

NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN VÀ LAN TRUYỀN THỨC ĂN CỦA MỐI *Odontotermes hainanensis* LIGHT (ISOPTERA: MACROTERMITINAE) LÀM CƠ SỞ SỬ DỤNG BẢ PHÒNG TRỪ MỐI HẠI ĐÊ, ĐẬP

Nguyễn Thị My, Nguyễn Quốc Huy, Nguyễn Thúy Hiền
Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình

Tóm tắt: Mối có vườn cây nấm (*Macrotermitinae*) có quá trình chế biến thức ăn phức tạp. Kết quả nghiên cứu về quá trình chế biến thức ăn ở trong các tổ mối của loài *Odontotermes hainanensis* nuôi trong phòng thí nghiệm cho thấy quá trình này diễn ra trong khoảng từ 3 đến 5 tuần và có sự phân công lao động giữa các nhóm trong đẳng cấp mối thợ. Kết quả nghiên cứu về khả năng lan truyền thức ăn thông qua thức ăn đánh dấu ở trong những quần tộc mối nuôi trong phòng thí nghiệm và ngoài tự nhiên cho thấy khả năng lan truyền thức ăn cao đến các khoang trong quần tộc, tỷ lệ các khoang vườn nấm có thức ăn đánh dấu đạt từ 92,1-100% ở các tổ thí nghiệm. Đây là cơ sở khoa học cần thiết cho công tác nghiên cứu bả để phòng trừ mối vườn cây nấm *Macrotermitinae* nói chung và loài *Odontotermes hainanensis* nói riêng.

Từ khóa: Chế biến thức ăn, lan truyền thức ăn, mối, *Macrotermitinae*, *Odontotermes hainanensis*.

Summary: The fungus-growing termites (*Macrotermitinae*) have a complex food processing process. Research results on the food processing process in *Odontotermes hainanensis* nests in the laboratorial condition showed that this process took from 3 to 5 weeks with labour division in worker groups. Results on food transferring by food marking method in the field colonies showed that food was distributed by workers to most of the fungus garden cavities of the colonies. The proportion of cavities that fungus combs containing marking food reached 92.1% up to 100% in these tested nests. This is an essential scientific basis for the termite bait study on controlling fungus-growing termites in general and particularly in *Odontotermes hainanensis*.

Keywords: Food processing, food transferring, termites, *Macrotermitinae*, *Odontotermes hainanensis*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Odontotermes hainanensis là loài gây hại chính đối với đê, đập (Vũ Văn Tuyển, 1982; Ngô Trường Sơn, 2009) và là đối tượng cần phải phòng trừ. Hiện nay, biện pháp sử dụng bả được xem là biện pháp xử lý mối có nhiều ưu việt không chỉ về hiệu quả mà còn có ý nghĩa bảo vệ môi trường. Gần đây, nhiều sản phẩm bả chứa hoạt chất ức chế quá trình tổng hợp kitin được nghiên cứu như hexaflumuron, bistrifluron, lufenuron.... Các sản phẩm này có hiệu quả cao đối với mối bậc thấp, ví dụ như *Coptotermes*

formosanus Shiraki (Su et al., 1997); *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Stansly et al., 2001; Su 2014). Tuy nhiên, hiệu quả của những loại bả này ở nhóm mối bậc cao lại đang bị hạn chế (Neoh et al, 2011), đặc biệt ở nhóm mối có vườn cây nấm (*Macrotermitinae*) (Lee et al., 2014).

Odontotermes hainanensis là thuộc nhóm mối cây nấm (*Macrotermitinae*). *Macrotermitinae* có quá trình chế biến thức ăn phức tạp thông qua mối quan hệ cộng sinh với nấm *Termitomyces*. Mối cung cấp vật liệu để xây

Ngày nhận bài: 26/9/2024
Ngày thông qua phản biện: 15/10/2024

Ngày duyệt đăng: 25/11/2024

dựng lên vườn nấm, làm giá thể cho nấm *Termitomyces* phát triển (Sieber, 1983; Nobre & Aanen, 2012) trong khi đó nấm *Termitomyces* không chỉ giúp cho mối có thức ăn dễ tiêu hóa, giàu khoáng chất mà còn đóng một vai trò quan trọng trong việc điều hòa vi khí hậu trong tổ mối (Nguyễn Văn Quảng, 2003). Sự hình thành và phát triển của vườn nấm là quá trình thu, nhận và chế biến thức ăn của mối. Nguyễn Văn Quảng (2003) lại cho thấy mối thợ kiếm ăn ở loài *Macrotermes annandalei* sử dụng lại vườn cây nấm sau khi chúng xây dựng khoảng từ 4 tuần đến 13 tuần. Quá trình xây dựng vườn nấm có sự phân công lao động giữa các đẳng cấp, thậm chí theo nhóm tuổi mối thợ trong quần tộc của mối cây nấm (Badertscher et al., 1983; Li et al., 2015).

Bả được xem như nguồn thức ăn của mối. Mối khai thác nguồn thức ăn này rồi lan truyền chất độc trong bả đến các cá thể khác trong quần tộc và gây chết quần tộc mối. Vì vậy, việc sử dụng bả được thành công hay không, trước hết phải có những hiểu biết về quá trình tìm kiếm, thu nhận cũng như khả năng lan truyền bả độc trong quần tộc như tập tính tìm kiếm thức ăn của loài mối mục tiêu. Dữ liệu về những vấn đề này ở giống mối *Odontotermes* nói chung và loài *Odontotermes hainanensis* nói riêng còn hạn chế. Chính vì vậy, để có cơ sở khoa học góp phần nghiên cứu sử dụng bả hiệu quả hơn đối với loài mối gây hại này, nghiên cứu của chúng tôi đã tập trung tìm hiểu về sự chế biến thức ăn cũng như khả năng lan truyền thức ăn trong quần tộc mối *Odontotermes hainanensis*.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Địa điểm nghiên cứu: Mối *Odontotermes hainanensis* được thu tại các tổ mối ở đoạn từ Km80-85 đê hữu sông Hồng thuộc Hoàng Mai - Thanh Trì (N 20° 91.755' E 105° 88.710') và công viên Linh Đàm ở Hà Nội (N 20° 96.487' E 105° 82.870'), Việt Nam. Việc tách, lọc, đếm mối và bố trí các thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm của Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình. Nghiên cứu này được thực hiện từ năm tháng 7/2018 đến tháng 9/2020.

Phương pháp nghiên cứu:

- **Đánh dấu thức ăn:** nhuộm màu thức ăn bằng cách trộn các hạt pigment fluor-rot (hạt màu huỳnh quang màu đỏ, không tan trong nước, không bị tiêu hóa trong ruột mối) với bột xenlulô (do hãng Sigma-Aldrich (Hoa Kỳ) sản xuất) theo tỷ lệ 0,5% (0,5g bột màu/100g bột xenlulô). Hỗn hợp này được trộn với nước ở độ ẩm 40% rồi để làm thức ăn cho mối (thức ăn nhuộm màu).

- **Phân biệt các đẳng cấp và các nhóm mối thợ:** Một quần tộc mối thường có sự phân công lao động theo 3 nhóm chính: nhóm mối sinh sản (mối vua, mối chúa và mối cánh), mối lao động (mối thợ và mối lính) và mối non (mối có màu trắng với các kích thước khác nhau theo tuổi). Dựa vào kích thước chiều rộng nhất của đầu và màu sắc cơ thể, mối thợ được phân thành 4 nhóm sau: mối thợ lớn già (MTL già), mối thợ lớn trẻ (MTL trẻ), mối thợ nhỏ già (MTN già) và mối thợ nhỏ trẻ (MTN trẻ) (Bảng 1, Hình 1).

Bảng 1: Đặc điểm hình thái ngoài của các nhóm mối thợ

Nhóm mối thợ	Chiều rộng đầu (mm)	Đặc điểm hình thái
MTL già	1,49±0,0083	Râu 17 đốt, đốt 4 ngắn nhất, tấm lưng bụng nhiều thể mỡ, vỏ cơ thể kitin hóa mạnh và có màu sẫm
MTL trẻ	1,49±0,0078	Râu 17 đốt, đốt 4 ngắn nhất, tấm lưng bụng chưa có thể mỡ, vỏ cơ thể kitin hóa yếu và có màu nhạt
MTN già	0,97±0,0067	Râu 16 đốt, đốt 3 ngắn nhất tấm lưng bụng nhiều thể mỡ, vỏ cơ thể kitin hóa mạnh và có màu sẫm
MTN trẻ	0,97±0,0062	Râu 16 đốt, đốt 3 ngắn nhất tấm lưng bụng chưa có thể mỡ, vỏ cơ thể kitin hóa yếu và có màu nhạt



Hình 1: Một số đẳng cấp trong tổ mối *Odontotermes hainanensis*
(1: MTN trẻ; 2: MTN già; 3: MTL trẻ;
4: MTL già; 5: ML)
(Ảnh: Nguyễn Thị My)

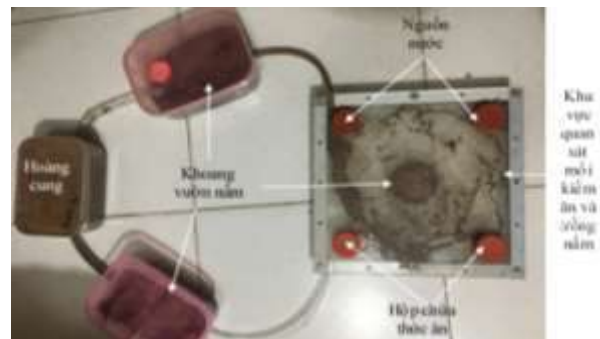
- *Thí nghiệm xác định các giai đoạn phát triển vườn nấm*: Bố trí theo đôi 9 hộp nuôi, mỗi hộp nuôi 100 cá thể mối thợ trẻ (50 MTL trẻ, 50 MTN trẻ) trong một hộp nhựa (đường kính: 50mm, chiều cao 30mm) có chứa bột xelulo được nhuộm màu (độ ẩm 40%) và 0,5g vườn nấm. Hàng ngày theo dõi hoạt động của mối trong hộp nuôi cũng như thời điểm sự xuất hiện vườn nấm mới (vườn nấm có màu đỏ), thời điểm xuất hiện quả thể sinh sản vô tính (quả thể màu trắng) trên vườn nấm và thời điểm mối khai thai thác vườn nấm mới (có vết gặm trên vườn nấm màu đỏ).

- *Thí nghiệm theo dõi các giai đoạn phát triển của vườn nấm ngoài tự nhiên*: lựa chọn 3 tổ mối ngoài tự nhiên dựa vào dấu hiệu nắp phòng đẻ bay. Tại mỗi tổ, cắt một phần khoang vườn nấm và đặt 30g bột xenlulô đã được nhuộm màu đánh dấu vào, đập đất lại. Sau định kỳ 2 ngày, 7 ngày, 14 ngày 21 ngày và 28 ngày, đào từ một khoang vườn nấm để kiểm tra và ghi lại những dấu hiệu về sự phát triển của vườn nấm được xây dựng từ thức ăn đánh dấu (màu đỏ).

- *Mô hình theo dõi hoạt động của mối*: Dựa theo phương pháp của Nguyễn Văn Quảng (2003) và Li et al. (2015), mô hình nuôi mối trong phòng thí nghiệm được bố trí gồm các hộp nhựa nuôi mối (kích thước 20x15x10cm) có nắp đậy nối thông với nhau bằng ống nhựa trong suốt và nối thông với vùng quan sát hoạt động của mối (arena) (hình 2).

Trong số các hộp nhựa, một hộp chứa hoàng cung (nếu thu được mối vua và mối chúa), các hộp còn lại là các khoang chứa một phần đất (lấy từ tổ mối ngoài tự nhiên), vườn nấm và

môi. Arena là không gian được tạo thành từ hai tấm mica trong suốt hình vuông (kích thước 30x30cm) đặt chồng lên với khoảng cách 1cm, xung quanh được bao kín bằng các thanh đệm nhựa dày 1cm, rộng 2cm và được cố định bằng ốc vít. Khu vực này có chứa hộp thức ăn, đất ẩm và một số khoang vườn nấm nhỏ. Do các hộp chứa hoàng cung và vườn nấm thường được mối đắp đất kín nên việc tạo ra khu vực này để dễ quan sát các hoạt động của chúng.



Hình 2: Mô hình nuôi mối trong phòng thí nghiệm
(Ảnh: Nguyễn Thị My)

Tổ mối thu được từ ngoài tự nhiên, bao gồm mối thợ, mối lính, mối non, vườn nấm và mối vua, mối chúa (nếu có) mang về nuôi tại mô hình trong phòng thí nghiệm. Số lượng hộp nhựa cũng như lượng vườn nấm ở trong mỗi hộp phụ thuộc vào số lượng cá thể mối thu được từ ngoài tự nhiên. Mô hình này được xây dựng để quan sát bằng mắt thường, chụp ảnh và ghi hình các hoạt động của mối như kiểm ăn, chia sẻ, lan truyền thức ăn và xây dựng vườn nấm...

- *Thí nghiệm xác định khả năng lan truyền thức ăn ở mối thợ trong phòng thí nghiệm*: Nuôi riêng từng nhóm đẳng cấp mối thợ (MTL già, MTL trẻ, MTN già và MTN trẻ) trong mỗi hộp thức ăn nhuộm màu. Định kỳ sau 1h, 3h và 6h, lấy 30 cá thể mối ở mỗi nhóm, giải phẫu để kiểm tra hiện tượng nhiễm màu trong ruột mối. Ghi lại hiện tượng thức ăn nhiễm màu trong ruột mối tại mỗi thời điểm kiểm tra. Xác định số cá thể có các hạt màu trong các đoạn ruột khác nhau (ruột trước, ruột giữa và ruột sau). Trường hợp hạt màu có ở cả 2 hoặc 3 đoạn ruột thì số cá thể được tính có thức ăn ở đoạn ruột xa miệng hơn (Chẳng hạn hạt màu có ở cả ruột

trước và ruột sau thì tính cá thể đó có thức ăn ở ruột sau). Thí nghiệm được lặp lại 3 lần đối với mỗi nhóm đẳng cấp mỗi thợ. Tổng hợp và xác định tỷ lệ nhiễm màu ở mỗi nhóm đẳng cấp mỗi thợ.

- *Phương pháp xác định khả năng lan truyền thức ăn trong tổ mối ngoài tự nhiên*: Xác định vị trí 3 tổ mối ngoài tự nhiên dựa vào dấu hiệu nắp phòng đội bay. Tại mỗi tổ, cắt một phần của một khoang vườn nấm. Sau đó đặt khoảng từ 30g đến 50g bột xenlulô đã được nhuộm màu đánh dấu vào khoang này và đập đất lại. Sau 1 tuần, giải phẫu tổ kiểm tra hiện tượng lan truyền thức ăn đánh dấu trong tổ mối thông qua các hạt phân có màu trên các vườn nấm. Xác định tỷ lệ phần trăm số khoang vườn nấm được mối lan truyền thức ăn tới theo công thức sau:

$$H (\%) = (A/B) \times 100$$

Trong đó:

H Tỷ lệ phần trăm khoang vườn nấm có thức ăn lan truyền

A là số khoang có vườn nấm có chứa thức ăn

nhuộm màu

B là tổng số khoang thu được trong một tổ mối

- *Tính toán và xử lý số liệu*: số liệu được tính toán trên phần mềm Excel 2016.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

*Sự chế biến thức ăn của mối *Odontotermes hainanensis**

Kết quả theo dõi về các thời điểm phát triển của vườn nấm cho thấy thời gian trung bình vườn nấm bắt đầu được trồng mới trong các hộp nuôi trung bình là sau 3,4 ngày thí nghiệm (vào khoảng từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6); thời gian trung bình để quả thể sinh sản vô tính (Noduli) màu trắng xuất hiện trên vườn nấm là sau 14,4 ngày thí nghiệm (vào khoảng từ ngày thứ 11 đến ngày thứ 18); thời gian trung bình để vườn nấm bắt đầu được mối khai thác là sau 27,3 ngày (vào khoảng từ ngày thứ 21 đến ngày thứ 35) (Bảng 2). Như vậy, vườn nấm mới trồng trong hộp nuôi được mối chăm sóc trong vòng từ 3 đến 5 tuần, sau đó được mối sử dụng lại làm thức ăn.

Bảng 2: Thời gian phát triển của vườn nấm trong hộp nuôi

Lô thí nghiệm	Thời điểm (ngày)			Giai đoạn phát triển vườn nấm (ngày)	
	A	B	C	B - A	C - B
1	4	14	21	10	7
2	2	14	25	12	11
3	6	18	29	12	11
4	2	11	28	9	17
5	3	13	31	10	18
6	2	12	23	10	11
7	4	18	35	14	17
8	5	17	29	12	12
9	3	13	25	10	12
Trung bình	3,4 ± 1,1	14,4 ± 2,0	27,3 ± 3,3	11,4 ± 1,2	12,9 ± 2,8
Khoảng dao động	2 - 6	11 - 18	21 - 35	9 - 14	7 - 18

Ghi chú: A: vườn nấm bắt đầu được trồng mới; B: vườn nấm xuất hiện quả thể trắng (Noduli); C: vườn nấm được mối thợ già khai thác làm thức ăn.

Kết quả theo dõi hoạt động kiếm ăn của mối ở mô hình nuôi trong phòng thí nghiệm (hình 2) cho thấy mối thợ già đi kiếm ăn (gồm cả MTL

già và MTN già nhưng MTL già chiếm tỷ lệ lớn). Các hoạt động trong quá trình chế biến thức ăn của chúng được thấy rõ hơn ở trong Hình 3. Mỗi

thợ già ra bên ngoài tổ, thăm dò, tìm kiếm vị trí có thức ăn. Khi gặp thức ăn, mối thợ lớn già cắt, nhai các mẫu thức ăn một vài phút, sau đó chúng mới tha một mẫu thức ăn về tổ. Ban đầu chỉ có một vài cá thể, sau khi có mẫu thức ăn đầu tiên được tha về tổ, MTL già được huy động bổ sung đến nơi có thức ăn để mang thức ăn về (Hình 3a). Thức ăn được mối thợ già kiểm được có thể được truyền cho cá thể mối thợ già khác trên đường trở về hoặc truyền trực tiếp ngay cho những cá thể mối thợ trẻ khi chúng mang về đến tổ (Hình 3b) hoặc được để tập trung thành đồng dưới vườn nấm (Hình 3c). Thức ăn mang về tổ sau đó sẽ được mối thợ trẻ sử dụng làm nguyên liệu để xây dựng lên vườn nấm thông qua viên phân sơ cấp (Hình 3d). Thức ăn này là giá thể để nấm *Termitomyces* phát triển.

Kết quả kiểm tra quá trình phát triển của vườn nấm ở tổ mối ngoài tự nhiên cũng cho thấy 2 tổ mối có vườn nấm màu đỏ ở ngày thí nghiệm thứ 2, 3 tổ mối có vườn nấm màu đỏ có quả thể *Nudoli* ở ngày thứ 14 và 1 tổ vườn nấm có dấu vết mối gặm vườn nấm màu đỏ ở ngày thí

nghiệm thứ 28 (bảng 2). Các giai đoạn phát triển của vườn nấm ở trong phòng thí nghiệm cũng như ở các tổ ngoài tự nhiên được thể hiện rõ hơn ở hình 4 và hình 5.



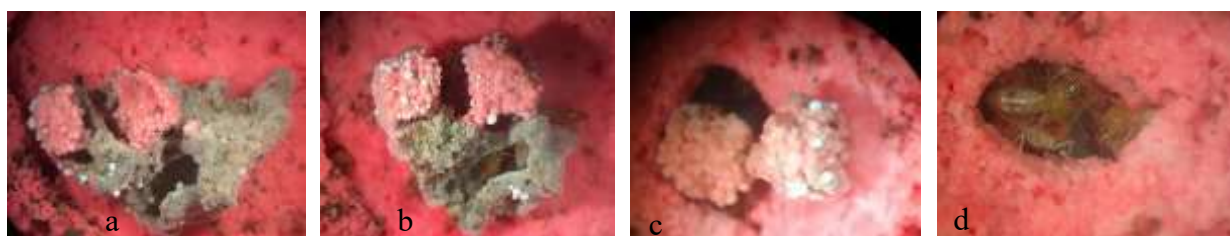
Hình 3: Một số hoạt động trong quá trình chế biến thức ăn của mối

(a: Mối thợ già đi kiếm ăn và mang thức ăn về tổ; b: mối kiểm ăn chia sẻ thức ăn với mối thợ lớn trẻ trong tổ; c: thức ăn được dự trữ dưới vườn nấm; d: Mối thợ lớn trẻ xây dựng vườn nấm bằng cách đặt viên phân lên vườn cây nấm)

(Ảnh: Nguyễn Thị Mỹ)

Bảng 2: Thời gian phát triển của vườn nấm trong tổ mối ngoài tự nhiên

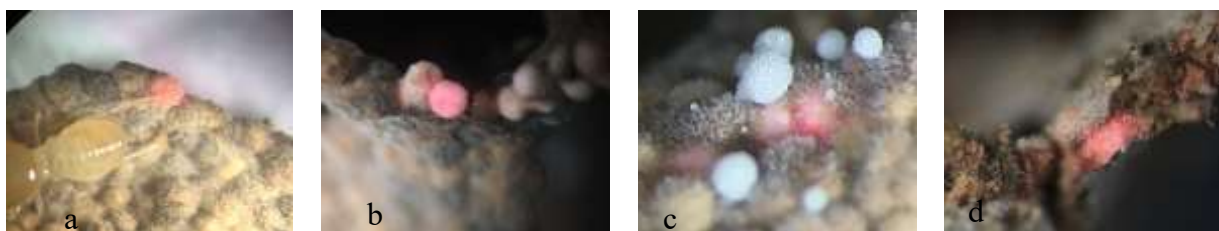
Ngày theo dõi thí nghiệm	Tỷ lệ (%) tổ mối có các dấu hiệu		
	Vườn nấm mới (màu đỏ)	Vườn nấm mới xuất hiện <i>Nudoli</i>	Vườn nấm mới có vết mối gặm
2	66,7	-	-
7	100	-	-
14	100	100	-
21	100	100	-
28	100	100	33,3



Hình 4: Các giai đoạn phát triển vườn nấm trong hộp nuôi

(a: Vườn nấm mới (màu đỏ) được xây dựng sau 7 ngày thí nghiệm; b: vườn nấm xuất hiện quả thể sinh sản vô tính (màu trắng) sau 14 ngày thí nghiệm; c: Vườn nấm cũ đã được khai thác hết sau 21 ngày thí nghiệm; d: Vườn nấm mới đã bị ăn hết sau 28 ngày thí nghiệm)

(Ảnh: Nguyễn Thị Mỹ)



Hình 5: Các giai đoạn phát triển vườn nấm ở tổ mối ngoài tự nhiên

(a: Vườn nấm mới (màu đỏ) được xây dựng sau 2 ngày thí nghiệm; b: Vườn nấm mới (màu đỏ) được xây dựng sau 7 ngày thí nghiệm; c: vườn nấm xuất hiện quả thể sinh sản vô tính (màu trắng) sau 14 ngày thí nghiệm; d: Vết mối ăn vườn nấm sau 28 ngày thí nghiệm)

(Ảnh: Nguyễn Thị My)

Sự lan truyền thức ăn ở mối thợ

Thí nghiệm này được thực hiện nhằm tìm hiểu xem những các nhóm mối thợ có ăn trực tiếp phần nào thức ăn thu ngoài tự nhiên hoặc bả hay không? Kết quả thí nghiệm cho thấy tất cả các nhóm mối thợ đều có khả năng sử dụng trực tiếp bột xenlulo nhuộm màu trong điều kiện nuôi trong phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, tỷ lệ cũng như mức độ chứa thức ăn nhiễm màu trong ruột ở mỗi nhóm mối thợ

là khác nhau (bảng 3, hình 6).

Kết quả bảng 3 cho thấy, tỷ lệ mối thợ có nhiễm màu trong ruột ở mỗi nhóm đều đạt trên 70 đến 80% sau 1 giờ thí nghiệm. Tỷ lệ này cũng tăng lên ở các nhóm sau 3h thí nghiệm. Sau 6h thí nghiệm, 100% số cá thể thuộc nhóm MTL trẻ đã nhiễm màu, 3 nhóm mối thợ còn lại (MTL già, MTN già và MTN trẻ) có tỷ lệ thấp hơn tương ứng là 93%, 80% và 90%.

Bảng 3: Tỷ lệ phần trăm mối nhiễm màu đến từng đoạn ruột ở mỗi nhóm mối thợ được nuôi riêng trong thức ăn nhuộm màu

Thời gian	Đoạn ruột	Tỷ lệ mối có thức ăn nhuộm màu (%)			
		MTL già	MTL trẻ	MTN già	MTN trẻ
1h	RT	60,0	43,3	56,7	66,7
	RG	10,0	16,7	23,3	13,3
	RS	0,0	16,7	0,0	0,0
	Tổng số	70,0	76,7	80,0	80,0
3h	RT	16,7	6,7	6,7	30,0
	RG	36,7	13,3	43,3	23,3
	RS	43,3	80,0	36,7	40,0
	Tổng số	96,7	100,0	86,7	93,3
6h	RT	0,0	0,0	0,0	3,3
	RG	0,0	0,0	6,7	10,0
	RS	93,3	100,0	73,3	76,7
	Tổng số	93,3	100,0	80,0	90,0

Ghi chú: RT: ruột trước; RG: Ruột giữa; RS: ruột sau

Việc quan sát các ruột mối được tách ra cũng cho thấy lượng thức ăn nhuộm màu ở các nhóm mối là khác nhau. Sau 6 giờ thí nghiệm, ruột MTL trẻ tỷ lệ thức ăn có màu nhiều nhất, gần

như toàn bộ ruột là thức ăn nhuộm màu, sau đó đến MTL già. Trong khi đó lượng thức ăn nhuộm màu được thấy trong ruột MTN già và MTN trẻ là ít nhất (hình 6).



Hình 6: Ruột mối thợ sau 6h thí nghiệm

(a: Mối thợ lớn già; b: Mối thợ lớn trẻ;
c: Mối thợ nhỏ già; d: Mối thợ nhỏ trẻ)

Sự lan truyền thức ăn trong quần tộc mối *Odontotermes hainanensis* ngoài tự nhiên

Để kiểm tra khả năng lan truyền thức ăn trong quần tộc mối ngoài tự nhiên, ba tổ mối *Odontotermes hainanensis* đã được lựa chọn để tiến hành thí nghiệm. Kết quả thử nghiệm cho thấy cả 3 tổ thức ăn nhuộm màu đều được lan truyền đến hầu hết các khoang vườn nấm, tỷ lệ trung bình các khoang vườn nấm có thức ăn đánh dấu là 95,78%, dao động trong các tổ từ 92,11% đến 100% (bảng 4).

Bảng 4: Tỷ lệ phần trăm khoang có vườn nấm nhiễm màu ở các tổ mối ngoài tự nhiên

Tổ mối	Tổng số khoang vườn nấm	Khoang có vườn nấm nhiễm màu	
		Số lượng	Tỷ lệ (%)
Tổ 1	38	35	92,1
Tổ 2	17	17	100
Tổ 3	21	20	95,2
Trung bình	25,3 ± 6,4	24,0 ± 5,6	95,8 ± 2,3

Bên cạnh đó, kết quả cũng cho thấy sự phân phối hạt phân có màu đến các vườn nấm không giống nhau giữa các tổ. Tổ 1 có số lượng vườn nấm nhiều, mật độ hạt màu trên các vườn nấm thưa hơn so với tổ 2, tổ có số lượng khoang vườn nấm ít hơn (Hình 8).

4. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy vườn nấm *Odontotermes hainanensis* được trải qua 3 giai đoạn chính: vườn nấm non, vườn nấm trưởng thành và vườn nấm già. Quá trình chế biến thức ăn có sự phân công lao động giữa mối thợ già và mối thợ trẻ. Mối thợ già đi kiếm ăn và mang thức ăn về tổ, mối thợ trẻ sử dụng thức ăn này để tạo nên vườn nấm mới thông qua viên phân sơ cấp. Vườn nấm mới được xây dựng trên vườn nấm cũ nên các sợi nấm *Tesmitomyces* ở vườn nấm cũ sẽ lây lan và phát triển trên vườn nấm mới. Hoặc nấm *Tesmitomyces* được trộn lẫn vào cùng nguyên liệu thức ăn trong quá trình hình thành viên phân sơ cấp qua ruột mối thợ trẻ (Nobre et al. 2011). Giai đoạn vườn nấm non được hình thành từ khoảng sau 2 – 6 ngày thí nghiệm và diễn ra trong khoảng từ 9 đến 14

ngày, trung bình là $11,4 \pm 1,2$ ngày. Giai đoạn vườn nấm trưởng thành được tính từ khi xuất hiện quả thể màu trắng chứa bào tử sinh sản vô tính (Nodule), giai đoạn này bắt đầu từ sau 11-18 ngày thí nghiệm và kéo dài trong vòng từ 7 – 18 ngày, trung bình là $12,9 \pm 2,8$ ngày. Giai đoạn này, vườn nấm cung cấp thức ăn giàu dinh dưỡng cho mối thợ trẻ. Giai đoạn vườn nấm già, là giai đoạn sau đó khi vườn nấm không còn các quả thể sinh sản vô tính nữa và vườn nấm này được mối thợ già sử dụng. Vườn nấm của mối *Odontotermes hainanensis* phát triển trong vòng từ 3 đến 5 tuần thì được mối thợ già sử dụng lại. Thời gian được mối thợ sử dụng lại có sớm hơn so với các nghiên cứu ở mối *Macrotermes* ít nhất 1 tuần. Nguyễn Văn Quảng (2003) cho thấy mối thợ kiếm ăn ở loài *M. annandalei* sử dụng lại vườn cây nấm sau khi chúng xây dựng khoảng từ 4 tuần đến 13 tuần. Điều này có lẽ là do quá trình tiêu hóa ở giống *Odontotermes* nhanh hơn so với giống *Macrotermes*. Theo nghiên cứu của Nguyễn Văn Quảng (2003) ở loài *Macrotermes annandalei*, thức ăn phải mất 4 - 6h để đi qua ruột giữa và tồn tại hàng tuần ở ruột sau. Trong

khi đó, thức ăn qua ruột của mối *Odontotermes formosanus* chỉ khoảng 3,5h (Li et al., 2015; Chiu et al., 2019). Các dẫn liệu này cho thấy quá trình tiêu hóa thức ăn qua ruột mối thợ ở các loài mối có vườn cây nấm (Macrotermitinae) là khác nhau.

Kết quả kiểm tra khả năng sử dụng thức ăn không phải là vườn nấm thông qua thức ăn đánh dấu cho thấy tất cả các nhóm mối thợ đều có ruột chứa thức ăn được nhuộm màu. Tuy nhiên, lượng thức ăn cũng như mức độ màu bị nhiễm ở mỗi nhóm mối thợ là không giống nhau. MTL trẻ có tỷ lệ nhiễm màu cao nhất và thức ăn đi qua ruột cũng nhanh hơn so với các nhóm mối còn lại. Cụ thể là: sau 1h thí nghiệm, thức ăn mới chỉ đến ruột trước và một phần ruột giữa ở hầu hết các nhóm mối thợ, chỉ riêng có MTL trẻ, có đến 16,7% số cá thể mối có thức ăn đã chuyển đến ruột sau; sau 3h thí nghiệm, thức ăn nhuộm màu đã tiêu hóa đến ruột sau ở các nhóm mối thợ nhưng tỷ lệ là khác nhau, cao nhất ở MTL trẻ (80% tổng số cá thể nuôi); sau 6h, 100% MTL trẻ có ruột chứa đầy thức ăn nhuộm màu, trong khi đó ruột MTL già, MTN già cũng có phần thức ăn nhuộm màu đỏ chứa nhưng lẫn nhiều thành phần có màu sẫm và ruột của MTN trẻ lại chứa thức ăn dạng lỏng và có màu gần như trong suốt hoặc xám đục (Hình 6). Như vậy có thể thấy, các nhóm mối thợ này đều có khả năng tiếp xúc và khai thác một phần thức ăn ngoài tự nhiên mang về tổ nhưng mức độ khai khác nhau giữa các nhóm mối thợ. Điều này đồng nghĩa chúng đều có khả năng nhiễm độc nếu chúng khai thác nguồn thức ăn là bã độc.

Kết quả nghiên cứu về sự lan truyền thức ăn ở

tổ mối ngoài tự nhiên cho thấy khả năng lan truyền thức ăn trong quần tộc mối *Odontotermes hainanensis* là rất cao, tỷ lệ các khoang vườn nấm có thức ăn đánh dấu ở tất cả các tổ thử nghiệm đều đạt trên 90%. Thức ăn đặt trong một khoang tổ mối được mối thợ phân tán tới hầu hết khoang khác trong cùng tổ để xây dựng vườn nấm. Tuy nhiên, kết quả cũng cho thấy sự phân phối hạt phân có màu trên các vườn nấm không giống nhau giữa các tổ, mật độ hạt màu trên các vườn nấm ở những tổ có số lượng vườn nấm nhiều thưa hơn so với những tổ lớn có số lượng khoang vườn nấm ít. Điều này một mặt có thể do tuổi của tổ mối có ảnh hưởng đến khả năng sử dụng và phân tán thức ăn cho quần tộc, mặt khác do trạng thái phát triển của vườn nấm.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về sự chế biến thức ăn cho thấy: chỉ có mối thợ trưởng thành tham gia vào quá trình chế biến thức ăn; tất cả các nhóm mối thợ (mối thợ lớn già, mối thợ lớn trẻ, mối thợ nhỏ già và mối thợ nhỏ trẻ) đều các khả năng tiếp xúc và khai thác trực tiếp thức ăn là bột xenlulo đưa vào tổ mối; thức ăn từ bên ngoài đưa vào tổ được mối thợ trẻ xây dựng vườn nấm; vườn nấm phát triển trong khoảng từ 3 đến 5 tuần lại được mối thợ già sử dụng lại. Nghiên cứu về khả năng lan truyền thức ăn trong quần tộc mối ngoài tự nhiên cho thấy đến hơn 90% các khoang vườn nấm trong quần tộc mối *Odontotermes hainanensis* ngoài tự nhiên. Đây là những minh chứng về tính khả thi của việc sử dụng bã để phòng chống loài *Odontotermes hainanensis* nói riêng và mối mối Macrotermitinae hại đê, đập nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

- [1] Ngô Trường Sơn (2009), *Nghiên cứu mối (Isoptera) hại đê ở hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình, sông Mã và góp phần hoàn thiện biện pháp phòng chống*, Luận Án Tiến sĩ Sinh học, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật Hà Nội.
- [2] 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 sĩ, Đại học Quốc gia Hà Nội.

- [3] Vũ Văn Tuyên (1982), *Mối hại đập hồ chứa ở Việt Nam và biện pháp phòng trừ*, Luận án Phó tiến sĩ Sinh học, Trường Đại học tổng hợp Hà Nội.

Tài liệu tiếng nước ngoài

- [4] Badertscher, S., Gerber, C., & Leuthold, R. H. (1983), "Polyethism in food supply and processing in termite colonies of *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera)", *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 12(2), 115-119.
- [5] Chiu, C. I., Ou, J. H., Chen, C. Y., & Li, H. F. (2019), "Fungal nutrition allocation enhances mutualism with fungus-growing termite", *Fungal Ecology* 41, pp. 92-100.
- [6] Lee, C. C., Neoh, K. B., & Lee, C. Y., 2014. Colony size affects the efficacy of bait containing chlorfluazuron against the fungus-growing termite *Macrotermes gilvus* (Blattodea: Termitidae). *Journal of economic entomology*, 107(6): 2154-2162.
- [7] Li, H., Yang, M., Chen, Y., Zhu, N., Lee, C. Y., Wei, J. Q., & Mo, J. (2015), "Investigation of age polyethism in food processing of the fungus-growing termite *Odontotermes formosanus* (Blattodea: Termitidae) using a laboratory artificial rearing system", *Journal of economic entomology*, 108(1), 266-273.
- [8] Neoh Kok Boon, Nur Atiqah Jalaludin & Chow-Yang Lee (2011), "Elimination of Field Colonies of a Mound-Building Termite *Globitermes sulphureus* (Isoptera: Termitidae) by Bistrifluron Bait", *J. Econ. Entomol.* 104(2): 607-613.
- [9] Nobre, T. & Aanen, D.K. (2012) Fungiculture or Termite Husbandry? (Invited manuscript) Insects Special issue on Symbiosis: A Source of Evolutionary Innovation in Insects. Insects 2012, 3(1), 307-323; doi:10.3390/insects3010307
- [10] Nobre, T., Koné, N. A., Konaté, S., Linsenmair, K. E., & Aanen, D. K. (2011). Dating the fungus-growing termites' mutualism shows a mixture between ancient codiversification and recent symbiont dispersal across divergent hosts. *Molecular Ecology*, 20(12), 2619-2627.
- [11] Sieber, R. (1983), "Establishment of fungus comb in Laboratory colonies of *Macrotermes michaelsoni* and *Odontotermes montanus* (Isoptera, Macrotermitinae)", *Insectes Sociaux*, 30(2), 204-209.
- [12] Stansly, P. A., N.-Y. Su, and J.M. Conner. 2001. Management of subterranean termites, *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in a citrus orchard with hexaflumuron bait. *Crop Prot.* 20: 199 -206.
- [13] Su, Nan-Yao, 2014. Hermetically sealed baits for subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology* 100(2): 475-482.
- [14] Su, N.-Y., P. M. Ban, and R. H. Scheffrahn. 1997. Remedial baiting with hexaflumuron in above-ground stations to control structure-infesting populations of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *J. Econ. Entomol.* 90: 809 - 817.