

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH TẮY TRẮNG GỖ BỒ ĐỀ CHO SẢN XUẤT COMPOSITE GỖ NHỰA THẤU QUANG

Nguyễn Thị Trịnh¹, Nguyễn Thị Minh Phương², Nguyễn Bảo Ngọc¹

¹Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Từ khóa: Gỗ Bồ đề,
gỗ nhựa thấu quang,
tẩy trắng gỗ, hydrogen
peroxid, axit acetic

Keywords: *Styrax
tonkinensis* (Pierre),
transparent wood,
bleaching wood,
hydrogen peroxide,
acid acetic

TÓM TẮT

Gỗ nhựa thấu quang là loại vật liệu hấp dẫn, thu hút được nhiều sự chú ý của giới khoa học trong những năm trở lại đây do những ứng dụng đầy tiềm năng của chúng trong xây dựng, nội, ngoại thất và làm vật liệu trang trí. So với gỗ thông dụng, gỗ nhựa thấu quang có nhiều đặc tính cơ học được cải thiện hơn như độ bền cơ lý, sự co ngót, khả năng hút nước. Ngoài ra composite gỗ nhựa thấu quang còn có khả năng phân hủy sinh học nên thân thiện với môi trường hơn. Bài báo trình bày quá trình xử lý hóa học đơn giản gỗ Bồ đề theo hai công đoạn bằng tác nhân sunfat ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$) và bằng ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}_2$). Mẫu gỗ đã tẩy trắng được xác định hàm lượng lignin để xác định hiệu quả của quá trình tách loại lignin và phân tích hình thái bằng ảnh SEM. Nghiên cứu quá trình xử lý gỗ bằng phương pháp hóa học sẽ thúc đẩy những hiểu biết sâu sắc hơn về chế biến gỗ, giúp quá trình này có thể triển khai được ở quy mô lớn hơn quy mô phòng thí nghiệm.

Research on the process of bleaching *Styrax tonkinensis* (Pierre) wood for the production of transparent wood

Transparent wood is an attractive material, attracting a lot of attention from the scientific community in recent years due to its potential applications in construction, interior and decorative materials. Compared with common wood, transparent wood has many improved mechanical properties such as mechanical strength, water uptake. Transparent wood is generally presumed to be inherently more resistant to moisture uptake than solid wood. In addition, wood-plastic composite is biodegradable, so it is more environmentally friendly. This paper presents a simple chemical treatment of *Styrax tonkinensis* wood in two stages with sulfate agents ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$) and with ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}_2$). Bleached wood samples were determined for lignin content to determine the efficiency of the lignin removal process and morphological analysis by SEM images. Studying the chemical treatment of wood will advance insights into chemical treatment wood, making it possible to deploy on a larger scale than the laboratory scale.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong khoảng một thập kỷ trở lại đây, nghiên cứu biến tính gỗ thành vật liệu lai (hybrid) gỗ nhựa thấu quang, có tính chất pha trộn giữa gỗ - kính - nhựa được đặc biệt quan tâm nghiên cứu phát triển. Tính chất đặc biệt của vật liệu gỗ nhựa thấu quang ở chỗ vừa khắc phục được các khuyết điểm của gỗ như cong vênh, hút ẩm, chịu lực kém, dễ biến đổi sinh học vừa bổ sung tính chất thấu quang cho gỗ như vật liệu kính, làm cho ánh sáng khi truyền qua dễ dàng khuếch tán theo mọi hướng, đồng thời ngăn chặn bụi bẩn, vi khuẩn và điều tiết nhiệt độ truyền qua nó. Như vậy, với độ cứng lớn hơn gỗ gấp nhiều lần (tương đương với thép), có độ thấu quang truyền qua lên đến 90%, (tương đương với kính), có khả năng khuếch tán ánh sáng lớn theo mọi hướng (360°) và điều tiết nhiệt độ, vật liệu gỗ nhựa thấu quang được dự báo sẽ là vật liệu xây dựng thông minh đầy tiềm năng trong tương lai (H.S. Yaddanapudi *et al.*, 2017). Trong sản xuất gỗ nhựa thấu quang, công đoạn có vai trò quyết định là tẩy trắng gỗ để làm mất màu và mở rộng các kênh dẫn nhựa, lỗ rỗng trong gỗ tạo điều kiện cho các loại nhựa có chiết suất thích hợp xâm nhập vào và kết hợp với gỗ. Tuy nhiên, công đoạn này thường được xử lý bởi các tác nhân độc hại gây ô nhiễm môi trường như các hóa chất chứa clo nguyên tử, phân tử hoặc xử lý kéo dài gây tốn kém thời gian, không kinh tế (Mi, R., Chen, C., Keplinger, T., 2020; M-W. Zhu, *et al.*, 2016; Y-Y. Li, *et al.*, 2016; S. Fink, 1992). Chính vì vậy, nghiên cứu này trình bày phương pháp xử lý bằng tác nhân sunfat - được biết đến rộng rãi như tác nhân tách loại lignin hiệu quả trong công nghiệp sản xuất bột giấy kết hợp với quá trình tẩy trắng thân thiện với môi trường bằng hỗn hợp axit axetic và hydro peroxit. Axit axetic là tác nhân hiệu quả trong tách loại một phần lignin và dễ dàng thu hồi bằng cách chưng cất, còn hydro peroxit là tác nhân tẩy trắng hiệu quả các nhóm mang màu của lignin. Do đó, sự kết hợp của tác nhân sunfat và hỗn hợp axit axetic cùng với hydro peroxit sẽ tạo

thành quy trình tẩy trắng thân thiện và góp phần tiêm cận đến quy mô công nghiệp trong xử lý tẩy trắng gỗ, mang lại hiệu quả nhất định trong chế biến gỗ thành các sản phẩm có giá trị kinh tế cao.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu gỗ Bồ đề và hóa chất

Gỗ Bồ đề được xẻ ván mỏng theo chiều xuyên tâm, dày 2 mm, cắt mẫu kích thước $120 \times 120 \times 2$ mm, làm sạch mẫu và để điều hòa độ ẩm cho quá trình xử lý bằng hóa chất.

Hóa chất: xuất xứ Trung Quốc, Việt Nam. Tác nhân sunfat: trộn lẫn dung dịch NaOH 100 g/l và dung dịch Na_2S 120 g/l theo tỷ lệ 3:1 về thể tích. Dung dịch H_2O_2 30%, axit axetic tinh khiết 99%, dung dịch cồn tuyệt đối 99,5%. Nồi thủy tinh 2,5 lít, bếp điện phẳng và các dụng cụ thủy tinh khác trong phòng thí nghiệm.

2.2. Phương pháp tách loại lignin bằng tác nhân sunfat

Đặt 5 mẫu gỗ kích thước $120 \times 120 \times 2$ mm vào nồi nấu thủy tinh dung tích 2,5 l trên bếp điện phẳng, đổ 1,5 l dung dịch sunfat vào cho ngập mẫu, điều chỉnh nhiệt sao cho dung dịch sôi nhẹ. Tính thời gian từ lúc sôi 3h, sau đó lọc bỏ dung dịch cho quá trình thu hồi. Mẫu gỗ được ngâm, rửa sạch nhiều lần và phơi khô gió ở nhiệt độ phòng cho các quá trình xử lý tiếp theo. Chuẩn bị riêng 2 mẫu cho xác định hiệu suất và hàm lượng lignin.

2.3. Phương pháp tẩy trắng gỗ bằng tác nhân ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}_2$)

Mẫu đã xử lý bằng dung dịch sunfat được đặt vào nồi thủy tinh, đổ dung dịch $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}_2$ theo tỷ lệ nhất định vào cho mẫu ngập và gia nhiệt từ từ cho đến khi sôi, duy trì trạng thái sôi trong vòng 2h. Phía trên nắp nồi có tiếp xúc

với nước lạnh để ngưng tụ hơi. Sau đó vớt mẫu ra giá đỡ và rửa sạch nhiều lần bằng nước sạch cho đến khi mẫu trung hòa. Thấm nhẹ bằng khăn sạch cho mẫu hết nước và chuyển mẫu vào dung dịch còn tuyệt đối chuẩn bị cho chế tạo gỗ nhựa thấu quang. Hỗn hợp dung dịch axit axetic và hydro peroxide sau xử lý được thu gom riêng cho quá trình chưng bốc thu hồi axit axetic.

2.4. Phương pháp xác định thành phần hóa học của gỗ

Thành phần hóa học của gỗ được phân tích theo các tiêu chuẩn hóa đối với nguyên liệu thực vật: hàm lượng chất khô: Tappi T207 cm-99; độ tro: Tappi T211 om-93; hàm lượng cellulose: phương pháp Kurshner-Hoff; Hàm lượng pentozan: Tappi T 223 cm-84; các chất trích ly bằng nước nóng và nước lạnh: Tappi T207 cm-99; các chất trích ly bằng cồn tuyệt đối: Tappi

T204 cm-97; các chất tan trong NaOH 1%: Tappi 212 om-98.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần hóa học của gỗ Bò đê

Phân tích thành phần hóa học của gỗ Bò đê cho thấy, thành phần chính của gỗ như cellulose, lignin, pentosan tương đương với các loại gỗ thông dụng như gỗ Dầu mít, Sồi phẳng. Tuy nhiên lignin gỗ Bò đê thấp hơn gỗ Dầu mít. Các chất tan trong kiềm NaOH 1% gấp gần 1,5 lần so với gỗ Dầu mít, Sồi Phẳng chứng tỏ gỗ Bò đê dễ phân hủy sinh học hơn khi để ngoài tự nhiên. Tương ứng là các chất tan trong nước nóng cũng cao gấp 4 lần và hàm lượng các chất tan trong nước lạnh cao gấp 3 lần so với gỗ Dầu mít, 2 lần so với gỗ Dồi phẳng (bảng 1).

Bảng 1. Thành phần hóa học cơ bản của gỗ Bò đê

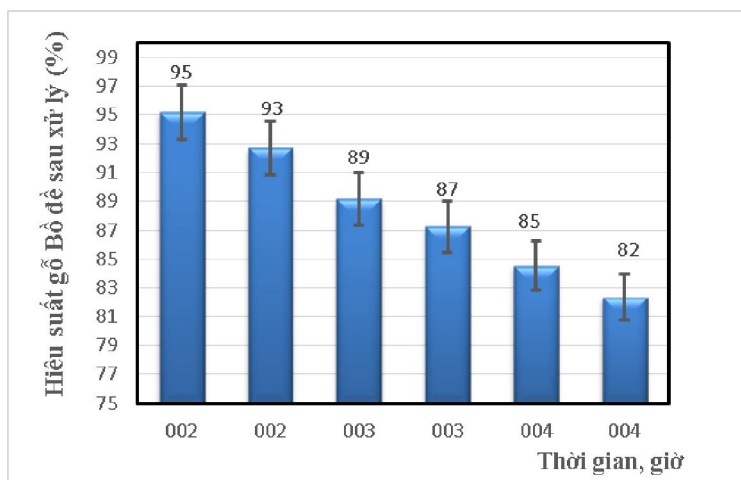
TT	Các thành phần hóa học cơ bản, %	Gỗ Bò đê	Gỗ Dầu Mít [6]	Gỗ Sồi Phẳng [6]
1	Hàm lượng cellulose	45,62	43,91	43,64
2	Hàm lượng lignin	29,31	32,70	27,02
3	Hàm lượng pentozan	19,84	18,26	23,51
4	Hàm lượng các chất tan trong cồn tuyệt đối	1,82	4,28	5,27
5	Hàm lượng các chất tan trong NaOH 1%	33,68	19,90	20,03
6	Hàm lượng các chất tan trong nước nóng	19,76	4,55	6,65
7	Hàm lượng các chất tan trong nước lạnh	9,55	3,30	5,78
8	Hàm lượng tro	0,59	0,62	0,51

Như vậy, cấu trúc gỗ Bò đê có nhiều lỗ mạch lớn, có hàm lượng các chất tan trong nước, trong kiềm NaOH 1% khá cao nên dễ phân hủy sinh học trong tự nhiên và thuận lợi cho các quá trình xử lý hóa học để nâng cao phẩm chất và giá trị kinh tế của gỗ.

3.2. Xử lý gỗ bằng tác nhân sunfat (NaOH+Na₂S)

Hình 1 cho thấy, thời gian xử lý càng kéo dài thì

hiệu suất gỗ càng giảm, càng có nhiều lignin, hemicellulose, các chất trích ly tan vào dịch nấu. Tuy mẫu gỗ không mất quá nhiều khối lượng mà giảm từ từ, nhưng càng xử lý lâu thì cellulose càng bị trương nở trong kiềm, dẫn đến vỡ cấu trúc, mẫu bị tan thành xơ sợi. Vì vậy, trong nghiên cứu này chọn dừng lại ở thời gian xử lý 3h, khi đó có 12,7% các chất trong gỗ tan vào dịch nấu, hiệu suất gỗ thu được là 87,3% (hình 1).



Hình 1. Ảnh hưởng của thời gian xử lý (NaOH+Na₂S) đến hiệu suất gỗ Bò đê

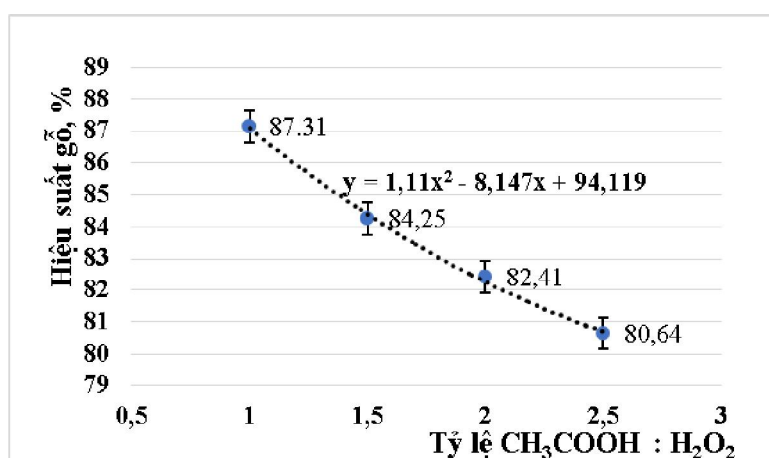
3.3. Tẩy trắng gỗ bằng hỗn hợp dung dịch (CH₃COOH+H₂O₂)

Sau khi tách loại một phần lignin bằng tác nhân sunfat, mẫu được tẩy trắng bằng hydro peroxide trong axit axetic. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ CH₃COOH:H₂O₂ trong thời gian tẩy trắng 2h tính từ lúc hỗn hợp sôi.

3.3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ CH₃COOH:H₂O₂

Do tác nhân axit axetic có tác dụng tách loại và rửa trôi lignin đã tách loại được ra khỏi xơ sợi bề mặt gỗ nên nó được sử dụng lượng lớn đủ để bao quanh tấm gỗ và len lỏi vào bên trong xơ

sợi giúp trung hòa kiềm thừa và rửa trôi lignin. Ngược lại, dung dịch H₂O₂ chỉ có tác dụng tẩy trắng (biến tính) một số nhóm mang màu của lignin giúp gỗ trở nên nó được sử dụng với tỷ lệ ít hơn. Thay đổi tỷ lệ CH₃COOH:H₂O₂ từ 1 đến 2,5 cho thấy khối lượng mẫu gỗ giảm từ 87% xuống gần 80% chứng tỏ các thành phần hóa học của gỗ bị tách loại không đáng kể, chỉ có màu sắc của mẫu chuyển từ nâu vàng sang màu vàng nhẹ và sau khi rửa mẫu trắng hoàn toàn. Với tỷ lệ CH₃COOH:H₂O₂ là 1:1, mẫu vẫn còn có lõi vàng nhẹ sau rửa nên chọn tỷ lệ tẩy trắng mẫu gỗ là 1,5:1, ở nhiệt độ sôi của hỗn hợp trong vòng 2h tính từ lúc sôi (hình 2).



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ (CH₃COOH:H₂O₂) đến hiệu suất gỗ Bò đê

3.3.2. Sự biến đổi của các thành phần hóa học cơ bản của gỗ Bò đê

Xác định thành phần hóa học cơ bản của gỗ Bò đê trước và sau quá trình xử lý bằng tác nhân sunfat ($\text{NaOH}+\text{Na}_2\text{S}$) ở nhiệt độ 100°C trong 3h và tẩy trắng $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}_2$ tỷ lệ 1,5:1 trong vòng 2h ở nhiệt độ sôi được cho trong bảng 2. Theo đó, thành phần chính là cellulose gần như không bị ảnh hưởng (hàm lượng giảm khoảng 2%), lignin bị tách loại hiệu quả, hàm lượng

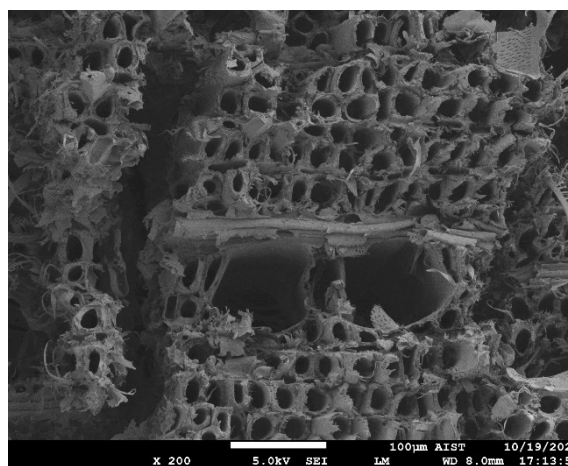
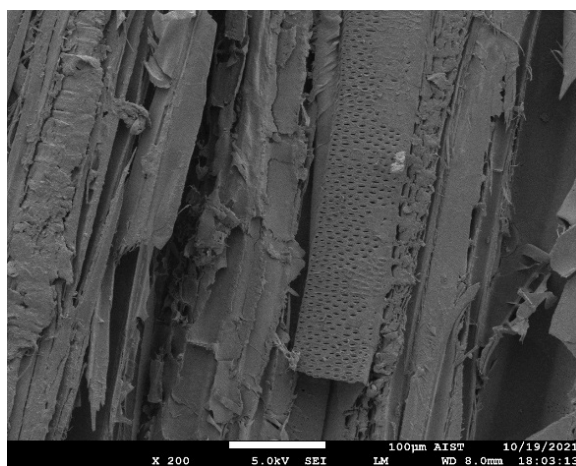
giảm gần 10% sau cả hai công đoạn. Tuy nhiên, lượng lignin còn lại vẫn đủ giữ cấu trúc phẳng của tấm gỗ, còn lại một phần lignin nhất định bị biến đổi các nhóm mang màu nên mẫu chuyển sang màu trắng.

Trong dung dịch sunfat, các thành phần phi cellulose như lignin, các chất vô cơ (thể hiện qua độ tro), các chất trích ly bị hòa tan đáng kể, nên có sự giảm rõ rệt các thành phần này sau quá trình xử lý sunfat và tẩy trắng mẫu (bảng 2).

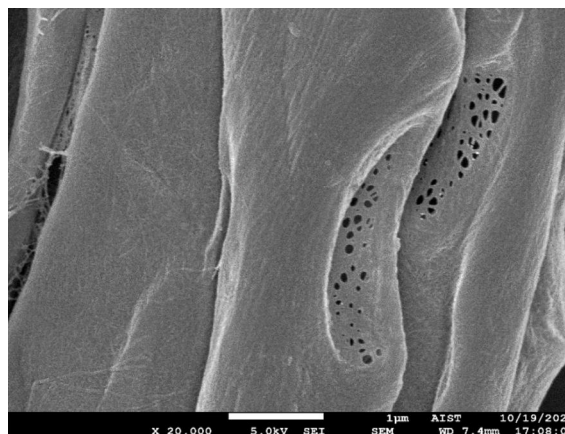
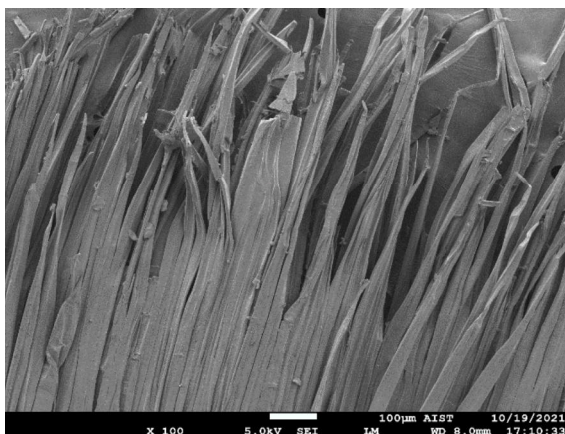
Bảng 2. Sự thay đổi thành phần hóa học cơ bản của gỗ Bò đê sau tẩy trắng

STT	Hiệu suất, các thành phần hóa học cơ bản của gỗ Bò đê	Sau xử lý sunfat ($\text{NaOH}+\text{Na}_2\text{S}$)	Sau tẩy trắng ($\text{CH}_3\text{COOH}+\text{H}_2\text{O}_2$)
1	Hiệu suất gỗ, %	87,31	80,64
2	Hàm lượng cellulose, %	43,11	42,05
3	Hàm lượng lignin, %	21,45	19,77
4	Hàm lượng các chất trích ly, %	0,24	0,17
5	Hàm lượng tro, %	0,05	0,01

3.4. Cấu trúc của mẫu gỗ trước và sau quá trình xử lý tẩy trắng



Hình 3a. Ảnh SEM mẫu gỗ Bò đê ban đầu



Hình 3b. Ảnh SEM mẫu gỗ Bò đê sau tẩy trắng

Quan sát hình ảnh SEM của mẫu gỗ trước và sau xử lý thấy có nhiều khác biệt. Trên bề mặt mẫu gỗ ban đầu (hình 3a) có hình ảnh kết khối, lỗ nhỏ. Sau xử lý bề mặt gỗ thông thoáng hơn, các xơ sợi và lỗ thông ngang mở rộng. Giữa các bó xơ sợi lộ rõ đường khe, vách (hình 3b).

IV. KẾT LUẬN

- Đã xác định được thành phần hóa học cơ bản của gỗ Bò đê: Hàm lượng cellulose chiếm 45,62%, lignin: 29,31%; pentozan: 19,84%; các chất tan trong NaOH 1%: 33,68%; các chất trích ly trong cồn tuyệt đối: 1,82%; hàm lượng tro: 0,59%.

- Đã đưa ra 2 công đoạn xử lý tẩy trắng gỗ Bò đê bằng tác nhân sunfat (NaOH (100 g/l) + Na₂S (120 g/l)) trộn lẫn theo tỷ lệ về thể tích 3:1, ở nhiệt độ sôi 100°C, trong vòng 3h và theo sau là công đoạn tẩy trắng gỗ bằng hỗn hợp CH₃COOH:H₂O₂ tỷ lệ về thể tích 1,5:1, ở

nhiệt độ sôi của hỗn hợp (98°C) trong vòng 2h tính từ lúc sôi. Sau xử lý và rửa trung hòa, mẫu gỗ chuyển sang màu trắng và vẫn giữ được cấu trúc tấm phẳng.

- Đã xác định được thành phần hóa học của gỗ Bò đê sau xử lý tẩy trắng: Hiệu suất gỗ còn 80,64%, hàm lượng cellulose: 43,02%; hàm lượng lignin: 19,77%; hàm lượng các chất trích ly: 0,17%; hàm lượng tro: 0,01%. Trong đó lignin được tách loại hiệu quả, các nhóm mang màu được biến tính bằng hydro peroxit H₂O₂.

- Đã xác định được cấu trúc của gỗ Bò đê trước và sau quá trình xử lý tẩy trắng bằng ảnh SEM: Bề mặt không còn kết cấu chặt, các bó xơ sợi lộ rõ, diện tích bề mặt được mở rộng hơn gỗ Bò đê ban đầu. Cấu trúc mở rộng và thông thoáng hơn sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình thẩm thấu các dung dịch nhựa thấu quang cho chế tạo gỗ nhựa thấu quang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. H.S. Yaddanapudi, N. Hickerson, S. Saini, and A. Tiwari, 2017. Fabrication and characterization of transparent wood for next generation smart building applications. *Vacuum* 146, 649.
2. Mi, R., Chen, C., Keplinger, T., 2020. Scalable aesthetic transparent wood for energy efficient buildings. *Nat Commun* 11, 3836. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17513-w>
3. M-W. Zhu, J-W. Song, T. Li, A. Gong, Y-B. Wang, J-Q. Dai, Y-G. Yao, W. Luo, D. Henderson, and L-B. Hu, 2016. Highly anisotropic, highly transparent wood composites. *Adv. Mater.* 28, 5p1.
4. Y-Y. Li, Q-L. Fu, S. Yu, M. Yan, and L. Berglund, 2016. Optically transparent wood from a nanoporous cellulosic template: Combining functional and structural performance. *Biomacromolecules* 17, 1358.
5. S. Fink, 1992. Transparent wood-A new approach in the functional study of wood structure. *Holzforschung* 46, 403.
6. Nguyễn Thị Minh Phương, Nguyễn Thị Trịnh, Nguyễn Tử Kim, 2020. Nghiên cứu cấu tạo giải phẫu, tính chất cơ lý và thành phần hóa học cơ bản của gỗ Dầu mít và gỗ Sồi phẳng. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn* số 24, tr 100-104.

Email tác giả liên hệ: nguyentrinh.fsiv@gmail.com

Ngày nhận bài: 19/11/2021

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 01/12/2021

Ngày duyệt đăng: 03/12/2021