

# ẢNH HƯỞNG CỦA HỖN HỢP KEO NHỰA THÔNG VÀ AXIT BORIC ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA GỖ BỒ ĐỀ

Nguyễn Thị Thanh Hiền, Nguyễn Thị Minh Nguyệt, Trần Văn Chứ, Trần Nho Cương

*Trường Đại học Lâm nghiệp*

## TÓM TẮT

**Từ khóa:** Axit boric, gỗ Bồ đề, độ bền nén dọc thớ, độ bền uốn tĩnh, môđun đàn hồi, nhựa thông - boron

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của keo nhựa thông đến tính chất cơ học của gỗ Bồ đề sau khi được xử lý bởi 1%, 2%, và 4% dung dịch keo nhựa thông và hỗn hợp của nó với 3% axit boric. Kết quả cho thấy: Sử dụng keo nhựa thông đơn lẻ hoặc kết hợp với axit boric để xử lý gỗ Bồ đề có ảnh hưởng nhất định đến tính chất cơ học của gỗ. Gỗ Bồ đề sau khi được xử lý bởi dung dịch keo nhựa thông đơn lẻ hay kết hợp với axit boric đã làm tăng độ bền nén dọc của gỗ. So với gỗ chưa xử lý, mẫu gỗ được xử lý bởi hỗn hợp keo nhựa thông và axit boric đã làm tăng độ bền nén dọc của gỗ lên khoảng 30%. Khi nồng độ của dung dịch keo nhựa thông tăng từ 1 - 4% thì cường độ nén dọc thớ của gỗ có xu hướng tăng lên, nhưng sự tăng này là không đáng kể. Tuy nhiên, gỗ Bồ đề sau khi được xử lý bởi hỗn hợp dung dịch keo nhựa thông và axit boric đã làm giảm nhẹ cường độ uốn tĩnh và môđun đàn hồi của gỗ. Ngoài ra, nồng độ của keo nhựa thông tăng lên không ảnh hưởng đáng kể đến độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi của gỗ.

## Effects of the mixture of rosin sizing agent and boric acid on some mechanical properties of *Styrax wood*

**Keywords:** Boric acid, styrax wood, compression strength, MOR, MOE, rosin - boron

The aim of this study was to evaluate the effect of rosin sizing agent on the mechanical properties of *Styrax tonkinensis* wood treated with 1%, 2%, and 4% the mixture of rosin sizing agent and the mixture of rosin sizing agents and 3% boric acid. The results showed that the use of rosin singing agent alone or combination with boric acid to impregnate styrax wood has a certain influence on the mechanical properties of wood. Styrax wood after being treated by rosin sizing agent alone or in combination with boric acid has increased the compression strength parallel to grain of wood. In comparison with untreated controls, the compression strength of wood samples treated with the mixture of rosin and boric acid increased by approximately 30%. When the concentration of rosin sizing agent solutions increased from 1 - 4%, the compression strength tends to increase, but this increase was not significant. However, the rosin sing agent - boric acid treatments slightly reduced the modulus of rupture and modulus of elasticity in bending of the wood. In addition, the increase of rosin sing agent concentration does not significantly affect the modulus of rupture and modulus of elasticity in bending of the wood.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gỗ là một trong các vật liệu xây dựng được sử dụng lâu đời do gỗ có nhiều ưu điểm như nhẹ, cách âm, cách nhiệt tốt và độ bền cơ học đủ cao. Tuy nhiên, gỗ cũng có một nhược điểm lớn là dễ bị các sinh vật như nấm mục và côn trùng phá hại, đặc biệt là các loại gỗ mọc nhanh rừng trồng. Vì vậy, gỗ cần phải được xử lý bảo quản bổ sung nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng lâu dài cho các sản phẩm gỗ. Các hợp chất chứa Bo như axit boric và borax đã được sử dụng để xử lý cho gỗ từ những năm 1930, bởi vì nó có khả năng chống lại các sinh vật phá hại gỗ như nấm và côn trùng. Ngoài ra, nó còn có khả năng phòng chống cháy. Đặc biệt, đây là các hợp chất không màu, không mùi, rẻ tiền, ít độc tính đối với động vật có vú và thân thiện với môi trường (Baysal *et al.* 2004). Tuy nhiên, nó lại bị hạn chế sử dụng ở ngoài trời vì nó rất dễ bị rửa trôi bởi nước (Yalinkilic, 2000). Để khắc phục nhược điểm này, một loạt hệ thống nghiên cứu cố định boron đã được phát triển như kết hợp boron với glycerol/glyoxal, vinyl monomers, silanes, alkydes, dẫn xuất dầu thô, protein, hợp chất chống ẩm, gỗ hóa lỏng và nhũ sáp than non (montan wax emulsions) để ngâm tẩm gỗ (Temiz *et al.*, 2008; Sen *et al.*, 2009; Köse *et al.*, 2011; Tomak *et al.*, 2011; Lesar *et al.*, 2012). Tuy nhiên, những nghiên cứu này, một số giá thành rất cao, một số phải xử lý kép, do đó cơ bản chưa được áp dụng trong sản xuất.

Nhựa thông là một hỗn hợp phức tạp các chất, tạo ra trong quá trình tổng hợp nhựa từ gỗ mềm trong tự nhiên, nó rất thân thiện với con người và môi trường. Thành phần cấu tạo chính của nhựa thông là axit abietic, một hợp chất chưa bão hòa với 3 vòng liên kết trong phân tử và một nhóm cacboxyl. Vì vậy, nhựa thông có đặc tính kỵ nước rất tốt. Trong nhiều năm qua, nhựa thông được ứng dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp giấy làm keo nhựa

thông (Yao and Zheng, 2000). Trong nghiên cứu trước đây, keo nhựa thông đã được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp với đồng sunphat hoặc axit boric để ngâm tẩm gỗ, kết quả cho thấy keo nhựa thông có khả năng cố định đồng và boron trong gỗ, góp phần cải thiện khả năng chống mục và khả năng ổn định kích thước của gỗ (Nguyen *et al.*, 2012; 2013; 2017; 2020). Trong nghiên cứu này, chúng tôi chủ yếu đánh giá sự ảnh hưởng của keo nhựa thông đến độ bền cơ học của gỗ Bồ đề sau khi được xử lý bởi hỗn hợp của keo nhựa thông và axit boric, thông qua việc kiểm tra độ bền nén dọc thớ, độ bền uốn tĩnh và modul đàn hồi uốn của mẫu gỗ đã xử lý. Đây là các tiêu chí đầu tiên để thiết kế và lựa chọn gỗ cho các ứng dụng khác nhau.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

+ Gỗ thí nghiệm: Trong thí nghiệm này gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis* Piere) 8 tuổi, được khai thác tại tỉnh Yên Bái và được lựa chọn theo tiêu chuẩn GB 1929 - 2009 của Trung Quốc (tương đương với tiêu chuẩn quốc tế ISO 3129) để làm mẫu gỗ thí nghiệm. Mẫu gỗ được cắt từ gỗ Bồ đề chưa xử lý với 2 loại kích thước: 30 × 20 × 20 mm dùng để kiểm tra độ nén dọc, 300 × 20 × 20 mm dùng để kiểm tra độ bền uốn tĩnh và mô đun đàn hồi uốn của mẫu gỗ trước và sau khi xử lý (kích thước lớn nhất theo chiều dọc thớ). Lựa chọn các mẫu gỗ không có khuyết tật để tiến hành ngâm tẩm. Các mẫu được chia thành 8 nhóm: Một nhóm không xử lý để làm đối chứng và 7 nhóm khác được xử lý tẩm với axit boric và keo nhựa thông đơn lẻ hoặc kết hợp. Số lượng mẫu cho một tính chất là 15 mẫu/công thức ngâm tẩm.

+ Dung dịch ngâm tẩm: Nhựa thông sử dụng trong nghiên cứu này là keo nhựa thông (NS - 801) (một sản phẩm sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp giấy) có hàm lượng khô là

49,65% do Công ty Công nghiệp hóa học Guangxi Wuzhou Arakawa sản xuất. Trong nghiên cứu này keo nhựa thông được pha loãng với nước thành 3 cấp nồng độ khác nhau là 1%, 2% và 4% dùng để ngâm tẩm gỗ. Ngoài ra, axit boric  $H_3BO_3$  (BA) do Công ty Tianjin Kermel Chemical Reagent cung cấp cũng được kết hợp với keo nhựa thông để ngâm tẩm gỗ, nồng độ sử dụng là 3%.

## 2.2. Phương pháp xử lý gỗ

Trước khi xử lý tẩm, tất cả các mẫu gỗ được đặt vào trong tủ sấy ở nhiệt độ  $103^{\circ}C$  đến khối lượng không đổi và cân trọng lượng. Sau đó, mẫu gỗ được tiến hành xử lý tẩm bằng phương pháp tẩm áp lực. Các bước thực hiện như sau: Đầu tiên mẫu được đặt vào thùng chứa dung dịch tẩm, tiến hành gia áp đến khi đạt đến 0,7 MPa và duy trì trong 2 giờ. Sau đó mẫu được giữ nguyên trong dung dịch tẩm ở điều kiện áp suất không khí khoảng 2 giờ. Kết thúc quá trình tẩm, mẫu gỗ được lấy ra và lau nhẹ phần dung dịch còn dư trên bề mặt mẫu và ngay lập tức mẫu được cân trọng lượng để xác định lượng thấm của mỗi dung dịch xử lý vào mẫu thí nghiệm.

Tất cả mẫu gỗ sau khi xử lý được đặt trong điều kiện tự nhiên 4 tuần, sau đó mới tiến hành kiểm tra các tính chất khác.

## 2.3. Kiểm tra độ bền cơ học của mẫu gỗ trước và sau khi xử lý

Trước khi kiểm tra, các mẫu đã xử lý được sấy ở nhiệt độ  $80^{\circ}C$  đến khi chúng đạt độ ẩm 8 - 12%. Sau khi sấy, tính chất cơ học của tất cả các mẫu xử lý và không xử lý được kiểm tra theo tiêu chuẩn quốc tế bằng một máy thử tính chất cơ học (MTS, Qtest/25) của Mỹ (hình 1): Độ bền nén dọc (CSPG) kiểm tra theo tiêu chuẩn ISO 13061 - 17, độ bền uốn tĩnh (MOR) theo tiêu chuẩn ISO 13061 - 3 và mô đun đàn hồi uốn (MOE) được kiểm tra theo tiêu chuẩn ISO 13061 - 4.

Kết thúc quá trình thử nghiệm, hàm lượng ẩm (W) của các mẫu thử được xác định theo tiêu chuẩn ISO 3130 và hàm lượng ẩm này thường bị sai lệch so với 12%, vì vậy giá trị cường độ sẽ được quy đổi (chuyển về giá trị cường độ tại độ ẩm 12%) theo công thức chuyển đổi cường độ sau:

$$\sigma_{12} = \sigma_w \times [1 + \alpha(W - 12)] \quad (1)$$

Trong đó:

$\sigma_{12}$ : Là cường độ gỗ tại độ ẩm 12% ( $N/mm^2$ ),

$\sigma_w$ : Cường độ gỗ tại độ ẩm lúc thí nghiệm ( $N/mm^2$ ),

$\alpha$ : Hệ số điều chỉnh chỉ mối liên hệ giữa cường độ và độ ẩm ( $\alpha$ : 0.05, 0.04 và 0.015 phân biệt đối với CSPG, MOR và MOE),

W: Độ ẩm mẫu gỗ tại thời điểm kiểm tra (%).



Hình 1. Máy thử tính chất cơ lý gỗ

#### 2.4. Quan sát dưới kính hiển vi SEM

Để quan sát bên trong của mẫu gỗ trước và sau khi xử lý, các mẫu gỗ được quan sát dưới kính hiển vi điện tử (SEM, FEI Quanta 200) của Mỹ (hình 2). Cách tạo mẫu và quan sát như sau:

Lấy các mẫu gỗ trước và sau khi xử lý được cắt thành mẫu mỏng có kích thước 10×10×1 mm và cách mỗi bề mặt xuyên tâm, tiếp tuyến

và mặt cắt ngang 3 mm. Các mẫu này được gắn lên một lá kim loại và được phun tráng một lớp mỏng (dày khoảng 20 nm) vàng. Các mẫu sau đó được quan sát bằng kính hiển vi điện tử (SEM, FEI Quanta 200). Quan sát ngẫu nhiên đã được thực hiện trên các cấu trúc khác nhau để xác định sự tồn tại của nhựa thông và boron trong các cấu trúc giải phẫu của các mẫu gỗ.



Hình 2. Kính hiển vi điện tử

#### 2.5. Phân tích thống kê

Để xác định mức độ ảnh hưởng của dung dịch keo nhựa thông đến tính chất của gỗ, phương pháp kiểm định One - way ANOVA đã được sử dụng và sự đồng nhất giữa các nhóm đã được xác định bằng phần mềm thống kê SPSS 20.0.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Độ bền nén

Kết quả kiểm tra độ bền nén dọc thớ của mẫu đối chứng và các mẫu gỗ sau khi được xử lý bởi keo nhựa thông riêng lẻ hoặc kết hợp với acid boric được thể hiện ở bảng 1. Từ số liệu trong bảng cho thấy, tất cả các mẫu gỗ được xử lý đều nâng cao độ bền nén dọc của gỗ. Trung bình cường độ nén dọc của mẫu gỗ chỉ

được xử lý bởi axit boric là 34,43MPa, so với mẫu đối chứng tăng 11,78%. Khi gỗ được xử lý bởi 1 - 4% dung dịch keo nhựa thông, cường độ nén dọc của gỗ đạt được từ 31,28 - 32,85MPa, so với mẫu gỗ không xử lý tăng từ 1,57 - 6,65%. Kết quả này cũng tương đồng với các nghiên cứu trước đây về cường độ nén dọc của gỗ được xử lý biến tính bằng hóa chất (Winandy JE, 1995; Yildiz UC *et al.*, 2005). Yildiz và đồng tác giả (2005) đã báo cáo rằng, gỗ không xử lý bị phá hỏng trong quá trình nén dọc là do vách tế bào tương đối mỏng không ổn định, vì thế dễ bị uốn hơn (Yildiz UC *et al.*, 2005). Hơn nữa, kết quả chụp SEM (hình 3c,d) cũng đã cho thấy, bên trong các khoang tế bào của mẫu gỗ đã xử lý đều có lớp vật chất có chứa nhựa thông hoặc nhựa thông - boron bám trên bề mặt vách tế bào, điều này

cũng làm tăng mật độ vật chất của gỗ và tăng khả năng ổn định của vách tế bào. Đây cũng là một trong những lý do làm tăng độ bền của gỗ khi chịu nén. Tuy nhiên, khi kết hợp keo nhựa thông và axit boric để xử lý, cường độ nén dọc của gỗ đạt 36,02 - 40,63MPa, tăng 16,94 - 31,93% so với gỗ không xử lý. Kết quả này có thể được giải thích như sau: axit boric sau khi được tẩm vào bên trong gỗ, boron có khả năng liên kết với các hợp chất có nhóm hydroxyl trong cấu trúc của cacbonhydrat (hemicellulose và các đoạn cellulose có cấu trúc vô định hình) tạo ra mối liên kết ngang làm tăng khả năng chịu trượt của các sợi gỗ theo phương dọc thớ, kết hợp với màng keo nhựa thông bao phủ trên bề mặt của vách tế bào (hình 3d), làm cho vách tế bào dày hơn và cứng vững hơn trong quá trình nén, dẫn đến cường độ nén dọc của gỗ được xử lý bởi hỗn hợp nhựa thông - boron tăng lên. Kết quả tương tự cũng được báo cáo bởi Tomak và cộng sự, khi nghiên cứu sử dụng kết hợp tinh dầu với 2% hợp chất chứa boron (TB) để xử lý ngâm tẩm cho gỗ thông, cường độ nén dọc thớ của gỗ đã tăng lên 15 - 28% so với gỗ không xử lý (Tomak ED *et al.*, 2011). Ngoài ra, Yildiz và đồng tác giả cũng đã chứng

minh độ bền nén dọc của gỗ sau khi được xử lý bởi các hỗn hợp monomer đã tăng từ 17 - 75% so với gỗ thông không được xử lý.

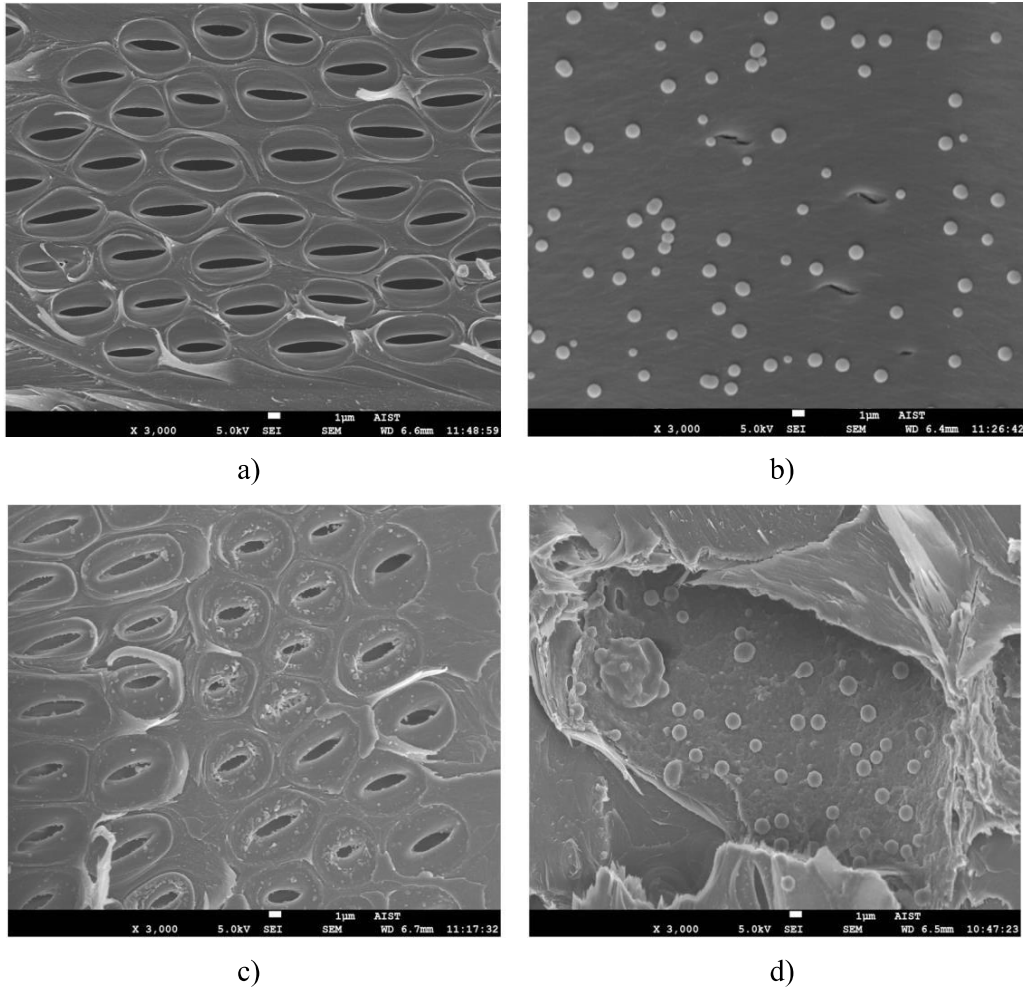
Nồng độ của keo nhựa thông tăng từ 1% đến 4% thì cường độ nén dọc của gỗ xử lý với keo nhựa thông đơn lẻ có xu hướng tăng lên, nhưng sau khi kết hợp với axit boric lại có xu hướng giảm. Tuy nhiên, kết quả phân tích phương sai Anova (bảng 1) cho thấy, không có sự khác biệt về cường độ nén dọc giữa mẫu gỗ xử lý bởi axit boric với mẫu gỗ xử lý bởi keo nhựa thông đơn lẻ cũng như với mẫu gỗ không xử lý. Nhưng, gỗ sau khi được xử lý bởi keo nhựa thông kết hợp với axit boric, cường độ nén dọc của gỗ đã tăng đáng kể và không có sự khác biệt rõ ràng về cường độ nén dọc của gỗ khi nồng độ của keo nhựa thông tăng từ 1% đến 4%.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng keo nhựa thông riêng lẻ hoặc kết hợp với axit boric để xử lý gỗ Bồ đề có thể nâng cao được độ bền nén dọc của gỗ, tuy nhiên nồng độ sử dụng trong nghiên cứu này không ảnh hưởng rõ nét đến độ bền nén dọc của gỗ.

**Bảng 1.** Cường độ nén dọc thớ của gỗ Bồ đề được xử lý bởi keo nhựa thông riêng lẻ hoặc kết hợp với axit boric

Dung dịch xử lý	Lượng tẩm (Kg/m <sup>3</sup> )		Độ ẩm W (%)		Cường độ nén (MPa)				Tỷ lệ biến đổi (%)
					MC = W%		MC = 12%		
	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	
1,0%R	6,42	0,12	5,78	0,21	45,40	2,05	31,28 <sup>ab</sup>	1,48	1,57
2,0%R	13,37	0,63	5,92	0,36	46,52	4,21	32,38 <sup>ab</sup>	3,07	5,13
4,0%R	26,25	0,83	6,31	0,25	45,87	4,28	32,85 <sup>ab</sup>	3,33	6,65
1,0%R + 3,0%BA	27,06	0,80	6,80	0,32	54,93	5,16	40,63 <sup>d</sup>	3,83	31,93
2,0%R + 3,0%BA	32,57	1,75	6,89	0,31	48,40	4,73	36,02 <sup>c</sup>	3,28	16,94
4,0%R + 3,0%BA	39,18	2,36	6,85	0,35	52,90	2,83	39,27 <sup>cd</sup>	2,13	27,50
3,0%BA	17,13	1,18	6,45	0,33	47,66	4,09	34,43 <sup>b</sup>	3,04	11,78
Control	-	-	4,47	0,33	49,38	3,93	30,80 <sup>a</sup>	2,75	-

Chú ý: Chỉ số trên của các giá trị trung bình trong cùng một cột có các ký tự giống nhau thể hiện sự khác nhau không đáng kể khi sử dụng kiểm định One - way Anova ở mức ý nghĩa 5%.



**Hình 3.** Hình ảnh SEM với độ phóng đại 10µm của mẫu gỗ Bò đề được xử lý bởi nhựa thông - boron (a - Đối chứng; b - 1%Rosin; c - 3%BA; d - 1%Rosin+3% BA)

**3.2. Độ bền uốn tĩnh và mô đun đàn hồi**

Kết quả kiểm tra độ bền uốn tĩnh (MOR) và mô đun đàn hồi (MOE) của gỗ Bò đề được xử lý bởi keo nhựa thông riêng lẻ hay kết hợp với axit boric được ghi trong bảng 2. Từ số liệu ở bảng 2 cho thấy, nhìn chung tất cả các mẫu gỗ Bò đề sau khi được xử lý đều có MOR và MOE thấp hơn so với gỗ không qua xử lý. Cường độ uốn tĩnh và mô đun đàn hồi của mẫu gỗ không xử lý tương ứng là 71,34 MPa và 7.760,95MPa. Khi gỗ chỉ được xử lý bởi axit boric, MOR và MOE của gỗ phân biệt là 67,18MPa và 6.083,96MPa, so với gỗ không qua xử lý, MOR giảm 5,8% và MOE giảm 21,6%. Đối với mẫu gỗ được xử lý bởi

keo nhựa thông riêng lẻ hoặc kết hợp với axit boric, MOR đạt từ 65,04 - 68,78MPa và MOE đạt từ 5.980,37 - 6.360,5MPa, so với gỗ không xử lý, MOR giảm từ 3,6 đến 8,8% và MOE giảm từ 18 - 22,9%. Kết quả này cũng tương ứng với các nghiên cứu được công bố trước đây, như LeVan và đồng tác giả đã sử dụng một số hóa chất chống cháy để xử lý cho gỗ thông, kết quả cho thấy MOR đã giảm từ 10 - 20%. Winandy JE, (1995) cũng đã báo cáo rằng, nhìn chung gỗ được xử lý bởi các hợp chất hòa tan trong nước đều làm giảm tính chất cơ học của gỗ. Tuy nhiên, kết quả phân tích phương sai ANOVA (bảng 2) cho thấy, MOR của gỗ Bò

đề sau khi được xử lý bởi axit boric và keo nhựa thông riêng lẻ hay kết hợp đều không có sự khác biệt so với mẫu gỗ không xử lý. Nhưng, MOE của các mẫu gỗ được xử lý đều giảm so với gỗ không xử lý, tuy nhiên không có sự khác biệt rõ ràng giữa các mẫu gỗ được xử lý bởi các hợp chất khác nhau, và cũng không có sự khác biệt khi nồng độ keo nhựa thông sử dụng tăng từ 1 - 4%.

#### IV. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, dung dịch keo nhựa thông và hỗn hợp của nó với axit boric đã được sử dụng để tẩm gỗ Bồ đề. Ảnh hưởng

của keo nhựa thông đến một số tính chất cơ học của gỗ cũng đã được nghiên cứu. Kết quả cho thấy: Gỗ Bồ đề sau khi được xử lý bởi dung dịch keo nhựa thông hoặc keo nhựa thông 2 - 3 boron đều có ảnh hưởng nhất định đến độ bền cơ học của gỗ. So với gỗ không xử lý, gỗ được xử lý bởi các dung dịch keo nhựa thông đơn lẻ hay kết hợp với axit boric đã làm tăng độ bền nén dọc của gỗ lên khoảng 30%, nhưng làm giảm nhẹ cường độ uốn tĩnh và mô đun đàn hồi của gỗ. Tuy nhiên, mức độ giảm của cường độ uốn tĩnh là không đáng kể và nồng độ keo nhựa thông sử dụng trong nghiên cứu này đều không ảnh hưởng rõ nét đến độ bền cơ học của gỗ.

**Bảng 2.** Độ bền uốn tĩnh (MOR) và mô đun đàn hồi (MOE) của gỗ Bồ đề được xử lý bởi keo nhựa thông - boron

Dung dịch xử lý	Lượng thấm (Kg/m <sup>3</sup> )		Độ ẩm - W (%)		MOR (MPa)				MOE (MPa)				Tỷ lệ thay đổi (%)	
					MC = W%		MC = 12%		MC = W%		MC = 12%			
	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	MOR	MOE
1,0%R	6,98	0,15	7,46	0,37	79,61	6,81	65,16 <sup>a</sup>	5,64	6.699,07	826	6.242,74 <sup>a</sup>	766	- 8,7	- 19,6
2,0%R	14,76	0,45	7,05	0,38	82,74	10,55	66,36 <sup>a</sup>	8,47	6.788,62	841	6.284,54 <sup>a</sup>	776	- 7,0	- 19,0
4,0%R	27,40	0,38	7,06	0,55	85,79	8,00	68,78 <sup>a</sup>	5,84	6.460,45	553	5.980,37 <sup>a</sup>	492	- 3,6	- 22,9
1,0%R + 3,0%BA	25,42	0,98	8,30	0,45	79,62	8,59	67,74 <sup>a</sup>	6,44	6.392,37	409	6.037,10 <sup>a</sup>	380	- 5,0	- 22,2
2,0%R + 3,0%BA	31,96	1,11	8,28	0,39	76,36	9,52	65,04 <sup>a</sup>	8,66	6.351,18	706	5.998,41 <sup>a</sup>	691	- 8,8	- 22,7
4,0%R + 3,0%BA	40,57	0,73	8,46	0,49	77,53	8,08	66,54 <sup>a</sup>	7,07	6.719,25	759	6.360,50 <sup>a</sup>	703	- 6,7	- 18,0
3,0%BA	17,36	1,57	8,41	0,50	78,43	11,38	67,18 <sup>a</sup>	9,88	6.431,07	1017	6.083,96 <sup>a</sup>	956	- 5,8	- 21,6
Control	-	-	7,53	0,58	87,02	9,67	71,34 <sup>a</sup>	7,61	8.319,25	923	7.760,95 <sup>b</sup>	864	-	-

Chú ý: Chỉ số trên của các giá trị trung bình trong cùng một cột có các ký tự giống nhau thể hiện sự khác nhau không đáng kể khi sử dụng kiểm định One - way Anova ở mức ý nghĩa 5%.

#### LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Lâm nghiệp và Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia Việt Nam (Nafosted), mã số 106.99 - 2018.16.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Baysal E, Kiyoka O, Yalinkilic MK, 2004. Dimensional stabilization of wood treated with furfuryl alcohol catalysed by borates. Wood Sci Technol. 38:405 - 415.
2. Köse Ck, Terzi E, Kartal SN, Erilkun B, Imamura Y, 2011. Preliminary evaluation of boron release and biological resistance of wood treated with disodium octoborate tetrahydrate (DOT) and a water - repellent compound. African Journal of Biotechnology.10(10):1833 - 1839.

3. Lesar B, Budija F, Kralj P, Petrić M, Humar M, 2012. Leaching of boron from wood impregnated with preservative solutions based on boric acid and liquefied wood. *Eur. J. Wood Prod.* 70:365 - 367.
4. LeVan SL, Winandy JE (1990. Effects of fire - retardant treatments on wood strength: a review. *Wood Fiber Sci*; 22(1):113 - 31.
5. Nguyen Thi Thanh Hien 2012. Effects of water - borne rosin on the fixation and decay resistance of copper - based preservative treated wood, *BioResources*, 7(3): 3573 - 3584.
6. Nguyen Thi Thanh Hien, 2013. Micro - distribution and fixation of a rosin - based micronized - copper preservative in poplar wood, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 83: 63 - 70.
7. Nguyen Thi Thanh Hien and Li Shujun, 2017. Effects of Rosin Sizing Agent on the Fixation of Boron in *Styrax tonkinensis* Wood, *Advances in Biochemistry*, 5(4): 67 - 72.
8. Nguyen Thi Thanh Hien, 2020. Effects of Rosin - Aluminum Sulfate Treatment on the Leachability, Color Stability, and Decay Resistance of Wood Treated with a Boron - Based Preservative, *BioResources*, 15(1): 172 - 186.
9. Nguyen Thi Thanh Hien and Tran Van Chu, 2018. Effects of Rosin sizing agent on the dimensional stability of *Styrax tonkinensis* wood. *Journal of Forestry Science and Technology*. No.5 - 2018, 136 - 143.
10. Sen S, Tascioglu C, Tirak K, 2009. Fixation, leachability, and decay resistance of wood treated with some commercial extracts and wood preservative salts. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 63:135 - 41.
11. Temiz A, Alfredsen G, Eikenes M, Terziyev N, 2008. Decay resistance of wood treated with boric acid and tall oil derivates. *Bioresour Technol.* 99:2102 - 2106.
12. Tomak ED, Viitanen H, Yildiz UC, Hughes M, 2011. The combined effects of boron and oil heat treatment on the properties of beech and Scots pine wood. Part 2: Water absorption, compression strength, color changes, and decay resistance. *J. Mater Sci.* 46:608 - 15.
13. Winandy JE, 1995. Effects of waterborne preservative treatment on mechanical properties: a review. In: *Proceedings*, vol. 91. Woodstock (MD): American Wood Preservers' Association; 17 - 33.
14. Yao X., Zheng L., 2000. Development potential of rosin sizing agent. *Chem Technol Mark*,10: 21.
15. Yildiz UC, Yildiz S, Gezer ED, 2005. Mechanical properties and decay resistance of wood - polymer composites prepared from fast growing species in Turkey. *Bioresour Technol.* 96:1003 - 11.
16. Yalinkilic, M. K., 2000. Improvement of Boron Immobility in the Borate - treated Wood and Composite Materials, Ph.D. Dissertation, Kyoto University, Kyoto, Japan

**Email tác giả liên hệ:** [hienntt@vnuf.edu.vn](mailto:hienntt@vnuf.edu.vn)

**Ngày nhận bài:** 27/10/2020

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 26/11/2020

**Ngày duyệt đăng:** 07/12/2020