

ĐỘ BỀN KHÁNG NẤM MỤC TRẮNG CỦA GỖ GIỚI FORD - SỰ PHÁ HUỖ CẤU TRÚC GỖ BỞI CÁC LOẠI NẤM MỤC TRẮNG

Hoàng Trung Hiếu¹, Nguyễn Đức Thành¹, Nguyễn Tử Kim¹, Nguyễn Thị Bích Ngọc²

¹ Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

² Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

Từ khoá: Dổi ford, độ bền tự nhiên, nấm mục trắng, kính hiển vi quang học, kính hiển vi điện tử quét

TÓM TẮT

Độ bền tự nhiên của gỗ là một trong những tiêu chí quan trọng trong việc định hướng mục đích sử dụng gỗ. Dổi ford là cây bản địa có giá trị kinh tế cao, gỗ được sử dụng rộng rãi tại Việt Nam. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào về độ bền tự nhiên của gỗ, đặc biệt là với nấm mục hại gỗ. Bài báo trình bày khả năng chống chịu của gỗ Dổi ford với 6 loại nấm mục trắng hại gỗ. Kết quả nghiên cứu cho thấy gỗ Dổi ford có độ bền tự nhiên ở mức kém bền. Tổn hao khối lượng gỗ Dổi ford sau 2 tháng khảo nghiệm dao động từ 11,18% đến 27,48%. Gỗ bị phá huỷ nhiều bởi loài nấm *Phanerochaete sordida* (27,48%) và ít bị phá huỷ nhất bởi nấm *Dichomitus squalens* (11,18%). Nghiên cứu cấu tạo hiển vi cho thấy, sợi nấm phát triển và phân bố toàn bộ cấu trúc bên trong gỗ. Loài nấm mục trắng *P. sordida* thể hiện rõ phá huỷ cả lignin, xenlulo và hemixenlulo.

Natural resistance of *Manglietia fordiana* Oliv. to white-rot fungi the wood structure deterioration by different white-rot fungus

Keywords:
Manglietia fordiana Oliv., Natural durability, Optical microscope, Scanning electron microscope, White-rot fungi

Natural durability is the most important quality of wood in use. *Manglietia fordiana* Oliv. is an indigenous species of high commercial value. Its wood is used as construction material for housing and fine indoor furniture manufacturing in Vietnam. However, there is few information on *M. fordiana* wood resistance to fungi. In this study, natural resistance of *M. fordiana* wood against six white-rot fungi was investigated. The results showed that *M. fordiana* has weak natural durability. The weight loss was from 11.18% to 27.48% after 2 months of exposure. The highest value was caused by *Phanerochaete sordida* (27.48%) while the least deterioration level was decayed by *Dichomitus squalens* (11.18%). Microscopic investigation showed the hyphae were extended over whole wood tissues. It also revealed that *P. sordida* destroyed lignin, cellulose and hemicellulose.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giổi ford là loài cây bản địa có giá trị kinh tế và bảo tồn cao. Cây phân bố chủ yếu ở đai cao từ 300 - 1.200m. Cây mọc rải rác trong rừng nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới ẩm trên núi, trên các sườn đồi trong rừng và bờ sông. Cây trung tính, đôi khi thuộc tầng ưu thế tán rừng, lúc nhỏ ưa bóng, ưa đất hơi chua, ẩm, màu mỡ và sinh trưởng tốc độ trung bình. Cây gỗ đôi mọc chủ yếu ở rừng vùng núi miền Bắc nước ta và khá phổ biến tại Lào Cai, Hà Giang, Tuyên Quang, Nghệ An, Quảng Bình.

Trong bảng phân nhóm tạm thời các loài gỗ sử dụng thống nhất trong cả nước theo Quyết định số 2198/CNR của Bộ Lâm nghiệp ban hành ngày 26/11/1977, gỗ Giổi ford được phân vào nhóm III (QĐ 2198 - CN, 1977). Đây là nhóm các loại gỗ nhẹ (khá nặng khi tươi nhưng nhẹ khi khô) và mềm, nhưng sức bền cao, độ dẻo dai lớn, sức chịu lực cao. Chính vì vậy gỗ Giổi thường được sử dụng trong tạo tác các sản phẩm nội thất như: giường, tủ quần áo, hoặc các đồ mỹ nghệ khác,...

Gỗ giổi ford có dác và lõi phân biệt, dác màu trắng đục hơi vàng, lõi vàng tươi đến vàng nâu. Vòng sinh trưởng rõ ràng, rộng 3 - 5mm. Mặt gỗ mịn. Mạch đơn và kép ngắn phân tán. Trong mạch thường có thể nút, ở loài Giổi ford có gặp chất chứa màu trắng. Dễ thấy mô mềm tận cùng và gian mạch. Tia gỗ nhỏ và hẹp, khó thấy bằng mắt thường. Chiều hướng thớ gỗ thẳng. Gỗ giổi ford có khối lượng riêng rất nhẹ ($450 - \text{kg}/\text{cm}^3$); hệ số co rút thể tích trung bình (0,40); Điểm bão hòa thớ gỗ trung bình (27%). Giới hạn bền trung bình khi nén dọc thớ ($487\text{kg}/\text{cm}^2$). Giới hạn bền trung bình khi uốn tĩnh ($1035\text{kg}/\text{cm}^2$). Sức chống tách từ nhỏ đến trung bình (11,5 kg/cm). Hệ số uốn va đập lớn (1,20) (Hung và Hiền, 2008).

Gỗ Giổi ford đã được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào về

độ bền chống các vi sinh vật gây hại. Việc nghiên cứu đánh giá khả năng độ bền tự nhiên của gỗ sẽ góp phần vào việc sử dụng hiệu quả gỗ Giổi ford cho các mục đích khác nhau.

Vi sinh vật có thể phá huỷ gỗ ở các mức độ khác nhau, nhưng sự phá hoại lớn nhất là do các loài nấm gây ra. Nấm mục trắng là một trong những tác nhân phá hoại xơ sợi thực vật lớn nhất, chúng có khả năng phân huỷ xenlulô, hêmixenlulô và lignin và thường làm cho gỗ trở nên ẩm, mềm, xốp và chuyển thành màu trắng hoặc vàng (Bari *et al.*, 2015; Mahajan, 2011). Gỗ trải qua một số thay đổi trong quá trình phân huỷ: như giảm khối lượng và tính chất cơ học cùng gây ra những biến đổi đáng kể trong thành phần hóa học của vách tế bào khi tiếp xúc với nấm (Bari *et al.*, 2015). Sự tấn công của nấm ảnh hưởng đến độ ẩm, tính dẫn điện, tính đàn hồi và độ dẻo dai của gỗ (Cowling, 1961; Schmidt, 2006).

Trong nghiên cứu này, độ bền tự nhiên của gỗ Giổi ford chống sự phá huỷ của 6 loài nấm mục trắng phổ biến sẽ được phân tích dựa trên: mức độ tổn hao khối lượng mẫu thử, mức độ phá huỷ cấu trúc gỗ sử dụng kính hiển vi quang học và kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM).

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Gỗ Giổi ford (*Manglietia fordiana* Oliv.) được lấy mẫu tại tỉnh Nghệ An. Cây lấy mẫu có đường kính 25cm. Mẫu gỗ khảo nghiệm độ bền tự nhiên với nấm mục có kích thước 20(R) × 20 (T) × 5(L) mm³, được cắt từ tấm ván không chứa khuyết tật tự nhiên.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thí nghiệm khả năng chống chịu nấm mục trắng

Khả năng chống chịu của gỗ Giổi ford đối với sự phá hoại của 6 loài nấm mục trắng:

Ceriporiopsis subvermispora; *Dichomitus squalens*; *Lentinula edodes*; *Phanerochaete sordida*; *Pleurotus ostreatus* và *Schizophyllum commune* được thực hiện trong điều kiện phòng thí nghiệm. Đây là các loại nấm được sử dụng phổ biến trong các thử nghiệm độ bền tự nhiên của các loại gỗ (Thành *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2010). Quá trình thí nghiệm được thực hiện dựa trên tiêu chuẩn EN113, với sự thay đổi về kích thước mẫu thử. Mẫu gỗ dùng trong thử nghiệm được gia công và sử dụng với kích thước nhỏ hơn trong tiêu chuẩn trên nhằm giảm thời gian khảo nghiệm. Gỗ được sấy khô kiệt ở nhiệt độ 105⁰C trong vòng 2 ngày, sau đó xác định khối lượng khô kiệt của gỗ. Tiếp theo, mẫu gỗ được khử trùng ở nhiệt độ 120⁰C và áp suất cao trong 2 giờ. Các mẫu nấm được nuôi cấy trong đĩa Petri chứa 3% thạch khoai tây đã được khử trùng. Sau khi nấm phát triển phủ kín bề mặt đĩa, mẫu gỗ thí nghiệm được đặt lên trên mặt đĩa, bắt đầu quá trình thử nghiệm. Thí nghiệm được tiến hành trong tủ khí hậu ở nhiệt độ 28⁰C và độ ẩm tương đối 70%. Sau 2 tháng, mẫu gỗ được lấy ra khỏi đĩa petri, phần nấm phát triển trên bề mặt mẫu được cẩn thận loại bỏ. Mẫu gỗ sau đó được sấy ở nhiệt độ 70⁰C đến khối lượng không đổi trong vòng 5 ngày. Tồn hao khối lượng mẫu (W_L) sau quá trình thử nghiệm được tính toán dựa trên tỉ lệ khối lượng trước và sau khi thử nấm:

$$\%W_L = [(W_0 - W_1) / W_0] \times 100$$

Trong đó: W_0 : Khối lượng ban đầu của mẫu trước khi thử nấm

W_1 : Khối lượng của mẫu sau khi thử nấm

2.2.2. Cấu tạo hiển vi gỗ

Phần gỗ bị nấm phá huỷ mạnh, trở nên rất mềm xốp, do đó để cắt được tiêu bản đòi hỏi phải

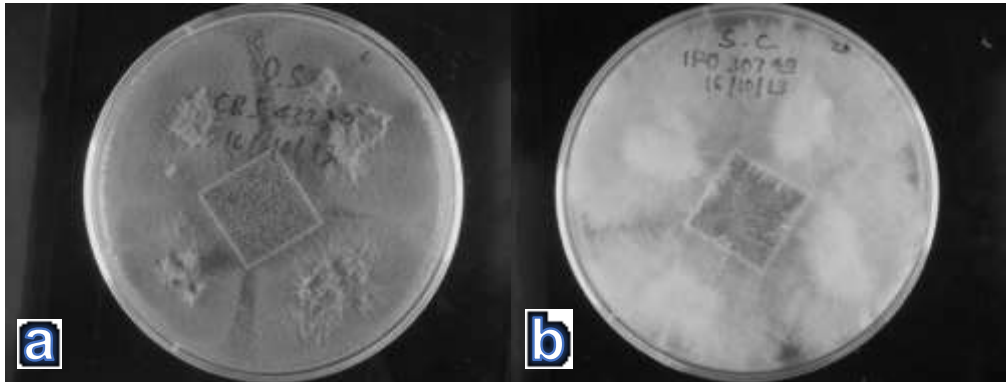
gia cố phần cấu trúc này của gỗ. Mẫu gỗ nhỏ (2 × 2 × 2mm) được gia cố bằng Polyethylene glycol 1500 (PEG1500) theo thứ tự nồng độ tăng dần từ 50, 70, 90, 100%. Mẫu sau khi cố định bởi PEG1500 được cắt tiêu bản theo 2 chiều (mặt cắt ngang và mặt cắt xuyên tâm) để quan sát quá trình phá huỷ gỗ bởi sợi nấm. Tiêu bản gỗ được cắt với chiều dày trung bình 20 μ m sử dụng máy cắt tiêu bản. Các lát cắt sau đó được ngâm trong nước ấm 60⁰C trong 2h để loại bỏ PEG1500. Sau quá trình này, tiêu bản gỗ được nhuộm màu bằng dung dịch 1% safranin trong 2h. Quá trình loại nước và chất nhuộm dư thừa được thực hiện trong ethanol ở nồng độ tăng dần. Mẫu tiêu bản cuối cùng được cố định trên lam kính và cấu trúc gỗ sau quá trình thử nấm được quan sát trên kính hiển vi quang học.

Để quan sát sự xâm nhập và phá huỷ gỗ bởi nấm mục trắng, mẫu gỗ có kích thước khoảng (2x2x2mm³) được cắt ra từ các seri thí nghiệm sau khi đã xác định tồn hao khối lượng gỗ. Các mẫu được cắt tạo mặt phẳng cần quan sát bằng máy cắt tiêu bản. Để đảm bảo cấu trúc mục ruỗng của gỗ không bị phá huỷ trong quá trình sấy khô, mẫu gỗ được sấy đông khô chân không ở nhiệt độ -50⁰C trong 5 ngày. Để quan sát cấu tạo gỗ trên kính hiển vi điện tử quét, mẫu gỗ sau sấy khô được phủ một lớp Bạch kim (Platinum) để tăng độ tương phản cho hình ảnh.

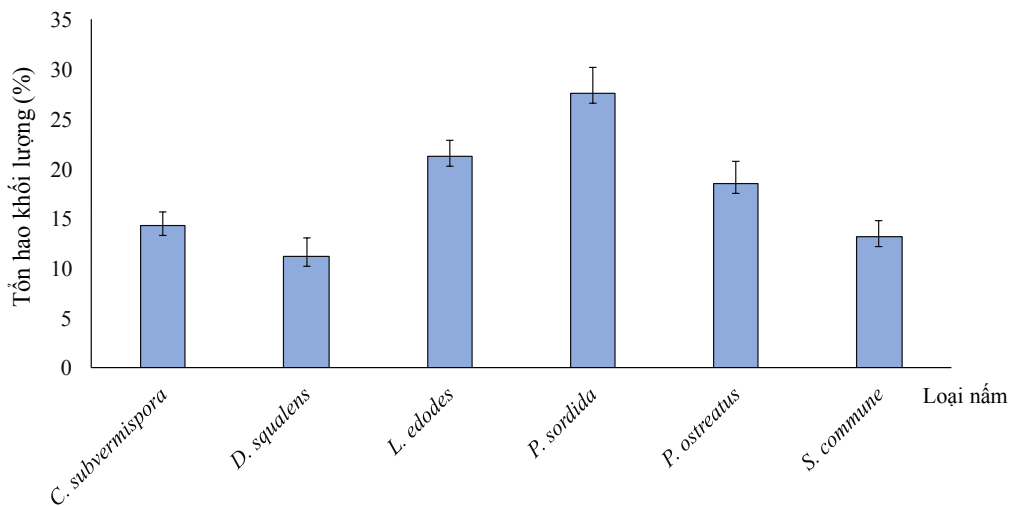
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mức độ tồn hao khối lượng

Quá trình thử nấm cho thấy, sau 1 tuần các mẫu gỗ đã bắt đầu bị nấm mục trắng xâm nhập. Sau 2 tuần, toàn bộ bề mặt của mẫu gỗ đã bị bao phủ bởi các sợi nấm (hình 1).



Hình 1. Mẫu gỗ trong quá trình thử nghiệm với nấm mục trắng
 a) Thử nghiệm với nấm *Dichomitus squalens*
 b) Thử nghiệm với nấm *Schizophyllum commune*



Hình 2. Tồn hao khối lượng mẫu gỗ bởi các loại nấm mục trắng. Bar: Độ lệch tiêu chuẩn

Mức độ tồn hao khối lượng mẫu gỗ được thể hiện ở hình 2. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mức độ phá hủy gỗ của các loài nấm là rất khác nhau. Gỗ bị phá hủy nhiều nhất bởi loài *P. sordida* với 27,48% khối lượng gỗ bị phá hủy. Loài *P. ostreatus* và *L. edodes* phá hủy mẫu ở mức độ 18,43% và 21,23%. Gỗ ít bị phá hủy nhất bởi 2 loài *S. commune* và *D. squalens* với 13,15% và 11,18% khối lượng. Tồn hao khối lượng gỗ trung bình với 6 loài nấm khảo nghiệm là 17,62%.

Bảng phân hạng độ bền của gỗ với nấm được đánh giá theo tiêu chuẩn EN350, mức độ phân hạng độ bền tự nhiên được thể hiện trong bảng

1. Dựa vào mức độ tồn hao khối lượng cho thấy gỗ Giỏi ford có độ bền tự nhiên với nấm mục ở mức kém bền (DC4).

Bảng 1. Phân hạng độ bền tự nhiên của gỗ với nấm

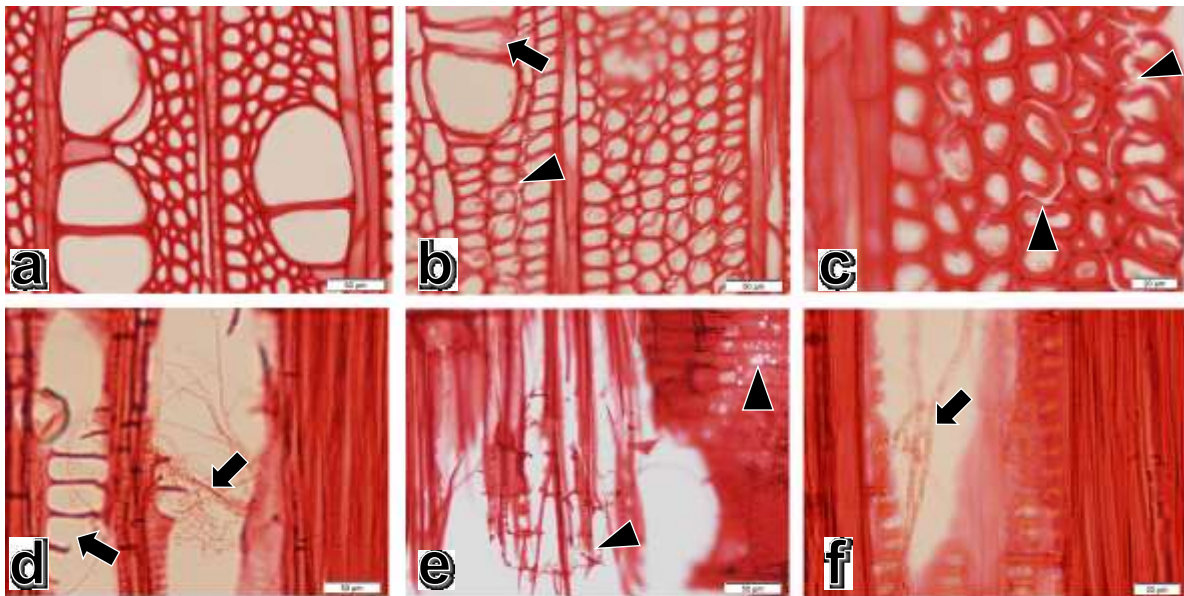
Phân hạng	Hao hụt khối lượng của mẫu thử - ML (%)	Xếp hạng
DC1	ML ≤ 5	Rất bền
DC2	5 < ML ≤ 10	Bền
DC3	10 < ML ≤ 15	Trung bình
DC4	15 < ML ≤ 30	Kém bền
DC5	ML > 30	Không bền

Mẫu gỗ bị phá huỷ lớn khối lượng (27,48%) trở nên ẩm và mềm. Do đó, để quan sát được cấu tạo hiển vi của các mẫu này đòi hỏi phải cố định mẫu trước khi cắt tiêu bản (quan sát dưới kính hiển vi quang học) hoặc sấy đông khô chân không để giữ hình dạng và cấu trúc gỗ (quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét).

3.2. Cấu trúc hiển vi

Quan sát cấu tạo hiển vi mẫu gỗ cho thấy sự xâm nhập và phân huỷ cấu trúc gỗ bởi nấm mục trắng (Hình 3 và 4). Các sợi nấm phát triển trên toàn bộ cấu trúc bên trong gỗ *Diospyros*. Các mạch và các tế bào của gỗ bị phá

huỷ bởi hoạt động của các sợi nấm. Các nghiên cứu trước cho thấy nấm mục trắng có xu hướng tấn công gỗ bằng cách xâm nhập vào các vách tế bào mạch gỗ trước, sau đó xâm nhập qua các tế bào bên cạnh bằng cách tạo ra các lỗ trên vách tế bào và qua cả lỗ thông ngang giữa các tế bào (Schwarze, 2007). Các sợi nấm xâm nhập và phát triển bên trong ruột tế bào mạch gỗ (Hình 3b, d & f). Vách tế bào của một số sợi gỗ bị phân tách khỏi lớp màng giữa do quá trình phá huỷ của nấm (Hình 3b & c). Quan sát trên mặt cắt xuyên tâm, các tế bào mô mềm trong tia gỗ bị nấm mục trắng phân huỷ (Hình 3e).



Hình 3. Sự phân huỷ cấu trúc gỗ bởi nấm mục trắng

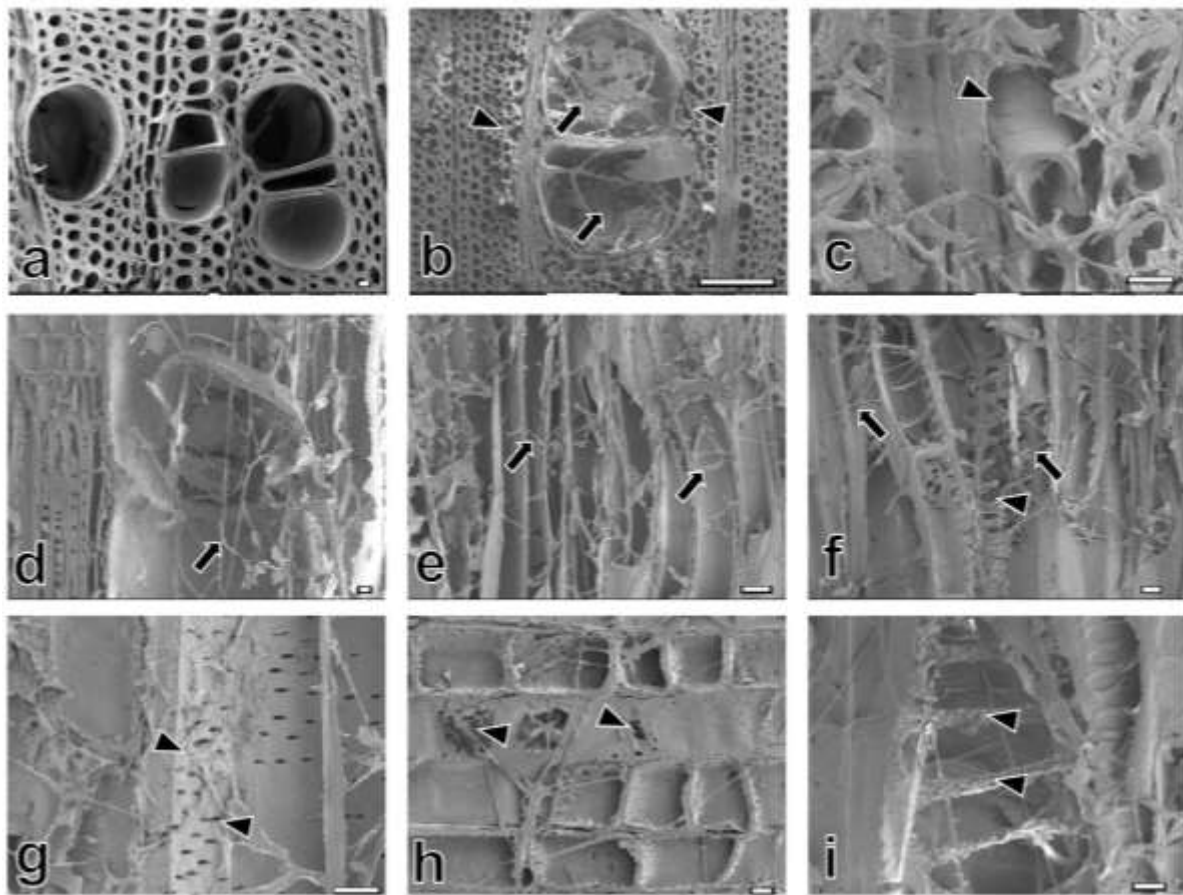
a: Mẫu đối chứng; b-f: Gỗ *Diospyros* sau 2 tháng thử độ bền với nấm *P. sordida*; a-c: mặt cắt ngang mẫu gỗ; Sợi nấm tồn tại trong mạch gỗ (mũi tên) và phá huỷ lớp màng giữa, vách tế bào sợi gỗ còn tương đối nguyên vẹn (đầu mũi tên); d-f: mặt cắt xuyên tâm; Sợi nấm phát triển trong tế bào mạch gỗ (mũi tên) và phá huỷ lỗ thông ngang giữa tia gỗ và sợi gỗ (đầu mũi tên). Tỷ lệ ảnh: a, b, d, e: 50 μ m; c, f: 20 μ m.

Trong giai đoạn ban đầu của quá trình phá huỷ, những thay đổi của cấu trúc gỗ khó có thể quan sát thấy bằng kính hiển vi quang học trong khi kính hiển vi điện tử quét cho thấy rõ ràng cách thức các sợi nấm xâm nhập vào tế bào. Hình ảnh kính hiển vi điện tử quét được sử dụng chụp vị trí mạch gỗ, sợi gỗ và khu vực phân huỷ vách tế bào. Sự khác nhau giữa mẫu

đối chứng và mẫu sau thử nấm rất rõ ràng. Trên mặt cắt ngang, các sợi nấm xâm nhập vào các tế bào mạch gỗ sau đó phát triển sang các tế bào lân cận thông qua các lỗ thông ngang (Hình 4b). Trong trường hợp xâm nhập của nấm mục trắng, các nghiên cứu cho thấy sợi nấm có xu hướng định cư trong ruột tế bào mạch gỗ của các mẫu gỗ bị lây nhiễm (Wilcox,

1970), và sau đó phân chia và phát triển qua lỗ thông ngang đơn hoặc đôi để xâm nhập và phá

huỷ sang tế bào bên cạnh (Bari *et al.*, 2015; Nutman, 1929).



Hình 4. Quá trình xâm nhập và phá huỷ cấu trúc gỗ

a: Mẫu đối chứng; b-i: Gỗ Giỗ ford sau 2 tháng thử độ bền với nấm *P. sordida*; a-c: Mặt cắt ngang; Sợi nấm phát triển trong mạch gỗ (mũi tên) và phá huỷ tế bào sợi gỗ (đầu mũi tên); d-i: Mặt cắt xuyên tâm; Sợi nấm phát triển bên trong mạch gỗ và sợi gỗ (mũi tên); Lỗ thông ngang, lỗ xuyên mạch và tia gỗ bị phá huỷ (đầu mũi tên). Tỷ lệ ảnh: a, c-i: 10µm; b: 100µm

Quan sát theo hướng xuyên tâm cho thấy sợi nấm phát triển khắp cấu trúc bên trong gỗ (Hình 4d & e), sợi nấm tạo ra các men làm tiêu huỷ lỗ thông ngang (Hình 4f & i), phát triển qua lỗ thông ngang trên vách tế bào mạch gỗ để xâm nhập sang tế bào bên cạnh (Hình 4g) sự hình thành các lỗ trên vách tế bào (Hình 4h). Báo cáo chỉ ra rằng các lỗ trên thành tế bào được hình thành bởi các sợi nấm đặc biệt với đường kính ban đầu là 0,5µm hoặc nhỏ hơn (Wilcox, 1970). Cơ chế tạo lỗ trên vách tế bào gỗ bằng các loại nấm phân huỷ đã được một số nhà nghiên cứu

điều tra. Báo cáo chỉ ra rằng các sợi nấm có xu hướng hơi phình to lên trước khi thâm nhập và uốn thành sợi để thực hiện thâm nhập đầu tiên (Nutman, 1929), hoặc rằng không có thay đổi đường kính khi thâm nhập (Schwarze, 2007). Ảnh cấu tạo hiển vi cho thấy, loài nấm *P. sordida* phá huỷ cả vách tế bào (thành phần gồm holocellulose và lignin) và lớp màng giữa (thành phần chủ yếu là lignin).

Nhìn chung, trong giai đoạn phát triển cuối của nấm mục trắng phá hoại gỗ, các mặt cắt ngang cho thấy các vách tế bào bị xâm nhập và

tế bào gỗ phá huỷ mạnh mẽ bởi nấm tạo ra nhiều lỗ rỗng trong vách tế bào. Các báo cáo cũng chỉ ra sự phá huỷ nghiêm trọng của tia gỗ do nấm mục trắng (Bari *et al.*, 2015; Blanchette, 1984a, 1984b).

IV. KẾT LUẬN

Kết quả khảo nghiệm với 6 loại nấm mục trắng cho thấy gỗ Giỏi ford có khả năng kháng nấm mục trắng ở mức độ kém. Trong quá trình thử nghiệm, mức độ tổn hao khối lượng mẫu dao động từ 11,18% đến 27,48%, trung bình là 17,62%. Kết quả nghiên cứu cấu tạo hiển vi cho thấy cấu trúc gỗ bị nấm mục trắng xâm nhập và phá hoại khá nặng nề ở mức 27,48% tổn hao khối lượng. Các sợi nấm xâm nhập vào trong ruột tế bào mạch gỗ sau đó phát triển qua các lỗ thông ngang sang các tế bào bên

canh. Quá trình xâm nhập và phát triển của sợi nấm tạo ra các men làm hư hỏng cấu trúc gỗ. Gỗ Giỏi ford, nên được sử dụng ở nơi khô ráo, tránh nơi ẩm thấp sẽ hạn chế được sự xâm nhập và gây hại của nấm. Nếu sử dụng gỗ ở khu vực có độ ẩm cao thì cần được xử lý bảo quản gỗ trước để chống lại sự xâm nhập và phá hoại của nấm mục. Quá trình xâm nhập và phá hoại gỗ là quá trình phức tạp, trong phạm vi nghiên cứu này mới chỉ tập trung vào mức độ tổn hao khối lượng và quá trình gỗ bị phá huỷ sau 2 tháng bị lây nhiễm. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo về cơ chế phá huỷ gỗ cũng như những biến đổi về tính chất cơ học, thành phần hoá học gỗ trong từng giai đoạn khác của nấm mục trắng sẽ giúp cho việc nghiên cứu không chỉ về loại gỗ này mà còn cho cả các loài nấm hại gỗ nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hung, N.D., Hiền, L.T., 2008. Các loài gỗ thông dụng ở Việt Nam: Đặc điểm cấu tạo, tính chất vật lý, cơ học và hướng sử dụng. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Quyết định số 2198 - CN, 1977. Quyết định của Bộ Lâm nghiệp ban hành phân loại tạm thời các loại gỗ sử dụng thống nhất trong cả nước.
3. Bari, E., Nazarnezhad, N., Kazemi, S.M., Tajick Ghanbary, M.A., Mohebbi, B., Schmidt, O., Clausen, C.A., 2015. Comparison between degradation capabilities of the white rot fungi *Pleurotus ostreatus* and *Trametes versicolor* in beech wood. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 104, 231 - 237.
4. Blanchette, R. a, 1984a. Screening wood decayed by white rot fungi for preferential lignin degradation. *Appl. Environ. Microbiol.* 48, 647 - 653.
5. Blanchette, R. a, 1984b. Selective delignification of eastern hemlock by *Ganoderma tsugae*. *Phytopathology* 74, 153 - 160.
6. BS EN 113, 1997. Wood preservatives - Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes - Determination of the toxic values.
7. BS EN 350, 2016. Durability of wood and wood- based products - Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials.
8. Cowling, E.B., 1961. Comparative biochemistry of the decay of Sweetgum sapwood by white-rot and brown-rot fungi. USDA Forest Service, Washington, DC. Technical Bulletin-1258
9. Mahajan, S., 2011. Characterization of the white-rot fungus *Phanerochaete carnosae* through proteomic methods and compositional analysis of decayed wood fiber. PhD thesis. University of Toronto.
10. Nutman, F.J., 1929. Studies of wood-destroying fungi. I. *Polyporus hispidus* (Fries). *Ann. Appl. Biol.* 16, 40 - 64.

11. Oliveira, L.S., Santana, A.L.B.D., Maranhão, C.A., de Miranda, R.D.C.M., Galvão de Lima, V.L.A., da Silva, S.I., Nascimento, M.S., Bieber, L., 2010. Natural resistance of five woods to *Phanerochaete chrysosporium* degradation. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 64, 711 - 715.
12. Schmidt, O., 2006. *Wood and Tree Fungi: Biology, Damage, Protection, and Use.* Springer-Verlag, Germany.
13. Schwarze, F.W.M.R., 2007. Wood decay under the microscope. *Fungal Biol. Rev.* 21, 133 - 170.
14. Thành N.D., Nishimura, H., Imai, T., Watanabe, T., Kodzuma, Y., Sugiyama, J., 2017. Natural durability of *Erythrophleum fordii* Oliv. against white rot fungi. In proceeding of the 2nd Asia Research Node symposium, Japan.
15. Wilcox, W.W., 1970. Anatomical changes in wood cell walls attacked by fungi and bacteria. *Bot. Rev.* 36, 1 - 28.

Email của tác giả chính: hieuhoangtrungbqls@gmail.com

Ngày nhận bài: 12/09/2017

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/09/2017

Ngày duyệt đăng: 18/09/2017