bỏ các cơ chất, giảm tỷ lệ cây bị mối từ 5,9% đến 31,8%. Như vậy sử dụng vi nấm *Metarhizium* cho hiệu quả thấp và không ổn định, chỉ duy nhất chế phẩm Metavina 90 DP là giảm tỷ lệ cây bị mối 50% đối với rừng Bạch đàn uro ở Hòa Bình. Có sự biến động lớn giữa các ô thí nghiệm (thể hiện ở hình 3.26).

Kết quả này tương tự như công bố về mối hại mía ở Brazil, khi nhúng gốc cây mía vào dung dịch bào tử *M. anisopliae* trước khi trồng, sau 2 tháng tỷ lệ cây mía bị mối hại còn 14 - 16,4 % so với đối chứng là 34 - 42% (Hussain *et al.*, 2011) [62]. Kết quả này cũng tương tự chế phẩm vi sinh Metavina 90 DP để phòng trừ mối hại cà phê ở Tây Nguyên, bằng cách trộn chế phẩm vi sinh vào đất trong hố trồng cây, tỷ lệ cây chết ở các lô thí nghiệm là 18,5% so với đối chứng là 20% (Nguyễn Tân Vương và Nguyễn Quốc Huy, 2008) [21].

3.4.2.3. Kết quả áp dụng biện pháp hóa học phòng mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng năm 2010

Kết quả phòng mối hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bằng biện pháp hóa học sau 12 tháng được trình bày ở hình 3.27.

Hiệu quả phòng môi (%)



Ghi chú: Lf: Lenfos 50EC, Lt: Lentrek 40EC, Te: Termidor 25EC

Hình 3.27. Hiệu quả phòng môi hại Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng của các biện pháp hóa học sau 12 tháng

Sử dụng các loại thuốc Termidor 25EC, Lenfos 50EC và Lentrek 40EC có hiệu quả phòng chống môi tốt cho rừng trồng Bạch đàn uro ở các tỉnh nghiên cứu, làm giảm tỷ lệ cây bị môi từ 68,4% đến 100% sau 12 tháng. Đặc biệt, sử dụng nồng độ dung dịch thuốc Termidor 25EC, Lenfos 50EC nồng độ 0,2 - 0,3% làm giảm tỷ lệ cây bị môi từ 84,2% đến 100%. Kết quả tương tự như hiệu quả phòng môi hại cà phê ở Tây Nguyên của thuốc Termidor 0,15% và Lentrek 1,5% (Nguyễn Tân Vương và Nguyễn Quốc Huy, 2008) [21].

Sử dụng thuốc dạng bột PMC 90 có ưu điểm là phương pháp xử lý đơn giản, vì không cần nước để pha thuốc cho hiệu quả phòng chống mối tương đối tốt, giảm tỷ lệ cây bị mối từ 52,6% đến 68,2%.

Phương pháp cung cấp thức ăn cho mối xử lý đơn giản, ít tốn kém cho thấy hiệu quả tương đối tốt (hình 3.25, ở trên), tương đương phương pháp sử dụng thuốc bột PMC.

Phương pháp nhúng hoặc tưới bầu cây bằng dung dịch thuốc Lenfos 50EC 1% cho hiệu quả phòng mối tốt, giảm tỷ lệ cây bị mối từ 70,6% đến 84,2%.

Sử dụng các biện pháp hóa học phòng chống mối cho hiệu lực ổn định, ít biến động giữa các ô thí nghiệm (thể hiện ở hình 3.27).

Phương pháp xử lý bầu cây đã được một số tác giả khuyến cáo sử dụng để phòng mối hại bạch đàn. Ở Ấn Độ, trước khi đem cây đi trồng, người ta sử dụng 1 lít Aldrin 30EC hoặc 1,25 lít Heptachlor 20EC pha loãng với 125 lít nước tưới cho 2500 cây, mỗi cây 50ml dung dịch thuốc đã pha. Kết quả thử nghiệm ở hiện trường cho thấy tỷ lệ cây bị mối 0-5% (Nair and Varma, 1981) [85]. Ở Việt Nam trước đây thường sử dụng thuốc độc tính cao, tồn dư lâu. Xử lý đất vườn ươm bằng thuốc DDT hoặc HCH; khi mang cây đi trồng tưới bầu cây bằng dung dịch thuốc DDT, HCH 4 - 5%. Đối với cây bạch đàn đã lớn, cần khơi đất xung quanh cổ rễ cây rồi tưới nửa lít nước phân trộn HCH với nồng độ 5 - 6% (Nguyễn Đức Khâm, 1985) [8]. Sử dụng 250 ml thuốc Aldrex pha vào 24 lít nước, tưới cho 3000 cây con sau khi cấy giống 1 tuần; phun lại thuốc vào cuối tuần thứ hai và phun lại lần nữa vào tuần thứ 3 cũng nồng độ như trên (Đào Xuân Trường, 1992) [17]. Loại thuốc này hiện đã cấm sử dụng.

Từ các kết quả khảo sát nêu trên, có thể nhận thấy, biện pháp vệ sinh như khuyến cáo hiện nay cho hiệu quả phòng mối thấp. Khi sử dụng 3 loại chế phẩm sinh học có nguồn gốc từ vi nấm *Metarhizium* (Dimez, Metavina 10 DP và Metavina 90 DP) cho hiệu quả phòng mối không cao.

Phương pháp tưới thuốc xung quanh gốc cây cho thấy có hiệu quả phòng mối cao. Tuy nhiên nếu áp dụng triển khai diện rộng sẽ gặp khó khăn do diện tích

trồng rừng trong thực tế chủ yếu tại những vùng cao, xa nguồn nước, việc mang nước lên đồi rất vất vả và phải cần nhiều nhân công để xử lý thuốc. Để giảm sức lao động có thể sử dụng máy bơm nước, nhưng chi phí đầu tư lớn.

Phương pháp tưới hoặc nhúng bầu cây trước khi đem trồng cũng cho thấy triển vọng tốt. Phương pháp này ưu việt hơn phương pháp tưới thuốc xung quanh cây mới trồng ở rừng, do tiến hành thuận tiện, xử lý nhiều cây cùng lúc, giảm lượng thuốc sử dụng do đó giảm nhân công và giảm giá thành. Để nâng cao hiệu quả của phương pháp này cần kết hợp với biện pháp khác hoặc kết hợp xử lý kép và cần triển khai trên diện rộng trước khi ứng dụng vào thực tế.

Như vậy, qua kết quả thử nghiệm cho thấy:

- Trong tổng số 17 công thức thử nghiệm có 10 công thức cho kết quả khả quan, hiệu quả phòng mối trên 70%, có nghĩa là giảm trên 70% khả năng mối xâm hại cây so với đối chứng. Vấn đề còn lại ở đây là việc xem xét giá thành ở các công thức thử nghiệm và điều kiện lập địa phù hợp để áp dụng công thức nào hợp lý.

- Cũng trong tổng số 17 công thức thử nghiệm đã xác định có 5 công thức ít có khả năng hạn chế mối xâm nhiễm vào cây. Đó là biện pháp vệ sinh thực bì, sử dụng chế phẩm vi sinh Dimez, Metavina 90DP, Metavina 10DP, đối chứng. Có 2 công thức (cung cấp thức ăn, PMC) giảm tỷ lệ cây bị mối trên 50%, nên áp dụng các biện pháp khác bổ sung để đảm bảo hiệu quả tốt.

Mặc dù việc sử dụng hóa chất có hiệu quả phòng mối cao, đáp ứng được nhu cầu phòng chống mối của người dân, làm giảm chi phí về nhân công và cây giống cho việc trồng dặm, nhưng trong thực tế nếu sử dụng với khối lượng nhiều trên diện rộng sẽ gây ô nhiễm môi trường. Do vậy, để đảm bảo hiệu quả kỹ thuật, kinh tế và môi trường, trong xử lý phòng mối gây hại rừng trồng bạch đàn và keo cần phối hợp các biện pháp cung cấp thức ăn cho mối và xử lý thuốc hóa học xung quanh gốc cây theo nguyên tắc “xua đuổi chỗ này lôi cuốn chỗ kia”, xây dựng thành biện pháp quản lý mối tổng hợp (ITM) như đang áp dụng phòng trừ các loài sinh vật gây hại khác trong nông, lâm nghiệp. Thực tế cho thấy không thể và không nên tiêu diệt hết mối hại ở rừng, vì diện tích quá rộng lớn và mối còn có vai trò quan

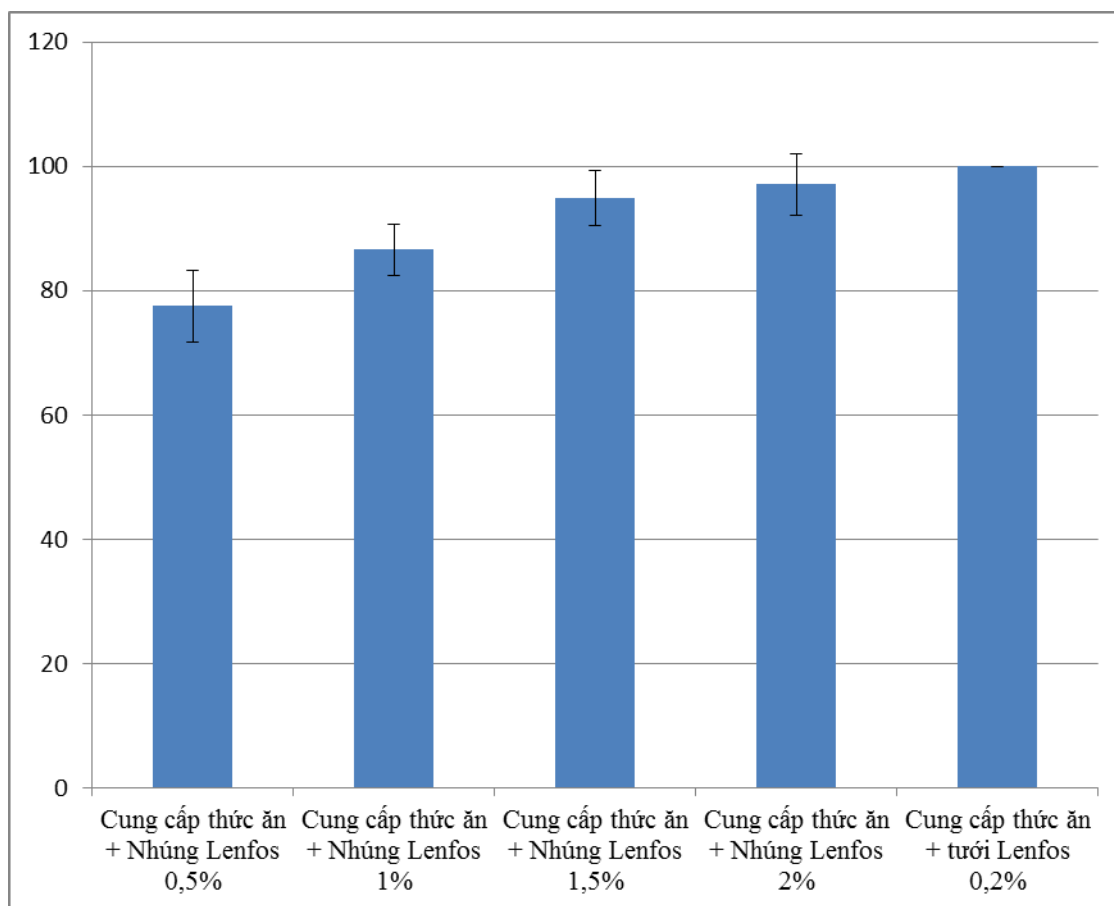
trọng trong chu trình vật chất, chuyển hoá tàn dư thực vật trả lại độ mùn cho đất, có lợi cho việc cân bằng sinh thái rừng.

3.4.3. Kết quả biện pháp phòng chống mối cho rừng mới trồng đang bị hại

Qua điều tra cho thấy rừng trồng luân kỳ đầu mới chuyển đổi từ rừng tự nhiên bị mối hại rất mạnh. Thí nghiệm được bố trí tại đồi Xóm Còi, xã Mãn Đức, huyện Tân Lạc, Hòa Bình, năm 2014. Tại đồi này tỷ lệ cây chết do mối là 70%, đã trồng dặm lại lần 2 vẫn bị mối gây chết khoảng 40%.

Kết quả bố trí 3 công thức xử lý bầu cây (nồng độ) và 1 công thức tưới thuốc được trình bày ở hình 3.28 và chi tiết ở phụ lục B49.

Hiệu quả phòng chống mối (%)



Hình 3.28. Hiệu quả của các biện pháp phòng chống mối hại Keo tai tượng ở Hòa Bình sau 3 tháng

Như vậy biện pháp cung cấp thức ăn và nhúng bầu cây chuẩn bị trồng dặm (thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,5%, 1%, 1,5%, 2%) đồng thời tưới thuốc cho các cây còn lại trên rừng (thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2%) có hiệu quả cao phòng chống mối. Trước khi xử lý số cây bị mối trung bình 11,3- 12,3 cây, sau khi xử lý chỉ còn trung bình 0,3-2,7 cây bị mối (giảm tỷ lệ cây bị mối từ 77,5 - 97,1%). Tuy nhiên nếu nhúng cây vào dung dịch Lenfos 50 EC nồng độ cao (2%) thì tỷ lệ cây chết do nguyên nhân khác cao (có thể do nồng độ cao quá làm cây bị chết khô nhiều, tỷ lệ cây bị chết 20%) (Phụ lục B49).

Biện pháp cung cấp thức ăn và tưới dung dịch thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2% (cả cây trồng dặm và cây còn lại trên rừng) cho hiệu quả tốt phòng chống mối hại (giảm tỷ lệ cây bị mối 100%). Trong thực tế, để tiện theo dõi nên chọn phương pháp tưới cả cây đã trồng và cây trồng dặm bằng dung dịch thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2%.

3.4.4. Đề xuất biện pháp phòng chống mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng

3.4.4.1. Sơ bộ tính toán hiệu quả kinh tế của biện pháp phòng chống mối

Kết quả nghiên cứu các biện pháp phòng chống mối cho thấy một số công thức có hiệu quả cao. Cần tính toán rừng không phòng mối có giảm trữ lượng rừng, giảm thu nhập so với rừng có phòng mối hay không và năng suất bị mất có lớn hơn chi phí phòng chống mối không.

** Trữ lượng rừng của lô có và không xử lý phòng mối (lô đối chứng)*

Trên cơ sở nghiên cứu các biện pháp phòng mối, đề tài đã kết hợp cung cấp thức ăn cho mối và tưới thuốc phòng mối ở Bắc Giang, Phú Thọ, Hòa Bình, diện tích mỗi địa điểm 500m². Thời điểm xử lý biện pháp phòng mối là năm 2011. Lô đối chứng không tiến hành các biện pháp phòng mối. Không trồng dặm các cây bị chết do mối. Theo dõi cây. Sau 1 tháng tỷ lệ cây bị mối ở lô đối chứng như sau: lô Bạch đàn uro ở Bắc Giang là 20,9%, lô Keo lai ở Phú Thọ là 20,4%, lô Keo tai tượng ở Hòa Bình là 28,1%.

Đến tháng 10 năm 2014 đánh giá sinh trưởng và trữ lượng rừng ở các lô có và không xử lý phòng mối. Kết quả sinh trưởng và trữ lượng rừng được trình bày ở bảng 3.20 và chi tiết ở phụ lục B22, B23, B24, B25, B26, B27.

Bảng 3.20 Trữ lượng rừng của lô có và không xử lý phòng môi

Loài cây	Địa điểm	Số tháng tuổi (tháng)	Lô xử lý thuốc				Lô đối chứng					Chênh lệch		
			Hvn (m)	D _{1.3} (cm)	N (cây/ha)	M (m ³ /ha)	Tỷ lệ cây bị mối (%)	Hvn (m)	D _{1.3} (cm)	N (cây/ha)	M (m ³ /ha)	% bị mất	Giá tiền 1 ha (triệu đồng)	Thành tiền (triệu đồng)
Bạch đàn uro	Bắc Giang	42	12,3 ±0,7	12,1 ±1,3	1.065	76,1	20,9	12,6 ±0,7	12,2 ±1,0	846	62,7	17,7	80	14,2
Keo lai	Phú Thọ	43	10,1 ±0,5	9,5 ±0,7	1.566	56,3	20,4	10,3 ±0,7	10,0 ±1,0	1.240	50,0	11,2	46	5,2
Keo tai tượng	Hòa Bình	36	7,3 ±1,0	8,2 ±1,8	1.375	28,7	28,3	7,7 ±1,0	8,9 ±2,0	978	24,6	14,4	40	5,8

Ghi chú: Hvn: Chiều cao vút ngọn, D_{1.3}: Đường kính ngang ngực, N: tổng số cây, M: Trữ lượng rừng.

Rừng Bạch đàn uro ở Bắc Giang mật độ trồng 1.100 cây/ha, khi mới trồng lô không xử lý thuốc bị mối 20,9%. Cây Bạch đàn uro sinh trưởng rất tốt. Mật độ cây thưa nên lô đối chứng và lô thí nghiệm có tốc độ sinh trưởng tương tự nhau nhưng số cây khác nhau nên sản lượng khác nhau. Sau 42 tháng ở lô rừng xử lý thuốc có 1.065 cây sống, đạt sản lượng 76,1 m³/ha, lô không xử lý thuốc có 846 cây sống, đạt sản lượng 62,7 m³/ha (giảm 17,7%). Thu nhập từ 1 hecta gỗ Bạch đàn uro ở Bắc Giang khoảng 80 triệu đồng, nếu giả sử tỷ lệ giảm 17,7% giữ nguyên đến khi cây khai thác như vậy sẽ mất 14,2 triệu đồng.

Rừng Keo lai ở Phú Thọ mật độ trồng 1.660 cây/ha, khi mới trồng lô không xử lý thuốc bị mối 20,4%. Cây sinh trưởng tốt, sau 43 tháng, ở lô rừng xử lý thuốc có 1.566 cây sống, đạt sản lượng 56,3 m³/ha, lô không xử lý thuốc có 1.240 cây sống, đạt sản lượng 50,0 m³/ha (giảm 11,2%). Thu nhập từ 1 hecta gỗ Keo lai ở Phú Thọ khoảng 46 triệu đồng, nếu giả sử tỷ lệ giảm 11,2% giữ nguyên đến khi cây khai thác thì sẽ mất 5,2 triệu đồng.

Rừng Keo tai tượng ở Hòa Bình mật độ trồng 1.660 cây/ha, khi mới trồng lô không xử lý thuốc bị mối 28,1%. Cây sinh trưởng rất kém, bị chết do các nguyên nhân khác cũng nhiều (khoảng 16%). Sau 36 tháng, ở lô rừng xử lý thuốc có 1.375 cây sống, đạt sản lượng 28,7 m³/ha, lô không xử lý thuốc có 978 cây sống, đạt sản lượng 24,6 m³/ha (giảm 14,4%). Thu nhập từ 1 hecta gỗ Keo tai tượng ở Hòa Bình khoảng 40 triệu đồng, nếu giả sử tỷ lệ giảm 14,4% giữ nguyên đến khi cây khai thác thì sẽ mất 5,8 triệu đồng.

Như vậy đối với cả 3 loài cây, ở 3 tỉnh khác nhau, lô rừng bị mối hại đều bị giảm năng suất và giảm thu nhập so với lô được xử lý phòng chống mối.

** Chi phí trồng dặm*

- Nếu tỷ lệ chết do mối $\geq 15\%$ thì rừng 1 năm tuổi không được nghiệm thu (QĐ số 06/QĐ-BNN) [23]. Vì vậy với tỷ lệ cây bị chết 20,9%; 20,4%; 28,1% như ở các lô thí nghiệm thì đều phải trồng dặm.

- Công trồng dặm: Với cự ly đi trồng 4 đến 5 km, cỡ bầu nhỏ hơn 0,5 kg, định mức 81 cây/công (QĐ số 38/QĐ-BNN) [24].

- Giá cây 500 đ/cây.

- Giá nhân công 100.000đ/công.

Chi phí trồng dặm rừng trồng tại các địa điểm nghiên cứu được trình bày ở bảng 3.21.

Bảng 3.21 Chi phí trồng dặm rừng Bạch đàn uro ở Bắc Giang, Keo lai ở Phú Thọ và Keo tai tượng ở Hòa Bình

Địa điểm	Loài cây	Mật độ	Tỷ lệ bị mỗi (%)	Trồng dặm 1 lần					Trồng dặm 2 lần
				Số công	Đơn giá (nghìn đồng)	Cây giống	Đơn giá (nghìn đồng)	Thành tiền (nghìn đồng)	Thành tiền (nghìn đồng)
Bắc Giang	Bạch đàn uro	1.100	20,9	3	100	230	0,5	415	830
Phú Thọ	Keo lai	1.660	20,4	4	100	339	0,5	570	1.140
Hòa Bình	Keo tai tượng	1.660	28,1	6	100	467	0,5	833	1.666

Tuy việc trồng dặm chi phí nhỏ hơn so với phần năng suất bị mất, nhưng việc trồng dặm phải được tiến hành trong vòng vài tháng đầu, nếu để muộn sẽ qua mùa mưa, tỷ lệ cây sống thấp. Sang năm thứ 2 không trồng dặm được nữa vì bị các cây trồng trước che hết ánh sáng, cây không phát triển được. Hơn nữa nhiều trường hợp trồng dặm sau 2 lần vẫn bị mối gây hại 40% (như ở rừng Keo tai tượng luân kỳ đầu ở Hòa Bình, kết quả phần 3.3.3).

Vấn đề đặt ra là cần tính toán xem số tiền bị mất năng suất do mối có tương đương với số tiền bỏ ra để phòng mối hay không. Như vậy cần tính chi phí phòng mối.

** Chi phí phòng mối*

* Các chi phí nhân công và vật tư phòng mối cho rừng bắt đầu trồng (mật độ trồng từ 1.100 – 1.660 cây/ha)

Giá thuốc Lenfos: 400.000 đ/ lít. Đơn giá nhân công: 100.000đ/công.

- Tác động về kỹ thuật lâm sinh:

+ Vệ sinh thực địa: dọn bỏ tàn dư thực vật trước khi trồng rừng: 2 công/ ha.

+ Thiết lập các hố nhử mối, kiểm tra mối tại hiện trường: 2 công/ha.

- Tác động xử lý thuốc phòng mối:

+ Lượng thuốc Lenfos: 0,5 lít/ha

+ Công xử lý thuốc: 1 công /ha

+ Kiểm tra, theo dõi: 2 công/ ha

Tổng số tiền chi phí phòng mối cho rừng bắt đầu trồng:

7 công x 100.000 đ + 0,5 lít thuốc x 400.000đ = 900.000 đồng/ha.

* Các chi phí nhân công và vật tư phòng chống mối cho rừng mới trồng đang bị hại (mật độ trồng từ 1.300 – 1660 cây/ha)

- Tác động về kỹ thuật lâm sinh:

+ Vệ sinh thực địa: dọn bỏ tàn dư thực vật trước khi trồng rừng: 2 công/ ha.

+ Thiết lập các hồ nhử mối, kiểm tra mối tại hiện trường: 2 công/ha.

- Tác động xử lý thuốc chống mối

+ Lượng thuốc Lenfos: khoảng 3 lít/ha (theo mật độ trồng rừng)

+ Công xử lý thuốc: 2 công /ha

+ Kiểm tra, theo dõi: 2 công/ ha.

- Xử lý lần 2 (xử lý kép)

+ Lượng thuốc Lenfos: khoảng 3 lít/ha (theo mật độ trồng rừng)

+ Công xử lý thuốc: 2 công /ha

+ Kiểm tra, theo dõi: 2 công/ ha.

Tổng số tiền chi phí phòng chống mối cho rừng đang bị hại:

12 công x 100.000đ + 6 lít thuốc x 400.000đ = 3.600.000 đồng/ha.

Như vậy chi phí phòng mối cho rừng bắt đầu trồng là 900.000 đồng, chi phí phòng chống mối cho rừng đang bị hại là 3.600.000 đồng (đối với cả 3 loài cây). Đối chiếu với bảng 3.20 cho thấy, chi phí phòng mối thấp hơn so với số tiền bị mất do mối hại (14,2 triệu đồng; 5,2 triệu đồng; 5,8 triệu đồng, tương ứng với rừng Bạch đàn uro ở Bắc Giang, Keo lai ở Phú Thọ, Keo tai tượng ở Hòa Bình). Vậy việc giảm năng suất 17,7% (đối với rừng Bạch đàn uro ở Bắc Giang), 11,2% (đối với rừng Keo lai ở Phú Thọ), 14,4 % (đối với rừng Keo tai tượng ở Hòa Bình) có ảnh hưởng đến kinh tế.

Việc xử lý phòng mối cho cây bắt đầu trồng mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn so xử lý khi cây đã bị hại. Vì vậy cần giám sát hoạt động của mối để có phương án phòng mối thích hợp cho từng khu rừng cụ thể.

3.4.4.2. Đề xuất biện pháp phòng chống mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng

Từ các kết quả nghiên cứu về các loài mối gây hại cũng như kết quả thử nghiệm các biện pháp phòng chống mối, chúng tôi nhận thấy cần quan tâm phòng chống mối cho:

- Rừng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bắt đầu trồng, luân kỳ đầu;
- Rừng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bắt đầu trồng, luân kỳ sau;
- Rừng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng đang bị hại.

** Đề xuất biện pháp phòng chống mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bắt đầu trồng, luân kỳ đầu*

Đối với rừng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bắt đầu trồng luân kỳ đầu cần lưu ý thực hiện các biện pháp phòng mối. Các bước thực hiện gồm:

+ Đào các hố nhử mối (kết hợp với khâu chuẩn bị đất trồng), kích thước hố 30 x 25x 20cm, 50 hố/ha. Thu dọn thực bì, cành lá xung quanh gốc cây xếp chặt và đầy vào các hố nhử để xua đuổi mối ra khỏi cây.

+ Kỹ thuật trồng: Lựa chọn cây giống khỏe, đủ tiêu chuẩn. Trồng đúng thời vụ, cung cấp dinh dưỡng đầy đủ để cây phát triển tốt, tăng sức đề kháng của cây.

+ Chăm sóc: đảm bảo kỹ thuật; khi tỉa cành tránh làm tổn thương cơ giới phần thân cây để hạn chế mối xâm nhập.

+ Xử lý thuốc: Nhúng hoặc tưới bầu cây chuẩn bị trồng vào dung dịch thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 1%-1,5% (2 lít thuốc đã pha nhúng 100 bầu cây). Khi trồng cây, xé túi bầu ở phần dưới, phần phía trên để 2-3 cm nhô lên mặt đất. Có thể sử dụng thuốc Lenfos 50 EC 0,2% tưới xung quanh gốc cây mới trồng. Sau 2 tuần tưới bổ sung thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2% vào gốc cây với liều lượng 1 lít dung dịch thuốc đã pha/gốc.

** Đề xuất biện pháp phòng chống mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bắt đầu trồng, luân kỳ sau*

Đối với rừng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng bắt đầu trồng luân kỳ sau, cần theo dõi giám sát các hoạt động của mối. Các bước thực hiện gồm: Đào các hố nhử mối (kết hợp với khâu chuẩn bị đất trồng), kích thước hố 30 x 25x 20cm, 50 hố/ha. Thu dọn thực bì, cành lá xung quanh gốc cây xếp chặt và đầy vào các hố nhử

để lõi cuốn mối, tránh mối vào gốc cây. Hàng tháng theo dõi sự sinh trưởng của cây và mật độ mối trên hiện trường để có biện pháp xử lý kịp thời.

** Đề xuất biện pháp phòng chống mối gây hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng mới trồng đang bị hại*

Qua sơ bộ tính toán hiệu quả kinh tế cho thấy, đối với rừng Bạch đàn uro mới trồng ở Bắc Giang bị mối hại 20,9%, rừng Keo lai ở Thái Nguyên bị mối hại 20,4%, rừng Keo tai tượng ở Hòa Bình bị mối hại 28,1% đã ảnh hưởng đến kinh tế, cần tiến hành ngay các biện pháp phòng chống mối. Các bước thực hiện gồm:

+ Đào các hố nhử mối (kết hợp với khâu chuẩn bị đất trồng), kích thước hố 30 x 25x 20cm, 50 hố/ha. Thu dọn thực bì, cành lá xung quanh gốc cây xếp chặt và đầy vào các hố nhử để lõi cuốn mối, tránh mối vào cây.

+ Chăm sóc: đảm bảo kỹ thuật; khi tỉa cành tránh làm tổn thương cơ giới phần thân cây để hạn chế mối tấn công.

+ Xử lý thuốc: tưới thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2% xung quanh gốc cây đã trồng và cây trồng dặm. Sau 2 tuần tưới bổ sung thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2% xung quanh gốc cây với liều lượng 1 lít dung dịch thuốc đã pha/gốc.

Chú ý: Đối với cây giống nhân bằng hom hoặc nuôi cây mô nên áp dụng biện pháp tưới thuốc xung quanh gốc cây mới trồng. Đối với cây giống nhân bằng hạt, rừng xa nguồn nước nên áp dụng biện pháp nhúng hoặc tưới bầu cây.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu được trình bày trong chương 3, một số kết luận được rút ra như sau:

1. Đã xác định được thành phần loài mối ở rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng ở 4 tỉnh miền Bắc Việt Nam (Hòa Bình, Bắc Giang, Phú Thọ và Thái Nguyên) gồm 19 loài thuộc 9 giống của 2 họ mối Termitidae và Rhinotermitidae, trong đó có 8 loài hại cây. Kết quả điều tra đã bổ sung cho Hòa Bình và Thái Nguyên 5 loài mới, cho Bắc Giang 3 loài và cho Phú Thọ 1 loài.

2. Tỷ lệ cây bị hại và mức độ bị hại đối với Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng cao nhất ở năm thứ nhất (tỷ lệ cây bị hại 21,7%-32,0%, 15,7%-21,9%, 25,8% và mức độ bị hại 20,0%-29,6%, 12,3%-20,6%, 22,4% một cách tương ứng). Sang năm thứ 2, năm thứ 3 các chỉ số này giảm hẳn (chỉ còn 1/2 - 1/4 so với năm 1). Xác định được 3 loài mối gây hại chính cho rừng Bạch đàn uro, Keo lai, Keo tai tượng là *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus*.

3. Mối hại rừng trồng luân kỳ đầu mạnh hơn so với luân kỳ sau và hại cây Bạch đàn mạnh hơn so với cây Keo tai tượng. Đối với rừng Keo tai tượng luân kỳ đầu có tỷ lệ cây bị hại 40,6%, mức độ bị hại 37,1% so với rừng luân kỳ sau các chỉ số tương ứng là 25,8% và 22,4%. Đối với rừng Bạch đàn uro luân kỳ đầu và luân kỳ sau có các chỉ số tương ứng là 52,7% và 51,8% so với 36,1% và 34,6%.

4. Nhóm mối thợ lớn giữ nhiệm vụ kiếm ăn chính trong đàn mối kiếm ăn của 3 loài (chiếm 56,9% đến 80,9%). Cành lá keo phủ cỏ guột là thức ăn phù hợp, với tỷ lệ mối vào hộp như 86,7%; hao hụt khối lượng thức ăn 54,7%. Độ sâu 10-30 cm phù hợp như 3 loài mới. Đây là cơ sở cho giải pháp tập trung mối để phòng chống.

5. Đối với rừng bắt đầu trồng, sử dụng biện pháp vệ sinh và sinh học đơn thuần cho hiệu quả phòng mối thấp (giảm tỷ lệ cây bị mối từ 10% đến 50%); tưới thuốc hóa học Lenfos 50 EC, Termidor 25 EC ở nồng độ 0,2 - 0,3% xung quanh hố trồng cây cho hiệu quả phòng mối tốt (giảm tỷ lệ cây bị mối khoảng 90%); nhúng (hoặc tưới) bầu cây bằng dung dịch thuốc Lenfos 50 EC cho hiệu quả tương đối tốt (giảm tỷ lệ cây bị mối từ 70,6% đến 84,2%). Đặc biệt sử dụng biện pháp đào hố như cung cấp

thức ăn có sẵn trên rừng, theo hướng quản lý rừng bền vững, đã làm giảm tỷ lệ cây bị mối trên 50%.

6. Biện pháp khả thi trong phòng chống mối cho rừng đang bị hại là sử dụng kết hợp biện pháp đào hố nhử cung cấp thức ăn kết hợp tưới thuốc Lenfos 50 EC nồng độ 0,2% cho cây đã trồng và cây trồng dặm. Xử lý kếp sau 2 tuần. Việc xử lý phòng mối cho cây bắt đầu trồng mang lại hiệu quả cao hơn xử lý khi cây đã bị hại.

KIẾN NGHỊ

Để mở rộng và hoàn thiện một số vấn đề liên quan đến mối gây hại cây lâm nghiệp, trước tiên là bạch đàn và keo và biện pháp phòng chống mối, chúng tôi thấy cần tiếp tục nghiên cứu:

- Mở rộng vùng nghiên cứu để xác minh rõ hơn mối quan hệ giữa mức độ gây hại của mối với điều kiện rừng trồng luân kỳ đầu và luân kỳ sau.

- Trên cơ sở các biện pháp đã thử nghiệm, nghiên cứu để xây dựng quy trình kỹ thuật phòng chống mối hại rừng trồng bạch đàn, keo.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Nguyễn Thị Bích Ngọc, Bùi Thị Thủy (2012), “Đa dạng thành phần loài mối (Isoptera) tại rừng trồng Bạch đàn uro (Bạch đàn nâu) (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.), Keo lai và Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd) ở Việt Nam”, *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT* (5), tr. 27-32.
2. Nguyễn Thị Bích Ngọc, Bùi Thị Thủy (2012), “Nghiên cứu biện pháp quản lý tổng hợp mối hại rừng trồng Bạch đàn uro, Keo lai và Keo tai tượng tại các vùng trọng điểm của Việt Nam”, *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT* (21), tr. 76-80.
3. Nguyễn Thị Bích Ngọc, Bùi Thị Thủy (2012), “Nghiên cứu các biện pháp phòng trừ mối hại rừng trồng bạch đàn và keo”, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp* (1), tr. 2177-2182.
4. Nguyễn Thị Bích Ngọc, Bùi Thị Thủy (2012), “Studies on termite (Isoptera) living in *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake and *Acacia* spp. plantations in Vietnam”, *Proceeding of the 9th Pacific-Rim Termite Research Group Conference Hanoi, Vietnam*, pp. 162-168.
5. Bùi Thị Thủy (2014), “Nghiên cứu về tỷ lệ đẳng cấp, loại thức ăn phù hợp và độ sâu nhử mối *Macrotermes annandalei*, *Macrotermes barneyi* và *Microtermes pakistanicus* làm cơ sở cho biện pháp phòng chống”, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp* (4), tr. 3550-3556.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Văn Bích (1996), “Điều tra tình hình sâu bệnh hại rừng trồng ở Việt Nam”. *Kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ Lâm nghiệp 1991 – 1995*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, tr. 300-303.
2. Tạ Kim Chính, 1996, *Tuyển chọn một số chủng vi nấm diệt côn trùng gây hại ở Việt Nam và khả năng ứng dụng*, Luận án PTS khoa học sinh học tr.48, 71, 76-79, 89, 100-101.
3. Trịnh Văn Hạnh (2008), *Nghiên cứu phòng trừ mối hại cây công nghiệp (cà phê, cao su) và công trình thủy lợi ở các tỉnh Tây Nguyên*, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.
4. Hà Văn Hoạch (1996), “Sâu bệnh hại rừng trồng vùng Đông Bắc”, *Kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ Lâm nghiệp 1991 – 1995*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, tr. 303-306.
5. Nguyễn Quốc Huy (2011), *Nghiên cứu mối vùng Tây Nguyên và đề xuất biện pháp phòng trừ loài hại chính*. Luận án tiến sỹ sinh học, Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Lê Đình Khả, 1999, *Nghiên cứu sử dụng giống lai tự nhiên giữa Keo tai tượng và keo lá tram ở Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
7. Nguyễn Đức Khảm (1976), *Mối miền Bắc Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 218 tr.
8. Nguyễn Đức Khảm, Vũ Văn Tuyền (1985), *Mối và kỹ thuật phòng chống mối*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, tr. 174 – 196.
9. Nguyễn Đức Khảm, Nguyễn Tân Vương, Trịnh Văn Hạnh, Nguyễn Văn Quảng, Lê Văn Triền, Nguyễn Thúy Hiền, Vũ Văn Nghiê, Ngô Trường Sơn, Võ Thu Hiền (2007). *Động vật chí Việt Nam - Bộ cánh đều - Isoptera*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 303tr.
10. Nguyễn Thế Nhã, Trần Công Loanh, Trần Văn Mão (2001), *Điều tra dự tính dự báo sâu bệnh trong lâm nghiệp*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, tr. 26.

11. Nguyễn Văn Quảng (2002), “Thành phần loài khu hệ mối Việt Nam”, *Báo cáo khoa học hội nghị côn trùng học toàn quốc (lần thứ 4)*, NXB nông nghiệp, tr. 225 – 228.
12. Nguyễn Văn Quảng (2003), *Nghiên cứu thành phần, phân bố của mối Macrotermes (Isoptera : Termitidae) và đặc điểm sinh học, sinh thái học của loài Macrotermes annandalei (Silvestri) ở miền Bắc Việt Nam*, Luận án tiến sỹ Sinh học. Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
13. Nguyễn Văn Quảng, Nguyễn Tân Vương, Bùi Công Hiền, Trịnh Văn Hạnh, Nguyễn Thị My (2007), “Dẫn liệu về sự gây hại của mối đối với cây cao su, cà phê và ca cao ở Tây Nguyên”, *Tạp chí NN &PTNT* (11+12), tr.132-135.
14. Nguyễn Chí Thanh, Nguyễn Thị Bích Ngọc, Hà Thị Thạo (1995), “Phòng chống mối cho cây chè mới trồng”, *Kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ Lâm nghiệp giai đoạn 1996 – 2000*, tr. 90-92.
15. Phạm Quang Thu (2009), *Bệnh cây học*, Nhà xuất bản nông nghiệp.
16. Bùi Thị Thủy (2007), *Bước đầu nghiên cứu sử dụng 3 chủng vi nấm Metarhizium để diệt mối hại cây con lâm nghiệp*. Luận văn thạc sỹ sinh học. Trường Đại học sư phạm Hà Nội.
17. Đào Xuân Trường (1992), “Chống mối bạch đàn trong vườn ươm”, *Tạp chí lâm nghiệp* (3), tr. 28.
18. Vũ Văn Tuyên (1999), *Kết quả bước đầu nghiên cứu xử lý mối hại cây cà phê*, Báo cáo đề tài 48-09-08-04 cấp Viện.
19. Nguyễn Tân Vương (1997), *Mối Macrotermes (Termitidae, Isoptera) ở miền Nam Việt Nam và biện pháp phòng trừ*, Luận án Phó tiến sỹ Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
20. Nguyễn Tân Vương, Nguyễn Thúy Hiền, Nguyễn Thị My, Ngô Trường Sơn, Nguyễn Quốc Huy (2007), “Thành phần loài mối trong sinh cảnh cây cao su, cà phê, ca cao ở các tỉnh Tây Nguyên”, *Tạp chí NN &PTNT* (11+12), tr. 151-153.
21. Nguyễn Tân Vương, Nguyễn Quốc Huy, 2008, “Nghiên cứu phòng trừ mối (Isoptera) hại cây trồng ở Tây Nguyên”, *Hội nghị côn trùng học toàn quốc lần thứ 6*, tr.1112 – 1117.

22. Quyết định số 3322/ QĐ- BNN-TCLN ngày 28/7/2014 về việc công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2013.
23. QĐ số 06/QĐ-BNN ngày 24/01/2005 về việc ban hành Quy định nghiệm thu trồng rừng, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh rừng, chăm sóc rừng trồng, bảo vệ rừng, khoanh nuôi phục hồi rừng tự nhiên.
24. QĐ số 38/QĐ-BNN ngày 06/ 7/ 2005 về việc ban hành định mức kinh tế kỹ thuật trồng rừng, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh rừng và bảo vệ rừng .
25. TCVN 8927: 2012, Phòng trừ sâu hại cây rừng - Hướng dẫn chung.
26. TCVN 8227:2009, Mối gây hại công trình đê, đập - Định loại, xác định đặc điểm sinh học, sinh thái học và đánh giá mức độ gây hại (Phần 01)
27. TCVN 5979 : 2007 (ISO 10390 : 2005), Chất lượng đất - Xác định pH.
28. TCVN 8567: 2010, Chất lượng đất - Phương pháp xác định thành phần cấp hạt.
29. TCVN 4048: 2011, Chất lượng đất - Phương pháp xác định độ ẩm và hệ số khô kiệt.
30. TCVN 8941: 2011, Chất lượng đất - Xác định các bon hữu cơ tổng số. Phương pháp Walkley Black.

Tài liệu tiếng nước ngoài

31. Ahlam A., Fazairy A.L., Hassan F.A. (1988), “Infection of termites by *Spodoptera littoralis* nuclear polyhedrosis virus”, *Insect Sci Appl* 9, pp. 37–39.
32. Ahmad M. (1965), “Termites of Thailand”, *Bull. Ame. Mus. Nat. Mis.*, Vol.131, 113 pp.
33. Aisagbonhi C.I. (1985), “A survey of the destructive effect of *Macrotermes bellicosus* Smeathman (Isoptera: Termitidae – Macrotermitinae) on coconut seednuts at NIFOR, Benin, Nigeria”, *Int J. Pest Manage* 35, pp. 380–381.
34. Alves A.N., Wilcken C.F., Raetano C.G. (1997), Contrôle de cupins subterrâneos (Isopter) em plantios de eucalipto com imidacloprida e dissulfoton mais triadimenol. Congresso Brasileiro de Entomologia 16, Salvador, BA, pp. 253.
35. Arinana, Noor F. H., Tinto P. K. (2012), Diversity and distribution of termite species on oil palm plantation at the PTP Nusantara VIII Bogor, West Java-Indonexia, *Proceedings of the 9th Pacific-Rim Termite Research Group Conference* Hanoi, Vietnam, pp. 148-155.

36. Atkinson P.R., Nixon K.M., Shaw M.J.P. (1991), "On the susceptibility of Eucalyptus species and clones to attack by *Macrotermes natalensis* Haviland (Isoptera: Termitidae)", *Elsevier Science Publishers, Forest Ecology and Management* 48 (1992), pp. 15-30.
37. Attignon S. E., Lachat T., Sinsin B., Nagel P., Peveling R. (2005), "Termite assemblages in a West-African semi-deciduous forest and teak plantations *Tectona grandis* (Verbenaceae) and fuelwood, *Senna siamea* and *Acacia auriculiformis*", *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110, pp. 318–326.
38. Baderscher S., Gerber C., Leuthold R.H. (1983), "Polyethism in food supply and processing in the termite colonies of *Macrotermes subhyalinus*", *Behav. Evol. Sociobiol.* 12, pp.115-119.
39. Basu P., Blanchart E., Lepage M. (1996), "Termite (Isoptera) community in the Western Ghats, South India: influence of anthropogenic disturbance of natural vegetation", *Eur.J Soil Biol.*, 32 (3), pp. 113-121.
40. Berti-Filho E. (1993), *Manual de pragas em florestas. 3. Cupins ou térmitas.* IPEF/SIF, Viçosa.
41. Bigger M. (1966), "The biology and control of termites damaging field crops in Tanganyika", *Bull Entomol Res* 56, pp. 417–444.
42. Black H.I.J., Okwakol M.J.N. (1997), "Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of termites", *Appl Soil Ecol* 6, pp.37–53.
43. Bobe A., Cooper J., Coste C.M., Muller M.A. (1998), "Behaviour of fipronil in soil under Sahelian plain field conditions", *Pestic Sci* 52, pp. 275–281.
44. Brown K.W. (1965), "Termite control research in Uganda (with special reference to the control of attacks in *Eucalyptus* plantations)", *East Afr Agr Forest J* 31, pp. 218–223.
45. Burges H.D. (1981), *Microbial control of pests and plant diseases 1970–1980*, *Academic Press*, London.
46. Cheng S., Kirton L. G., Gurmit S. (2008), "Termite Attack on Oil Palm Grown on Peat Soil: Identification of Pest Species and Factors Contributing to the Problem", *The Planter*, Kuala Lumpur, 84 (991), pp. 200-210.

47. Chilima C.Z. (1991), "Termite control in young *Eucalyptus* plantation in Malawi using controlled release insecticides", *Common Forest Rev* 70, pp. 237–247.
48. Chouvenec T., Su N.Y., Robert A. (2009), "Susceptibility of seven termite species (Isoptera) to the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*", *Sociobiology* 54, pp. 723–748.
49. Collins N. M. (1981), "Population, age structure and survivorship of colonies of *Macrotermes bellicosus* (Isoptera: Macrotermitinae)", *J. Animal Ecology* 50, pp. 293–311.
50. Constantino R. (1998), "Catalog of the Living Termites of the New World", *Arquivos de Zoologia* 35(2), pp. 135–231 Online 2003 at http://www.termitologia.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=10
51. Constantino R., 2002, "The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status", *J Appl Entomol* 126, pp. 355–365.
52. Costa Lima A.M. (1939), *Termites. In: Insetos do Brasil, vol 1. Escola Nacional de Agronomia, Riode Janeiro*, pp 263–327.
53. Cowie R.H., Wood T.G. (1989), "Damage to crops, forestry and rangeland by fungus-growing termites (Termitidae: Macrotermitinae) in Ethiopia", *Sociobiology* 15, pp. 139–153.
54. Darlington J.P.E. (1984), "Two types of mound built by termite *Macrotermes subhyalinus* in Kenya", *Insect Sci. Applic.* 5, pp. 481–492.
55. Delgarde S, Rouland-Lefèvre C. (2002), "Efficacy of Actara 25WG on three species of Braxinian termite (Isoptera: Nasutiterminae) crop pests", *Sociobiology* 40, pp. 669–710.
56. Devi K.K., Seth N., Kothamasi S., Kothamasi D. (2006), "Hydrogen cyanide-producing rhizobacteria kill subterranean termite *Odontotermes obesus* (Rambur) by cyanide poisoning under in vitro conditions", *Curr Microbiol* 54, pp. 74–78.
57. Forschler B., 2011. *Sustainable Termite management using an intergrated pest management approach*. Urban pest management: An environmental perspective, chapter 9. *CAB international*, 2011.

58. Gerber C., Baderscher S., Leuthold R.H. (1988), "Polyethism in *Macrotermes bellicosus* (Isoptera)", *Insectes Sociaux, Paris* 35 (3), pp. 226-240.
59. Hänel H. (1982). "Selection of a fungus species, suitable for the biological control of the termite *Nasutitermes exitiosus* (Hill)", *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, Hamburg und Berlin, pp. 237 – 245.
60. Harris W.V. (1969), *Termites as pests of crops and trees*. Commonwealth Agricultural Bureau, London.
61. Harris W.V. (1971), *Termites, their recognition and control*. Longman, London.
62. Hussain A., Ahmed S., Shahid M. (2011), "Laboratory and Field Evaluation of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* for Controlling Subterranean Termites", *Neotrop Entomol* 40 (2), pp. 244-250.
63. Jasmi A. H., Ahmad A. H., (2011), "Termite Incidence on an Araucaria Plantation Forest in Teluk Bahang, Penang". *Insects journal* (2), pp. 469-474.
64. Johnson R.A., Gumel M.H. (1981), "Termite damage and crop loss studies in Nigeria – the incidence of termite-scarified groundnut pods and resulting kernel contamination in field and market samples", *Int J Pest Manage* 27, pp. 343–350.
65. Khan K., Jafri R.H., Ahmad M. (1985), "The pathogenicity and development of *Bacillus thuringiensis* in termites", *Pak J Zool* 17, pp. 201–209.
66. Khumasinghe N.C., Ranasinghe M.A.S.K. (1988), "Incidence of termite damage in sugar cane grown in Sri Lanka", *Beitr Trop Landwirt* 26, pp. 303–307.
67. Kirton L. G., Brown V. K., Azmi M. (1999), "The pest status of the termite *Coptotermes curvignathus* in *Acacia mangium* plantations: incidence, mode of attack and inherent predisposing factors", *Journal of Tropical Forest Science*, 1 (4), pp. 822-831.
68. Laumond C., Mauleon H., Kermarrec A. (1979), "New data on the host spectrum and the parasitism of the entomophagous nematode, *Neoplectana carpocapsae*", *Entomophaga* 24, pp. 13–27.
69. Lee K.E. and Wood T.G. (1971), *Termites and Soil*, Academic Press, New York and London.
70. Lepage M. (1983), "Structure et dynamique des peuplements de termites tropicaux", *Acta Oecol* 4, pp. 65–87.

71. Logan J.M.W., El Bakri A. (1990), "Termite damage to date palms (*Phoenix dactylifera*L) in Northern Sudan with particular reference to the Dongola District", *Trop Sci* 99, pp. 1363–1368.
72. Logan J.M.W., Cowie R.H., Wood T.G. (1990), "Termite (isopteran) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review", *Bull Entomol Res* 80, pp. 309–333.
73. Logan J.W.M. (1992), "Termites (Isoptera): a pest or resource for small farmers in Africa?", *Trop Sci* 32, pp. 71–79.
74. Maienfisch P., Angst M., Brandl F. (2001), "Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid", *Pest Manage Sci* 57, pp. 906–913.
75. Maistrello L., Gregg Henderson, Roger A. L. (2001), "Efficacy of Vetiver Oil and Nootkatone as Soil Barriers Against Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae)", *Journal of Economic Entomology* 94 (6), tr. 1532-1537.
76. Mariau D., Renoux J., Chenon R.D. (1992), "*Coptotermes curvignathus* Holmgren, Rhinotermitidae, main pest of coconut planted on peat in Sumatera", *Oleagineux* 47, pp. 562–568.
77. Mauldin J.K., Jones S.C., Beal R.H. (1987), Soil termiticides: a review of efficacy data from field tests. *Int Res Group Wood Preservation*, Doc. No. IRG/WP/1323. Secretariat, Stockholm, Sweden.
78. Manzoor F., Pervez M., Adeyemi M. H., Malik S. A. (2011), "Effects of Three Plant Extracts on the Repellency, Toxicity and Tunneling of Subterranean Termite *Heterotermes Indicola* (Wasmann)", *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 1(7), pp. 107-114.
79. Manzoor F., Sayyed A. H., Rafique T. and Malik S. A. (2012), "Toxicity and Repellency of different insecticides against *Heterotermes indicola* (Isoptera: Rhinotermitidae)", *J. Animal & Plant Sciences*, 22(1), pp. 65-71.
80. Mill A.E. (1992), "Termites as agricultural pests in Amazonas, Braxin", *Outlook Agr* 21, pp. 41–46.
81. Mitchell M.R. (1989), Susceptibility to termite attack of various tree species planted in Zimbabwe. In: Roland DJ (ed) *Trees for the tropics*, vol 10. Úcn Centre for International Agricultural Research, Canberra, Monograph, pp 215–226.

82. Miura T., Maekawa K., Kitade O., Abe T., Matsumoto T. (1998), "Phylogenetic Relationships among Subfamilies in Higher Termites (Isoptera: Termitidae) Based on Mitochondrial COII Gene Sequences", *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91(5), pp. 515-523.
83. Mo J., Wang Z., Song X. (2006), "Effects of sublethal concentrations of ivermectin on behaviors of *Coptotermes formosanus*(Isoptera: Rhinotermitidae)", *Sociobiology* 47, pp. 687–696.
84. Mora P., Rouland C., Renoux J. (1996), "Foraging and nesting damage caused by *Microtermes subhyalinus* (Isoptera: Termitidae) in a sugar cane plantation in the Central African Republic", *Bull Entomol Res* 86, pp. 387–395.
85. Nair K.S.S. and Varma R.V. (1981), Termite control in eucalypt plantations, Kerala Forest Research Institute - *Research Report 6*, 48pp.
86. Nair K.S.S and Varma R.V. (1985), "Some ecological aspect of termite problem in young eucalyptus plantation in Kerala, India", *For.Ecol. Manage.*, 12, pp. 287-303.
87. Nair K.S.S. (2001), *Pest Outbreaks in Tropical Forest Plantations: Is there a greater Risk for Exotic Tree Species?* ISBN 979-8764-87-0, 61 pp.
88. Nix K.E., Henderson G., Zhu B.C.R., Laine, R.A (2006), "Evaluation of vetiver grass root growth, oil distribution, and repellency against formosan subterranean termites", *HortScience Feb.*, Vol. 41 (1), pp. 167-171.
89. Nkunika P.O.Y. (1989), Termites: a dilemma for the small scale farmer. *Prod Farming (August)*, Zambia National Farmers Union, Lusaka, pp 7–10.
90. Novaretti W.R. Carderan J.O. (1988), Controle químico de cupins em canade-açúcar, *An III Seminario Tecnologia Agronomica*, pp 111–114.
91. Novaretti W. R. T., Fontes L. R. (2000), ABSTRACT BOOK II–XXI - *International Congress of Entomology*, Braxin, pp.859.
92. Parihar D.R. (1981), "Termites affecting *eucalyptus* plantations and their control in the arid regions of India", *Z Angew Entomol* 92, pp. 106–111.
93. Pearce M.J., Logan J.W.M., Tiben A. (1995), "Termites (Isoptera) from the Darfur region of the Sudan with comments on their pest status", *J Arid Environ* 30, pp. 197–206.
94. Peppuy A., Robert A., Delbecque J.P. (1998), "Efficacy of hexaflumuron against the fungus-growing termite *Pseudacanthotermes spiniger*(Sjöstedt) (Isoptera,

Macrotermitinae)”, *Pestic Sci* 54, pp. 22–26.

95. Peppuy A., Robert A., Bordereau C. (2004), “Species-specific sex pheromones secreted from new sexual glands in two sympatric fungus-growing termites from northern Vietnam, *Macrotermes annandalei* and *M. barneyi*”, *Insect. Soc.* 51, pp. 91–98.

96. Rajagopal D. (1982), “Relative incidence of termites on exotic species of *Eucalyptus* in India and their control”, *Z Angew Entomol* 98, pp. 225–230.

97. Reddy P.S., Ghewande M.P. (1986), “Major insect pests of groundnut and their management”, *Pesticides* 20, pp. 52–56.

98. Roonwal M. L. (1970), “Termites in the Oriental region”. *Biology of Termites* (Ed. by K. Krishna and F. M. Weesner), Aca. press New York and London, vol. II, pp. 315-359.

99. Rouland C., Ikhouane A., Nayalta N. (1993), Etude biologique des populations d’*Ancistrotermes guineensis* présentes dans les plantations de la SONASUT. *Act Coll IUSSI* 8:79–87.

100. Rouland C., Benmoussa D., Reversat G., Laumond C. (1996), “Étude de la sensibilité de sexués de termites Macrotermitinae à une infestation par des nématodes entomopathogènes des genres *Heterorhabditis* et *Steinernema*”, *C R Acad Sci III Vie* 319, pp. 997–1001.

101. Rouland C., Mora P. (2002), “Control of *Ancistrotermes guineensis* Silvestri (Termitidae: Macrotermitinae), a pest of sugarcane in Chad”, *Int J Pest Manage* 48, pp. 81–86.

102. Rouland C., 2011, Termites as Pests of Agriculture. *Biology of Termites: “A Modern synthesis”*. (Ed. by David Edward Bignell, Yves Roisin, Nathan Lo – Editors), ISBN 978-90-481-3976-7, NXB Springer Science.

103. Sands W.A. (1960), Termite control in West African afforestation. *Rep 7th Commonw Ent Conf*, pp. 91–95.

104. Sands W.A. (1973), “Termites as pests of tropical food crops”, *Pest Artic News Summ* 19, pp. 167–177.

105. Sekamatte M.B., Latigo M.W.O., Smith A.R. (2001), "The effect of maize stover used as mulch on termite damage to maize and activity of predatory ants", *Afr Crop Sci J* 9, pp. 411–419.
106. Sekamatte B.M., Latigo M.O., Smith M.R.A. (2003), "Effects of maize-legume intercrops on termite damage to maize, activity of predatory ants and maize yields in Uganda", *Crop Protect* 22, pp. 87–93.
107. Sharma R.K., Babu K.S., Chhokar R.S., Sharma A.K. (2004), "Effect of tillage on termites, weed incidence and productivity of spring wheat in rice-wheat system of North Western Indian plains", *Crop Prot* 23, pp. 1049–1054.
108. Sharma K.K., Kalpana V., Sharma P. (2008), "Persistence and vertical distribution of termiticide fipronil in modified ground board test", *Environ Monit Assess* 137, pp. 179–184.
109. Sileshi G., Mafongoya P.L., Kwesiga F., Nkunika P. (2005), "Termite damage to maize grown in agroforestry systems, traditional fallows and monoculture on nitrogen-limited soils in eastern Zambia", *Agric Forest Entomol* 7, pp. 61–69.
110. Silva A.G., Gonçalves C.R., Galvão D.M.I. (1968), *Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitas e predadores*, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
111. Stansly P.A., Su N-Y, Conner J.M. (2001), "Management of subterranean termites *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in a citrus orchard with hexaflumuron bait", *Crop Prot* 20, pp. 199–206.
112. Starnes R.L., Lui C.L., Marone P.G. (1993), "History, use and future of microbial insecticides", *Am Entomol* 39, pp. 83–91.
113. Sun J., Fuxa J.R., Henderson G. (2003), "Virulence and in vitro characteristics of pathogenic fungi isolated from soil by baiting with *Coptotermes formosanus* (isopteran: Rhinotermitidae)", *J Entomol Sci* 38, pp. 342–358.
114. Luu T. D. (2006), "Development of process for purification of α and β -vetivone from Vetiver essential oil & Investigation of effects of heavy metals on quality and quantity of extracted Vetiver oil", *PhD Thesis Proposal*, School of Chemical Sciences and Engineering, University of New South Wales, Sydney.
115. Thapa P. S. (1981), Termites of Sabah, *Sabah forest record*, No.12, 374 pp.

116. Tiben A., Pearce M.J., Wood T.G. (1990), "Damage to crop by *Microtermes anjdensis* (Isoptera: Macrotermitinae) in irrigated semi-desert areas of the Red Sea Coast. 2. Cotton in the Tokar Delta region of Sudan", *Trop Pest Manage* 36, pp. 296–304.
117. Torales G.J. (1998), *Isoptera*. In: Morrone JJ, Coscarón S (eds) *Biodiversidad de artrópodos argentinos: una perspectiva biotaxonomica*. Ediciones Sur, La Plata, pp. 48–66.
118. UNEP/FAO/ Global IPM Facility Expert Group on Termite Biology and Management (2000), Finding alternatives to Persistent organic pollutants (POPs) for termite management, 69 pp, on line at <http://www.chem.unep.ch/pops/termites/termite-fulldocument.htm>
119. Verma M., Sharma S., Prasad R. (2009), "Biological alternatives for termite control: a review", *Int Biodeterior* 63, pp. 959–972.
120. Wang Z., Mo J., Lu Y. (2009), "Biology and Ecology of *Macrotermes barneyi* (Isoptera: Termitidae)", *Sociobiology* 54(3), pp 777-786.
121. Wardell D.A. (1987), "Control of termites in nurseries and young plantations in Africa: established practices and alternative courses of action", *Common Forest Rev* 66, pp. 77–89.
122. Wardell D.A.(1990), The African termite: peaceful coexistence or total war? *Agroforest Today* 2, pp. 4–6.
123. Werner P.A., Prior L.D., Forner J. (2008), "Growth and survival of termite-piped *Eucalyptus tetradonta* and *E. miniatrain* Northern Australia: implications for harvest of trees for didgeridoos", *Forest Ecol Manage* 25, pp. 328–334.
124. Wilcken C.F. (1992), "Danos de cupins subterrâneos *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em plantios de *Eucalyptus grandis* e controle com inseticidas no solo", *An Soc Entomol Brasil* 21, pp. 329–338.
125. Wilcken C.F. (2000), *ABSTRACT BOOK II-XXI-international Congress of Entomology, Braxin*.
126. Wood T.G., Johnson R.A., Ohiagu C.E. (1980), "Termite damage and crop loss studies in Nigeria – a review of termite damage to maize and estimation of damage,

loss of yield and *Microtermes* abundance at Mokwa”, *Trop Pest Manage* 26, pp. 241–253.

127. Wood T.G., Bednarzik M., Aden H. (1987), “Damage to crops by *Microtermes najdensis*(Isoptera, Macrotermitinae) in irrigated semi-desert areas of the Red Sea coast. 1. The Tihama region of the Yemen Arab Republic”, *Trop Pest Manage* 33, pp. 142–150.

128. Wood T.G., Pearce M.J. (1991), “Termites in Africa: the environmental impact of control measures and damage to crops, trees, rangeland and rural buildings”, *Sociobiology* 19, pp. 221–234.

129. Wood T.G. (1996), “The agricultural importance of termites in the tropics”, *Agric Zool Rev* 7, pp. 117–155.

130. Wylie F. R. and Brown B. N. (1992), *Report on Australian mission to China on Eucalyptus pests and diseases*, Australian – China Agricultural Co-operation Agreement, Department of Primary Industries, Canberra.

131. Wylie F. R. (1998), “Insect pests of tropical acacias: a new project in Southeast Asia and Northern Australia, In Turbull J. W., Crompton, H. R., and Pinyopusarek K. (eds.)”, *Recent developments in acacia planting*, pp. 234-239. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

132. Zhu B. C. R., Gregg Henderson, Feng Chen, Hui xin Fei, Roger A. Laine (2001), “Evaluation of Vetiver Oil and Seven Insect-Active Essential Oils Against the Formosan Subterranean Termite”, *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 27, Issue 8, pp. 1617-1625.

Trang Web

133.<http://hoinongdanbacgiang.org.vn/moi-hai-cay-con-va-bien-phap-phong-tru>

134.<http://baodaklak.vn/channel/3483/200911/Phong-tru-sau-benh-hai-tren-cay-rung-trong-Nhieu-noi-con-bo-ngo-1913853/>

135.<http://www.udkhnbinhduong.vn/index.php?mod=khcn&cpid=11&nid=789&view=detail&page=50>

