

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ, THỜI GIAN XỬ LÝ NHIỆT VÀ ĐỘ ẨM TRE ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT TRE NGỌT (*Dendrocalamus latiflorus*)

Phạm Lê Hoa¹, Cao Quốc An¹, Trần Văn Chú¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Biến tính tre bằng phương pháp xử lý nhiệt độ cao trong môi trường chân không với mục đích cải thiện một số tính chất cơ bản cho Tre ngọt (*Dendrocalamus latiflorus*). Nghiên cứu lựa chọn chế độ xử lý nhiệt ở 3 cấp nhiệt độ 140°C, 160°C và 180°C, với 3 cấp thời gian 60 phút, 120 phút và 180 phút và 3 cấp độ ẩm tre 15%, 20% và 25%. Nghiên cứu đã tiến hành xác định các tính chất: khối lượng riêng, độ giãn nở xuyên tâm, độ bền uốn tĩnh, và độ bền nén dọc. Việc phân tích số liệu sử dụng phần mềm Design-Expert 11.0 để đánh giá sự ảnh hưởng, mối tương quan giữa tham số xử lý đến tính chất tre sau khi xử lý. Kết quả cho thấy: Khối lượng riêng giảm, giãn nở xuyên tâm giảm khi tăng nhiệt độ, thời gian xử lý và giảm độ ẩm tre; Độ bền uốn và độ bền nén dọc tăng nhẹ khi nhiệt độ và thời gian xử lý tăng, nhưng sẽ giảm khi nhiệt độ vượt mức 160°C, thời gian vượt mức 120 phút và độ ẩm dưới 15%; Nhiệt độ cao (lớn hơn 180°C), thời gian dài (lớn hơn 180 phút) và độ ẩm tre thấp (dưới 12%) sẽ làm cho độ bền uốn giảm rõ nét; Tham số xử lý nhiệt có ảnh hưởng rõ nét đến tính chất của tre xử lý nhiệt.

Từ khóa: độ bền nén dọc, độ bền uốn, độ giãn nở xuyên tâm, khối lượng riêng, Tre ngọt (*Dendrocalamus latiflorus*), xử lý nhiệt.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tre ngọt, tre Bát độ (*Dendrocalamus latiflorus*) loài cây phát triển nhanh trong họ tre trúc. Thân cây tre ngọt có nhiều ứng dụng như làm vật liệu xây dựng, đồ nội thất, ván sàn, trụ chống, đan lát, đồ thủ công mỹ nghệ, nguyên liệu giấy (Cao Quốc An và Phạm Văn Chương, 2007)... Tuy nhiên, thân tre có một số nhược điểm như bản chất ưa nước, dễ trương nở, không ổn định kích thước và khả năng chống vi sinh vật, nấm mốc kém. Do đó, tuổi thọ của nó không được cao (CH Lee et al., 2018). Thành phần chủ yếu của tre bao gồm các tế bào nhu mô và các bó mạch, được tạo thành từ các sợi celluloses định hướng theo chiều dọc và được nằm trong một ma trận vô định hình của hemicelluloses và lignin (Patrick G Dixon and Lorna J Gibson, 2014). Thành phần của tre có các nhóm hydroxyl và cấu tạo có cấu trúc lỗ phân cấp sẽ làm tre dễ dàng hấp thụ nước từ môi trường xung quanh. Khi tiếp xúc với môi trường có độ ẩm cao, sự thay đổi độ ẩm trong thành tế bào sẽ dẫn đến co rút, dẫn nở và dẫn đến hiện tượng nứt, cong vênh, giảm cường độ cơ học. Do vậy, cần có các biện pháp để làm giảm các nhược điểm nêu trên và nâng cao tính chất, giá trị của nguyên liệu tre (He Zhao et al., 2015).

Hiện nay, một số phương pháp xử lý như acetyl hóa, hóa học và xử lý nhiệt đã được áp dụng. So với các phương pháp khác, xử lý nhiệt cho tre, gỗ là phương pháp bảo vệ tre, gỗ thân thiện với môi trường, giúp cho sản phẩm tre, gỗ có giá trị gia tăng (Hong Yun et al., 2016). Công nghệ xử lý nhiệt (Thermo treatment) là công nghệ dựa trên sự kết hợp giữa nhiệt độ và hơi nước (hoàn toàn không có hóa chất). Thông qua xử lý nhiệt, khả năng chống vi sinh vật, độ ổn định kích thước và khả năng chống chịu thời tiết của vật liệu được nâng cao (Cong Trung Nguyen et al., 2012; Martina Bremer et al., 2013). Các công trình nghiên cứu tiêu biểu về xử lý nhiệt tre có thể kể đến: Razak và cộng sự (2005), đã nghiên cứu ảnh hưởng của xử lý nhiệt sử dụng dầu cọ đến đặc tính và độ bền của tre Semantan (*Gigantochloa scortechinii*), kết quả kiểm tra cho thấy tre tươi hoặc khô được làm khô đến độ ẩm 6-7% trong vòng 2-3 giờ gia nhiệt. Tính chất như khả năng chống hút nước và độ ổn định kích thước của tre đã được cải thiện nhờ tác dụng nhiệt; Zhao và cộng sự (2010), đã nghiên cứu ảnh hưởng của xử lý hơi nước dưới nhiều điều kiện khác nhau đến tính chất uốn của tre Moso. Tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ (120, 160 và 200°C) và thời gian

(15 và 30 phút) xử lý hơi nước đến các đặc tính cơ học và hóa học của tre Moso, kết quả cho thấy nhiệt độ và thời gian ảnh hưởng đến tính chất uốn của tre. Sự giảm đáng kể độ bền uốn (MOR) xảy ra sau khi các mẫu tre xử lý ở nhiệt độ 200°C; Phan Thanh Giàu (2012), đã nghiên cứu biện pháp xử lý nâng cao chất lượng nguyên liệu tre bằng phương pháp nhiệt dầu. Tác giả sử dụng dầu lạc (dầu phộng) và dầu diesel để biến tính nhiệt cho tre, tre được ngâm trong dầu ở nhiệt độ: 130, 150, 170 và 190°C với các mức thời gian 20, 40, 60 phút, kết quả cho thấy ở chế độ 190°C, thời gian 60 phút, tác giả khẳng định khi kéo dài thời gian xử lý và tăng nhiệt độ sẽ làm cho độ bền cơ học giảm nhưng nâng cao được khả năng chống hút nước và khả năng chống vi sinh vật.

Bài biết này trình bày kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng cũng như mối tương quan của tham số xử lý nhiệt đến tính chất tre sau xử lý. Nghiên cứu này là có thể coi là nghiên cứu cơ bản về phương pháp xử lý nhiệt cho tre dạng thanh nguyên để làm cơ sở lý luận thực hiện

các bước nghiên cứu tiếp theo về phương pháp xử lý nhiệt cho tre dạng cán đập dùng để ghép khối. Đồng thời đây cũng sẽ là kết quả dùng để so sánh và kiểm chứng kết quả đạt được so với kết quả nghiên cứu về phương pháp xử lý tre dạng cán đập dùng để ghép khối.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thiết bị

Vật liệu: Tre ngọt (*Dendrocalamus latiflorus*) được khai thác tại Tân Lạc- Hòa Bình; Độ tuổi khai thác 5 năm; Khối lượng riêng 0,62 g/cm³; Chiều cao cây 7- 10 m; Đường kính thân trung bình 9-12 cm.

Thiết bị: Thiết bị xử lý nhiệt Sumpot (hình 1), có thông số đặc tính chủ yếu: Nhiệt độ lớn nhất là 230°C, được gia nhiệt bằng điện; Kích thước khoang chứa: đường kính 600 mm, chiều dài khoảng 1300 mm; Áp suất chân không tối đa -0,1 Bar; Địa điểm đặt máy: Trung tâm Thí nghiệm và Phát triển Công nghệ, Viện Công nghiệp gỗ và Nội thất (Trường Đại học Lâm nghiệp).



Hình 1. Thiết bị xử lý nhiệt Sumpot

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Lấy mẫu thí nghiệm

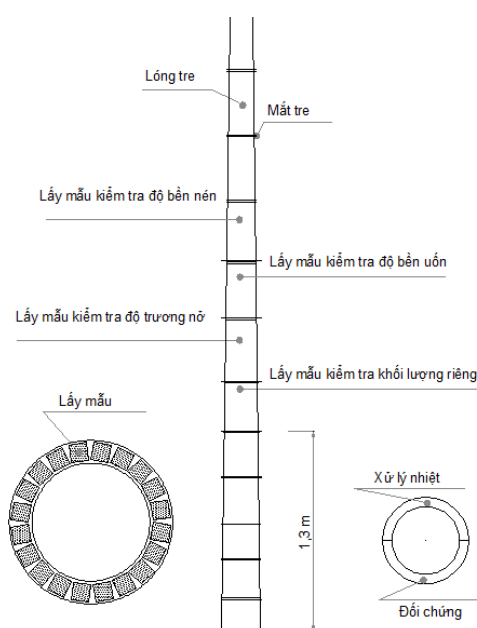
Phương pháp lấy mẫu được thực hiện theo tiêu chuẩn GB/T 15780-1995 - Phương pháp xác định tính chất cơ lý tre. Vị trí lấy mẫu trên thân cây: không thấp hơn 1,3 m so với mặt đất, chi tiết thể hiện tại hình 2.

b. Quá trình thực nghiệm

Bước 1: Xử lý độ ẩm: Tre ngọt sau khi được chẻ nan, loại bỏ cật xanh và màng lụa bụng tre sẽ được đem sấy về các cấp độ ẩm 12,

15, 20, 25 và 28%; sai số cho phép $\pm 1\%$; Trong công đoạn này khi sấy thường xuyên kiểm tra độ ẩm tre bằng máy đo độ ẩm cầm tay FHM 20, trường hợp độ ẩm thấp hơn độ ẩm yêu cầu thì mẫu sẽ bị loại bỏ hoặc để hồi ẩm trong môi trường tự nhiên. Khi mẫu đạt độ ẩm yêu cầu chuyển ngay sang thực hiện bước 2.

Bước 2: Xử lý nhiệt: Quá trình xử lý nhiệt được thực hiện trên máy Sumpot, môi trường xử lý nhiệt là môi trường chân không, thông số chế độ xử lý nhiệt được thể hiện tại bảng 1.



Hình 2. Vị trí và cách thức lấy mẫu thí nghiệm

Bảng 1. Bảng thông số chế độ xử lý nhiệt cho tre ngọt

Chế độ	Biến mã hóa			Biến thực		
	A	B	C	Nhiệt độ	Thời gian	Độ ẩm
				(°C)	(Phút)	(%)
17	0	0	0	160	120	20
14	0	0	+α	160	120	28
20	0	0	0	160	120	20
12	0	+α	0	160	221	20
4	+1	+1	-1	180	180	15
1	-1	-1	-1	140	60	15
5	-1	-1	+1	140	60	25
18	0	0	0	160	120	20
16	0	0	0	160	120	20
15	0	0	0	160	120	20
9	-α	0	0	126	120	20
13	0	0	-α	160	120	12
3	-1	+1	-1	140	180	15
2	+1	-1	-1	180	60	15
7	-1	+1	+1	140	180	25
6	1	-1	+1	180	60	25
8	+1	+1	+1	180	180	25
19	0	0	0	160	120	20
11	0	-α	0	160	19	20
10	+α	0	0	194	120	20

Bước 3: Ổn định và kiểm tra: Tre sau khi xử lý nhiệt được chuyển sang khu vực ổn định nhiệt, ẩm trong điều kiện môi trường tự nhiên. Nhiệt độ $20\pm 3^{\circ}\text{C}$, độ ẩm tương đối $65\pm 5\%$, thời gian 7 ngày. Sau đó được đưa đi kiểm tra tính chất tre sau khi xử lý nhiệt.

c. Phương pháp xác định các đặc tính kỹ thuật của tre xử lý nhiệt

Kiểm tra khối lượng riêng (γ)

- Tiêu chuẩn kiểm tra: GB/T15780-1995 của Trung Quốc về xác định tính chất cơ lý của tre.

- Mẫu tre: Mẫu tre có hình dạng hình hộp chữ nhật với kích thước 20 x t x 20, mm. Số lượng mẫu: 15 mẫu/chế độ.

- Cách tiến hành: Để mẫu gỗ ổn định trong buồng dưỡng mẫu (Jeiotech TH-G180) điều chỉnh nhiệt độ 20 °C, độ ẩm tương đối 65%, thời gian để ổn định là 20 ngày. Tiến hành cân mẫu để kiểm tra cho tới khi mẫu gỗ có khối lượng không đổi hoặc chênh lệch không quá 0,01g sau 2 lần cân liên tiếp; Đo kích thước mẫu gỗ ở độ ẩm thăng bằng để tính V_{tb} (cm³); Sấy mẫu gỗ đến trạng thái khô kiệt, cân mẫu được khối lượng m_{tb} (g).

- Tính khối lượng riêng theo công thức:

$$\gamma = \frac{m_{tb}}{V_{tb}}, \frac{g}{cm^3} \quad (1)$$

Trong đó:

γ - khối lượng riêng, g/cm³;

m_{tb} - khối lượng tre khô kiệt, g;

V_{tb} - thể tích tre ở độ ẩm thăng bằng, cm³.

Kiểm tra độ giãn nở chiều xuyên tâm

- Tiêu chuẩn kiểm tra: GB/T15780-1995 của Trung Quốc về xác định tính chất cơ lý của Tre.

- Mẫu tre: Mẫu tre có hình dạng hình hộp chữ nhật với kích thước 20 x t x 20, mm. Số lượng mẫu: 15 mẫu/chế độ.

- Cách tiến hành: Sấy mẫu thử ở nhiệt độ (103 ± 2)°C đến kích thước không đổi. Sau 6 h kể từ lúc bắt đầu sấy, tiến hành kiểm tra 2h một lần sự thay đổi kích thước trên hai hoặc ba mẫu thử bằng các phép đo lặp lại ở các hướng tương ứng. Ngừng sấy mẫu khi chênh lệch kết quả giữa hai phép đo liên tiếp không vượt quá 0,02 mm. Làm nguội mẫu đến nhiệt độ phòng trong bình kín khí có chứa chất hút ẩm. Đo kích thước của từng mẫu thử, chính xác đến 0,01 mm ở điểm giữa bề mặt xuyên tâm. Điều hòa mẫu thử đến độ ẩm cân bằng với độ ẩm môi trường tự nhiên (độ ẩm tương đối bằng 65 ± 5%; nhiệt độ 20 ± 2 C. Cứ 6 h sau khi ổn định môi trường điều hòa, kiểm tra các thay đổi về kích thước bằng cách đo lại hai hoặc ba mẫu thử theo quy định. Ngừng điều hòa mẫu khi chênh lệch giữa hai kết quả thử liên tiếp không vượt quá 0,02 mm. Ngâm ngập mẫu trong nước cất và sục ở nhiệt độ 20 ± 5°C, cho đến khi kích thước không thay đổi. Cứ sau 3 ngày, kiểm tra sự thay đổi kích thước trên 2 hoặc 3 mẫu thử ở các hướng tương ứng. Ngừng ngâm mẫu khi chênh lệch giữa hai lần

đo liên tiếp không vượt quá 0,02 mm.

- Độ dẫn nở xuyên tâm của mỗi mẫu thử, G_n , tính theo phần trăm so với kích thước ban đầu, chính xác đến 0,1 %, theo công thức:

$$G_n = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 (\%) \quad (2)$$

Trong đó:

G_n - độ dẫn nở xuyên tâm, %;

t_1 - chiều xuyên tâm tương ứng mẫu sau khi sấy, mm;

t_2 - kích thước mẫu tại thời điểm độ ẩm lớn hơn điểm bão hòa, đo theo hướng xuyên tâm, mm.

Xác định độ bền uốn tĩnh (MOR)

- Tiêu chuẩn kiểm tra: GB/T15780-1995 của Trung Quốc về xác định tính chất cơ lý của tre

- Mẫu tre: Mẫu tre có hình dạng hình hộp chữ nhật với kích thước (xuyên tâm x tiếp tuyến x dài): t x 20 x 220, mm. Số lượng mẫu: 15 mẫu/chế độ. Khi thử đặt mẫu sao cho trụ sắt tác dụng lực tiếp xúc vào phía cật tre.

- Dụng cụ kiểm tra: Thước kẹp độ chính xác 0,01mm,

- Máy thử tính chất cơ QTest25.

- Công thức xác định độ bền uốn tĩnh:

$$MOR = \frac{3P_{max}l}{2wt^2}, \text{ MPa} \quad (3)$$

Trong đó: P_{max} - lực phá hoại mẫu, N; l - khoảng cách gối, mm; w - Chiều tiếp tuyến, mm; t - chiều xuyên tâm, mm.

Xác định độ bền nén dọc thớ (σ_{nd})

- Tiêu chuẩn kiểm tra: GB/T15780-1995 của Trung Quốc về xác định tính chất cơ lý của Tre

- Mẫu tre: Mẫu tre có hình dạng hình hộp chữ nhật với kích thước (xuyên tâm x tiếp tuyến x dài): t x 20 x 20, mm. 15 mẫu/chế độ

- Dụng cụ kiểm tra: Thước kẹp độ chính xác 0,01mm

- Máy thử tính chất cơ học vật liệu: QTest25.

- Công thức xác định:

$$\sigma_{nd} = \frac{P}{a \times b}, \text{ MPa} \quad (4)$$

Trong đó:

P - lực phá hủy mẫu, N;

a - chiều xuyên tâm của mẫu, mm;

b - chiều tiếp tuyến của mẫu, mm.

c. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Mô hình lập nên dựa trên phương pháp quy hoạch thực nghiệm với sự phụ thuộc của khối

lượng riêng (γ), độ giãn nở xuyên tâm (Gn), độ bền uốn tĩnh (MOR), độ bền nén dọc (σ_{nd}) vào ba yếu tố là nhiệt độ (A), thời gian xử lý (B) và độ ẩm tre (C) được mã hóa ở Bảng 1. Tính toán độ tin cậy của số liệu, phân tích ANOVA, tìm phương trình hồi quy bằng phần mềm xử lý quy hoạch thực nghiệm Design-Expert 11.0. Các yếu tố được lựa chọn là: Khối lượng riêng (Y_1), độ giãn nở xuyên tâm (Y_2), độ bền uốn tĩnh MOR (Y_3), độ bền nén dọc thớ (Y_4).

Số thí nghiệm được thực hiện là $N = 2^k + 2k + 6$ ($N = 20$ với $k = 3$). Trong đó, k là số biến số độc lập và $2k$ số thí nghiệm bổ sung tại điểm sao. Khoảng cách từ tâm đến điểm sao α

$$= 2^{k/4} \quad (\alpha = 1.681 \text{ với } k = 3).$$

Như vậy, trong nghiên cứu này 20 thí nghiệm sẽ được thực hiện với 8 số thí nghiệm của quy hoạch toàn phần, 6 thí nghiệm lặp lại tại tâm để đánh giá sai số và 6 thí nghiệm bổ sung tại điểm sao nằm cách vị trí tâm thực nghiệm một khoảng α (Bảng 1) (Witek-Krowiak et al., 2014).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Phần mềm Design-Expert 11.0 để mô hình hóa thí nghiệm và phân tích kết quả thực nghiệm theo mô hình. Bảng kết quả thực nghiệm được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thực nghiệm kiểm tra tính chất tre sau xử lý

Chế độ	Tham số xử lý			Khối lượng riêng (g/cm ³)	Giãn nở xuyên tâm (%)	Độ bền uốn (MPa)	Độ bền nén dọc (MPa)
	Nhiệt độ	Thời gian	Độ ẩm				
	°C	Phút	%				
17	160	120	20	0,57	7,42	157,95	57,57
14	160	120	28	0,58	8,56	155,45	55,37
20	160	120	20	0,57	7,47	157,99	57,43
12	160	221	20	0,54	6,35	155,73	56,03
4	180	180	15	0,54	4,97	155,86	55,55
1	140	60	15	0,59	8,57	156,01	56,62
5	140	60	25	0,61	10,54	154,03	54,33
18	160	120	20	0,57	7,47	157,69	56,98
16	160	120	20	0,57	7,41	157,73	57,19
15	160	120	20	0,57	7,44	157,71	57,42
9	126	120	20	0,60	9,75	155,22	55,23
13	160	120	12	0,55	6,46	158,97	59,71
3	140	180	15	0,57	7,42	156,8	56,45
2	180	60	15	0,56	6,54	154,98	55,21
7	140	180	25	0,59	8,53	155,13	55,17
6	180	60	25	0,58	7,46	155,41	53,35
8	180	180	25	0,56	6,29	152,98	53,54
19	160	120	20	0,57	7,57	157,69	57,19
11	160	19	20	0,59	8,63	154,11	54,11
10	194	120	20	0,55	5,06	152,97	53,16
Đối chứng				0,62	10,56	151,37	50,62

3.1. Ảnh hưởng của tham số xử lý đến khối lượng riêng

Ảnh hưởng của tham số xử lý nhiệt đến

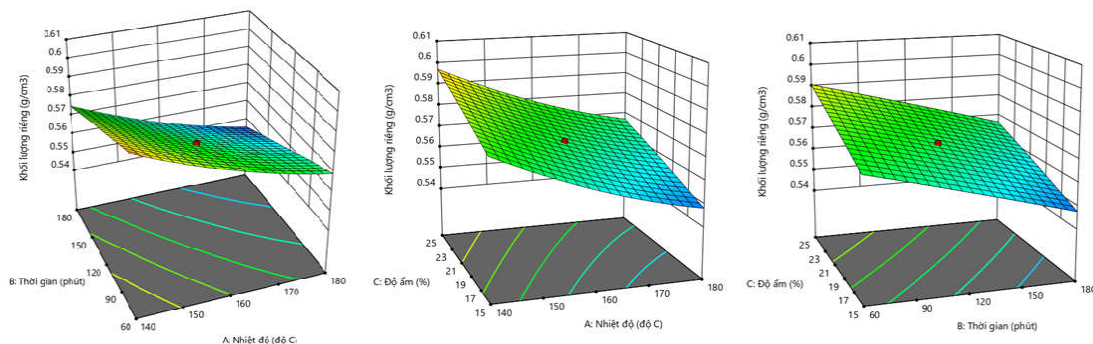
khối lượng riêng được phân tích sự phù hợp tại bảng 3 và được thể hiện mối tương quan tại hàm số 5, đồ thị hình 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,0048	R ²	0,9656
Giá trị trung bình	0,5715	R ² hiệu chỉnh	0,9347
Hệ số biến thiên %	0,8367	R ² dự đoán	0,7401
		Độ chính xác phù hợp	21,5970

Phương trình tương quan:

$$Y_1 = 0,5698 - 0,0149A - 0,0120B + 0,0096C + 0,0032A^2 - 0,0003B^2 - 0,0003C^2 \quad (5)$$



Hình 3. Đồ thị thể hiện giá trị thực của tham số công nghệ ảnh hưởng đến khối lượng riêng

Kết quả tại Bảng 3 cho thấy: R^2 dự đoán là 0,7401 là phù hợp với R^2 điều chỉnh là 0,9347; tức là sự khác biệt nhỏ hơn 0,2. Độ chính xác phù hợp đạt 21,59 cho thấy đây là kết quả thích hợp; Từ đồ thị hình 3 và phương trình (5) nhận thấy: Mỗi quan hệ A, B, C là quan hệ không ràng buộc, các yếu tố đầu vào có sự ảnh hưởng độc lập. Yếu tố nhiệt độ và thời gian có ảnh hưởng mạnh hơn yếu tố độ ẩm.

Theo bảng 2 cho thấy khối lượng riêng của tre giảm khi nhiệt độ xử lý, thời gian tăng và độ ẩm tre giảm. Chế độ 5 có tham số xử lý nhiệt độ 140°C, thời gian là 60 phút và độ ẩm tre 25% cho kết quả khối lượng riêng cao nhất: 0,61 g/cm³; Chế độ 4 có tham số xử lý nhiệt độ 180°C, thời gian là 180 phút và độ ẩm tre 15% cho khối lượng riêng thấp nhất 0,54 g/cm³; Các chế độ xử lý đều cho kết quả thấp hơn mẫu đối chứng (0,62 g/cm³); Nguyên nhân là do vật liệu tre được xử lý nhiệt dưới nhiệt độ cao, thời gian xử lý nhiệt kéo dài dẫn đến các phản ứng suy thoái, cụ thể là sự biến đổi của các thành phần chính cấu tạo nên cấu trúc của tre: celluloses, hemicellulose và lignin bị phân giải dẫn đến sự thay đổi cấu trúc tre, liên kết trong

tre bị lỏng lẻo khi nhiệt độ quá cao và thời gian quá dài. Khi xử lý ở 140°C chỉ gây ra những thay đổi nhỏ. Những thay đổi đáng kể xảy ra bằng cách biến tính trên 160°C và thời gian trên 120 phút. Ảnh hưởng của nhiệt độ biến tính cao hơn đáng kể so với ảnh hưởng của thời gian biến tính. Thay đổi quan trọng nhất là sự phân hủy nghiêm trọng của hemicelluloses. Một số thành phần phản ứng rất mạnh được hình thành trong quá trình phân hủy. Hàm lượng celluloses giảm nhẹ do chuỗi celluloses ngắn lại. Các chất chiết xuất bị thất thoát làm tổn hao khối lượng, nguyên nhân chủ yếu là do sự bay hơi của các hợp chất dễ bay hơi và nước từ các nhóm hydroxyl. Điều này hoàn toàn tương đồng với nghiên cứu của Martina Bremer khi nghiên cứu xử lý nhiệt cho cây Bương và Luồng (Martina Bremer et al., 2013).

3.2. Ảnh hưởng của tham số công nghệ đến độ dẫn nở xuyên tâm

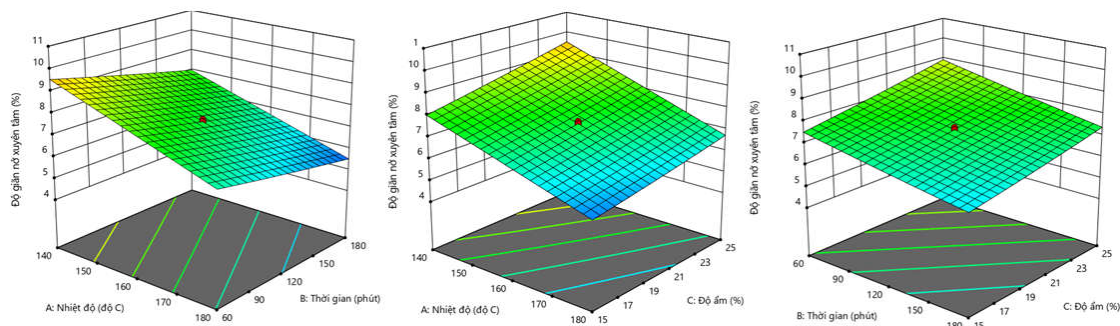
Ảnh hưởng của tham số xử lý nhiệt đến độ dẫn nở xuyên tâm được phân tích sự phù hợp tại bảng 4 và được thể hiện mối tương quan tại hàm số 6, đồ thị hình 4.

Bảng 4. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,1854	R^2	0,9905
Giá trị trung bình	7,50	R^2 hiệu chỉnh	0,9819
Hệ số biến thiên %	2,47	R^2 dự đoán	0,9219
		Độ chính xác phù hợp	40,5198

Phương trình tương quan:

$$Y2 = 7,46 - 1,30A - 0,7128B + 0,6482C + 0,0525AB - 0,1050 AC - 0,0575BC - 0,056A^2 + 0,0245B^2 + 0,0316C^2 \quad (6)$$



Hình 4. Đồ thị thể hiện giá trị thực của tham số công nghệ ảnh hưởng đến độ giãn nở xuyên tâm

Kết quả bảng 4 cho thấy: R^2 dự đoán là 0,9219 là phù hợp với R^2 điều chỉnh là 0,9819, tức là sự khác biệt nhỏ hơn 0,2. Độ chính xác phù hợp đạt 40,52 cho thấy đây là kết quả thích hợp; Theo đồ thị hình 4 và phương trình (6) nhận thấy: Mỗi quan hệ A, B, C là quan hệ ràng buộc chặt chẽ. Các tham số đầu vào có sự quan hệ chéo với nhau. Yếu tố nhiệt độ có sự ảnh hưởng mạnh hơn yếu tố thời gian và độ ẩm.

Theo bảng 2 cho thấy độ giãn nở xuyên tâm giảm khi nhiệt độ xử lý, thời gian tăng và độ ẩm tre giảm. Chế độ 5 có tham số xử lý nhiệt độ 140°C, thời gian là 60 phút và độ ẩm tre 25% cho kết quả giãn nở xuyên tâm cao nhất: 10,54%; Chế độ 4 có tham số xử lý nhiệt độ 180°C, thời gian là 180 phút và độ ẩm tre 15% cho kết quả độ giãn nở xuyên tâm thấp nhất: 4,97%; Sau khi xử lý nhiệt, tính hút nước của tre giảm xuống, nguyên nhân chủ yếu là do sự thay đổi của các thành phần trong tre ảnh hưởng đến tính hút nước của chúng, ngoài ra xử lý nhiệt đã làm giảm hàm lượng các nhóm -OH trong tre. Theo Martina Bremer và các cộng sự (Martina Bremer et al., 2013), trong quá trình xử lý nhiệt, các phân tử cấu trúc nên

tre đã hình thành các liên kết ngang dẫn đến tính đàn hồi và khả năng dẫn nở của các mixel-celluloses giảm xuống, dẫn đến khả năng hút nước của chúng cũng giảm xuống. Trong quá trình xử lý nhiệt celluloses, đặc biệt là polyuronic acid phát sinh phản ứng hóa học tạo ra hợp chất cao phân tử có tính hút ẩm kém, đồng thời nước liên kết trong vách tế bào chịu nhiệt độ cao đã thoát ra, làm cho khoảng cách giữa các phân tử celluloses trong vùng vô định hình nhỏ lại tạo thành liên kết hydro mới. Khi khoảng cách các phân tử celluloses trong vùng vô định hình thu nhỏ lại, lực Van der Waals giữa các nhóm -OH tăng lên, làm cho số lượng các điểm liên kết hydro trong phân tử celluloses tăng lên. Từ đó, làm cho tính định hướng của các phân tử celluloses được tăng cường, và nâng cao tính ổn định kích thước của tre.

3.3. Ảnh hưởng của tham số công nghệ đến độ bền uốn tĩnh

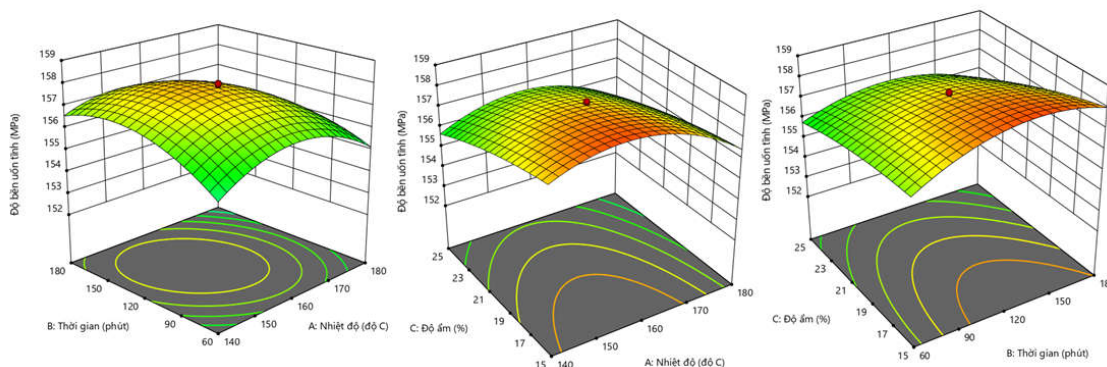
Ảnh hưởng của tham số xử lý nhiệt đến độ bền uốn tĩnh được phân tích sự phù hợp tại bảng 5 và được thể hiện mối tương quan tại hàm số (7), đồ thị hình 5.

Bảng 5. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,5508	R^2	0,9475
Giá trị trung bình	156,02	R^2 hiệu chỉnh	0,9002
Hệ số biến thiên %	0,3531	R^2 dự đoán	0,5664
		Độ chính xác phù hợp	13,8604

Phương trình tương quan:

$$Y3 = 157,80 - 0,4777A + 0,2244B - 0,8801C - 0,4300AB + 0,1500 AC - 0,3750 BC - 0,133A^2 - 0,1043B^2 - 0,2302C^2 \quad (7)$$



Hình 5. Đồ thị thể hiện giá trị thực của tham số công nghệ ảnh hưởng đến độ bền uốn

Theo kết quả phân tích tại Bảng 5 thì R² dự đoán là 0,5664 là phù hợp với R² điều chỉnh là 0,9002. Độ chính xác phù hợp đạt 13,86 cho thấy đây là kết quả thích hợp; Khi phân tích kết quả của đồ thị hình 5 và phương trình (7) ta nhận thấy: Mỗi quan hệ A, B, C là quan hệ ràng buộc chặt chẽ, các tham số có quan hệ cộng hưởng với nhau. Yếu tố độ ẩm và nhiệt độ có ảnh hưởng mạnh hơn yếu tố thời gian.

Theo bảng 2 cho thấy, độ bền uốn của tre tăng nhẹ khi nhiệt độ và thời gian xử lý tăng, nhưng sẽ giảm khi nhiệt độ vượt mức 160°C và thời gian vượt mức 120 phút, thời gian kéo dài; Nhiệt độ cao (lớn hơn 180°C), thời gian dài (lớn hơn 180 phút) và độ ẩm tre thấp (dưới 15%) sẽ làm cho độ bền uốn giảm rõ nét. Nguyên nhân chủ yếu khi nhiệt độ xử lý thấp dưới 140°C, các thành phần chính trong tre như celluloses, lignin không thay đổi, thành phần hemicelluloses có sự xuống cấp nhẹ, nhưng rất ít ảnh hưởng đến độ bền uốn tĩnh do đó khi xử lý tre ở nhiệt độ dưới 140°C, nói chung độ bền uốn tĩnh của tre không thay đổi. Khi tre được xử lý từ 140°C trở lên đến dưới 160°C, độ bền uốn tĩnh của tre tăng dần. Quá

trình tăng này là do sự bay hơi của nước, MOR tăng khi độ ẩm điểm bão hòa sợi giảm. Trong dải nhiệt độ xử lý từ 160°C đến 180°C cho thấy, nhiệt độ xử lý càng cao, thời gian xử lý càng dài thì độ bền uốn tĩnh của tre càng giảm. Đặc biệt, khi nhiệt độ xử lý nhiệt cao hơn 160°C, các thành phần hóa học của tre sẽ thay đổi đáng kể hemicelluloses, celluloses và lignin sẽ bắt đầu phân hủy. Trong tre hemicelluloses là thành phần đóng vai trò trong liên kết, đồng thời nó có trọng lượng phân tử thấp và cấu trúc phân nhánh vì vậy sự suy thoái của nó diễn ra trước tiên. Lignin xuống cấp làm cho sự hỗ trợ cường độ celluloses giảm, các chất chiết xuất trong tre suy giảm dẫn đến độ bền uốn tĩnh của tre giảm. Nguyên nhân đó đã được Martina Bremer et al. (2013) và Zhao et al. (2015) chứng minh.

3.4. Ảnh hưởng của tham số công nghệ đến độ bền nén dọc

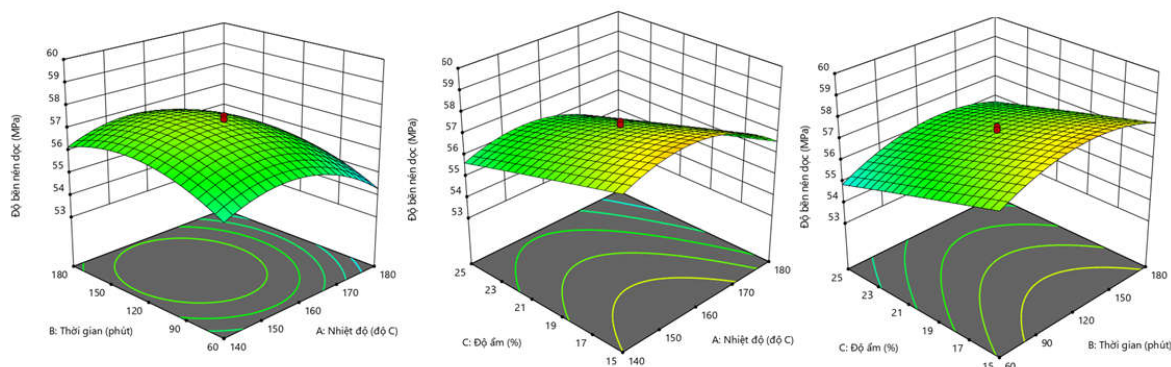
Ảnh hưởng của tham số xử lý nhiệt đến độ bền nén dọc được phân tích sự phù hợp tại bảng 6 và được thể hiện mối tương quan tại hàm số (8), đồ thị hình 6.

Bảng 6. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,4610	R ²	0,9609
Giá trị trung bình	55,88	R ² hiệu chỉnh	0,9258
Hệ số biến thiên %	0,8250	R ² dự đoán	0,7250
		Độ chính xác phù hợp	19,0023

Phương trình tương quan:

$$Y4 = 57,31 - 0,6152A + 0,3243B - 1,08C - 0,0175AB - 0,0375 AC - 0,1075 BC - 1,20A^2 - 0,8867B^2 - 0,00134C^2 \quad (8)$$



Hình 6. Đồ thị thể hiện giá trị thực của tham số công nghệ ảnh hưởng đến độ bền nén dọc

Theo kết quả phân tích tại bảng 6, R^2 dự đoán là 0,7250 là phù hợp hợp lý với R^2 điều chỉnh là 0,9258, tức là sự khác biệt nhỏ hơn 0,2. Độ chính xác phù hợp đạt 19,00 cho thấy đây là kết quả thích hợp; Theo đồ thị cũng như đồ thị hình 6 và phương trình (8) nhận thấy rằng: Mỗi quan hệ A, B, C là quan hệ ràng buộc chặt chẽ, các tham số có quan hệ cộng hưởng với nhau. Yếu tố nhiệt độ có ảnh hưởng mạnh hơn yếu tố thời gian và độ ẩm.

Theo bảng 2 cho thấy, độ bền nén dọc của tre tăng nhẹ khi nhiệt độ, thời gian xử lý tăng đồng thời độ ẩm tre giảm, nhưng sẽ giảm khi nhiệt độ vượt mức 160°C và thời gian vượt mức 120 phút, thời gian kéo dài; Nhiệt độ cao (lớn hơn 180°C), thời gian dài (lớn hơn 180 phút) và độ ẩm tre thấp (dưới 15%) sẽ làm cho độ bền nén dọc giảm rõ nét. Cũng giống như độ bền uốn nguyên nhân chủ yếu dẫn đến điều này là do khi xử lý nhiệt độ thấp dưới 140°C, các thành phần chính trong tre như cellulose, lignin không thay đổi, thành phần hemicellulose có sự xuống cấp nhẹ, nhưng rất ít ảnh hưởng đến độ bền nén dọc do đó khi xử lý tre ở dưới nhiệt độ 140°C, nói chung độ bền nén dọc của tre không thay đổi. Khi tre được xử lý từ 140°C trở lên đến dưới 160°C, độ bền uốn tĩnh của tre tăng dần. Quá trình tăng này là do sự bay hơi của nước, độ bền nén dọc tăng khi độ ẩm điểm bão hòa sợi giảm. Trong dải nhiệt độ xử lý từ 160°C đến 180°C cho thấy, nhiệt độ xử lý càng cao, thời gian xử lý càng dài thì độ bền nén dọc của tre càng giảm. Đặc biệt, khi nhiệt độ xử lý nhiệt cao hơn 160°C, các thành phần hóa học của tre sẽ thay đổi đáng kể hemicelluloses, celluloses và lignin sẽ bắt đầu phân hủy. Trong tre hemicelluloses là thành phần đóng vai trò trong liên kết, đồng

thời nó có trọng lượng phân tử thấp và cấu trúc phân nhánh vì vậy sự suy thoái của nó diễn ra trước tiên. Lignin xuống cấp làm cho sự hỗ trợ cường độ celluloses giảm, các chất chiết xuất trong tre suy giảm dẫn đến độ bền nén dọc của tre giảm. Trong quá trình xử lý nhiệt, giữa các phân tử celluloses đã tạo ra liên kết hydro mới. Với sự tăng dần của nhiệt độ và độ ẩm, phản ứng nhiệt giải của celluloses dần dần chiếm vị trí chủ đạo, tốc độ phân giải của nó lớn hơn rất nhiều so với tốc độ hình thành liên kết hydro. Phản ứng nhiệt giải đã cắt đứt phân tử celluloses, làm cho độ tụ hợp hay phân tử lượng của celluloses giảm xuống rõ rệt, từ đó làm giảm độ bền nén. Nguyên nhân đó đã được nghiên cứu của Hong Yun et al. (2016) và RJ Zhao et al. (2010) chứng minh.

4. KẾT LUẬN

- Nhiệt độ, thời gian xử lý nhiệt và độ ẩm tre có ảnh hưởng rõ nét đến khối lượng riêng, độ giãn nở xuyên tâm, độ bền uốn và độ bền nén dọc của tre ngọt. Cụ thể: Khối lượng riêng và độ giãn nở xuyên tâm giảm khi tăng nhiệt độ, tăng thời gian xử lý và giảm độ ẩm tre; Độ bền uốn và độ bền nén dọc tăng nhẹ khi nhiệt độ và thời gian xử lý tăng.

- Khi nhiệt độ xử lý cao hơn 160°C, thời gian dài hơn 120 phút và độ ẩm dưới 15% thì độ bền uốn và độ bền nén dọc có xu hướng giảm nhẹ; Khi nhiệt độ cao hơn 180 °C thời gian xử lý dài hơn 180 phút và độ ẩm dưới 12% thì độ bền uốn và độ bền nén dọc có xu hướng giảm mạnh.

- Mọi tương quan giữa nhiệt độ xử lý, thời gian xử lý và độ ẩm tre với khối lượng riêng là quan hệ độc lập, các biến số đầu vào không có sự ràng buộc chéo với nhau; Mọi tương quan giữa nhiệt độ xử lý, thời gian xử lý với độ ẩm

tre với độ giãn nở xuyên tâm, độ bền uốn, độ bền nén dọc là mối quan hệ tương quan chặt chẽ, các biến số đầu vào có quan hệ cộng hưởng chéo với nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Quốc An và Phạm Văn Chương (2007), Nghiên cứu tính năng sản xuất bột giấy từ cây tre ngọt của Việt Nam, *Tạp chí NN và PTNT*, 17: 73-77
2. Phan Thanh Giàu (2012), *Nghiên cứu biện pháp xử lý nâng cao chất lượng nguyên liệu tre*, Luận văn thạc sĩ, Đại học Đà Nẵng.
3. Martina Bremer, S. Fischer, T. C. Nguyen, A. Wagenführ, L. X. Phuong and V. H. Dai. (2013), Effects of thermal modification on the properties of two Vietnamese bamboo species. Part II: Effects on chemical composition, *BioResources*, 8(1): 981-993.
4. Patrick G Dixon and Lorna J Gibson (2014), The structure and mechanics of Moso bamboo material, *Journal of the Royal Society Interface*, 11(99): 03-21.
5. CH Lee, TH Yang, YW Cheng and CJ Lee (2018), Effects of thermal modification on the surface and chemical properties of moso bamboo, *Construction Building Materials*, 178: 59-71.
6. Cong Trung Nguyen, Andre Wagenführ, Le Xuan Phuong, Vu Huy Dai, Martina Bremer and Steffen Fischer (2012), The effects of thermal modification on

the properties of two Vietnamese bamboo species, Part I: effects on physical properties, *BioResources*, 7(4): 5355-5366.

7. W Razak, A Mohamad, HW Samsi and O Sulaiman (2005), Effect of heat treatment using palm oil on properties and durability of Semantan bamboo, *Journal of Bamboo Rattan*, 4(3): 211-220.
8. A Witek-Krowiak, K Chojnacka, D Podstawczyk, Anna Dawiec and Karol Pokomeda (2014), Application of response surface methodology and artificial neural network methods in modelling and optimization of biosorption process, *Bioresource technology*, 160: 150-160.
9. Hong Yun, Kaifu Li, Dengyun Tu and Chuanshuang Hu (2016), Effect of heat treatment on bamboo fiber morphology crystallinity and mechanical properties, *Wood Res-Slovakia*, 61: 227-233.
10. He Zhao, Kang-ping Lu and Jin-guo Lin (2015), Effect on Properties of Phyllostachys Heterocycla Cv Pubescens by Heat Treatment with Oil Medium, *Forestry Machinery Woodworking Equipment*, pp. 12.
11. RJ Zhao, ZH Jiang, CY Hse and TF Shupe (2010), Effects of steam treatment on bending properties and chemical composition of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*), *Journal of Tropical Forest Science*, pp. 197-201.

EFFECTS OF TEMPERATURE, TREATMENT TIME AND BAMBOO MOISTURE TO SOME BASIC PROPERTIES OF NGOT BAMBOO (*Dendrocalamus latiflorus*)

Pham Le Hoa¹, Cao Quoc An¹, Tran Van Chu¹
¹Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

Modification of bamboo by high temperature vacuum treatment with the aim of improving some of the basic properties of ngot Bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*). Study to select heat treatment mode at 3 temperature levels 140°C, 160°C and 180°C, with 3 levels of time 60 minutes, 120 minutes and 180 minutes and 3 levels of bamboo moisture: 15%, 20% and 25%. Research has been conducted to determine the properties: density, radial expansion, static flexural strength, and longitudinal compressive strength. Data were analyzed using Design-Expert 11.0 software to evaluate the effect and correlation between treatment parameters on bamboo properties after treatment. The results showed that: Density, radial expansion decreased with increasing temperature, processing time and decreasing bamboo moisture; Flexural strength and longitudinal compressive strength increase slightly as temperature and processing time increase but will decrease when the temperature exceeds 160°C, time exceeds 120 minutes and humidity is below 15%; High temperature (greater than 180°C), long time (more than 180 minutes) and low humidity of bamboo (less than 12%) will make the flexural strength decrease clearly; The heat treatment parameters have a clear influence on the properties of the heat treated bamboo.

Keywords: density, flexural strength, heat treatment, longitudinal compressive strength, Ngot Bamboo, radial expansion.

Ngày nhận bài : 06/02/2021
Ngày phản biện : 02/3/2021
Ngày quyết định đăng : 11/3/2021