

## ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ BẰNG NANO ZnO ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT GỖ ĐIỀU

Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Tăng Thị Kim Hồng, Phạm Ngọc Nam

Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2022.7.124-132>

### TÓM TẮT

Nguồn nguyên liệu được sử dụng trong nghiên cứu có nguồn gốc từ Bình Phước được khai thác khi năng suất hạt kém cần được thanh lý. Đây là nguồn nguyên liệu có giá thành thấp, trữ lượng dồi dào và có đặc tính phù hợp để xử lý bằng hạt nano ZnO nhằm ổn định kích thước gỗ điều. Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của nồng độ và thời gian xử lý bằng nano ZnO đến độ ổn định kích thước gỗ điều. Vật liệu nano ZnO được phân tán trong dung môi nước ở các nồng độ 0,59; 1; 2; 3; 3,41 g/lít trong các mức thời gian 2,56; 4 giờ, 8 giờ, 12, 13, 41 giờ bằng máy khuấy IKA với tốc độ 2000 vòng/phút trong 2 giờ. Dung dịch nano ZnO được dùng để ngâm các mẫu gỗ điều. Kết quả nghiên cứu cho thấy, độ dẫn nở và độ ẩm thẳng bằng của gỗ qua xử lý giảm mạnh so với mẫu đối chứng nhằm cải thiện tính ổn định kích thước của mẫu gỗ. Độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến giảm từ 9,48% đến 6,56% so với mẫu đối chứng. Để cải thiện độ ổn định kích thước gỗ điều và đem lại hiệu quả kinh tế nên sử dụng nano ZnO ở nồng độ 2,302 g/lít và thời gian xử lý 11 giờ là thích hợp.

**Từ khóa:** Độ cứng, độ dẫn nở, nano ZnO, nồng độ, sự phân tán.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây điều với đặc điểm là cây ưa sáng, thân cây có tán rộng, có sức sống mạnh, có giá trị sử dụng thiết thực với đời sống con người. Cây điều đã trở thành cây tiên phong để phủ xanh đất trống, đồi núi trọc và diện tích cây điều được tăng lên khá nhanh ở các tỉnh thuộc khu vực miền Đông Nam Bộ, Tây Nguyên, duyên hải Trung Bộ và đồng bằng sông Cửu Long. Cùng với sự phát triển về diện tích là sự khẳng định về hiệu quả kinh tế - xã hội cũng như môi trường. Cây điều được xác định là cây công nghiệp đa mục đích ở Việt Nam. Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, năm 2021, tổng diện tích cây điều của Việt Nam khoảng 305 nghìn ha.

Cây điều (*Anacardium occidentale*) là cây được trồng để lấy hạt là chủ yếu và trồng rộng rãi khắp nơi, cây có nhiều cành nhánh. Khi cây cho năng suất hạt thấp, vườn điều được thanh lý để lấy gỗ làm nguyên liệu cho công nghiệp chế biến gỗ. Gỗ điều với đặc điểm ngoại quan là gỗ mềm, nhẹ, sáng màu hoàn toàn đáp ứng yêu cầu của nguyên liệu sản xuất ván ghép thanh. Tuy nhiên, gỗ điều có khối lượng thể tích thấp, co rút nhiều, độ cứng không cao, sau khi xẻ rất dễ bị các loài vi sinh vật, đặc biệt là nấm mốc xâm nhập và phát triển. Với những điểm yếu đó đã gây ra nhiều khó khăn trong quá trình gia công chế biến sản phẩm từ loại gỗ

này. Trong lĩnh vực đồ gỗ gia dụng các nhà khoa học đã tìm ra phương pháp tẩm phủ lên bề mặt gỗ một lớp nano với mục đích tăng tuổi thọ, tăng độ bền, tạo hình dáng đẹp của gỗ. Nhận thức được tầm quan trọng của vật liệu nano đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng nano phục vụ đời sống xã hội đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Cùng với sự phát triển của khoa học và kỹ thuật, phương pháp biến tính gỗ mới hiện nay là ứng dụng vật liệu nano, đưa các hạt nano vô cơ vào trong gỗ, tùy vào đặc tính của các loại hạt nano được sử dụng để biến tính các tính chất của gỗ được cải thiện theo mục đích đặt ra. Hiện nay hạt nano ZnO đang là loại hạt nano được ứng dụng phổ biến trong ngành công nghệ chế biến gỗ. Hạt nano ZnO có những đặc tính nổi trội như giá thành rẻ, có tính oxy hóa mạnh, có tính chất quang hóa cao, có khả năng phản quang, chịu nhiệt, tính chịu kiềm, kỵ ẩm, tính chống chịu với khí hậu... ngoài ra ZnO còn có khả năng diệt khuẩn, diệt nấm mốc.

Năm 2008, H. Turgut Sahin và George I. Mantanis đã nghiên cứu xử lý bốn loại gỗ: gỗ Dẻ, gỗ Anh đào, gỗ Thông và gỗ Linh sam bằng hợp chất nano TiO<sub>2</sub> và ZnO với bốn cấp nồng độ khác nhau. Kết quả cho thấy độ ổn định kích thước và độ cứng của gỗ tăng lên rõ rệt.

Thomas Hubert và cộng sự (2009) đã dùng

phương pháp Sol - gel để phân tán hạt nano TiO<sub>2</sub> vào trong gỗ Thông để biến tính tạo thành loại gỗ - nano có tính ổn định kích thước cao và có khả năng chống lại các tác động của tia tử ngoại. Năm 2012, Bùi Văn Ái đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu ứng dụng một số vật liệu nano nâng cao tính chất cơ học, vật lý và độ bền tự nhiên gỗ” nhằm xây dựng quy trình công nghệ xử lý gỗ bằng vật liệu kích thước nanomet để nâng cao tính ổn định kích thước, tính chất cơ học (uốn tĩnh, độ bền kéo, độ bền nén), độ bền tự nhiên (độ bền chống lại nấm mục, côn trùng) của gỗ bằng vật liệu nano.

Để có thể nâng cao chất lượng nguyên liệu gỗ điều, ngoài những biện pháp kỹ thuật lâm sinh như chọn giống, gieo trồng, chăm sóc, tỉa thưa còn có biện pháp kỹ thuật chế biến là công nghệ biến tính gỗ. Biện pháp kỹ thuật xử lý nguyên liệu bằng hạt nano có ưu điểm cải thiện một số chỉ tiêu tính chất cơ lý gỗ và khả năng chống tác động bên ngoài như nấm mốc, côn trùng. Có thể thấy ứng dụng công nghệ mới nano vào biến tính gỗ là một yêu cầu tất yếu khách quan để nâng cao hiệu quả kinh tế. Vấn đề cần đặt ra của quá trình biến tính gỗ là phải xác định được các yếu tố công nghệ, các thông số chế độ xử lý tối ưu cho từng nguyên liệu khác nhau, thích ứng với điều kiện sản

xuất cụ thể. Xuất phát từ những lý do trên, tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ xử lý gỗ điều bằng hạt nano ZnO nhằm cải thiện một số tính chất gỗ điều.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Gỗ sử dụng cho nghiên cứu là gỗ điều (*Anacardium occidentale*) có khối lượng thể tích cơ bản 0,47 g/cm<sup>3</sup>, độ ẩm 10-12%, đường kính khúc gỗ 20-30 cm, độ tuổi 25 năm, khai thác tại Bình Phước.

Hạt nano Zinc Oxide (ZnO) có kích thước hạt từ 30-60 nm, có độ tinh khiết 99%, màu trắng, dạng bột mịn.

Thiết bị chính sử dụng trong thí nghiệm: Máy khuấy Ika labortechnik tốc độ khuấy tối đa 2000 vòng/phút. Máy nước cất. Tủ sấy Memmert UN 260. Tủ vi khí hậu Memmert HPP 260ECO. Máy thử các tính chất cơ học gỗ INSTRON 3367. Tủ hút khí độc FH 1800 (A). Máy đo độ ẩm gỗ Delmhorst J-2000. Cân phân tích Radwag AS220R1 (Đức). Thước kẹp độ chính xác 0,05 mm.

Địa điểm thí nghiệm: Phòng thí nghiệm Khoa Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh.



Hình 1. Máy thử tính chất cơ học gỗ

2.2. Phương pháp nghiên cứu

\* **Yếu tố công nghệ cố định**

- Phương pháp xử lý: ngâm thường

- Nhiệt độ môi trường xử lý: nhiệt độ phòng (27<sup>0</sup>C - 30<sup>0</sup>C)

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thực nghiệm đa yếu tố.

**a. Quy hoạch thực nghiệm**

Trong nghiên cứu thực nghiệm cho thấy tính chất cơ lý của gỗ xử lý có mối quan hệ giữa các thông số đầu ra như độ dẫn nở và độ cứng của gỗ với các thông số đầu vào như nồng độ hạt nano ZnO và thời gian xử lý thể hiện tính phi tuyến rõ rệt. Chọn phương pháp quy hoạch thực nghiệm nhằm kiểm tra, đánh giá một số yếu tố công nghệ sản xuất. Dựa vào kết quả nghiên cứu xây dựng mô hình toán học và ứng dụng lý thuyết tối ưu để giải các bài toán tối ưu. Dùng phương pháp quy hoạch thực nghiệm bậc 2 bất biến quay Bosk

– Hunter để phục vụ cho quá trình nghiên cứu và có phương trình tương quan dạng tổng quát như sau:

$$Y_i = b_o + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i \neq j=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2$$

Trong đó:

Y: Yếu tố đầu ra;

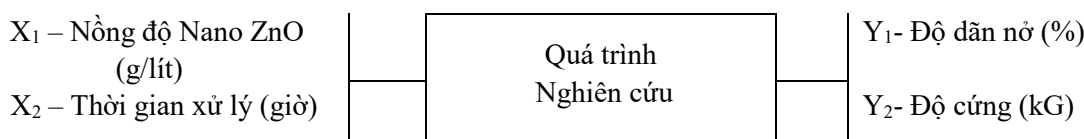
x<sub>i</sub>: Yếu tố đầu vào (i = 1, 2);

b<sub>i</sub>, b<sub>ii</sub>, b<sub>ij</sub> là các hệ số hồi quy cần xác định

**b. Giới hạn các thông số nghiên cứu**

\* *Các thông số đầu vào:* Theo các kết quả nghiên cứu về xử lý gỗ bằng nano và kết quả các thí nghiệm thăm dò. Chọn các thông số có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng gỗ nghiên cứu bao gồm: nồng độ hạt nano, thời gian xử lý.

\* *Các thông số đầu ra:* Độ dẫn nở (%) của gỗ và độ cứng được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Bài toán hộp đen mô tả quá trình nghiên cứu

Trong đó: X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>: là các thông số đầu vào  
 Y<sub>DN</sub>, Y<sub>UT</sub>: là các thông số đầu ra

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

Mức và khoảng biến thiên	Giá trị mã	Giá trị thực của các thông số	
		X <sub>1</sub> Nồng độ hạt nano (g/lit)	X <sub>2</sub> Thời gian xử lý (giờ)
Mức sao trên (+ α)	+ 1,41	3,41	13,41
Mức trên	+1	3,0	12
Mức cơ sở	0	2,0	8
Mức dưới	-1	1,0	4
Mức sao dưới (- α)	- 1,41	0,59	2,36
Khoảng biến thiên	Δl	1	4

\* *Phương pháp xử lý số liệu:* Tiến hành xử lý số liệu trên máy vi tính, bằng phần mềm Statgraphics - Vers 7.0 để xây dựng các phương trình tương quan và vẽ đồ thị biểu diễn

quan hệ giữa các thông số nghiên cứu. Sử dụng chương trình Solver trong Excel để giải bài toán tối ưu.

**Bảng 2. Ma trận và kết quả quy hoạch thực nghiệm**

STT	Thông số đầu vào		Thông số đầu ra	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
1	0	0	6,41	250,05
2	-1,41	0	9,39	211,65
3	-1	1	7,68	214,12
4	-1	-1	9,46	205,65
5	1	1	6,56	244,18
6	0	0	6,39	258,45
7	0	1,41	6,37	246,08
8	1,41	0	7,11	244,08
9	0	-1,41	9,02	228,16
10	1	-1	8,78	229,49
11	0	0	6,48	256,14

\* Các bước tiến hành thực nghiệm:

- Bước 1: Chuẩn bị mẫu. Gỗ điều nguyên liệu được tiến hành gia công mẫu theo kích thước (chiều dọc thớ × chiều xuyên tâm × chiều tiếp tuyến) theo Quy định TCVN của Việt Nam TCVN 355 – 1970 đến 370 – 1970.

- Bước 2: Pha hóa chất theo các cấp nồng độ đã chọn trong kế hoạch thực nghiệm với mức nồng độ: 0,59; 1,0; 2,0 và 3,0; 3,41 g/lít. Dung dịch cần dùng cho một thí nghiệm là 2 lít dung dịch. Phân tán bột nano bằng máy khuấy tốc độ cao (2000 v/phút) khuấy đều dung dịch trong vòng 2 giờ ta có được dung dịch xử lý hạt nano ZnO.

- Bước 3: Xử lý gỗ bằng dung dịch nano ZnO ứng với nồng độ và thời gian ở bảng 1.

- Bước 4: Sau khi hết thời gian xử lý. Vớt mẫu ra, lau sạch hóa chất đọng trên bề mặt của mẫu sau đó đưa gỗ vào tủ sấy, sấy gỗ đến khô kiệt Y<sub>0</sub>; kế đến để mẫu vào tủ vi khí hậu Memmert HPP 260ECO để ổn định khối lượng mẫu trước khi xác định tính chất vật liệu gỗ.

\* Tiêu chuẩn và phương pháp xác định tính chất gỗ:

Các chỉ tiêu tính chất cơ lý được xác định theo Quy định TCVN của Việt Nam TCVN 355 – 1970 đến 370 – 1970. Xác định độ cứng của mẫu được tiến hành trên máy kiểm tra ván gỗ INSTRON 3367. Đọc kết quả và ghi lại độ cứng thu được trên máy tính.

- Độ dẫn nở kích thước theo các chiều của mẫu gỗ được tính theo công thức:

$$Y(\%) = \frac{Y_i - Y_0}{Y_0} \times 100$$

Trong đó:

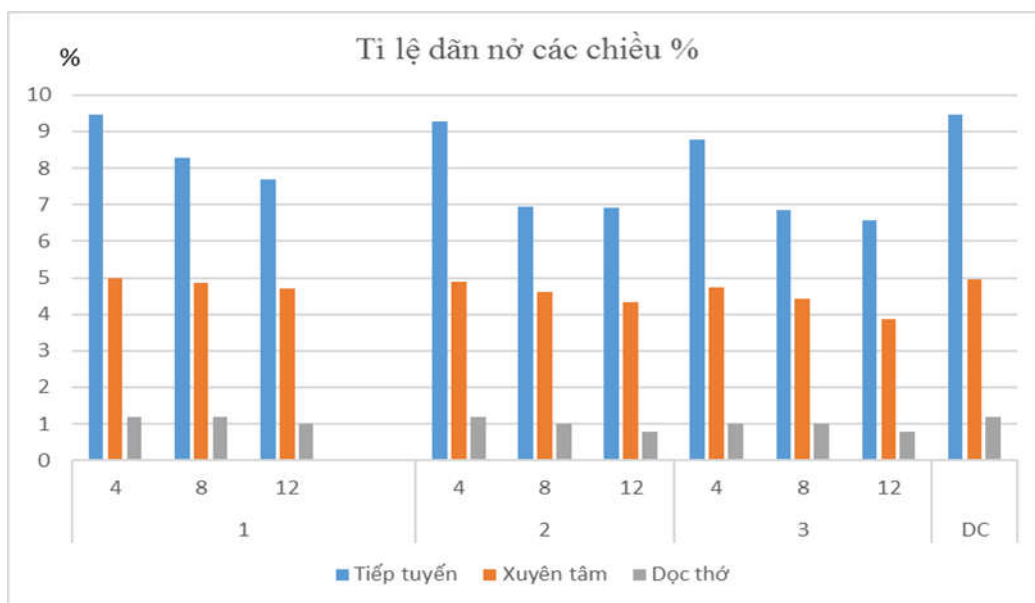
Y là độ dẫn nở theo các chiều của gỗ xử lý, %;

Y<sub>0</sub> là kích thước của mẫu gỗ khô kiệt sau khi xử lý, mm;

Y<sub>i</sub> là kích thước của mẫu gỗ sau khi ngâm nước, mm.



**Hình 3. Mẫu gỗ điều**



Hình 4. Biểu đồ quan hệ giữa nồng độ và thời gian xử lý nano ZnO với độ dẫn nở

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### \*Ảnh hưởng của nồng độ nano ZnO và thời gian xử lý đến độ dẫn nở gỗ

Qua biểu đồ cho thấy độ dẫn nở theo 3 chiều của gỗ sau xử lý giảm đi so với đối chứng. Kết quả cho thấy có sự khác biệt lớn giữa các mẫu có tác động xử lý bằng hóa chất và các mẫu không xử lý. Độ dẫn nở tiếp tuyến giảm đáng kể từ 9,48% đối với mẫu đối chứng

xuống còn 7,68; 6,91; 6,56% lần lượt đối với mẫu được xử lý 1g, 2, 3 g/lít khi ngâm được 12 giờ.

Sử dụng phần mềm để xây dựng phương trình tương quan giữa nồng độ và thời gian xử lý nano ZnO đến độ dẫn nở gỗ điều theo chiều tiếp tuyến.

+ Phương trình tương quan của các biến số dạng mã hóa như sau:

$$Y_1 = 6,43 - 0,628X_1 - 0,969X_2 - 0,11X_1X_2 + 0,952X_1^2 + 0,673X_2^2 \quad (1)$$

- Mô hình hồi quy được kiểm tra theo các tiêu chuẩn: tính đồng nhất phương sai, tính có ý nghĩa của các hệ số, tính tương thích của mô hình toán.

Kiểm tra mức có ý nghĩa của hệ số mô hình,

$$Y_1 = 6,43 - 0,628X_1 - 0,969X_2 + 0,952X_1^2 + 0,673X_2^2 \quad (2)$$

Dựa vào hàm  $Y_1$  ở dạng mã hóa (2) để tiến hành phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố nghiên cứu đến độ dẫn nở của gỗ điều sau xử lý bằng hạt nano ZnO:

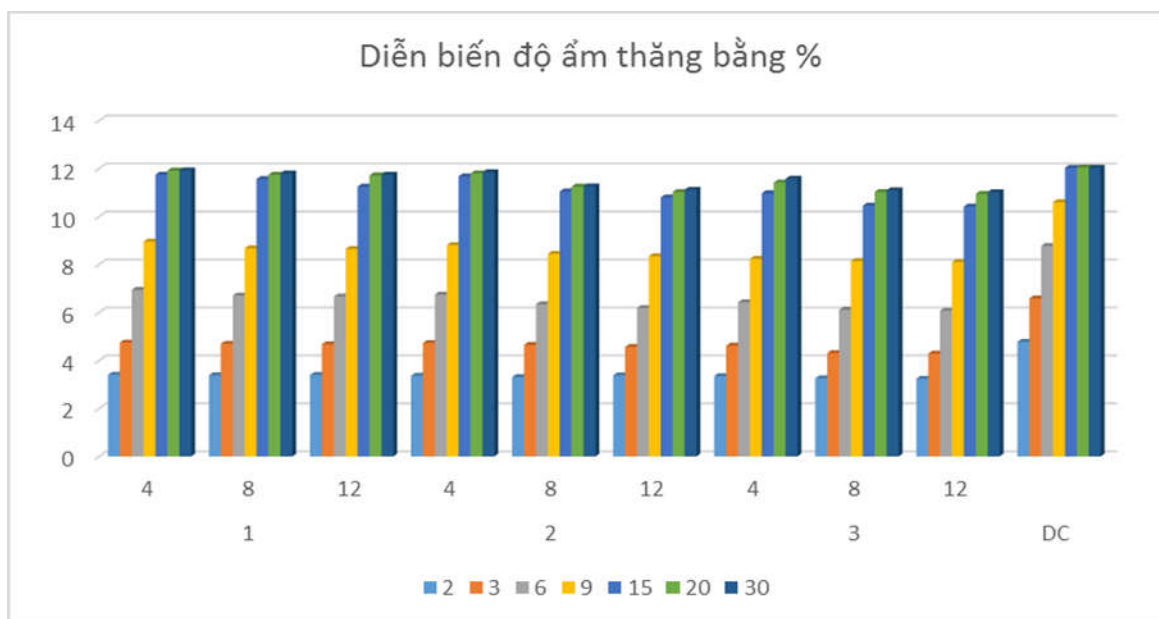
Dấu trừ (-) đứng trước  $X_1$  chứng tỏ khi tăng nồng độ hóa chất thì độ dẫn nở của mẫu gỗ xử lý giảm xuống. Đây là mối quan hệ tỷ lệ nghịch.

Dấu cộng (+) đứng trước  $X_2$  tương tự như tác động đối với yếu tố  $X_1$ , khi tăng thời xử lý hóa chất thì độ dẫn nở của mẫu gỗ xử lý giảm xuống. Đây là mối quan hệ tỷ lệ nghịch.

#### \*Ảnh hưởng của nồng độ nano ZnO và thời gian xử lý đến độ ẩm thăng bằng của gỗ

mô hình có hệ số  $P(X_2X_2) = 0,41 > 0,05$ , không đảm bảo mức có ý nghĩa nên loại khỏi mô hình. Sau khi loại bỏ hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình phương trình tương quan có dạng như sau:

Qua biểu đồ cho thấy tốc độ tăng độ ẩm đạt đến độ ẩm thăng bằng của gỗ sau xử lý giảm đi rõ rệt so với đối chứng. Đối với diễn biến độ ẩm thăng bằng khi thời gian càng dài thì độ ẩm của gỗ xử lý càng tăng, tuy nhiên tốc độ tăng của chúng giảm dần theo thời gian. Kết quả cho thấy có sự khác biệt lớn giữa các mẫu có tác động xử lý bằng hóa chất và các mẫu không xử lý. Tốc độ gia tăng độ ẩm giảm đáng kể so với mẫu đối chứng. Thời gian đạt đến độ ẩm thăng bằng của các mẫu xử lý tăng so với mẫu đối chứng.



Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa nồng độ và thời gian xử lý nano ZnO với độ ẩm thăng bằng

Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả của việc khuếch tán nano ZnO vào gỗ. So sánh mức độ hiệu quả của 3 cấp nồng độ trong nghiên cứu cho thấy hiệu quả cao nhất là 3 g/lít, kế đến là 2 g/lít; và cuối cùng là 1 g/lít. Độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến của gỗ giảm đi rất nhiều so với gỗ đối chứng. Điều này có thể giải thích, do trên mặt cắt ngang của gỗ thường xuất hiện các khoảng trống là các lỗ mạch, trên mặt cắt dọc tồn tại các khoảng trống trong lòng ống mạch. Có thể nói bề mặt gỗ rất háo nước. Do vậy khi xử lý gỗ bằng hạt nano ZnO sẽ tạo thành lớp màng mỏng phủ bề mặt gỗ có tính kỵ nước. Ngoài ra, thành phần chính của vách tế bào là cellulose và hemicellulose là các hợp chất cao phân tử có một lượng lớn các nhóm háo nước như nhóm hydroxyl (-OH), sự xuất hiện các hạt nano ZnO trong các khe hở trên vách tế bào sẽ làm giảm khả năng hút ẩm của gỗ, dẫn đến khả năng dẫn nở của gỗ giảm theo. Độ ẩm thăng bằng và dẫn nở giảm đi khi xử lý nano vào gỗ đã khẳng định hơn nữa ảnh hưởng theo chiều tích cực của quá trình các hạt Nano được khuếch tán vào bên trong gỗ. Các hạt nano khi được thấm vào gỗ sẽ bám lên thành vách của các khe hở trong vách tế bào tạo thành một lớp màng bảo vệ siêu mỏng. Lớp màng nano bảo vệ này làm cản trở các phân tử

nước thấm vào bên trong vách tế bào gỗ từ đó làm giảm sự dẫn nở của gỗ và góp phần ổn định kích thước của gỗ.

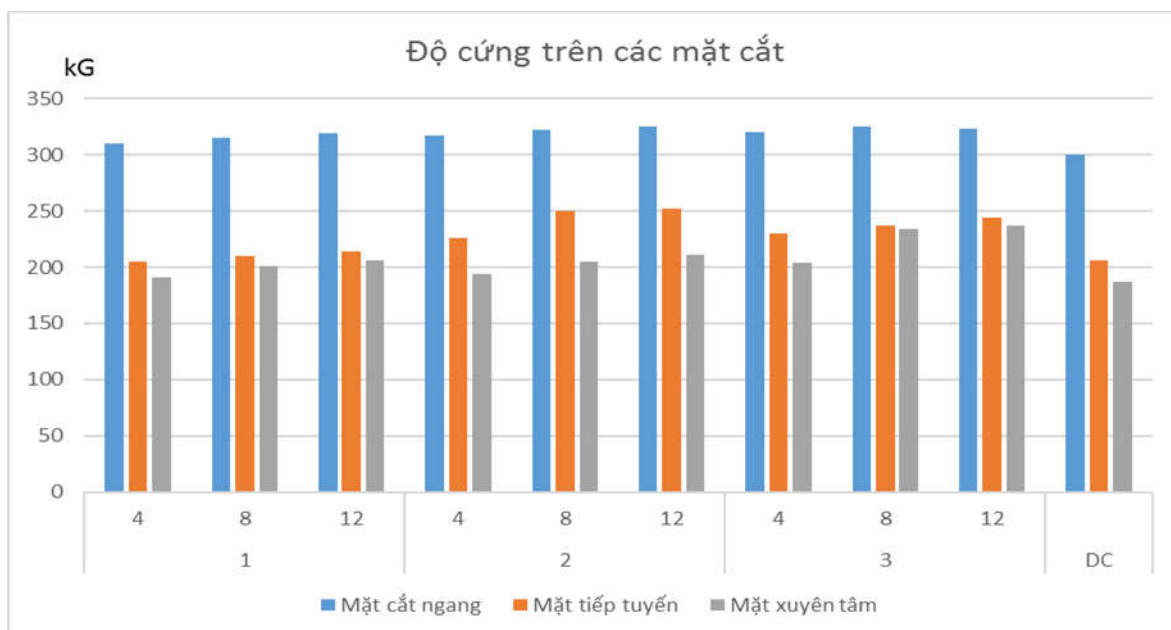
**\*Ảnh hưởng của nồng độ nano ZnO và thời gian xử lý đến độ cứng của gỗ**

Kết quả nghiên cứu cho thấy gỗ điều sau xử lý bằng hạt Nano ZnO có độ cứng cao hơn so với mẫu đối chứng. Tuy nhiên, độ cứng của mẫu gỗ xử lý tăng không nhiều so với mẫu đối chứng. Điều này có thể giải thích do các hạt Nano được khuếch tán vào bên trong gỗ, bám lên thành vách của các khe hở trong vách tế bào tạo thành một lớp màng bảo vệ siêu mỏng. Nhưng do mức độ thấm sâu của hạt nano vào trong gỗ không lớn, trong khi đó bằng phương pháp thử độ cứng Janka thì chiều sâu lún của viên bi thép phải là 5,64 mm. Do vậy mức độ chống lún của gỗ biến tính không cao hơn nhiều so với kết quả mẫu chưa xử lý.

Sử dụng phần mềm xử lý số liệu để lập phương trình tương quan giữa các biến số và các hàm số. Trong nghiên cứu này chúng tôi xây dựng phương trình tương quan giữa độ cứng mẫu trên mặt cắt tiếp tuyến với các thông số nghiên cứu

+ Phương trình tương quan của các biến số dạng mã hóa như sau:

$$Y_2 = 254,92 + 12,490X_1 + 6,07X_2 + 1,555X_1X_2 - 15,869 X_1^2 - 11,214X_2^2 \quad (3)$$



Hình 6. Độ cứng trên 3 mặt cắt (ngang, tiếp tuyến, xuyên tâm)

- Mô hình hồi quy được kiểm tra theo các tiêu chuẩn: tính đồng nhất phương sai, tính có ý nghĩa của các hệ số, tính tương thích của mô hình toán.

Kiểm tra mức có ý nghĩa của hệ số mô hình,

$$Y_2 = 254,92 + 12,490X_1 + 6,07X_2 - 15,869 X_1^2 - 11,214X_2^2 \quad (4)$$

Dựa vào hàm  $Y_2$  ở dạng mã hóa (2) để tiến hành phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố nghiên cứu đến độ cứng của gỗ điều sau xử lý bằng hạt nano ZnO:

Dấu trừ (-) đứng trước  $X_2$  chứng tỏ khi tăng nồng độ hóa chất thì độ cứng của mẫu gỗ xử lý tăng. Đây là mối quan hệ tỷ lệ thuận.

$$Y_1 = 6,43 - 0,628X_1 - 0,969X_2 + 0,952X_1^2 + 0,673X_2^2$$

$$Y_2 = 254,92 + 12,490X_1 + 6,07X_2 - 15,869X_1^2 - 11,214X_2^2$$

+ Bài toán tối ưu hóa hàm mục tiêu có điều kiện

- Hàm mục tiêu về độ dẫn nở của mẫu gỗ xử lý tính theo phương trình:  $Y_1 \Rightarrow Y_{Min}$

Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc:

$$-1,41 < X_i < +1,41; i = 1, 2.$$

mô hình có hệ số  $P(X_2X_2) = 0,64 > 0,05$ , không đảm bảo mức có ý nghĩa nên loại khỏi mô hình. Sau khi loại bỏ hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình phương trình tương quan có dạng như sau:

Dấu trừ (+) đứng trước  $X_2$  chứng tỏ khi tăng tăng thời gian xử lý thì độ cứng của mẫu gỗ xử lý tăng. Đây là mối quan hệ tỷ lệ thuận

**\* Xác định giá trị thích hợp của hàm chất lượng gỗ xử lý theo nồng độ và thời gian xử lý nano ZnO:**

- Hàm mục tiêu độ cứng của mẫu gỗ xử lý tính theo phương trình:  $Y_2 \Rightarrow Y_{Max}$

Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc:

$$-1,41 < X_i < +1,41; i = 1, 2.$$

Bảng 3. Kết quả tính toán tối ưu hàm một mục tiêu

STT	Chỉ số tối ưu	$X_1$	Nồng độ (g/lít)	$X_2$	Thời gian xử lý (giờ)
1	Độ dẫn nở $Y_1 = 5,977$ (%)	0,329	2,329	0,719	10,876
2	Độ cứng $Y_2 = 258,199$ (kg)	0,393	2,393	0,270	9,08

Kết quả của bài toán tối ưu một mục tiêu cho thấy với nồng độ hạt nano ZnO 2,329 g/lít và thời gian xử lý 10,876 giờ thì độ dẫn nở của mẫu gỗ xử lý đạt giá trị thấp nhất là 5,977%; nồng độ hạt nano ZnO 2,393g/lít và thời gian xử lý 9,08 giờ thì độ cứng của mẫu gỗ xử lý đạt giá trị cao nhất là 258,199 kG.

+ Bài toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu

Theo nội dung nghiên cứu ta có bài toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu có điều kiện như sau: Cực tiểu hóa độ dẫn nở và cực đại hóa độ cứng

mẫu gỗ xử lý, với điều kiện ràng buộc là biên của miền thí nghiệm.

Áp dụng phương pháp trọng số cho bài toán tối ưu hóa hai mục tiêu cực tiểu và cực đại trở thành mục tiêu chung cần cực tiểu hóa là:

$$Y = \alpha \times \frac{Y_1}{Y_{\min}} + (1 - \alpha) \times \frac{Y_2}{Y_{\max}} \Rightarrow \text{Min} \quad (9)$$

Thỏa mãn điều kiện  $-1,41 \leq x_i \leq 1,41$ .

$\alpha$  trọng số thỏa mãn điều kiện  $0 \leq \alpha \leq 1$   
 Kết quả của bài toán tối ưu hàm đa mục tiêu được trình bày ở bảng 4.

**Bảng 4. Kết quả tính toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu**

$\alpha$	$X_1$	Nồng độ (g/lít)	$X_2$	Thời gian xử lý (giờ)	$Y_1 \rightarrow Y_{\min}$	$Y_2 \rightarrow Y_{\max}$
0,3	-0,016	1,983	0,374	9,499	6,171	255,406
0,4	-0,583	1,416	0,318	9,272	6,880	243,030
0,5	0,302	2,302	0,75	11,000	5,978	255,489

Kết quả ở bảng 4 cho thấy giá trị tối ưu hóa của hàm đa mục tiêu khi chọn trọng số  $\alpha = 0,5$ . Với trọng số này, ta có các giá trị sau:

Độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến của gỗ thấp nhất: 5,97%

Độ cứng trên mặt cắt tiếp tuyến của gỗ cao nhất: 255,489 kG.

- Các thông số tối ưu:

$X_1$ : 0,302 hay nồng độ nano ZnO là 2,302 g/lít

$X_2$ : 0,75 hay thời gian xử lý là 11 (giờ)

*Nhận xét:* Qua kết quả nghiên cứu về diễn biến độ ẩm thẳng bằng, độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến và độ cứng trên mặt cắt tiếp tuyến của gỗ xử lý bằng nano ZnO cho thấy độ dẫn nở, độ ẩm thẳng bằng, độ cứng của gỗ đã qua xử lý được cải thiện theo chiều hướng khi nồng độ và thời gian xử lý nano tăng thì chất lượng của gỗ xử lý cũng tăng theo.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy xử lý gỗ điều bằng hạt nano ZnO độ dẫn nở của gỗ điều sau xử lý bằng hạt nano ZnO giảm đáng kể thể hiện qua độ ẩm thẳng bằng và độ dẫn nở gỗ sau khi xử lý giảm so với gỗ đối chứng. Độ

dẫn nở giảm từ 10 - 30,7% tùy theo phương chiều của gỗ. Độ cứng các mặt cắt của mẫu gỗ cũng tăng lên. Độ cứng tăng từ 8,43 - 22,7% tùy theo mặt cắt của mẫu gỗ. Các thông số công nghệ tối ưu xử lý gỗ điều bằng hạt nano ZnO ứng với nồng độ hóa chất 2,302 g/lít và thời gian xử lý là 11 giờ thì độ dẫn nở theo chiều tiếp tuyến là 5,97% và độ cứng trên mặt cắt tiếp tuyến là 255,489 kG.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Quốc An, Hoàng Thị Thúy Nga (2012), *Nghiên cứu sự ảnh hưởng của nồng độ và thời gian ngâm tẩm nano hạt nano TiO<sub>2</sub> đến chất lượng ván lạng biến tính từ gỗ Xoan đào*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn 2012, số 13, Tr 76-80;
2. Đặng Hoài Bắc (2011), *Công nghệ Nano và một số ứng dụng*, Hội nghị Khoa học lần thứ 3, Hà Nội.
3. Nguyễn Xuân Chánh (2007), *Bài giảng công nghệ Nano*, Trường Đại học Bách khoa, Hà Nội.
4. Lê Anh Phước (2009), *Công nghệ sinh học nano*, Nxb. Khoa học kỹ thuật.
5. Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang (1998), *Cơ sở lý thuyết quy hoạch thực nghiệm và ứng dụng trong kỹ thuật nông nghiệp*, Nxb. Nông nghiệp.
6. Phạm Ngọc Nam – Nguyễn Thị Ánh Nguyệt (2019), *Khoa học gỗ*, Nxb. Nông Nghiệp



## **EFFECTS OF SOME TREATMENT TECHNOLOGICAL FACTORS OF WOOD WITH ZINC OXIDE ZnO NANO TO THE CHARACTERISTICS OF CASHEW WOOD**

**Nguyen Thi Anh Nguyet, Tang Thi Kim Hong, Pham Ngoc Nam**  
*Nong Lam University Ho Chi Minh City*

### **SUMMARY**

The source of raw materials used in the study originates from Binh Phuoc and is exploited when the grain yield is poor and needs to be liquidated. This is a cheap source of raw materials, with abundant reserves, and suitable properties are treated with ZnO nanoparticles to stabilize the size of cashew wood. Results of studies on the effect of concentration and dispersion time of ZnO nano on the properties of cashew wood. ZnO nano particles were dispersed in solutions at concentrations of 1; 2; 3 g/l for 4 hours, 8 hours, and 12 hours using an ika?>?? and stirred at 2000 rpm for 2 hours. This dispersion solution is used to soak cashew wood samples. the research results showed that the swelling and moisture balance of the treated wood decreased sharply compared to the control sample to improve the dimensional stability of the wood sample. the swelling on the tangential decreased from 9.2% to 6.39% compared with the control sample. the hardness on the tangential increased from 205.45- 258.45 kG, to improve the quality of cashew wood and bring economic efficiency, it is appropriate to use ZnO nano at a concentration of 2.302 g/l and an 11 hour of dispersion.

**Keywords: Concentration, dispersion, hardness, swelling, ZnO nano.**

**Ngày nhận bài** : 01/9/2022  
**Ngày phản biện** : 03/10/2022  
**Ngày quyết định đăng** : 19/10/2022