

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ LÀM TĂNG KHẢ NĂNG ỔN ĐỊNH KÍCH THƯỚC CỦA GỖ CAO SU (*Hevea brasiliensis*)

Lê Quỳnh Như¹, Bùi Thị Thiên Kim²

¹Sinh viên Khoa Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Giảng viên Khoa Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu xử lý gỗ Cao su (*Hevea brasiliensis*) nhằm tăng cường khả năng ổn định kích thước của gỗ sau xử lý Kali Silicate (K_2SiO_3). Thực nghiệm gỗ Cao su với Kali Silicate (K_2SiO_3) các cấp nồng độ và thời gian xử lý khác nhau. Sau đó kiểm tra độ dẫn nở của gỗ Cao su (*Hevea brasiliensis*) theo các chiều thớ gỗ. Kết quả cho thấy, nồng độ và thời gian xử lý là hai yếu tố ảnh hưởng trực tiếp làm giảm độ dẫn nở (trương nở) của gỗ Cao su, điều này làm cho gỗ có sự cải thiện đáng kể về tính chất vật lý. Kết quả tối ưu đạt được trên cơ sở thiết lập phương trình tương quan gỗ Cao su với thông số nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) là $X_1 = 1,414$ ($N = 27,07\%$) và thời gian xử lý là $X_2 = 0,348$ ($T = 3,348$ (giờ)) tỷ lệ dẫn nở gỗ theo chiều tiếp tuyến là 2,9547%, mẫu đối chứng là 6,4813%, tỷ lệ dẫn nở gỗ xuyên tâm là 1,0632% mẫu đối chứng là 4,1366% và tỷ lệ dẫn nở gỗ dọc thớ là 0,0417%, mẫu đối chứng 0,6793%, với kết quả này cho thấy, làm giảm độ dẫn nở gỗ theo các chiều thớ có ý nghĩa quan trọng làm tăng khả năng ổn định kích thước gỗ Cao su.

Từ khóa: Gỗ Cao su, xử lý biến tính gỗ, Kali Silicate

RESEARCH ON TREATMENT TO ENHANCE DIMENSIONAL STABILITY OF RUBBER WOOD (*Hevea brasiliensis*)

Le Quynh Nhu¹, Bui Thi Thien Kim²

¹Faculty of Forestry, Nong Lam University, Vietnam

²Faculty of Forestry, Nong Lam University, Vietnam

ABSTRACT

Research on rubber wood (*Hevea brasiliensis*) treatment to enhance dimensional stability of wood after Potassium Silicate (K_2SiO_3) treatment. Experimental research on treating Rubber wood with Potassium Silicate (K_2SiO_3) with different concentration levels and treatment times. Then check the expansion of Rubber wood (*Hevea brasiliensis*) along the grain directions. The results show that concentration and treatment time are two factors that directly affect the reduction of expansion (swelling) of Rubber wood, which causes the wood to have a significant improvement in physical properties. The optimal result is achieved based on the established correlation equation. Rubber wood with a Potassium Silicate (K_2SiO_3) concentration parameter of $X_1 = 1.414$ ($N = 27.07\%$) and a treatment time of $X_2 = 0.348$ ($T = 3.348$ hours): the tangential wood expansion rate is 2.9547%, the non - treatment sample is 6.4813%, the radial wood expansion rate is 1.0632%, the non - treatment sample is 4.1366%, and the longitudinal wood expansion rate is 0.0417%, and the non - treatment sample is 0.6793%. These results indicate that reducing wood expansion in the fiber directions significantly increases the dimensional stability of Rubberwood.

Keywords: Rubber wood, treatment wood, Potassium Silicate

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến tính gỗ là một trong những giải pháp có thể làm cải thiện được nhược tính của gỗ qua sự thay đổi cấu trúc hoặc thành phần hóa học của gỗ. Biến tính gỗ theo phương pháp cơ nhiệt, hóa học hoặc kết hợp cơ nhiệt hóa sẽ làm thành mối đan xen với nhau, phản ứng với hóa chất có sự hỗ trợ nhiệt độ, hóa chất xử lý lắng đọng trong vách tế bào để ổn định kích thước, tăng khối lượng thể tích, ứng lực của gỗ, qua đó nâng cao được tính chất cơ lý của gỗ. Những nghiên cứu về thay đổi tính chất vật lý của gỗ bằng hóa chất xử lý được nhiều nhà khoa học nghiên cứu (Rowell, 1991; 2006; Kumar, 1994; Callum, 2006) bằng các hóa chất acetic, butyric, phthalic, succinic, maleic, propionic và butyricanhydrit, axit clorua, axit cacboxylic ketene, nhiều loại isocyanat khác nhau. Kết quả các nghiên cứu về độ co rút dẫn nở gỗ đã qua xử lý nhiệt của Stamm & Hansen (1937) cho thấy, tính hút ẩm của gỗ giảm một cách đáng kể. Nghiên cứu làm tăng tính kháng nấm mốc cho gỗ khi xử lý hóa chất với khả năng cải thiện được độ bền và độ ổn định kích thước, hệ số chống co rút dẫn nở tăng lên 40%, còn độ bền uốn tĩnh giảm 20% (Stamm, 1946). Các nghiên cứu acetyl hóa gỗ lần đầu tiên được thực hiện ở Đức vào năm 1928 bởi Fuchs, sử dụng axetic anhydrit và axit sulfuric làm chất xúc tác khối lượng acetyl tăng hơn 40%, nghĩa là khử kết tinh cellulose trong quá trình này và sử dụng phản ứng để tách lignin khỏi gỗ thông (Fuchs, 1928).

Vào cuối những năm 1969, bộ môn gỗ - ván nhân tạo thuộc Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng đã tiến hành thí nghiệm biến tính các loại gỗ Vạng trứng (*Endospermum sinensis* Benth), gỗ Mỡ (*Manglietia glauca* Anet), gỗ Trám trắng (*Canarium album* Raeush) bằng phương pháp nhiệt - cơ và hóa - cơ kết hợp. Kết quả cho thấy, khối lượng thể tích tăng 1,2 lần và cường độ uốn tĩnh tăng 1,3 lần so với lúc chưa biến tính. Năm 1980, bằng phương pháp cơ - hóa - nhiệt tác giả Nguyễn Trọng Nhân (Viện Nghiên

cứ Lâm nghiệp Việt Nam) đã nghiên cứu tạo ra được sản phẩm gỗ ép làm thoi dẹt từ gỗ Vạng trứng. Năm 1999, bằng phương pháp hóa - nhiệt để tăng cường ổn định kích thước ván dăm, nghiên cứu của Trường Đại học Lâm nghiệp. Năm 2001, trường Đại học Lâm nghiệp đã thực hiện biến tính nguyên liệu trong sản xuất ván dăm bằng phương pháp xử lý nhiệt. Theo Huy Vũ Đại và Nguyễn Minh Hùng (2004), ảnh hưởng của xử lý bằng lò vi sóng đến tính chất cơ lý của gỗ Trám trắng, kết quả cho thấy, tính ổn định về kích thước của gỗ được cải thiện nhưng cường độ cơ học giảm. Năm 2006, Hoàng Thị Thanh Hương nghiên cứu biến tính gỗ Điều, Cao su và gỗ Hồng bằng hóa chất, ép nhiệt và theo kết quả nghiên cứu thì có thể nâng cao sức bền lên 30%.

Cây Cao su có tên khoa học là *Hevea brasiliensis*, là cây của vùng nhiệt đới xích đạo có nguồn gốc Nam Mỹ. Cây Cao su được du nhập vào nước ta năm 1897, trải qua 110 năm, cây Cao su ở Việt Nam đã trở thành cây công nghiệp có giá trị kinh tế cao, loài cây này còn có vị trí quan trọng trong việc bảo vệ đất và cân bằng sinh thái. Về trữ lượng hiện nay, theo báo cáo của Tập đoàn Công nghiệp Cao su Việt Nam đã trải rộng 34 tỉnh thành từ Tây Nam bộ, Đông Nam bộ, Tây Nguyên, duyên hải miền Trung, Bắc Trung bộ, khu vực miền núi phía Bắc và 2 nước bạn Lào và Campuchia với tổng diện tích quản lý 300.000 ha. Sản phẩm chính của cây Cao su là mủ Cao su và gỗ Cao su được dùng làm nguyên liệu chủ yếu cho nhiều ngành công nghiệp, đặc biệt trong công nghiệp sản xuất sản phẩm gỗ nội thất và sản xuất ván ghép thanh, ván công nghiệp. Tuy nhiên, bên cạnh những ưu điểm thì gỗ Cao su cũng tồn tại một số nhược điểm như sinh trưởng nhanh, mềm, nhẹ nên tính chất cơ lý thấp, tỷ lệ biến dạng cao, độ ổn định kích thước thấp ảnh hưởng đến khả năng sử dụng trong ngành sản xuất đồ mộc.

Thông qua các nghiên cứu biến tính gỗ trên thế giới và ở Việt Nam cho thấy, các nhà khoa học đã có những nghiên cứu biến tính cho nhiều

loại gỗ và với nhiều dạng biến tính khác nhau cùng cơ chế của chúng. Những công trình nghiên cứu biến tính nhưng về mảng biến tính hóa học chưa được đa dạng trong công nghệ biến tính gỗ, do đó kết quả gỗ biến tính cũng chưa đáp ứng được hết các yêu cầu cải thiện về tính chất vật lý và cơ học. Vì vậy, nghiên cứu biến tính gỗ nói chung và biến tính hóa học nói riêng ở trong nước là hết sức cần thiết và ý nghĩa. Nó mở ra hướng nghiên cứu về quá trình biến tính gỗ của nước ta đặc biệt là gỗ rừng trồng, mềm, có tốc độ tăng trưởng nhanh như gỗ Cao su góp phần nâng cao tính chất và giá trị sử dụng của gỗ trong công nghiệp sản xuất hiện nay.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

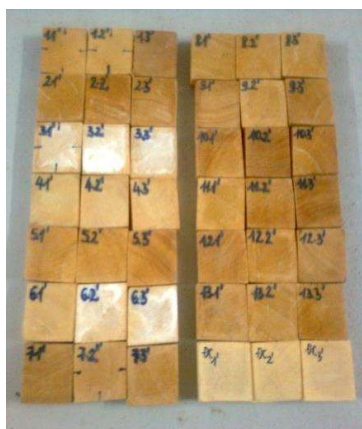
Nguyên liệu: Gỗ Cao su dùng trong thí nghiệm là Cao su phát triển bình thường. Mẫu gỗ nghiên cứu lấy từ cây gỗ thành thực thuộc Đồng Nai. Gỗ

không khuyết tật không bị sâu nấm mối mọt, đưa về công ty chế biến gỗ XT Furniture cắt khúc, xẻ phách, gia công theo đúng kích thước $30 \times 30 \times 10$ mm, độ ẩm 40 - 50%.

Hóa chất: Kali Silicate (K_2SiO_3) là tên của một họ các hợp chất vô cơ. Kali Silicate có công thức K_2SiO_3 , là chất rắn màu trắng hoặc dung dịch không màu, nguồn gốc từ Ấn Độ.

Thiết bị dụng cụ:

- Tủ sấy thí nghiệm Memmert - Model: UN260.
- Xuất xứ: Đức.
- Cân điện tử Ohaus có độ chính xác 0,001 (g).
- Máy đo độ ẩm gỗ, hãng sản xuất: Murray Latta Progressive Machine, Model: Orion 910, Xuất xứ: Mỹ.
- Thước kẹp điện tử có độ chính xác 0,02 (mm).
- Ngoài ra có bình hút ẩm, găng tay, khẩu trang, đũa thủy tinh, ca đong hóa chất, khay nhựa và một số vật dụng cần thiết.



Hình 1. Gỗ Cao su thí nghiệm



Hình 2. Hóa chất K_2SiO_3



Hình 3. Tủ sấy Memmert



Hình 4. Cân phân tích



Hình 5. Thước kẹp điện tử



Hình 6. Thiết bị đo độ ẩm gỗ



Hình 7. Thực nghiệm xử lý gỗ Cao su

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Mô hình thí nghiệm

Nguyễn Cảnh (1993) đã xác lập phương pháp quy hoạch thực nghiệm: dựa vào phương án đã chọn mức và khoảng biến thiên các thông số đầu vào ở dạng mã hoá được xác định do đặc điểm của quá trình nghiên cứu thực nghiệm nên mô hình được biểu diễn dưới dạng mô hình bậc 2. Số mức thí nghiệm là 5 bao gồm mức cơ sở (mức điểm 0 - mức trung tâm), mức trên (+1), mức dưới (-1) mức sao trên (+ α), mức sao dưới (- α).

Số thí nghiệm cần phải tiến hành là:

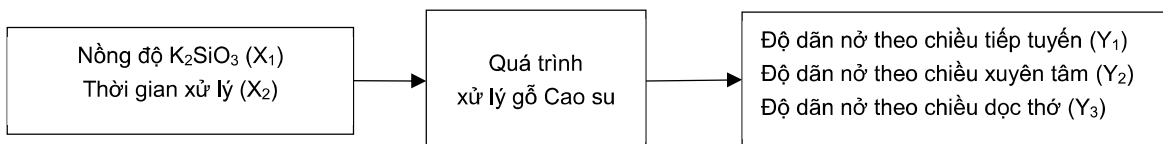
$$N = N_1 + N_0 = 2^k + N_0 = 2^2 + 2 \times 2 + 5 = 13$$

Trong đó: k: thông số đầu vào, k = 2;

$2^2 = 4$ số thí nghiệm ở mức trên và dưới;

3: số thí nghiệm lặp thực hiện ở mức trung tâm.

Mô hình nghiên cứu gồm có các yếu tố đầu vào ký hiệu là: X_1 : nồng độ (K_2SiO_3) (%), X_2 : thời gian xử lý (giờ) và các yếu tố đầu ra ký hiệu là: Y_1 : độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến (%), Y_2 : độ dẫn nở theo chiều xuyên tâm (%), Y_3 : độ dẫn nở theo chiều dọc thớ (%).



Hình 8. Mô hình thực nghiệm xử lý gỗ Cao su

Dựa vào kết quả thí nghiệm thăm dò với khoảng biến thiên nghiên cứu rộng, ta xác định mức và khoảng biến thiên của các thông số nghiên cứu đầu vào được xác định như sau:

Bảng 1. Mức và khoảng biến thiên của các yếu tố nghiên cứu

STT	Các thông số	Nồng độ xử lý N (%) X_1	Thời gian xử lý T (giờ) X_2
1	Mức sao trên + α = +1,414	27,07	4,414
2	Mức trên 1	25	4
3	Mức cơ sở 0	20	3
4	Mức dưới - 1	15	2
5	Mức sao dưới - α = -1,414	10	1,586
6	Khoảng biến thiên ΔI	5	1

Bảng 2. Bảng ma trận thí nghiệm

STT	Dạng mã hóa		Dạng thực	
	X1	X2	N	T
1	1	1	25	4
2	1,41421	0	27,07	3
3	-1	1	15	4
4	-1	-1	15	2
5	1	-1	25	2
6	0	0	20	3
7	0	-1,41421	20	1,586
8	0	1,41421	20	4,414
9	-1,41421	0	10	3
10	0	0	20	3
11	0	0	20	3
12	0	0	20	3
13	0	0	20	3

2.2.2. Phương pháp thực nghiệm

Sau khi chuẩn bị nguyên liệu, dụng cụ thí nghiệm và bố trí thí nghiệm, hóa chất được pha theo đúng tỷ lệ từng nghiệm thức, gỗ Cao su được đưa vào từng khay theo bố trí thí nghiệm. Mẫu gỗ sau khi xử lý hóa chất với nồng độ và thời gian tương ứng được hong phơi và sấy trong tủ sấy nhiệt độ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ đến khi gỗ khô kiệt. Sau đó tiến hành cân mẫu thí nghiệm ghi nhận khối lượng, kích thước các chiều thứ và cho vào bình đựng nước (để cho mẫu tự do hút nước). Sau từng thời gian nhất định: 2 giờ ngày thứ 1, 2, 4, 7, 12 và 20 ngày cân lại mẫu gỗ, đo kích thước theo chiều tiếp tuyến, xuyên tâm, dọc thớ. Về sau cứ 10 ngày cân và đo mẫu 1 lần cho đến khi mẫu gỗ không tăng lên nữa thì kết thúc thí nghiệm, thời gian quan sát tối thiểu là 30 ngày đêm.

2.2.3. Xác định các thông số công nghệ sau xử lý

Xác định tỷ lệ dẫn nở theo các chiều của gỗ (Lê Xuân Tình, 1998) tiến hành đo kích thước của mẫu thử theo ba chiều thớ gỗ: chiều tiếp tuyến (TT), chiều xuyên tâm (XT) và chiều dọc thớ (DT), chính xác đến 0,01 mm. Đo ở trạng thái khô kiệt và trạng thái ngâm nước. Sức dẫn nở

được biểu thị bằng tỷ lệ % giữa lượng dẫn nở so với kích thước ban đầu gọi là tỷ lệ dẫn nở. Tỷ lệ dẫn nở: Dùng mẫu gỗ đã sấy khô kiệt. Đo kích thước 3 chiều chính xác đến 0,01 mm có l_1 , a_1 , b_1 . Sau đó, mẫu được đem đi hút nước đến bão hòa (kích thước 2 lần đo liên tiếp không thay đổi), lấy mẫu ra đo lại kích thước có l_2 , a_2 , b_2 . Công thức xác định tỷ lệ dẫn nở như sau:

$$\text{Chiều dọc thớ: } Y_l = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Chiều xuyên tâm: } Y_x = \frac{a_2 - a_1}{a_1} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Chiều tiếp tuyến: } Y_y = \frac{b_2 - b_1}{b_1} \times 100 \quad (3)$$

Trong đó: l , a , b : Kích thước chiều dọc thớ, xuyên tâm, tiếp tuyến.

Y_l , Y_x , Y_y : Tỷ lệ dẫn nở tối đa theo 3 chiều.

2.2.4. Tính toán và xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Design Expert 11 để xác định các hệ số hồi quy, phân tích phương sai theo mô hình thống kê thực nghiệm trong các bài toán quy hoạch thực nghiệm. Sử dụng phần mềm Matlab để giải bài toán tối ưu một mục tiêu và đa mục tiêu.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Theo kế hoạch thực hiện tiến hành thực nghiệm xử lý gỗ Cao su bằng Kali Silicate (K_2SiO_3) với 13 nghiệm thức. Các thí nghiệm đa yếu tố được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của hóa chất xử lý Kali Silicate (K_2SiO_3) đến tính chất vật lý của

gỗ về tỷ lệ dẫn nở (trương nở) của gỗ theo các chiều tiếp tuyến, xuyên tâm, dọc thớ của gỗ sau khi xử lý. Các thí nghiệm được tiến hành dựa trên ma trận thí nghiệm xây dựng theo quy hoạch thực nghiệm bậc II bất biến quay Box - Hunter. Kết quả thực nghiệm được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Bảng kết quả nghiên cứu xử lý gỗ Cao su bằng Kali Silicate (K_2SiO_3)

STT	X1	X2	Y1	Y2	Y3
1	1	1	3,47	1,67	0,33
2	1,41421	0	2,98	1,35	0,34
3	- 1	1	6,11	4,24	0,65
4	- 1	-1	8,24	5,79	0,98
5	1	-1	3,97	1,67	0,35
6	0	0	4,56	2,48	0,42
7	0	-1,41421	6,33	4,26	0,74
8	0	1,41421	5,24	3,47	0,61
9	-1,41421	0	8,29	5,78	0,85
10	0	0	5,06	2,89	0,51
11	0	0	5,11	3,05	0,48
12	0	0	4,76	2,96	0,41
13	0	0	4,32	2,71	0,45

Theo kết quả nghiên cứu ở bảng 3, để tiến hành xác định phương trình tương quan của các thông số công nghệ đầu vào và đầu ra, chúng tôi tiến hành dùng phương pháp bề mặt đáp ứng, phân tích Anova và kiểm tra mức ý nghĩa của các hệ số theo chuẩn Student; các giá trị thực nghiệm được kiểm định theo chuẩn Fisher. Từ đó, xác định phương trình tương quan với các hệ số hồi quy cho phương trình Y_1 và Y_2 , Y_3 đặc trưng cho tỷ lệ dẫn nở theo tiếp tuyến, xuyên tâm và dọc thớ (%).

3.2. Kết quả nghiên cứu xác định độ dẫn nở của gỗ theo chiều tiếp tuyến sau khi xử lý (Y_1)

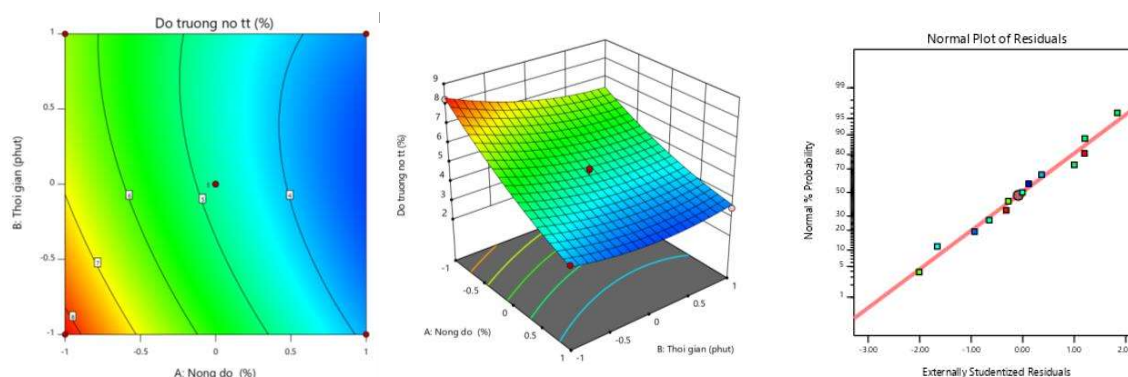
Dựa vào phương pháp quy hoạch thực nghiệm theo phương án thực nghiệm bất biến quay bậc II của Box - Hunter trên 13 nghiệm thức, chúng tôi thu được kết quả cho thấy, mối quan hệ giữa

nồng độ hóa chất K_2SiO_3 (X_1) và thời gian xử lý (X_2) với độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến (Y_2), thể hiện qua phương trình tương quan. Dựa trên kết quả thực nghiệm và phân tích hồi quy đa yếu tố, sau khi loại trừ các hệ số có mức ý nghĩa $P > 0,05$, thu được phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ giữa các thông số công nghệ (X_1 , X_2) đến độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến (Y_1) như sau:

$$Y_1 = 4,76 - 1,8.x_1 - 0,5214.x_2 + 0,4075.x_1.x_2 + 0,3709.x_1^2 + 0,4459.x_2^2 \quad (4)$$

Qua phân tích cho thấy, các hệ số hồi quy đều đảm bảo độ tin cậy với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$ với $F_t = 0,98 < F_b = 6,59$ tức mô hình đảm bảo tương thích.

Vậy phương trình hồi quy (4) tìm được thông số đầu ra Y_2 tương thích với thực nghiệm.



Hình 9. Đồ thị thể hiện mối quan hệ nồng độ X_1 , thời gian X_2 tỷ lệ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến Y_2

Thông qua đồ thị hình 9 biểu thị mối quan hệ giữa nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) và thời gian xử lý đến tỷ lệ dẫn nở của gỗ Cao su theo phương tiếp tuyến, mối quan hệ này thể hiện qua đồ thị 2D, 3D và đồ thị thể hiện tương thích giữa lý thuyết và thực nghiệm.

Đồ thị 3D biểu diễn phương trình tương quan mối quan hệ nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) và thời gian xử lý (X_1, X_2) và tỷ lệ dẫn nở của gỗ theo phương tiếp tuyến (Y_1) bằng miền lưới trong không gian, miền lưới biểu diễn các giá trị thỏa mãn điều kiện ràng buộc X_1, X_2 . Để quan sát và xác định miền tối ưu cụ thể hơn, chiếu đồ thị 3D

lên hệ mặt phẳng 2D, qua đồ thị mối quan hệ giữa X_1, X_2, Y_2 trong mặt phẳng 2D. Quan sát thấy đồ thị chia thành các vùng có màu sắc khác nhau tương ứng với các giá trị khác nhau. Vùng màu đỏ đạt giá trị lớn nhất trải dài về phía màu xanh dương đạt giá trị nhỏ nhất. Hàm tối ưu $Y_1 \rightarrow \min$ nên miền tối ưu Y_1 thuộc vùng màu xanh.

Hàm độ dẫn nở được tối ưu hóa theo phương trình (4).

Hàm mục tiêu: $Y_1 \rightarrow \min$

Các điều kiện ràng buộc:

$$-1,414 \leq x_i \leq +1,414; i = 1 - 2$$

Bảng 4. Giá trị tối ưu hàm tỷ lệ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến của gỗ Y_1

STT	Thông số đầu vào		Giá trị		Thông số đầu ra		Giá trị tối ưu
	Dạng mã hóa	Dạng thực	Dạng mã hóa	Dạng thực	Dạng mã hóa	Dạng thực	
1	X_1	N	1,414	27,07%	Y_1	B	2,9547%
2	X_2	T	-0,0615	2,935 giờ			

Gỗ Cao su là nguyên liệu tự nhiên, tính chất vật lý như co dãn, hút nước, cường độ... khác nhau theo từng chiều hướng. Theo chiều tiếp tuyến đây là hướng dẫn nở mạnh nhất do ảnh hưởng từ các vòng sinh trưởng, dung dịch Kali Silicate khó thẩm thấu đều ở hướng này, và cấu trúc thay đổi hình học do các vòng sinh trưởng có mật độ tế bào không đều điều này khiến việc hình thành lớp silica không đồng nhất, dẫn đến hiệu quả giảm dẫn nở kém hơn chiều xuyên tâm và dọc thớ

nhưng vẫn mang kết quả cải thiện có ý nghĩa. Điều này được thể hiện ở bảng 4 với hàm Y_1 đạt giá trị tối ưu nhỏ nhất là 2,9547 (%) với nồng độ K_2SiO_3 là $X_1 = 1,414$ ($N = 27,07\%$) và thời gian xử lý là $X_2 = -0,0615$ ($T = 2,935$ (giờ)).

3.3. Kết quả nghiên cứu xác định độ dẫn nở của gỗ theo chiều xuyên tâm sau khi xử lý (Y_2)

Dựa vào phương pháp quy hoạch thực nghiệm theo phương án thực nghiệm bất biến quay bậc II

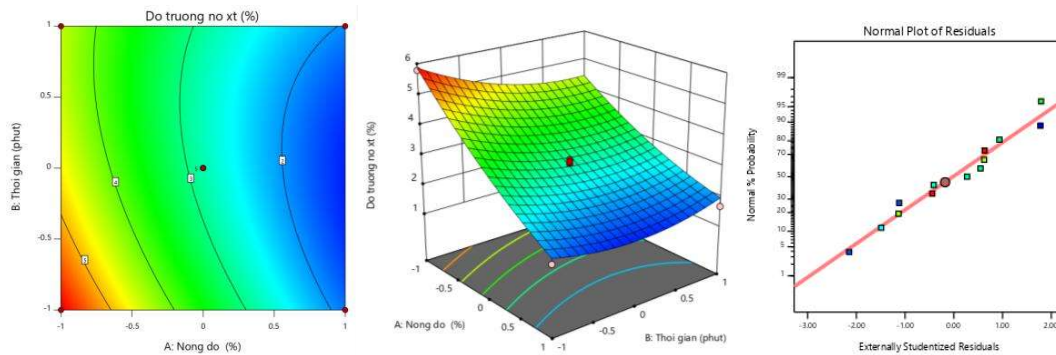
của Box-Hunter trên 13 nghiệm thức, chúng tôi thu được kết quả cho thấy, mối quan hệ giữa nồng độ hóa chất K_2SiO_3 (X_1) và thời gian xử lý (X_2) với độ dẫn nở theo chiều xuyên tâm (Y_2), thể hiện qua phương trình tương quan. Dựa trên kết quả thực nghiệm và phân tích hồi quy đa yếu tố, sau khi loại trừ các hệ số có mức ý nghĩa $P > 0,05$, chúng tôi thu được phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ giữa các thông số công

nghệ (X_1, X_2) đến độ dẫn nở theo chiều xuyên tâm (Y_2) như sau:

$$Y_2 = 2,82 - 1,62.x_1 - 0,3334.x_2 + 0,3875.x_1.x_2 + 0,2804.x_1^2 + 0,4304.x_2^2 \quad (5)$$

Qua phân tích cho thấy, các hệ số hồi quy đều đảm bảo độ tin cậy với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$ với $F_t = 2,1 < F_b = 6,59$ tức mô hình đảm bảo tương thích.

Vậy phương trình hồi quy (5) tìm được thông số đầu ra Y_3 tương thích với thực nghiệm



Hình 10. Đồ thị thể hiện mối quan hệ nồng độ X_1 , thời gian xử lý X_2 và tỷ lệ dẫn nở theo chiều xuyên tâm Y_2

Thông qua đồ thị hình 10 biểu thị mối quan hệ giữa nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) và thời gian xử lý đến tỷ lệ dẫn nở của gỗ Cao su theo phương xuyên tâm, mối quan hệ này thể hiện qua đồ thị 2D, 3D và đồ thị thể hiện tương thích giữa lý thuyết và thực nghiệm.

Đồ thị 3D biểu diễn phương trình tương quan mối quan hệ nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) và thời gian xử lý (X_1, X_2) và tỷ lệ dẫn nở của gỗ theo phương xuyên tâm (Y_2) bằng miền lưới trong không gian, miền lưới biểu diễn các giá trị thỏa mãn điều kiện ràng buộc X_1, X_2 . Để quan sát và xác định miền tối ưu cụ thể hơn, chiếu đồ

thị 3D lên hệ mặt phẳng 2D, qua đồ thị mối quan hệ giữa X_1, X_2, Y_3 trong mặt phẳng 2D. Quan sát thấy đồ thị chia thành các vùng có màu sắc khác nhau tương ứng các giá trị khác nhau. Vùng màu đỏ đạt giá trị lớn nhất trải dài về phía màu xanh dương đạt giá trị nhỏ nhất. Hàm tối ưu $Y_2 \rightarrow \min$ nên miền tối ưu Y_2 thuộc vùng màu xanh.

Hàm độ dẫn nở được tối ưu hóa theo phương trình (5).

Hàm mục tiêu: $Y_2 \rightarrow \min$

Các điều kiện ràng buộc:

$$-1,414 \leq x_i \leq +1,414; i = 1 - 2.$$

Bảng 5. Giá trị tối ưu hàm tỷ lệ dẫn nở theo chiều xuyên tâm Y_2

STT	Thông số đầu vào		Giá trị		Thông số đầu ra		Giá trị tối ưu
	Dạng mã hóa	Dạng thực	Dạng mã hóa	Dạng thực	Dạng mã hóa	Dạng thực	
1	X_1	N	1,414	27,07%	Y_2	C	1,0632 %
2	X_2	T	-0,2492	2,751 giờ			

Với kết quả trên cho thấy, Kali silicate phân bố khá đồng đều theo chiều xuyên tâm nên làm **giảm dẫn nổ tương đối tốt**, tia gỗ Cao su và thành mạch gỗ giúp thẩm thấu vừa phải nên đạt hiệu quả tỷ lệ dẫn nổ thấp. Qua bảng 5 cho thấy, hàm Y_2 đạt giá trị tối ưu nhỏ nhất là 1,0632 (%) với nồng độ K_2SiO_3 là $X_1 = 1,414$ ($N = 27,07\%$) và thời gian xử lý là $X_2 = -0,2492$ ($T = 2,751$ (giờ)).

3.4. Kết quả nghiên cứu xác định độ dẫn nổ của gỗ theo chiều dọc thớ sau khi xử lý (Y_3)

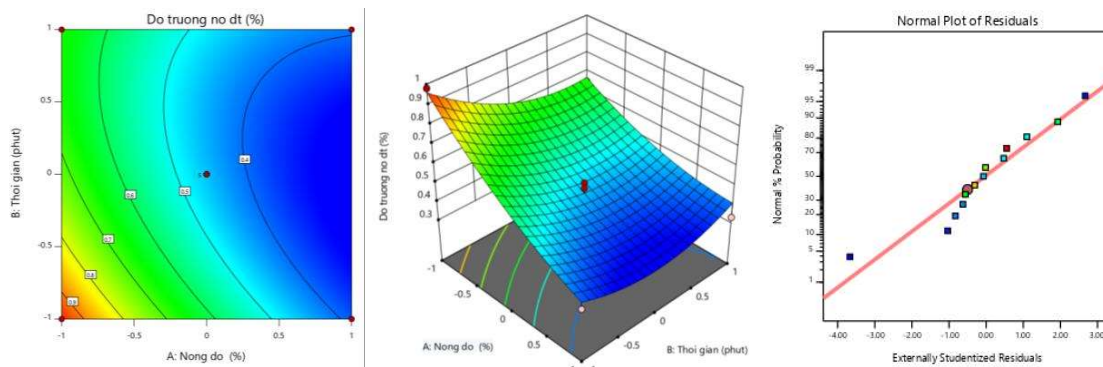
Dựa vào phương pháp quy hoạch thực nghiệm theo phương án thực nghiệm bất biến quay bậc II của Box - Hunter trên 13 nghiệm thức, chúng tôi thu được kết quả cho thấy, mối quan hệ giữa nồng độ hóa chất K_2SiO_3 (X_1) và thời gian xử lý

(X_2) với độ dẫn nổ theo chiều dọc thớ (Y_3), thể hiện qua phương trình tương quan. Dựa trên kết quả thực nghiệm và phân tích hồi quy đa yếu tố, sau khi loại trừ các hệ số có mức ý nghĩa $P > 0,05$, chúng tôi thu được phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ giữa các thông số công nghệ (X_1, X_2) đến độ dẫn nổ theo chiều dọc thớ (Y_3) như sau:

$$Y_3 = 0,4540 - 0,2089.x_1 - 0,0667.x_2 + 0,0775.x_1.x_2 - 0,0561.x_1^2 + 0,0961.x_2^2 \quad (6)$$

Qua phân tích cho thấy, các hệ số hồi quy đều đảm bảo độ tin cậy với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$ với $F_t = 3,2 < F_b = 6,59$ tức mô hình đảm bảo tương thích.

Vậy phương trình hồi quy (6) tìm được thông số đầu ra Y_4 tương thích với thực nghiệm.



Hình 11. Đồ thị thể hiện mối quan hệ nồng độ X_1 , thời gian xử lý X_2 và tỷ lệ dẫn nổ theo chiều dọc thớ Y_3

Thông qua đồ thị hình 11 biểu thị mối quan hệ giữa nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) và thời gian xử lý đến tỷ lệ dẫn nổ của gỗ Cao su theo phương dọc thớ, mối quan hệ này thể hiện qua đồ thị 2D, 3D và đồ thị thể hiện tương thích giữa lý thuyết và thực nghiệm.

Đồ thị 3D biểu diễn phương trình tương quan mối quan hệ nồng độ Kali Silicate (K_2SiO_3) và thời gian xử lý (X_1, X_2) và tỷ lệ dẫn nổ của gỗ theo phương dọc thớ (Y_3) bằng miền lưới trong không gian, miền lưới biểu diễn các giá trị thỏa mãn điều kiện ràng buộc X_1, X_2 . Để quan sát và xác định miền tối ưu cụ thể hơn, chiếu đồ thị 3D

lên hệ mặt phẳng 2D, qua đồ thị mối quan hệ giữa X_1, X_2, Y_3 trong mặt phẳng 2D. Quan sát thấy đồ thị chia thành các vùng có màu sắc khác nhau tương ứng các giá trị khác nhau. Vùng màu đỏ đạt giá trị lớn nhất trải dài về phía màu xanh dương đạt giá trị nhỏ nhất. Hàm tối ưu $Y_3 \rightarrow \min$ nên miền tối ưu Y_3 thuộc vùng màu xanh.

Hàm độ dẫn nổ được tối ưu hóa theo phương trình (6).

Hàm mục tiêu: $Y_3 \rightarrow \min$

Các điều kiện ràng buộc:

$$-1,414 \leq x_i \leq +1,414; i = 1 - 2$$

Bảng 6. Giá trị tối ưu hàm tỷ lệ dẫn nở theo chiều dọc thớ Y_3

STT	Thông số đầu vào		Giá trị		Thông số đầu ra		Giá trị tối ưu
	Dạng mã hóa	Dạng thực	Dạng mã hóa	Dạng thực	Dạng mã hóa	Dạng thực	
1	X_1	N	1,414	27,07%	Y_3	D	0,0417%
2	X_2	T	-0,2231	2,78 giờ			

Sau khi xử lý, Kali Silicate phản ứng tạo thành lớp silica trong lòng tế bào và khe giữa các tế bào theo chiều dọc thớ ống mạch gỗ Cao su dài và liên tục nên dung dịch K_2SiO_3 dễ thấm dọc theo thớ. Nhưng vì gỗ dẫn nở rất ít ở hướng dọc thớ nên hiệu quả giảm dẫn nở không rõ rệt, kết quả bảng 6 cho thấy, hàm Y_3 đạt giá trị tối ưu nhỏ nhất là 0,0417 (%) với nồng độ K_2SiO_3 là $X_1 = 1,414$ ($N = 27,07\%$) và thời gian xử lý là $X_2 = -0,2231$ ($T = 2,78$ (giờ)).

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu xử lý biến tính cho gỗ Cao su cho thấy, làm tăng khả năng thay đổi cơ tính của gỗ sau khi được xử lý. Kali Silicate (K_2SiO_3) là một dạng muối silicate tan trong nước, có khả năng thâm nhập vào cấu trúc gỗ và khi sấy khô sẽ tạo thành lớp màng silica vô cơ có khả năng chống

thấm nước tạo lớp màng ngăn ẩm, giảm thấm hút nước, ổn định kích thước gỗ giảm hiện tượng dẫn nở hoặc co rút do thay đổi độ ẩm. Với kết quả cho thấy, tỷ lệ dẫn nở theo các chiều thớ tiếp tuyến, xuyên tâm và dọc thớ gỗ có biến động giảm. Nghiên cứu cũng tìm ra giá trị tối ưu của thông số công nghệ với nồng độ K_2SiO_3 là $X_1 = 1,414$ ($N = 27,07\%$) và thời gian xử lý là $X_2 = 0,348$ ($T = 3,348$ (giờ)) làm tỷ lệ dẫn nở gỗ theo chiều tiếp tuyến là 2,9547% trong khi đó mẫu đối chứng là 6,4813% giảm được 45%, tỷ lệ dẫn nở gỗ theo chiều xuyên tâm là 1,0632% mẫu đối chứng là 4,1366% giảm được 25% và tỷ lệ dẫn nở gỗ theo chiều dọc thớ là 0,0417%, mẫu đối chứng 0,6793% giảm 6%. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần tăng khả năng ổn định kích thước cho gỗ Cao su, kháng được thấm hút nước và chất lỏng điều này tăng độ bền cho gỗ mặc dù đây là loại gỗ có độ bền và khả năng cơ tính khá thấp. Nghiên cứu có ý nghĩa trong ứng dụng thực tiễn với kết quả đạt được sau khi xử lý sẽ ứng dụng trong quá trình sản xuất sản phẩm gỗ nội thất tại các doanh nghiệp, đặc biệt trong xử lý biến tính gỗ Cao su trước khi gia công các sản phẩm nội thất và công trình.

Lời cảm ơn: Trân trọng cảm ơn Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kinh phí cho việc thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Callum A.S. Hill, 2006. Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes, Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor.
2. Fuchs, W., 1928. Genuine lignin. I. Acetylation of pine wood. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 61B, 948 - 51. <https://doi.org/10.1002/cber.19280610512>.
3. Jones, D., Kržišnik, D., Hočevár, M., Zagar, A., Humar, M., Popescu, C. M., ... & Sandberg, D., 2022. Evaluation of the Effect of a Combined Chemical and Thermal Modification of Wood through the Use of Bicine and Tricine. *Forests*, 13(6), 834. <https://doi.org/10.3390/f13060834>.
4. Kumar, S., 1994. Chemical modification of wood. Wood and Fiber Science, 26, 270/280. <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1584>.
5. Lê Xuân Tình, 1998. Khoa học gỗ. Trường Đại học Lâm nghiệp, Việt Nam.
6. Mariani, A. & Malucelli, G., 2022. Transparent Wood - Based Materials: Current State - of - the - Art and Future Perspectives. *Materials*, 15, 9069. <https://doi.org/10.3390/ma15249069>.
7. Nguyễn Cảnh, 1993. Quy hoạch thực nghiệm. Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam.

8. Roger M. Rowell, 2006. Chemical modification of wood: A short review, Wood Material Science and Engineering, University of Wisconsin, WI, USA, https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2006/fpl_2006_rowell006.pdf.
9. Roger, M. Rowell, 1991. Chemical modification of wood. In: D. N. - S. Hon and N. Shiraishi, eds., Handbook on wood and cellulosic materials. Marcel Dekker, Inc., New York. Ch. 15, p. 703 /756. https://www.academia.edu/49715913/Chemical_Modification_of_Wood.
10. Stamm, A.J. and Hansen, L.A., 1937. Minimizing Wood Shrinkage and Swelling. Effect of Heating in Various Gases. Industrial and Engineering Chemistry, 29, 831 - 833. <https://doi.org/10.1021/ie50331a021>.
11. Suida, H. & Titsch, H., 1929. Chemistry of beech wood: Acetylation of beech wood and cleavage of the acetyl - beechwood. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 61B, 1599 /1604.
12. Tarkow, H., Stamm, A. J. & Erickson, E. C. O., 1946. Acetylated wood. Rep. 1593, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, 29 pp.

Email tác giả liên hệ: thienkim@hcmuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 19/05/2025

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 20/05/2025; 21/05/2025

Ngày duyệt đăng: 23/05/2025