

ẢNH HƯỞNG CỦA XỬ LÝ NHIỆT ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ HỌC VÁN TRE ÉP KHỐI (*Dendrocalamus latiflorus*)

Phạm Lê Hoa¹, Cao Quốc An¹, Trần Văn Chú¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của xử lý nhiệt đến tính chất cơ học của nguyên liệu tre Măng ngọt dùng làm vật liệu ván ép khối đã được nghiên cứu. Nghiên cứu lựa chọn chế độ xử lý nhiệt ở 5 cấp nhiệt độ là 130°C, 140°C, 150°C, 160°C và 170°C trong thời gian 1 giờ, 2 giờ, 3 giờ, 4 giờ và 5 giờ. Nghiên cứu đã tiến hành xác định các tính chất: tỉ lệ độ tổn hao khối lượng, độ bền uốn tĩnh, modul đàn hồi, độ bền kéo trượt màng keo. Đồng thời sử dụng phần mềm quy hoạch thực nghiệm Design-Expert 11.0 để đánh giá mối tương quan giữa nhiệt độ xử lý, thời gian xử lý với tính chất cơ học của tre sau xử lý. Kết quả cho thấy, khi nhiệt độ xử lý cao, thời gian xử lý dài tỉ lệ tổn hao khối lượng sẽ tăng, độ bền kéo trượt màng keo sẽ giảm; độ bền uốn tĩnh của vật liệu tăng khi nhiệt độ xử lý ở 130°C, 140°C, 150°C và giảm khi nhiệt độ xử lý ở 160°C, 170°C; modul đàn hồi biến đổi không rõ nét. Phân tích ANOVA cho thấy nhiệt độ xử lý, thời gian xử lý ảnh hưởng rõ rệt đến tính chất cơ học của tre sau xử lý nhiệt.

Từ khóa: Độ bền uốn tĩnh, độ bền kéo trượt màng keo, Modul đàn hồi, tre Măng ngọt, xử lý nhiệt.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tre là loại vật liệu tự nhiên, có chu kỳ sinh trưởng nhanh và có tính chất cơ học cao (Mahdavi et al., 2010). Đặc biệt, tre là vật liệu sinh học, có khả năng tái tạo và trong sản xuất nó tạo ra ô nhiễm ít hơn thép, bê tông (Rittironk and Elnieiri, 2008; Nath et al., 2009) do đó nó sẽ giúp bảo vệ môi trường. Tre được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng, đồ gia dụng, ván sàn tre, ván ép khối tre (Song et al., 2018; Zhang et al., 2018). Tuy nhiên, tre có một số nhược điểm cố hữu như bản chất ưa nước, không ổn định kích thước và khả năng chống vi sinh vật, nấm mốc kém. Do đó, tuổi thọ của nó không được cao (Li et al., 2015; 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 cellulose định hướng theo chiều dọc và được nằm trong một ma trận vô định hình của hemicellulose và lignin (Dixon and 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. Ngoài ra, do có

ái lực với nước này dẫn đến sự hấp thụ các tế bào nấm, mốc. Đó là nguyên nhân dẫn đến tre dễ bị nấm mốc và suy thoái tự nhiên. Do vậy, cần xử lý biến tính để làm giảm các nhược điểm nêu trên và nâng cao tính chất, giá trị của nguyên liệu tre.

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 được báo cáo trước đây, 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 (Brischke et al., 2007). Công nghệ xử lý nhiệt (Thermo treatment) là công nghệ dựa trên sự kết hợp giữa nhiệt độ và hơi nước và 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 (Nguyen et al., 2018).

Tre ép khối là một sản phẩm composite nhân tạo, nó được tạo ra trên nguyên tắc ghép và dán các nan tre hoặc sợi tre bằng lực sức ép lớn. Khi đạt tới một lực ép đủ lớn, các nan tre hoặc sợi tre sẽ hình thành liên kết bền vững với nhau. Trên thế giới đã có nhiều tác giả đã nghiên cứu về tre ép khối. Năm 2014 Guan cùng cộng sự đã nghiên cứu sử dụng tre

Melocanna baccifera (Muli) làm tre ép khối và so sánh chất lượng của nó với tre ép khối làm từ tre Moso của Trung Quốc (Guan et al., 2014); Sumardi và Suzuki đã đánh giá sự ổn định kích thước và một số tính chất cơ học của ván OSB được làm từ tre Moso Bamboo (*Phyllostachys pubescens*) (Sumardi and Suzuki, 2014); Zaia và cộng sự đã nghiên cứu sản xuất ván tre ép lớp (dạng laminated bamboo) từ tre *Dendrocalamus giganteus* 5 tuổi ở Brazil (Zaia et al., 2015); Teixeira và Bastos đã xác định tính chất vật lý và cơ học của ván ép nhiều lớp từ tre *Guadua magna* 4 tuổi ở Brazil với 2 loại chất kết dính polyvinyl acetate (PVA) và phenol formaldehyde (PF) (Teixeira et al., 2015); Năm 2019, Huang và Young đã nghiên cứu tính chất cơ học của nhựa epoxy với cốt sợi tre (Huang and Young, 2019). Ở Việt Nam, cũng đã có một số tác giả nghiên cứu về tre ép khối, Trương (2010) đã nghiên cứu khả năng chịu lực vật liệu tre hỗn hợp (composite) ứng dụng trong xây dựng; Năm 2013, Phạm Văn Chương và Nguyễn Trọng Kiên thực hiện nghiên cứu ảnh hưởng của thông số công nghệ đến tính chất cơ học, vật lý của sản phẩm tre ép khối (Pham and Nguyen, 2013); Nguyen and Pham (2014) đã nghiên cứu hoàn thiện công nghệ sản xuất ván cốp pha từ tre luồng; Nguyễn Quang Trung và cộng sự (Nguyen and Cao, 2017) thực hiện đề tài cấp Bộ về nghiên cứu công nghệ sản xuất tre ép khối làm vật liệu xây dựng và nội thất tại vùng Tây Bắc.

Tre Măng ngọt (*Dendrocalamus latiflorus*) là loài tre phổ biến, trồng rất nhiều ở vùng Tây Bắc. Việc nghiên cứu sử dụng nguyên liệu tre Măng ngọt để sản xuất các loại hình ván ép khối có khối lượng thể tích cao, khả năng chống chịu với môi trường tốt, sẽ là một hướng đi có ý nghĩa về khoa học và thực tiễn. Hướng nghiên cứu này không chỉ tận dụng triệt để các nguồn nguyên liệu có chất lượng thấp để tạo ra sản phẩm có giá trị cao mà còn góp phần nâng

cao thu nhập cho người dân trồng tre, tăng chủng loại nguồn nguyên liệu cho các nhà máy sản xuất ván nhân tạo và tăng cường nguồn vật liệu cho ngành xây dựng.

Hiện nay trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu công nghệ xử lý nguyên liệu cho tre ép khối. Nhưng nghiên cứu về công nghệ xử lý cho nguyên liệu tre Măng ngọt dùng làm nguyên liệu để sản xuất sản phẩm tre ép khối là chưa có. Đặc biệt, chưa có nghiên cứu nào đánh giá ảnh hưởng của xử lý nhiệt tre Măng ngọt đến chất lượng của tre ép khối. Do vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm ra được mối tương quan giữa xử lý nhiệt tre Măng ngọt (*Dendrocalamus latiflorus*) với tính chất cơ học của ván tre ép khối. Từ đó, kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở để lựa chọn chế độ xử lý nguyên liệu tre Măng ngọt hợp lý cho sản xuất ván ép khối.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Tre Măng ngọt (*Dendrocalamus latiflorus*) được khai thác tại vùng Tây Bắc. Khối lượng thể tích 0,704 g/cm³, độ tuổi khai thác 4 - 6 năm, chiều dài trung bình mẫu 2,8 - 3,0 m, đường kính thân trung bình 9 - 12 cm.

2.2. Thông số chế độ xử lý và quy trình xử lý

Thông số chế độ xử lý:

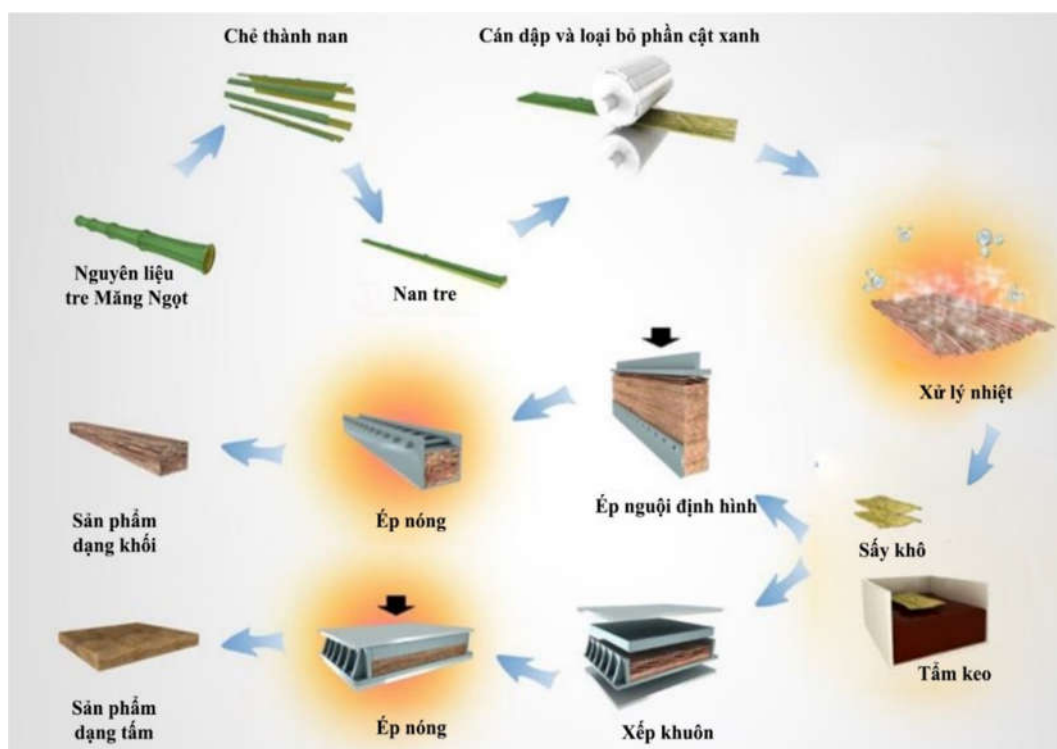
- Nhiệt độ xử lý là 130°C, 140°C, 150°C, 160°C và 170°C;

- Thời gian duy trì nhiệt độ theo các mức 1 giờ, 2 giờ, 3 giờ, 4 giờ và 5 giờ;

- Loại keo sử dụng là keo phenol formaldehyde (PF).

Quy trình xử lý:

Nguyên liệu tre Măng ngọt sau khi khai thác được chế thành nan, sau đó được loại bỏ phần cật xanh và cán dập, tiếp theo các nan tre được đưa vào xử lý với các cấp nhiệt độ và thời gian xử lý khác nhau. Sau đó các nan tre đã qua xử lý nhiệt sẽ được tẩm keo PF, sấy khô và thực hiện theo hai hướng tạo ra sản phẩm ép dạng khối hoặc ép dạng tấm như hình 1.



Hình 1. Quy trình sản xuất ván tre ép khối từ nguyên liệu tre Măng ngọt

2.3. Các chỉ tiêu cần kiểm tra

- Phương pháp xác định tỉ lệ tổn hao khối lượng

Là tỉ lệ phần trăm giữa khối lượng mẫu sau khi xử lý so với khối lượng mẫu sau giai đoạn sấy (khối lượng tre khô kiệt), tỉ lệ tổn hao khối lượng được tính theo công thức sau:

$$ML = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\%$$

Trong đó: ML là tỉ lệ tổn hao khối lượng tre khi xử lý, đơn vị (%);

m_0 - khối lượng tre sau giai đoạn sấy, đơn vị (g);

m_1 - khối lượng tre sau khi xử lý, đơn vị (g).

- Phương pháp xác định độ bền uốn tĩnh (MOR)

Mẫu trước và sau khi xử lý được gia công thành kích thước 20 x 20 x 300 mm. Số lượng 6 mẫu/chế độ. Độ bền uốn tĩnh được xác định theo tiêu chuẩn: TCVN 8048-3:2009.

- Phương pháp xác định mô đun đàn hồi (MOE)

Mẫu trước và sau khi xử lý được gia công thành kích thước 20 x 20 x 300 mm. Số lượng 6 mẫu/chế độ. Độ bền uốn tĩnh được xác định theo tiêu chuẩn: TCVN 8048-4:2009.

- Phương pháp xác định độ bền kéo trượt màng keo

Mẫu trước và sau khi xử lý được gia công thành kích thước 20 x 40 x 50 mm. Số lượng mẫu 6 mẫu/chế độ. Sử dụng keo API gắn mẫu. Độ bền kéo trượt màng keo được xác định theo tiêu chuẩn ISO 12579-2007.

- Phương pháp xác định kiểm tra góc tiếp xúc (Contact Angle)

Sử dụng 2 loại dung môi là: dung môi phân cực nước (H_2O) và dung môi không phân cực diiodomethane (CH_2I_2) để xác định góc tiếp xúc giữa chất lỏng với mẫu tre Măng ngọt trước và sau khi xử lý nhiệt. Sử dụng máy đo góc tiếp xúc C017 tại Viện Hàn lâm khoa học & Công nghệ Việt Nam để đo góc tiếp xúc.

2.4. Phương pháp thống kê

Mô hình lập nên dựa trên phương pháp quy hoạch thực nghiệm với sự phụ thuộc của tỉ lệ tổn hao khối lượng mẫu sau khi xử lý, độ bền uốn tĩnh (MOR), Mô đun đàn hồi uốn tĩnh (MOE), Độ bền kéo trượt màng keo vào hai yếu tố là nhiệt độ (X1) và thời gian xử lý (X2) 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.

+ Lựa chọn yếu tố độc lập ảnh hưởng đến hàm mục tiêu

Các yếu tố được lựa chọn là: Tỷ lệ tổn hao khối lượng mẫu sau khi xử lý (Y1), độ bền uốn tĩnh MOR (Y2), mô đun đàn hồi uốn tĩnh MOE (Y3), Độ bền kéo trượt màng keo (Y4).

+ Số thí nghiệm

Số thí nghiệm được thực hiện là $N = 2^k + 2k + 5$ ($N = 13$ với $k = 2$). 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

$= 2^{k/4}$ ($\alpha = 1.414$ với $k = 2$). Tất cả các nghiên cứu được thực hiện ở năm mức ($-\alpha, -1, 0, +1, +\alpha$). Như vậy, trong nghiên cứu này 13 thí nghiệm sẽ được thực hiện với 4 số thí nghiệm của quy hoạch toàn phần, 5 thí nghiệm lặp lại tại tâm để đánh giá sai số và 4 thí nghiệm bổ sung tại điểm sao nằm cách vị trí tâm thực nghiệm một khoảng α (Bảng 1).

Bảng 1. Thông số thực nghiệm với 2 yếu tố ảnh hưởng

| Mã thí nghiệm | Biến mã hóa | | Biến thực | |
|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | X ₁ | X ₂ | Nhiệt độ (°C) | Thời gian (h) |
| CĐ 1 | 0 | $-\alpha$ | 150 | 1 |
| CĐ 2 | 0 | α | 150 | 5 |
| CĐ 3 | 0 | 0 | 150 | 3 |
| CĐ 4 | 0 | 0 | 150 | 3 |
| CĐ 5 | 0 | 0 | 150 | 3 |
| CĐ 6 | 1 | -1 | 160 | 2 |
| CĐ 7 | α | 0 | 170 | 3 |
| CĐ 8 | 1 | 1 | 160 | 4 |
| CĐ 9 | -1 | 1 | 140 | 4 |
| CĐ 10 | 0 | 0 | 150 | 3 |
| CĐ 11 | $-\alpha$ | 0 | 130 | 3 |
| CĐ 12 | -1 | -1 | 140 | 2 |
| CĐ 13 | 0 | 0 | 150 | 3 |

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Phần mềm Design-Expert 11.0 được sử dụng để mô hình hóa thí nghiệm và phân tích kết quả thực nghiệm theo mô hình. Bảng ma

trận kế hoạch thực nghiệm và kết quả thực nghiệm được trình bày ở bảng 2. Kết quả phân tích phương sai được trình bày ở bảng 3.

Bảng 2. Ma trận kế hoạch thực nghiệm và kết quả thực nghiệm

| Mã thí nghiệm | Biến thực | | Tỷ lệ tổn hao khối lượng (%) (Y ₁) | Độ bền uốn tĩnh MOR (MPa) (Y ₂) | Modul đàn hồi MOE (GPa) (Y ₃) | Độ bền kéo trượt màng keo (MPa) (Y ₄) |
|---------------|---------------|-----------------|--|---|---|---|
| | Nhiệt độ (°C) | Thời gian (giờ) | | | | |
| Đối chứng | | | | 63,58 | 11,65 | 11,32 |
| CĐ 1 | 150 | 1 | 1,89 | 64,54 | 11,70 | 9,32 |
| CĐ 2 | 150 | 5 | 2,34 | 64,21 | 11,82 | 8,79 |
| CĐ 3 | 150 | 3 | 2,07 | 64,94 | 11,68 | 9,10 |
| CĐ 4 | 150 | 3 | 2,08 | 65,94 | 11,79 | 9,12 |
| CĐ 5 | 150 | 3 | 2,10 | 65,22 | 11,81 | 9,16 |
| CĐ 6 | 160 | 2 | 2,58 | 63,04 | 11,60 | 8,50 |
| CĐ 7 | 170 | 3 | 3,28 | 60,10 | 10,89 | 8,14 |
| CĐ 8 | 160 | 4 | 2,72 | 62,87 | 10,58 | 8,32 |
| CĐ 9 | 140 | 4 | 1,49 | 64,52 | 11,71 | 9,52 |
| CĐ 10 | 150 | 3 | 2,12 | 64,89 | 11,69 | 9,08 |
| CĐ 11 | 130 | 3 | 0,58 | 63,70 | 11,66 | 10,28 |
| CĐ 12 | 140 | 2 | 1,35 | 64,26 | 11,78 | 9,91 |
| CĐ 13 | 150 | 3 | 2,07 | 65,02 | 11,72 | 9,18 |

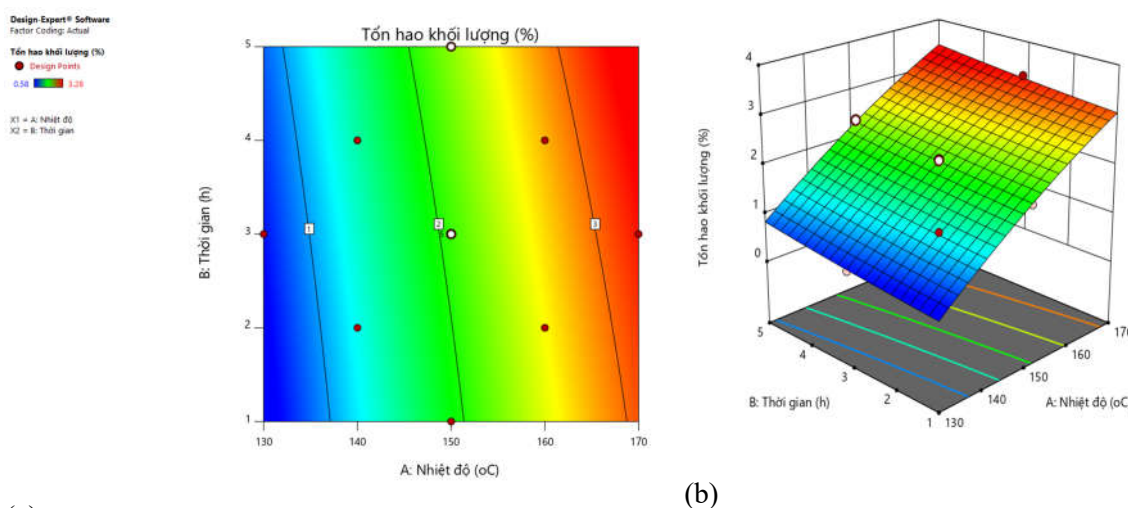
Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai

| Mô hình | Tỉ lệ tổn hao khối lượng | Độ bền uốn tĩnh (MOR) | Độ bền kéo trượt màng keo |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Model | < 0,0001 | 0,0004 | < 0,0001 |
| R ² | 0,9967 | 0,9406 | 0,9867 |
| Độ lệch chuẩn (SD) | 0,049 | 0,469 | 0,089 |

3.1. Tỉ lệ tổn hao khối lượng

Nguyên liệu tre Măng ngọt dưới tác dụng của nhiệt độ từ 130 - 170°C, trong thời gian 1 - 5 giờ, các thành phần hemicellulose và một phần cellulose trong vùng vô định hình bị phân giải dẫn đến thay đổi thành phần hóa học (Pelaez-Samaniego et al., 2013, Meng et al., 2016), điều này dẫn đến khối lượng của Tre

sau khi xử lý nhiệt bị giảm xuống. Từ hình 2 và bảng 2 cho thấy tỉ lệ tổn hao thấp nhất ở chế độ xử lý 130°C (màu xanh dương) trong 1 giờ và tỉ lệ tổn hao cao nhất ở chế độ xử lý 170°C trong 5h (màu đỏ). Từ đó có thể thấy, nhiệt độ xử lý càng cao, thời gian xử lý càng dài thì tỉ lệ tổn hao khối lượng của Tre càng lớn.



Hình 2. Biểu đồ bề mặt đáp ứng tỉ lệ tổn hao khối lượng

((a) Đồ thị dạng 2D với các đường đồng mức (2D contour) cho biết ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến tỉ lệ tổn hao khối lượng (b) Đồ thị dạng mặt 3D (3D response surface) cho biết ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến tỉ lệ tổn hao khối lượng)

Mỗi tương quan giữa nhiệt độ và thời gian xử lý đến độ tổn hao khối lượng của tre Măng ngọt được thông qua phương pháp thống kê bề mặt đáp ứng (RSM). Từ dữ liệu bảng 3 cho thấy, độ lệch chuẩn (SD) là 0,049, hệ số xác định R² (coefficient of determination) của tỉ lệ tổn hao khối lượng là 0,996. Điều này thể hiện rất rõ mối tương quan rất chặt giữa tỉ lệ tổn hao khối lượng của tre Măng ngọt với nhiệt độ và thời gian xử lý (phương trình 1).

$$(Y_1) = 2,080 + 0,655*X_1 + 0,098*X_2 + 0,0001*X_1X_2 - 0,039*X_1^2 + 0,006*X_2^2 \quad (1)$$

Trong đó: X₁ – nhiệt độ xử lý; X₂ – thời

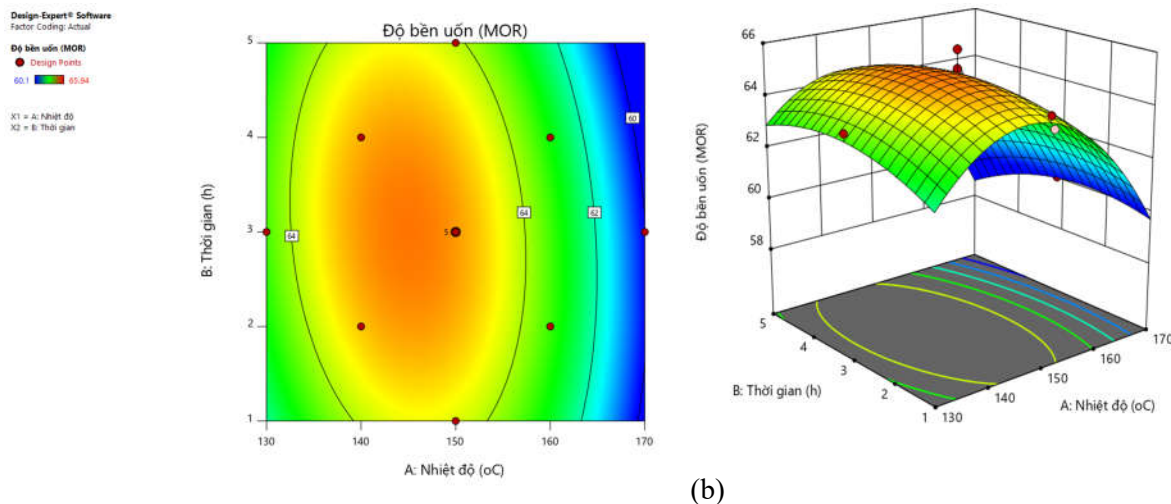
gian xử lý

3.2. Độ bền uốn tĩnh (MOR) và modul đàn hồi (MOE)

Nhằm đánh giá khả năng chịu uốn của Tre sau khi xử lý nhiệt, nghiên cứu tiến hành đánh giá xác định độ bền uốn tĩnh (hình 3, bảng 2). Khi chế độ xử lý dưới 130°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 uốn tĩnh do đó khi xử lý tre ở dưới nhiệt độ 130°C, nói chung độ bền uốn tĩnh của Tre không thay đổi. Khi Tre được xử lý từ 130°C

trở lên đến dưới 150°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 (Zhang et al., 2013). Trong dải nhiệt độ xử lý từ 150°C đến 170°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 150°C, các thành phần hóa học của Tre sẽ thay đổi đáng kể. Hemicellulose, cellulose và lignin

sẽ bắt đầu phân hủy (Zhang et al., 2013; Meng et al., 2016). Trong tre hemicellulose 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 cellulose giảm, các chất chiết xuất trong Tre suy giảm dẫn đến độ bền uốn tĩnh của tre giảm.



(a)

(b)

Hình 3. Biểu đồ bề mặt đáp ứng độ bền uốn

*((a) Đồ thị dạng 2D với các đường đồng mức cho biết ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến độ bền uốn
(b) Đồ thị dạng mặt 3D cho biết ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến độ bền uốn)*

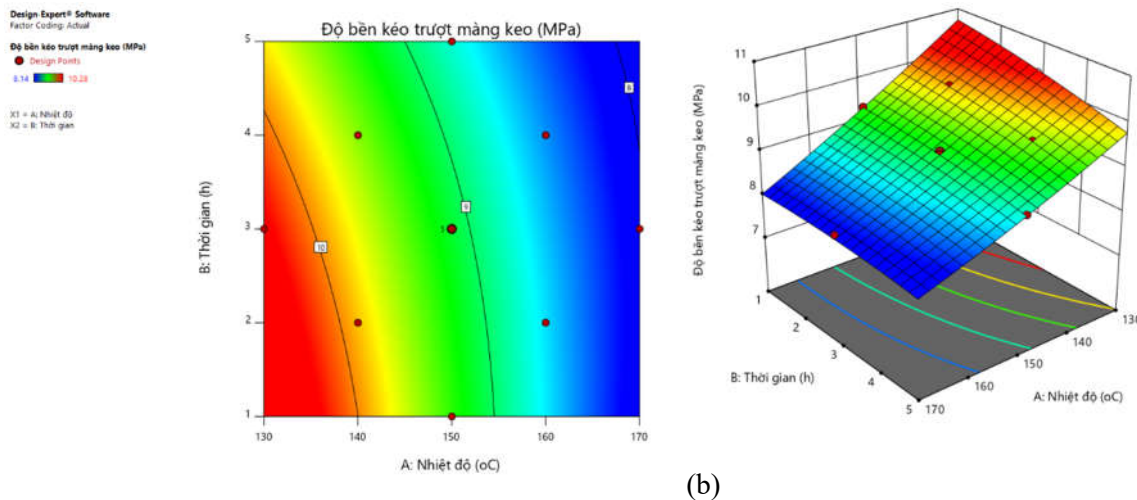
Từ dữ liệu bảng 2 và bảng 3 cho thấy ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý đến độ bền uốn của tre Măng ngọt, với độ lệch chuẩn (SD) là 0,469, hệ số xác định R^2 của độ bền uốn là 0,9406. Điều này thể hiện rất rõ mối tương quan rất mạnh giữa độ bền uốn (MOR) của tre Măng ngọt với nhiệt độ và thời gian xử lý (phương trình 2).

$$(Y_2) = -16,6 + 2,45 * X_1 + 2,85 * X_2 - 0,01 * X_1 * X_2 - 0,008 * X_1^2 - 0,21 * X_2^2 \quad (2)$$

Tiến hành xác định độ dẻo dai của tre khi qua xử lý nhiệt ta thực hiện xác định thông qua modul đàn hồi. Từ bảng 2 cho thấy, khi Tre được xử lý ở nhiệt độ từ 130°C đến 150°C, modul đàn hồi của Tre tăng nhẹ. Điều này phù hợp với một số kết quả nghiên cứu của các tác giả khác (Zhang et al., 2013, Campean et al., 2017). Trong phạm vi nhiệt độ này, nhiệt độ ảnh hưởng chủ yếu đến sự bay hơi của nước hấp phụ. Do độ ẩm của tre giảm xuống dưới

điểm bão hòa sợi, độ cứng của tre được tăng cường và modul đàn hồi được tăng lên một chút. Khi nhiệt độ tăng từ 160°C trở lên, thời gian xử lý kéo dài thì modul đàn hồi của tre giảm nhẹ. Điều này có thể được giải thích do hemicellulose ở nhiệt độ cao sẽ thay đổi cấu trúc làm mất liên kết giữa cellulose và lignin. Đồng thời độ kết tinh của cellulose giảm, thành phần lignin cũng giảm dẫn đến liên kết giảm theo. Ngoài ra theo nghiên cứu của Kuoppala (Alén et al., 1996), trong quá trình xử lý nhiệt, nước đóng vai trò là chất xúc tác để thúc đẩy sự phân hủy các chuỗi phân tử cellulose, lignin và hemicellulose bằng cách thủy phân axit. Quá trình này làm các thành phần chính của tre bị xuống cấp, dẫn đến giảm modul đàn hồi của Tre. Do đó, có thể thấy modul đàn hồi của tre Măng ngọt trong quá trình xử lý nhiệt biến đổi là không rõ rệt.

3.4. Độ bền kéo trượt màng keo



(a)

(b)

Hình 4. Biểu đồ bề mặt đáp ứng độ bền kéo trượt màng keo

(a) Đồ thị dạng 2D với các đường đồng mức cho biết ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến độ bền kéo trượt màng keo (b) Đồ thị dạng mặt 3D cho biết ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến độ bền kéo trượt màng keo.)

Độ bền kéo trượt màng keo để đánh giá khả năng dán dính của Tre trước và sau khi xử lý. Từ bảng 2 và hình 4 có thể thấy độ bền kéo trượt màng keo tỉ lệ nghịch với nhiệt độ xử lý và thời gian xử lý. Khi nhiệt độ xử lý cao, thời gian xử lý dài thì độ bền kéo trượt màng keo giảm. Nguyên nhân độ bền kéo trượt màng keo giảm sau khi xử lý nhiệt có thể giải thích do sau khi xử lý nhiệt một số các nhóm ưa nước trên bề mặt Tre giảm như nhóm (-OH) (Nguyen et al., 2018). Đồng thời, do một số lượng lớn các nhóm chức có thể phản ứng với keo đã bị khử bởi axit, dẫn đến số lượng cầu nối giữa keo-tre-keo bị giảm khi đó màng keo sẽ bị gián đoạn, không đồng đều (Nguyen and

Tran, 2013). Ngoài ra, nghiên cứu đã tiến hành đo góc tiếp xúc của nước (H_2O) và diiodomethane (CH_2I_2) trước và sau khi xử lý nhiệt (Bảng 4).

Kết quả cho thấy, khi nhiệt độ xử lý và thời gian xử lý tăng thì góc tiếp xúc của nước và diiodomethane đều tăng. Điều này dẫn đến năng lượng bề mặt giữa chất lỏng và bề mặt rắn bị giảm xuống, dẫn đến khả năng dán dính giảm đi. Do vậy, đây được coi là nguyên nhân dẫn đến độ bền kéo trượt màng keo của tre Măng ngọt bị giảm. Kết quả thí nghiệm trong nghiên cứu này cũng tương đồng với một số kết quả nghiên cứu của các tác giả khác (Li et al., 2015; Chen et al., 2016).

Bảng 4. Góc tiếp của H_2O , CH_2I_2

| Mẫu | Góc tiếp xúc của nước (H_2O) | | | | | Góc tiếp xúc của diiodomethane (CH_2I_2) | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--|-------|-------|-------|-------|
| | (°) | | | | | (°) | | | | |
| | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h |
| Chưa xử lý | | | 68,24 | | | | | 49,24 | | |
| Mẫu Tre Măng ngọt đã xử lý | 130°C | 72,56 | 73,24 | 74,14 | 75,82 | 80,46 | 50,15 | 50,16 | 50,29 | 50,34 |
| | 140°C | 80,12 | 82,17 | 83,59 | 86,91 | 89,24 | 50,49 | 50,82 | 50,83 | 51,24 |
| | 150°C | 90,54 | 91,64 | 93,27 | 94,77 | 95,68 | 51,30 | 51,47 | 51,69 | 51,89 |
| | 160°C | 95,46 | 96,64 | 98,24 | 98,36 | 100,23 | 52,11 | 52,15 | 52,33 | 52,47 |
| | 170°C | 101,22 | 102,78 | 103,64 | 103,97 | 105,21 | 54,07 | 54,17 | 54,22 | 54,74 |

Từ dữ liệu (bảng 2), ứng dụng phần mềm xử lý quy hoạch thực nghiệm Design-Expert 11.0 xử lý kết quả (bảng 3) cho thấy ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý đến độ bền kéo

trượt màng keo của tre Măng ngọt với độ lệch chuẩn (SD) là 0,089, hệ số xác định R^2 là 0,9867. Điều này thể hiện rất rõ mối tương quan rất mạnh giữa độ bền kéo trượt màng keo

với nhiệt độ và thời gian xử lý (phương trình 3).

$$(Y_4) = 9,11 - 0,574*X_1 - 0,135*X_2 + 0,052*X_1X_2 + 0,019*X_1^2 - 0,019*X_2^2 \quad (3)$$

Từ các phương trình hồi quy (1), (2), (3) cho thấy các yếu tố nhiệt độ X_1 và thời gian X_2 có tương quan rất lớn đến các yếu tố Y_1, Y_2, Y_4 . Do vậy, xây dựng được hệ thống mối tương quan giữa 2 yếu tố đầu vào và các yếu tố đầu ra sẽ giúp tìm ra được chế độ xử lý phù hợp, đáp ứng được yêu cầu nguyên liệu đầu vào cho vật liệu ván ép khối.

4. KẾT LUẬN

Từ nghiên cứu này đi đến các kết luận như sau:

- Nhiệt độ và thời gian xử lý nhiệt ảnh hưởng rõ nét đến tỉ lệ tổn hao khối lượng, độ bền uốn tĩnh và độ bền kéo trượt màng keo. Ảnh hưởng không rõ nét đến mô đun đàn hồi.

- Khi nhiệt độ xử lý cao, thời gian xử lý dài thì tỉ lệ tổn hao khối lượng lớn, góc tiếp xúc của H_2O và CH_2I_2 tăng, năng lượng bề mặt giảm và độ bền kéo trượt màng keo giảm; Độ bền uốn tĩnh của vật liệu tăng khi nhiệt độ xử lý ở $130^\circ C, 140^\circ C, 150^\circ C$ và giảm khi nhiệt độ xử lý ở $160^\circ C$ và $170^\circ C$.

- Phân tích thống kê cho thấy mối quan tương quan giữa nhiệt độ xử lý, thời gian xử lý với tỉ lệ tổn hao khối lượng, độ bền uốn, mô đun đàn hồi, độ bền kéo trượt màng keo là rất cao với ($R^2 > 0,94$). Kết quả này có thể được coi làm cơ sở để xây dựng một mô hình dự đoán sự thay đổi tính chất cơ học của nguyên liệu tre Măng ngọt trong xử lý nhiệt, ứng dụng trong sản xuất vật liệu tre ép khối.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alén, R., Kuoppala, E. and Oesch, P. (1996). Formation of the main degradation compound groups from wood and its components during pyrolysis. *Journal of analytical and Applied Pyrolysis* 36(2): 137-148.
2. Brischke, C., Welzbacher, C. R., Brandt, K. and Rapp, A. O. (2007). Quality control of thermally modified timber: Interrelationship between heat treatment intensities and CIE $L^* a^* b^*$ color data on homogenized wood samples. *Holzforschung* 61(1): 19-22.
3. Campean, M., Ishll, S. and Georgescu, S. (2017). Drying time and quality of eds-treated compared to untreated beech wood (*Fagus japonica*). *Pro Ligno* 13(3): 23-30.
4. Chen, Q., Zhang, R., Wang, Y., Wen, X. and Qin, D. (2016). The effect of bamboo charcoal on water

absorption, contact angle, and the physical-mechanical properties of bamboo/low-density polyethylene composites. *BioResources* 11(4): 9986-10001.

5. Dixon, P. G. and Gibson, L. J. (2014). The structure and mechanics of Moso bamboo material. *Journal of the Royal Society Interface* 11(99): 20140321.

6. Guan, M., Yong, C. and Wang, L. (2014). Microscopic characterization of modified phenol-formaldehyde resin penetration of bamboo surfaces and its effect on some properties of two-ply bamboo bonding interface. *BioResources* 9(2): 1953-1963.

7. Huang, J.-K. and Young, W.-B. (2019). The mechanical, hygral, and interfacial strength of continuous bamboo fiber reinforced epoxy composites. *Composites Part B: Engineering* 166: 272-283.

8. Lee, C.-H., Yang, T.-H., Cheng, Y.-W. and Lee, C.-J. (2018). Effects of thermal modification on the surface and chemical properties of moso bamboo. *Construction and Building Materials* 178: 59-71.

9. Li, J., Sun, Q., Han, S., Wang, J., Wang, Z. and Jin, C. (2015). Reversibly light-switchable wettability between superhydrophobicity and superhydrophilicity of hybrid ZnO/bamboo surfaces via alternation of UV irradiation and dark storage. *Progress in Organic Coatings* 87: 155-160.

10. Li, T., Cheng, D.-l., Wålinder, M. E. and Zhou, D.-g. (2015). Wettability of oil heat-treated bamboo and bonding strength of laminated bamboo board. *Industrial Crops and Products* 69: 15-20.

11. Mahdavi, M., Clouston, P. and Arwade, S. (2010). Development of laminated bamboo lumber: review of processing, performance, and economical considerations. *Journal of Materials in Civil Engineering* 23(7): 1036-1042.

12. Meng, F.-d., Yu, Y.-l., Zhang, Y.-m., Yu, W.-j. and Gao, J.-m. (2016). Surface chemical composition analysis of heat-treated bamboo. *Applied Surface Science* 371: 383-390.

13. Nath, A. J., Das, G. and Das, A. K. (2009). Above ground standing biomass and carbon storage in village bamboos in North East India. *Biomass and Bioenergy* 33(9): 1188-1196.

14. Nguyen, Q. T. and Pham, V. C. (2014). Hoàn thiện công nghệ sản xuất ván cốt pha từ tre luồng. *Tạp chí Khoa học lâm nghiệp* Số 1, tr. 3224-3230.

15. Nguyen, T. H. V., Nguyen, T. T., Ji, X. and Guo, M. (2018). Enhanced bonding strength of heat-treated wood using a cold atmospheric-pressure nitrogen plasma jet. *European journal of wood and wood products* 76(6): 1697-1705.

16. Pelaez-Samaniego, M. R., Yadama, V., Lowell, E. and Espinoza-Herrera, R. (2013). A review of wood thermal pretreatments to improve wood composite properties. *Wood Science and Technology* 47(6): 1285-1319.

17. Pham, V. C. and Nguyen, T. K. (2013). Ảnh hưởng của thông số công nghệ đến tính chất cơ học, vật lý của sản phẩm tre ép khối. *Tạp chí KH&CN Lâm nghiệp* Số 1, tr. 78-87 1859-3828.

18. Rittironk, S. and Elnieiri, M. (2008). Investigating laminated bamboo lumber as an alternate to wood lumber in residential construction in the United States. Proceedings of the 1st International conference on modern bamboo structures.
19. Song, W., Zhu, M. and Zhang, S. (2018). Comparison of the properties of fiberboard composites with bamboo green, wood, or their combination as the fibrous raw material. *BioResources* 13(2): 3315-3334.
20. Sumardi, I. and Suzuki, S. (2014). Dimensional stability and mechanical properties of strandboard made from bamboo. *BioResources* 9(1): 1159-1167.
21. Teixeira, D. E., Bastos, R. P. and Almeida, S. A. d. O. (2015). Characterization of glued laminated panels produced with strips of bamboo (*Guadua magna*) native from the brazilian cerrado. *Cerne* 21(4): 595-600.
22. Zaia, U. J., Cortez-Barbosa, J., Morales, E. A. M., Lahr, F. A. R., Nascimento, M. F. d. and Araujo, V. A. d. (2015). Production of particleboards with bamboo (*Dendrocalamus giganteus*) reinforcement. *BioResources*: 1424-1433.
23. Zhang, K., Song, W., Chen, Z., Hong, G., Lin, J., Hao, C. and Zhang, S. (2018). Effect of Xylanase-Laccase Synergistic Pretreatment on Physical-Mechanical Properties of Environment-Friendly Self-bonded Bamboo Particleboards. *Journal of Polymers and the Environment* 26(10): 4019-4033.
24. Zhang, Y., Yu, W. and Zhang, Y. (2013). Effect of steam heating on the color and chemical properties of *Neosinocalamus affinis* bamboo. *Journal of Wood Chemistry and Technology* 33(4): 235-246.
25. Zhang, Y. M., Yu, Y. L. and Yu, W. J. (2013). Effect of thermal treatment on the physical and mechanical properties of *Phyllostachys pubescens* bamboo. *European Journal of Wood and Wood Products* 71(1): 61-67.

EFFECTS OF THERMAL TREATMENT OF MANG NGOT (*Dendrocalamus latiflorus*) TO MECHANICAL CHARACTERISTICS OF BAMBOO SCRIMBER MATERIALS

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

SUMMARY

In this study, the effects of thermal treatment parameters on the mechanical characteristics of Mang Ngot (*Dendrocalamus latiflorus*) and use it as a bamboo scrimber materials were investigated. Study to choose temperature treatment at 5 levels of 130°C, 140°C, 150°C, 160°C, and 170°C, treatment time of 1h, 2h, 3h, 4h, 5h. At the same time, using Design-Expert 11.0 software to evaluate the correlation between treatment temperature, treatment time and mechanical properties. The study has determined the ratio of mass loss, modulus of rupture, modulus of elasticity, shearing test. The results show that, when the treatment temperature is high, the treatment time is long, the rate of mass loss increases, shearing test decreases; Modulus of rupture of the material increases when the treatment temperature at 130°C, 140°C, 150°C and decreases when the treatment temperature at 160°C and 170°C; modulus of elasticity change not clear. ANOVA analysis shows that the correlation between treatment temperature, treatment time with mechanical properties has very high.

Keywords: Mangngot bamboo, Modulus of rupture, Modulus of elasticity, shearing test, thermal treatment.

Ngày nhận bài : 08/9/2019
Ngày phản biện : 20/10/2019
Ngày quyết định đăng : 05/11/2019