

KHẢ NĂNG KHÁNG NẤM MỤC NÂU (*Coniophora puteana* M1) CỦA GỖ SA MỘC (*Cunninghamia lanceolata* Lamb. Hook) XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT - CƠ

Nguyễn Thị Tuyên¹, Phạm Văn Chương², Vũ Kim Dung²,
Trần Đức Hạnh², Nguyễn Việt Hưng¹, Đặng Thị Thu Hà¹

TÓM TẮT

Xử lý nhiệt - cơ cho gỗ là một phương pháp hiệu quả để nâng cao độ bền sinh học của gỗ mà không cần sử dụng chất bảo quản thông thường. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng của biến tính nhiệt - cơ đến khả năng kháng nấm của gỗ. Gỗ Sa mộc sau xử lý ở các mức nhiệt độ, thời gian và tỷ suất nén khác nhau được kiểm tra độ bền trước sự tấn công của nấm mục nâu (*Coniophora puteana* M1). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng các mẫu gỗ biến tính nhiệt - cơ có khả năng kháng nấm mục nâu được cải thiện hơn so với mẫu đối chứng không biến tính, thể hiện ở tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ giảm sau thời gian thử nghiệm trong điều kiện thí nghiệm. Sau 4 tháng thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, tất cả các mẫu gỗ biến tính đều cho khả năng kháng nấm tốt, tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ hao hụt từ 1,89 - 4,86%. Kết quả phân tích cho thấy khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc biến tính nhiệt có hiệu quả cao nhất khi biến tính ở nhiệt độ 200°C, thời gian 0,7 phút/mm, tỷ suất nén 49%. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học, luận cứ lý thuyết về mối liên hệ giữa xử lý nhiệt - cơ với độ bền sinh học của gỗ.

Từ khóa: Độ bền sinh học, gỗ Sa mộc, nấm mục nâu, xử lý nhiệt - cơ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bên cạnh những giải pháp bảo quản gỗ thông thường sử dụng các loại thuốc bảo quản có khả năng phòng chống các loại nấm hại gỗ, biến tính gỗ mang đến một giải pháp hữu hiệu để cải thiện khả năng chống nấm của gỗ mà không gây hại cho môi trường. Biến tính nhiệt cho gỗ làm giảm khả năng hút ẩm của gỗ, cải thiện tính ổn định kích thước, tăng khả năng chống lại sự phá hoại của sinh vật và vi sinh vật hại gỗ, tăng khả năng chống chịu môi trường mà không gây độc hại [1].

Sa mộc (*Cunninghamia lanceolata* [Lamb.] Hook.) là loài cây mọc nhanh, nhất là 20 năm đầu, thân thẳng. Là cây mọc tự nhiên ở miền Trung và Nam Trung Quốc từ độ cao 500 – 1.800 m so với mực nước biển. Ở Việt Nam có xuất hiện nhiều ở các tỉnh biên giới phía Bắc như: Hà Giang, Lào Cai, Yên Bái, Lạng Sơn. Gỗ Sa mộc có màu vàng nhạt, thơm, nhẹ, dễ chế biến, thớ thẳng [2]. Kết quả nghiên cứu của Xing, Ikuo và Wakako (2005) cho thấy, gỗ Sa mộc được xếp vào loại gỗ có khả năng chống chịu trung

binh khi thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và hiện trường với nấm gây mục [3]. Nghiên cứu của Meiling Chen và cs (2017) cho thấy, gỗ Sa mộc có khả năng kháng nấm ở mức độ trung bình [4]. Với sự nâng cao nhận thức về môi trường, nhiều công trình nghiên cứu xử lý để kéo dài tuổi thọ của gỗ được thực hiện. Tuy nhiên, rất ít công trình nghiên cứu về xử lý nhiệt - cơ cho gỗ Sa mộc. Đặc biệt mối quan hệ giữa chế độ xử lý nhiệt - cơ với độ bền sinh học của gỗ. Kết quả nghiên cứu của Oleksandr Skyba (2008) cho thấy, khi gỗ xử lý ở nhiệt độ 180°C cho khả năng kháng nấm hiệu quả, với hàm lượng chitin dưới 1%. Ngoài ra, khi đánh giá khả năng kháng nấm của gỗ Vân sam và gỗ Beech biến tính nhiệt thông qua hàm lượng cellulose còn lại sau 16 tuần thử nghiệm với ba loại nấm mục nâu, trong đó các mẫu gỗ xử lý ở nhiệt độ 180°C cho hàm lượng cellulose trên 55%, gấp 1,25 lần so với mẫu gỗ đối chứng [5]. Nghiên cứu của Umit Ayata (2017) cho thấy, xử lý nhiệt có thể được sử dụng hiệu quả để chống lại sự tấn công của nấm cho các loài gỗ Thông, gỗ Sồi và gỗ Dẻ gai [6].

Hiện nay, thông tin về việc sử dụng phương pháp nhiệt - cơ để biến tính gỗ Sa mộc còn hạn chế. Một số công trình nghiên cứu xử lý nhiệt - cơ cho gỗ Sa mộc mới dừng lại ở những nghiên cứu cải thiện tính chất vật lý, cơ học của gỗ [7], [8]. Để có cơ

¹ Trường Đại học Nông lâm, Đại học Thái Nguyên

² Trường Đại học Lâm nghiệp

* Email: nguyenthituyen@tuaf.du.vn

sở khoa học cho những nghiên cứu ứng dụng nâng cao chất lượng gỗ nói chung, gỗ Sa mộc nói riêng bằng phương pháp nhiệt – cơ, cần có những nghiên cứu cơ bản, đầy đủ về cơ chế ảnh hưởng của chế độ xử lý đến các tính chất vật lý, cơ học và sinh học của gỗ. Do vậy, để góp phần làm sáng tỏ cơ chế ảnh hưởng của các tham số chế độ xử lý đến khả năng kháng nấm của gỗ Sa mộc, đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ xử lý nhiệt – cơ đến khả năng kháng nấm gỗ Sa mộc.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Chủng nấm

Nấm thử nghiệm là nấm mục nâu (*Coniophora puteana* M1) được cung cấp bởi Bộ môn Công nghệ Vi sinh – Hóa sinh, Viện Công nghệ Sinh học Lâm nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp. Chủng nấm dùng trong thử nghiệm được nuôi cấy và phát triển trong môi trường Potato Dextrose Agar (PDA) ở $25 \pm 2^\circ\text{C}$ cho đến khi lớp sợi nấm phủ kín các bình nuôi cấy.

2.1.2. Mẫu gỗ

Mẫu gỗ Sa mộc 15 tuổi được trồng tại huyện Bắc Hà - tỉnh Lào Cai: Gỗ tẩm được sấy khô ở nhiệt độ 70°C đến độ ẩm 11 - 14% và xử lý ở các tỷ lệ nén, nhiệt độ và thời gian nén khác nhau, kí hiệu từ TN1 – TN20 (Bảng 1). Tiếp theo, các tấm Sa mộc đã xử lý nhiệt - cơ và đối chứng (chưa xử lý nhiệt - cơ) được cắt nhỏ thành các mẫu gỗ có kích thước bằng nhau để kiểm tra khả năng kháng nấm của gỗ.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Trong nghiên cứu này đã lựa chọn phương pháp thiết kế hỗn hợp trung tâm (CCD - center composite design) với 3 yếu tố, 6 điểm tâm. Số thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm *Design Expert 12.0*, các chế độ tiến hành thực nghiệm được thể hiện tại bảng 1.

Bảng 1. Các thông số thực nghiệm với 3 yếu tố ảnh hưởng đến biến tính nhiệt – cơ

Ký hiệu mẫu	Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	Thời gian (Phút/mm chiều dày)	Tỷ suất nén (%)	Chiều dày phôi (mm)	Ký hiệu mẫu
TN1	160	0,5	30	28,6	14,3
TN2	200	0,5	30	28,6	14,3
TN3	160	0,7	30	28,6	20,0

TN4	200	0,7	30	28,6	20,0
TN5	160	0,5	50	40,0	20,0
TN6	200	0,5	50	40,0	20,0
TN7	160	0,7	50	40,0	28,0
TN8	200	0,7	50	40,0	28,0
TN9	146,36	0,6	40	33,3	20,0
TN10	213,64	0,6	40	33,3	20,0
TN11	180	0,43	40	33,3	14,3
TN12	180	0,77	40	33,3	25,7
TN13	180	0,6	23,18	26,0	15,6
TN14	180	0,6	56,82	46,3	27,8
TN15	180	0,6	40	33,3	20,0
TN16	180	0,6	40	33,3	20,0
TN17	180	0,6	40	33,3	20,0
TN18	180	0,6	40	33,3	20,0
TN19	180	0,6	40	33,3	20,0
TN20	180	0,6	40	33,3	20,0

2.2.2. Phương pháp xác định khả năng kháng nấm mục nâu

2.2.2.1. Xác định khả năng kháng nấm mục nâu qua tỉ lệ hao hụt khối lượng trong điều kiện thí nghiệm

Khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc được tiến hành theo theo tiêu chuẩn TCVN 10753: 2015 nhưng có điều chỉnh. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Cụ thể:

Vận dụng tiêu chuẩn về cách đưa mẫu gỗ vào môi trường gây cấy nấm và xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu.

Kích thước: Mẫu thử nấm được cắt ra từ các tấm gỗ xử lý biến tính nhiệt – cơ. Để đảm bảo thuận tiện khi thử nghiệm trong bình nuôi cấy tại phòng thí nghiệm, các mẫu gỗ được cắt dựa trên kích thước của tấm gỗ sau biến tính và cùng kích thước $30 \times 20 \times 10 \text{ mm}$ (dọc thớ, xuyên tâm, tiếp tuyến), bao gồm 21 mẫu gỗ, trong đó có 20 mẫu xử lý, 1 mẫu đối chứng không xử lý.

Xử lý mẫu trước khi phơi nhiễm nấm:

- Mẫu thử nấm được cắt ra từ các tấm gỗ sau xử lý biến tính, mẫu được sấy đến khô kiệt ở nhiệt độ $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Cân xác định khối lượng khô kiệt của mẫu (m_0), chính xác đến 0,01 g.

- Khử trùng mẫu trước khi đặt vào môi trường có nấm: Trước ngày đặt mẫu thử vào các bình thử nghiệm nấm, đưa các mẫu vào các túi chịu nhiệt.

Trên mỗi túi chỉ đặt các nhóm mẫu giống nhau. Đóng kín các túi và đặt vào nồi khử trùng trong thời gian 20 phút. Để các mẫu trong túi nguội tự nhiên với thời gian 24 giờ và sau đó lặp lại quá trình khử trùng lại trong 10 phút. Không được mở túi cho đến khi đặt mẫu vào bình nuôi cấy.

Tiến hành thí nghiệm với nấm mục nâu:

- Đặt các mẫu gỗ đã chuẩn bị vào các bình sau 7 ngày nuôi cấy nấm, duy trì môi trường $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối $70 \pm 5\%$ trong 4 tháng đối với gỗ Sa mộc biến tính nhiệt.

- Sau quá trình ủ, các sợi nấm trên bề mặt mẫu gỗ được gạt bỏ, sấy các mẫu gỗ ở $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ đến khô kiệt và xác định tổn hao khối lượng của mẫu.

Tỷ lệ tổn hao khối lượng của mẫu theo công thức:

$$H = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100$$

Trong đó: H là tỷ lệ phần trăm hao hụt khối lượng của mẫu, %; m_0 là khối lượng khô kiệt của mẫu trước khi thử nấm, g; m_1 là khối lượng gỗ hao hụt sau khi thử nấm, g.

Tiến hành kết luận về khả năng chống nấm của gỗ biến tính theo các mức:

$0 < H \leq 5$ (Tốt), $5 < H \leq 10$ (Khá), $10 < H \leq 20$ (Trung bình), $H > 20$ (Kém).

Điều kiện chấp nhận kết quả: Kết quả thử nghiệm được chấp nhận khi tỷ lệ % hao hụt về khối lượng trung bình ở mẫu đối chứng để riêng là mẫu gỗ Bồ đề không xử lý nhiệt phải đạt từ 20% trở lên.

2.2.2.2. Phân tích hình ảnh mặt cắt ngang các mẫu gỗ trên kính hiển vi điện tử

Lựa chọn các mẫu được xử lý nhiệt có khả năng kháng nấm tốt nhất và mẫu không được xử lý nhiệt có khả năng kháng nấm kém nhất để kiểm tra và so sánh. Mẫu được cắt thành mẫu gỗ nhỏ $5 \text{ (R)} \times 5 \text{ (T)}$

$\times 5 \text{ (L)}$ mm, cố định trên các đế kim loại và được mạ vàng bằng thiết bị chuyên dụng nhằm tạo ra khả năng dẫn điện cho mẫu (lớp mạ dày khoảng 10 nm). Các mẫu sau đó được quan sát trên kính hiển vi điện tử SEM (VEGANTESCAN-LMU) tại Viện Kỹ thuật nhiệt đới thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.



Hình 1. Thiết bị chụp ảnh SEM

2.2.2.3. Xác định thành phần hóa học gỗ

Chuẩn bị mẫu để xác định thành phần hóa học gỗ - dựa theo tiêu chuẩn TAPPI 264 cm - 97. Hàm lượng các chất chiết xuất: TAPPI T 204 cm - 97. Holocellulose - ASTM D 1104 - 56. Xác định hàm lượng cellulose bằng phương pháp phương pháp (Kurschner - Hoffer) dựa theo tiêu chuẩn TAPPI T 17. Hàm lượng lignin - tiêu chuẩn TAPPI T 222 - om 98.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

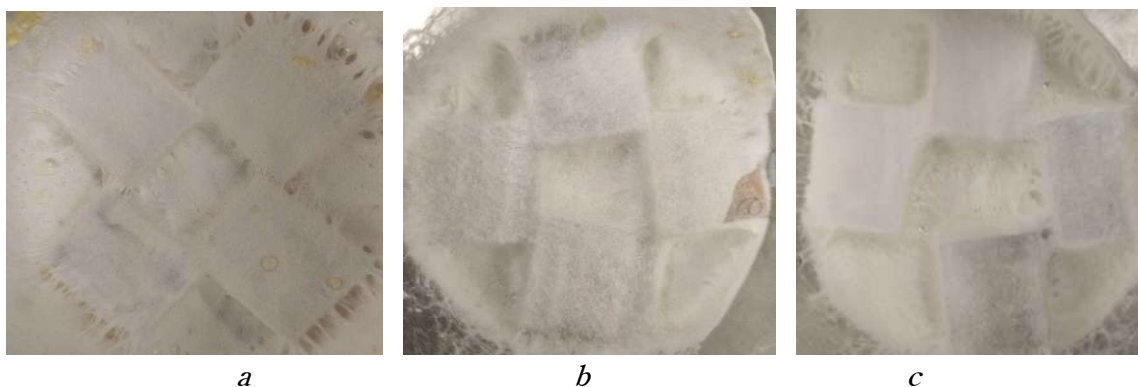
3.1. Khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc biến tính nhiệt - cơ

Khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc biến tính được thể hiện qua tỉ lệ hao hụt khối lượng mẫu sau 4 tháng thử nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu được thể hiện trong bảng 2 và hình 2.

Bảng 2. Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu sau thử nghiệm với nấm mục nâu

Tên mẫu (TN)	Nhiệt độ ép ($^{\circ}\text{C}$)	Thời gian ép (phút/mm chiều dày)	Tỷ suất nén (%)	Tỷ lệ hao hụt khối lượng (%)	Độ lệch chuẩn
1	160	0,5	30	4,51	0,08
2	200	0,5	30	2,93	0,12
3	160	0,7	30	3,98	0,06
4	200	0,7	30	2,69	0,08
5	160	0,5	50	4,34	0,11

6	200	0,5	50	2,53	0,14
7	160	0,7	50	4,21	0,12
8	200	0,7	50	2,26	0,16
9	146,36	0,6	40	4,86	0,15
10	213,64	0,6	40	1,89	0,04
11	180	0,43	40	3,69	0,09
12	180	0,77	40	3,12	0,06
13	180	0,6	23,18	4,09	0,05
14	180	0,6	56,82	3,72	0,12
15	180	0,6	40	3,49	0,12
16	180	0,6	40	3,56	0,15
17	180	0,6	40	3,62	0,04
18	180	0,6	40	3,42	0,06
19	180	0,6	40	3,48	0,11
20	180	0,6	40	3,45	0,07
ĐC				12,27	0,23



**Hình 2. Mẫu gỗ Sa mộc thử nghiệm với nấm mục nâu sau 4 tháng
(a: DC; b: TN9; c: TN10)**

Quan sát sự phát triển của nấm trên bề mặt gỗ cho thấy ở tất cả các mẫu gỗ, sợi nấm bao phủ toàn bộ bề mặt mẫu (Hình 1). Tuy nhiên, kết quả về tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ hao hụt chỉ ra rằng các mẫu gỗ Sa mộc biến tính nhiệt có khả năng kháng nấm mục nâu được cải thiện rõ rệt so với mẫu đối chứng không biến tính. Hao hụt khối lượng của mẫu gỗ Bồ đề làm đối chứng đạt 37% đảm bảo điều kiện hợp lệ của khảo nghiệm là hao hụt trên 20%.

- Sau 4 tháng thử nghiệm trong điều kiện thí nghiệm, tất cả các mẫu gỗ biến tính đều cho khả năng kháng nấm tốt, tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ hao hụt từ 1,89 - 4,86%. Trong đó, mẫu gỗ TN10 có tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ hao hụt trong 4 tháng thấp nhất (1,89%); giảm 6,5 lần so với đối chứng, trong khi đó mẫu gỗ TN9 biến tính ở 146,36°C có tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ hao hụt tương đối cao (4,86%); giảm 2,5 lần so với mẫu đối chứng.

Kết quả xử lý thống kê cho thấy, tham số nhiệt độ, thời gian, tỷ suất nén có giá trị P - value = 0,0001(<0,05). Điều đó chứng tỏ tỷ lệ hao hụt khối lượng khi thí nghiệm với nấm mục nâu là có sự khác biệt rõ rệt khi nhiệt độ, thời gian, tỷ suất nén thay đổi. Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất, tỷ suất nén ảnh hưởng thấp nhất. Khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc biến tính nhiệt – cơ có hiệu quả cao nhất khi ở nhiệt độ 200°C, thời gian 0,7 phút/mm chiều dày, tỷ suất nén 49%.

Các kết quả nghiên cứu trước cũng cho thấy, việc biến tính gỗ đã cải thiện rõ rệt khả năng kháng nấm của gỗ: Nghiên cứu của M. Yalcin và cs (2015) về sự thay đổi cấu trúc hóa học và khả năng kháng nấm của gỗ Tần bì biến tính nhiệt, với mẫu gỗ biến tính ở 220°C trong 2 và 6 giờ có tỉ lệ hao hụt thấp nhất 5,5 và 0,2% sau 12 tuần thử nghiệm độ bền trên đối tượng nấm *C. puteana* M1. Tuy nhiên, mẫu gỗ xử lý ở 140°C trong 2 và 6 giờ không mang lại hiệu quả

trong quá trình kháng nấm *C. puteana* M1 với tỉ lệ hao hụt khối lượng tương đối cao khoảng 32,3 và 33,4% [9]. Nghiên cứu của Umit Ayata và cs (2017) về khả năng kháng nấm của gỗ thông biến tính trên đối tượng nấm *C. puteana* cho thấy các mẫu gỗ biến tính ở 190 – 212°C trong 2 giờ sau 12 tuần phơi nhiễm nấm nấm theo quy trình tiêu chuẩn JIS K 1571, có tỉ lệ hao hụt lần lượt là 0,1% đối với gỗ Thông, 0,67% đối với gỗ Sồi trong khi mẫu gỗ không biến tính lần lượt là 23,74% và 25,48% [6].

Khả năng kháng nấm của gỗ biến tính được giải thích như sau: trong quá trình xử lý gỗ với nhiệt độ cao, cấu trúc gỗ bị thay đổi, các nhóm -OH tự do trong gỗ bị phân hủy làm giảm tính hút nước của gỗ, xử lý nén gỗ làm cho khối lượng thể tích của gỗ tăng lên, khoảng trống giữa các tế bào thu nhỏ lại, lượng ô xi trong gỗ giảm là những yếu tố cản trở sự phát triển của nấm.

Ảnh hưởng của các thông số xử lý nhiệt - cơ đến khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc qua phân tích thành phần hóa học:

Bảng 3. Thành phần hóa học mẫu gỗ sau phơi nhiễm nấm mục nâu trong điều kiện thí nghiệm

Tên mẫu		Thời gian	Chất chiết xuất (%)		Holocellulose (%)		Cellulose (%)		Hemicellulose (%)		Lignin (%)	
			Giá trị	SD	Giá trị	SD	Giá trị	SD	Giá trị	SD	Giá trị	SD
BĐ	DC	0	5,66	0,82	79,34	1,19	54,25	0,46	25,08	0,94	29,49	1,40
	TN9	0	15,25	0,13	75,25	0,54	51,33	1,38	23,92	1,41	33,57	1,24
	TN10	0	24,37	0,81	56,21	0,80	48,38	0,98	7,833	0,80	37,58	1,35
<i>C. puteana</i>	DC	4 tháng	2,88	0,29	51,26	1,10	40,96	1,31	10,30	0,44	29,46	0,96
	TN9	4 tháng	9,75	1,19	58,69	1,49	44,63	0,66	14,05	0,83	33,59	1,22
	TN10	4 tháng	20,62	0,99	50,31	1,51	44,22	1,20	6,09	0,47	37,59	1,39

Ghi chú: BĐ: Ban đầu, DC: Đối chứng, SD: Độ lệch chuẩn.

Trước khi mẫu gỗ được phơi nhiễm nấm, kết quả phân tích cho thấy nhiệt độ xử lý càng cao, hàm lượng các chất chiết xuất, lignin càng cao. Trong gỗ chưa xử lý, hàm lượng chất chiết xuất, lignin chiếm 5,66 và 29,49%. Gỗ đã qua xử lý ở nhiệt độ 213,64°C cho kết quả chất chiết xuất và lignin lần lượt là 24,37 và 37,58%. Điều này có thể là kết quả từ các phản ứng ngưng tụ của lignin với các sản phẩm phân giải hemicelluloses hoặc của liên kết ngang đại phân tử lignin khi gỗ được xử lý với nhiệt độ cao.

Holocellulose là tổng phần polysaccharide của gỗ bao gồm cellulose và hemicelluloses. Holocellulose chiếm 79,34% trong gỗ Sa mộc chưa xử lý. Sau xử lý ở nhiệt độ 213,64°C hàm lượng

Dưới tác dụng của nhiệt độ, một số thành phần hóa học sẽ biến đổi. Điều kiện nuôi cấy và lưu giữ phòng thí nghiệm theo quy định của tiêu chuẩn là điều kiện phù hợp để nấm phát triển. Vì vậy, để có những thông tin khoa học với độ tin cậy cao khi đánh giá ảnh hưởng của của các thông số xử lý nhiệt - cơ đến khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc, mẫu gỗ có khả năng kháng nấm cao nhất và thấp nhất sẽ được lựa chọn để phân tích thành phần hóa học. Mẫu gỗ DC, TN9, TN10 trước và sau khi thử nghiệm độ bền sinh học trên đối tượng nấm *C. puteana* M1 trong điều kiện thí nghiệm được lựa chọn để phân tích thành phần hóa học. Hàm lượng các chất hóa học được xác định như: chất chiết xuất (alcohol: benzen), holocellulose, hemicellulose, cellulose, lignin.

Kết quả phân tích thành phần hóa học của gỗ Sa mộc trước khi xử lý nhiệt - cơ, sau khi xử lý nhiệt - cơ và sau 4 tháng phơi nhiễm nấm mục nâu được thể hiện trong bảng 3.

holocellulose chỉ còn 56,21%. Hàm lượng holocellulose giảm do nhiệt, sự giảm đáng chú ý hơn ở nhiệt độ cao hơn. Sự phân hủy của hemicelluloses đã bắt đầu ở 160°C, so với hemicelluloses, cellulose bền nhiệt hơn là do kết cấu tinh thể của nó. Tuy nhiên, hàm lượng cellulose của gỗ được xử lý nhiệt vẫn giảm so với gỗ đối chứng.

Kết quả nghiên cứu của Ibrahim Tumen và cs (2010) cho thấy, tỷ lệ khối lượng các chất cơ bản như hemicellulose, lignin và cellulose của gỗ thay đổi khi nhiệt độ xử lý thay đổi. Khi nhiệt độ tăng lên 180°C hemicellulose và cellulose thay đổi và thay đổi đáng kể khi nhiệt tăng lên trên 200°C. Sau 200°C lignin bắt đầu phân hủy và tăng lên đáng kể. Nghiên cứu đã giả thuyết sự gia tăng tỷ lệ lignin trong mẫu là do phân

hủy holocellulose và cellulose và cũng xác định rằng sự gia tăng lignin xảy ra song song với việc giảm tỷ lệ cellulose và hemicellulose [10].

Biến tính nhiệt làm tăng hàm lượng các chất chiết xuất và lignin chứng tỏ biến tính gỗ bằng nhiệt độ cải thiện khả năng kháng nấm của gỗ Sa mộc. Bảng 4 cho thấy, hàm lượng các chất chiết xuất của mẫu xử lý nhiệt tăng lên so với mẫu đối chứng. Sau 4 tháng thử nghiệm với nấm mục nâu, hàm lượng các chất chiết xuất giảm, sự hao hụt cellulose và hemicellulose cũng tương đối mạnh.

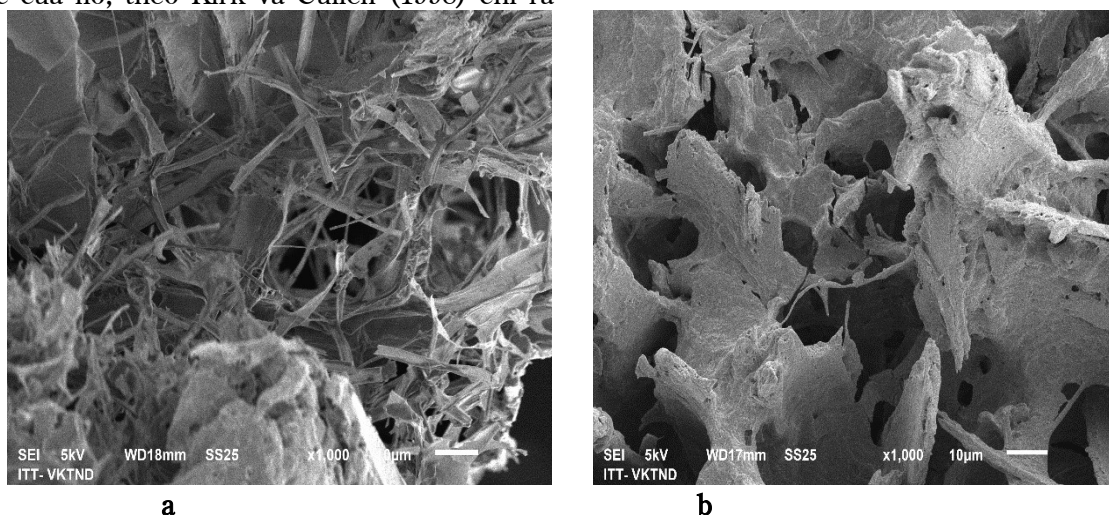
Ở tất cả các mẫu sau 4 tháng phơi nhiễm nấm *C. puteana* M1 hàm lượng lignin thay đổi nhưng không nhiều. Nguyên nhân là do nấm mục nâu không thể tổng hợp enzyme có khả năng phân hủy lignin tạo nên màu đặc trưng của gỗ mục sau khi bị nấm mục nâu phân hủy thay vào đó là quá trình oxi hóa lignin xảy ra, tuy nhiên quá trình oxi hóa này chỉ hiệu quả với các thành phần cellulose và hemicellulose. Một số nghiên cứu trước đó cũng chỉ ra rằng, khi ủ gỗ với nấm mục nâu cho tỉ lệ lignin tăng và giảm không xác định. Hơn nữa, lignin là một polyme đại phân tử và không đồng nhất, việc phân hủy rất khó do cấu trúc hóa học của nó, theo Kirk và Cullen (1998) chỉ ra

rằng: Cấu trúc lignin chứa các liên kết khó bị thủy phân (nhiều các kiểu liên kết C – C, C – O). Do đó, các enzyme phải có tính oxy hóa mạnh (có chủ yếu ở nấm mục trắng) như Ligninolytic peroxidases,... mới có thể phân hủy lignin có trong gỗ [11]. Cùng với các nghiên cứu đã công bố trước đó về khả năng phân hủy của nấm mục nâu cho rằng ngoài sự tham gia của các enzyme thủy phân còn có các thành phần oxi hóa khác [12].

Kết quả nghiên cứu cho thấy, đặc trưng của nấm mục nâu là sự hao hụt cellulose, hemicellulose; từ đó làm giảm lượng holocellulose có trong gỗ một cách đáng kể.

3.2. Khả năng kháng nấm qua các mẫu gỗ trên kính hiển vi điện tử

Trong các mẫu gỗ biến tính nhiệt, mẫu gỗ TN10 cho khả năng kháng nấm mục nâu hiệu quả nhất. Vì vậy, mẫu gỗ TN10 được lựa chọn để quan sát trên kính hiển vi điện tử nhằm so sánh sự thay đổi cấu tạo với mẫu gỗ DC sau 4 tháng thử nghiệm độ bền sinh học trên đối tượng nấm mục nâu. Kết quả quan sát thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Hình ảnh cấu tạo gỗ Sa mộc biến tính quan sát được dưới kính hiển vi điện tử sau 4 tháng tiếp xúc với *C. puteana* M1. a: Mẫu gỗ DC phơi nhiễm nấm *C. puteana* M1; b: Mẫu gỗ TN10 phơi nhiễm nấm *C. puteana* M1

Kết quả quan sát hình ảnh kính hiển vi điện tử của mẫu đối chứng thử nghiệm trên đối tượng nấm mục nâu cho thấy, sợi nấm phân bố dày đặc và phân hủy kết cấu gỗ thành các cấu trúc có hình dạng không đồng đều, giòn và nứt thành khối (Hình 3a).

Quan sát mẫu gỗ TN10 cho thấy, các cấu trúc cấu tạo nên vật liệu gỗ vẫn giữ nguyên không bị nứt, hình ảnh hiển thị có sợi nấm phân bố bên trong cấu trúc của vật liệu gỗ nhưng không nhiều mặc dù sợi nấm mục nâu có kích thước rất nhỏ, chúng có khả năng phát triển qua các lỗ hổng tương đối nhỏ trong

các tế bào gỗ, thể hiện khả năng kháng nấm mục nâu của mẫu TN10 là đáng kể (Hình 3b). Điều này được giải thích như sau: mẫu xử lý nhiệt – cơ đại diện là mẫu TN10 có cấu trúc tương đối kín, ngoài việc bịt kín tế bào, nén cơ học làm giảm kích thước của các khoảng trống trong thành tế bào, lượng ô xi trong gỗ ít, hạn chế sự phát triển của nấm, cản trở sự khuếch tán của các enzym nấm qua các tế bào gỗ, số lượng sợi nấm trong các phần và mức độ phá hủy thành tế bào giảm đáng kể so với đối chứng.

4. KẾT LUẬN

Thông qua kết quả đánh giá khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc chỉ ra rằng gỗ sau khi xử lý nhiệt - cơ có khả năng kháng nấm mục nâu tốt hơn so với gỗ đối chứng. Sau 4 tháng thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, tất cả các mẫu gỗ biến tính đều cho khả năng kháng nấm tốt, tỉ lệ phần trăm khối lượng gỗ hao hụt từ 1,89 - 4,86% trong khi mẫu đối chứng có tỷ lệ hao hụt là 12,27%.

Kết quả xử lý thống kê cho thấy khả năng kháng nấm mục nâu của gỗ Sa mộc biến tính nhiệt có hiệu quả cao nhất khi biến tính ở nhiệt độ 200°C, thời gian 0,7 phút/mm chiều dày mẫu, tỷ suất nén 49%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Ngọc Phước (2020). *Nâng cao chất lượng gỗ Keo lai (Acaia mangium x Acacia curculiformis) bằng phương pháp nhiệt cơ dùng để sản xuất ván sàn*. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Lâm nghiệp.
2. Lê Mộng Chân và Lê Thị Huyền (2000). *Thực vật rừng*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Xing, J M. Ikuo và Wakako (2005). Natural resistance of two plantation woods *Populus x canadensis* cv. and *Cunninghamia lanceolata* to decay fungi and termites. *Forestry Studies in China*, tr. 36-39. doi:10.1007/s11632-005-0055-3.
4. Meiling Chen, Chuangui Wang, Benhua Fei, Xinxin Ma, Bo Zhang, Shuangyan Zhang và Anmin Huang (2017). Biological Degradation of Chinese Fir with *Trametes Versicolor* (L.). *Lloyd. Materials*, tr. 10, 834.

5. Olekandr Skyba (2008). *Durability and Physical Properties of Thermo - Hygro - Mechanically (THM) - densified Wood*, citizen of Ukraine.
6. Umit Ayata, Caglar Akcay và Bruno Esteves (2017). Determination of decay resistance against *pleurotus ostreatus* AND *coniophora puteana* fungus of heat – treated scotch pine, oak and beech wood species. *Ciencia tecnologia*, tr. 19 (3): 309 - 316.
7. Tao Li, Jia-bin Cai và and Ding-guo Zhou (2013). Optimization of the Combined Modification Process of Thermo-Mechanical Densification and Heat Treatment on Chinese Fir Wood. *BioResources*, 8 (4), tr. 5279 - 5288.
8. Youke Zhao, Zhihui Wang, Ikuho Iida, Rongfeng Huang, Jianxiong Lu và Jinghui Jiang. (2015). Studies on pre-treatment by compression for wood drying I: effects of compression ratio, compression direction and compression speed on the reduction of moisture content in wood. *The Japan Wood Research Society*.
9. Mesut Yalcin và Halil Ibrahim Sahin (2015). Changes in the chemical structure and decay resistance of heat-treated narrow-leaved ash wood. *Maderas, Cienc. tecnol. vol.17 no.2 Concepción Apr. Epub Mar 25*.
10. I. Tumen, D. Aydemir, G. Gunduz, B. Uner và H. and Cetin (2010). Changes in the chemical structure of thermally treated wood. *BioResources 5 (3), 1936-1944. DOI: 10.15376/biores.5.3*, tr. 1936-1944.
11. Kirk TK và Cullen D (1998). Enzymology and molecular genetics of wood degradation by white - rot fungi In: Young RA, Akhtar M (eds) Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry. *Wiley, New York*, tr. 273 - 307.
12. Kirk TK, Ibach R, Mozuch MD, Conner AH và Highley TL (1991). Characteristics of cotton cellulose depolymerized by a brown-rot fungus, by acid, or by chemical oxidants. *Holzforschung 45*, tr. 239 - 244.

**THE *Coniophora puteana* M1 RESISTANCE OF *Cunninghamia lanceolata* Lamb. Hook BY
THERMO - MECHANICAL TREATMENT**

Nguyen Thi Tuyen, Pham Van Chuong, Vu Kim Dung,
Tran Duc Hanh, Nguyen Viet Hung, Dang Thi Thu Ha
Summary

Thermo - mechanical treatment of wood is an effective method to enhance the biological durability of wood without the use of conventional, environmentally friendly preservatives. This study was conducted to investigate the effect of heat denaturation on the antifungal resistance of *Cunninghamia lanceolata* Lamb. Hook that has been heated at different temperatures, for different times, and at different compression ratios is tested for durability against the damage of brown - rot fungi (*Coniophora puteana* M1). The results of the study showed that the heat - modified wood samples with resistance to *C. puteana* M1 were significantly improved compared with the non - denatured control. After 4 months of laboratory testing, all modified wood samples showed good resistance to *C. puteana* M1 with a percentage of wood loss from 1.89 - 4.86. The analysis results showed the *C. puteana* M1 resistance of the heat - denatured *Cunninghamia lanceolata* Lamb. Hook was most effective when denatured at a temperature of 200°C, time 0.7 minutes/mm with a compression ratio of 49%. The results provided a scientific and theoretical basis for the relationship between heat-mechanical treatment and the biological durability of wood.

Keywords: *Biological durability, brown - rot fungi, Cunninghamia lanceolata* Lamb. Hook, *heat - mechanical treatment*.

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thị Bích Ngọc

Ngày nhận bài: 01/11/2022

Ngày thông qua phản biện: 01/12/2022

Ngày duyệt đăng: 12/12/2022

ĐÍNH CHÍNH

Tạp chí Nông nghiệp và PTNT số 24, kỳ 2, tháng 12 năm 2021, trang 92 – 99 có đăng bài báo “*Nghiên cứu thực nghiệm xác định chế độ sấy thích hợp trong thiết bị sấy sẫm Bó chính bằng phương pháp bơm nhiệt kết hợp sóng siêu âm*” của các tác giả: Nguyễn Hay¹, Lê Quang Huy², Lê Thanh Đạt², Ngô Thị Minh Hiếu² (¹Trường Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh; ²Trường Cao đẳng Kỹ thuật Cao Thắng). Trong quá trình soạn thảo bài báo, do sơ suất, nhóm tác giả đã viết thiếu “**Lời cảm ơn**” nay xin được bổ sung như sau:

LỜI CẢM ƠN

Đề tài được thực hiện bởi sự tài trợ kinh phí từ Bộ Giáo dục và Đào tạo (B2021-NLS-01). Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo, Trường Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

Thành thật xin lỗi quý bạn đọc!

Nhóm tác giả bài báo