

# MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO CỦA GỖ KEO TAI TƯỢNG (*Acacia mangium* Willd.) ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH SẤY

Hà Tiến Mạnh<sup>1</sup>, Phạm Văn Chương<sup>2</sup>, Bùi Duy Ngọc<sup>1</sup>, Đỗ Văn Bản<sup>1</sup>,  
Nguyễn Đức Thành<sup>1</sup>, Bùi Hữu Thường<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng

<sup>2</sup> Trường Đại học Lâm nghiệp

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã xác định được một số đặc điểm cấu tạo và độ rỗng của gỗ Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd.) 9 tuổi, được khai thác tại xã Ngọc Thanh, thành phố Phúc Yên, tỉnh Vĩnh Phúc làm cơ sở phân tích ảnh hưởng đến quá trình vận chuyển ẩm và các hiện tượng khi sấy. Các mô tả được thực hiện khi quan sát ảnh hiển vi quang học (OM) và ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) được chụp ở 3 mặt cắt ngang, xuyên tâm và tiếp tuyến. Kết quả cho thấy cấu tạo mạch phân tán và màng lỗ thông ngang trên các tế bào không có nút, luôn tồn tại các lỗ mở làm cho chênh lệch thẩm dẫn giữa gỗ sớm - gỗ muộn và giữa các thành phần gỗ theo hướng xuyên tâm khi sấy là không có. Mạch đơn hoặc kép 2, kép 3 là điều kiện thuận lợi cho quá trình vận chuyển ẩm theo chiều dọc thớ. Lỗ mạch có đường kính theo hướng tiếp tuyến là 88 - 200  $\mu\text{m}$ , có số lượng 5 - 8 lỗ/mm<sup>2</sup>. Lỗ xuyên mạch đơn, có gờ mỏng tạo điều kiện thuận lợi cho ẩm vận chuyển dọc thớ. Tỷ lệ giữa đường kính ruột trên độ dày vách tế bào sợi gỗ là 4,09. Đây là lý do dẫn đến mức độ mo mốp của gỗ Keo tai tượng khi sấy rất lớn. Cấu tạo tế bào mô mềm dọc và tia gỗ đã được xác định, chúng không ảnh hưởng nhiều đến vận chuyển ẩm nhưng là một cơ sở để giải thích các khuyết tật khi sấy. Chất tích tụ màu nâu đỏ trong ống mạch, trong tia gỗ và tinh thể hình lăng trụ nằm trong tế bào mô mềm dọc làm cản trở quá trình vận chuyển ẩm. Việc tính toán độ rỗng của sợi gỗ và lỗ mạch được thực hiện thông qua việc xác định diện tích lỗ rỗng trên diện tích ảnh bằng phần mềm ImageJ để dự đoán tốc độ sấy. Độ rỗng sợi gỗ  $37,06 \pm 3,96\%$ , độ rỗng lỗ mạch  $16,03 \pm 1,23\%$  và tổng độ rỗng  $47,15\%$  là một đặc điểm rất quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ sấy của gỗ.

**Từ khóa:** Cấu tạo hiển vi, độ rỗng, Keo tai tượng, khuyết tật sấy, tốc độ sấy, vận chuyển ẩm

**Keywords:** Anatomy, drying defect, drying rate, moisture movement, porosity

## Some wood anatomical features of *Acacia mangium* Willd. affect the drying process

This study investigated the microscopic structure and porosity of 9-year-old *Acacia mangium* Willd., harvested in Ngọc Thanh commune, Phúc Yên city, Vĩnh Phúc province, as a fundamental information for predicting the moisture movement and phenomena during drying. Descriptions were made by observing a combination of ESEM (environmental scanning electron microscope) scans and OM (optical microscope) images taken in cross, radial and tangential sections. The results showed that the vessel diffuse pattern and the pit membrane on the cells wall with no central torus, always presented openings, eliminating the difference between the permeability of the early and late wood and that of wood components in the radial direction. The vessels were arranged in a solitary pattern or in multiples in various formations (2-3 porous). This was an ideal condition for the moisture movement in the longitudinal direction. The diameter of the vessels in the tangential direction was 88 - 200  $\mu\text{m}$ , with a quantity of 5 - 8 vessels/mm<sup>2</sup>. The simple and low

bordered perforation plate allows moisture to be transported in the longitudinal direction easily. The ratio of fibre lumen diameter over cell wall thickness was 4.09. This was the reason for the high collapse degrade of *A. mangium* Willd. during drying. The structures of axial parenchyma cells and rays were identified. They did not too affect moisture movement, but they were used for explaining drying defects. The red-brown accumulations, which was seen in vessels and rays and the prismatic crystals, which was located in axial parenchyma cells obstruct the moisture flow. The calculation of the fibre and vessel porosity, which was done by the determination of the ratio of total pores area over image area using ImageJ software for the prediction of the drying rate. The fibre, vessel and total porosity was  $37.06 \pm 3.96\%$ ,  $16.03 \pm 1.23\%$  and  $47.15\%$  respectively. This was a very important characteristic that affects the drying rate.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sấy gỗ là quá trình tác động làm cho ẩm di chuyển từ trong gỗ ra bề mặt theo nhiều hướng và bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Bên cạnh yếu tố tác động trực tiếp như môi trường sấy thì loại gỗ và cấu tạo của nó có một vai trò rất quan trọng. Sự di chuyển ẩm trong gỗ rất phức tạp thông qua hệ thống lỗ mạch, sợi gỗ, mô mềm, tia gỗ và được kết nối với nhau qua các lỗ thông ngang, các khoảng không giữa các vách và trong vách tế bào (Keey *et al.*, 2000; Walker, 2006).

Ở gỗ cây lá rộng, ẩm tự do di chuyển nhờ cơ chế thẩm dẫn chủ yếu trong ruột của các tế bào và thông nhau qua lỗ xuyên mạch, lỗ thông ngang (Keey *et al.*, 2000; Walker, 2006). Cấu tạo lỗ thông ngang ảnh hưởng rất lớn đến vận chuyển ẩm, nhưng không làm giảm tính thẩm dẫn của gỗ sớm so với gỗ muộn vì không có sự phân biệt rõ ràng giữa nút (torus) và màng treo (margo) trong màng lỗ thông ngang. Các lỗ có đường kính nhỏ trong màng lỗ thông ngang cho phép ẩm di chuyển ngang giữa các lỗ mạch (Walker, 2006). Lỗ xuyên mạch không có màng, tức không bị đóng nên không ảnh hưởng lớn đến quá trình chuyển ẩm (Walker, 2006). Thở bít trong lỗ mạch là yếu tố cản trở quá trình chuyển ẩm theo chiều dọc, nhưng nó không xuất hiện ở tất cả các loài gỗ lá rộng. Các loại chất chứa cũng ảnh hưởng

đến khả năng vận chuyển ẩm (Stamm, 1967a; Siau, 1984; Walker, 2006). Sự khác biệt về thẩm dẫn giữa chiều xuyên tâm và tiếp tuyến là không quá lớn vì tia gỗ không ảnh hưởng đến dòng chuyển ẩm theo chiều xuyên tâm, trong khi lỗ thông ngang trên mặt cắt xuyên tâm của sợi gỗ mới ảnh hưởng đến dòng chuyển ẩm theo chiều tiếp tuyến (Siau, 1984; Walker, 2006). Sợi gỗ và tế bào mô mềm thường không có tính thẩm dẫn hoặc thẩm dẫn kém (Siau, 1984).

Nước liên kết di chuyển nhờ cơ chế khuếch tán thông qua các kênh tương tự như cơ chế thẩm dẫn nhưng vai trò là khác nhau. Các mao quản có bán kính nhỏ trong cấu trúc mao quản của gỗ ảnh hưởng hơn nhiều đến quá trình khuếch tán so với quá trình thẩm dẫn (Walker, 2006). Sự có mặt của lỗ thông ngang và tình trạng đóng của màng lỗ thông ngang không ảnh hưởng quá nhiều đến sự khuếch tán ẩm (Stamm, 1967b).

Cấu tạo gỗ cũng ảnh hưởng rõ ràng đến các khuyết tật khi sấy. Kaumann (1964) cho rằng sự mờ mốt của gỗ khi sấy phụ thuộc nhiều vào kích thước ruột tế bào, độ dày và độ bền của vách tế bào. Nghiên cứu của Redman (2017) cho thấy xu hướng khuyết tật mờ mốt tăng lên khi tỷ lệ giữa đường kính ruột và độ dày vách tế bào tăng. Việc nứt vỡ liên quan đến quá trình sấy có thể được giảm bớt nhờ cấu tạo nghiêng thớ của gỗ (Harris, 1989).

Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd.) là cây gỗ rừng trồng chủ lực, cung cấp nguyên liệu cho ngành chế biến gỗ xẻ, nhưng có nhiều khuyết tật khi sấy làm ảnh hưởng đến chất lượng và lợi nhuận của quá trình chế biến. Cấu tạo gỗ Keo tai tượng trên thế giới đã có nhiều công bố (Sahri *et al.*, 1993; Richter and Dallwitz, 2000; Andianto *et al.*, 2020), nhưng chỉ đơn thuần nêu các đặc tính mà không phân tích mối liên quan tới sự vận chuyển ẩm và các hiện tượng xảy ra khi sấy. Chính vì vậy, việc xác định đặc điểm cấu tạo hiển vi và độ rỗng của gỗ Keo tai tượng khai thác tại Vĩnh Phúc, Việt Nam, từ đó phân tích ảnh hưởng của chúng đến quá trình vận chuyển ẩm và các hiện tượng khi sấy đã được thực hiện.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu được sử dụng là gỗ Keo tai tượng 9 năm tuổi, được khai thác tại thôn Thanh Cao, xã Ngọc Thanh, thành phố Phúc Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam. 10 mẫu gỗ lõi không khuyết tật được lựa chọn ngẫu nhiên từ 200 tấm gỗ xẻ và được cắt với kích thước dọc thớ (L) × xuyên tâm (R) × tiếp tuyến (T) = 30 × 20 × 20 mm để chuyển đến Phòng thí nghiệm Thông tin và Hình thái sinh khối, Viện Nghiên cứu Phát triển Lâm nghiệp bền vững, Đại học Kyoto, Nhật Bản thực hiện chụp ảnh hiển vi.

#### 2.1.1. Vật liệu và thiết bị chụp ảnh hiển vi quang học (OM)

Các mẫu gỗ có kích thước L × R × T = 10 × 10 × 10 mm được xử lý mềm hóa bằng cách luộc trong nước sôi 3 giờ. Sau đó, các mẫu được cắt ở độ dày khoảng 15-20 μm bằng máy cắt tiêu bản hiển vi (Leica Solms, Đức) trên ba mặt cắt ngang, xuyên tâm và tiếp tuyến. Các lát cắt này được nhuộm bằng thuốc 1% Safranin O trong 3 phút và sau đó ngâm rửa bằng cồn 50%, 3 lần mỗi lần 5 phút. Các lát này được gắn cố định trên lam kính, sử dụng keo Canada

balsam. Tiếp theo, cấu tạo gỗ trên ba mặt cắt được quan sát và chụp ảnh bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học BX51, Olympus, Tokyo, Nhật Bản.

#### 2.1.2. Vật liệu và thiết bị chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM)

Mẫu sử dụng cho quét SEM có kích thước L × R × T = 5 × 5 × 5 mm. Các bề mặt được cắt bằng máy cắt tiêu bản TU-213, Yamato Scientific Co., Ltd., Nhật Bản. Các mẫu gỗ được sấy khô kiệt trong máy đông khô chân không trong 2 ngày. Sau đó, các mẫu quan sát được phủ Bạch kim bằng máy phủ tự động JFC-1600, JEOL, Nhật Bản ở điện áp 30 mA trong 90 giây. Cấu tạo hiển vi của gỗ trên ba mặt cắt được quan sát trên kính hiển vi điện tử quét (JSM- 7800F prime, JEOL, Nhật Bản) được vận hành ở 1,5 kV.

#### 2.1.3. Vật liệu và thiết bị nghiên cứu hình thái học sợi gỗ

Các mẫu được chế dộc thớ thành những miếng nhỏ bằng que diêm (dài 1 - 2 cm). Sau đó, đổ dung dịch HNO<sub>3</sub> vừa ngập mẫu và thêm vào vài hạt muối KCl. Hơ ống nghiệm trên ngọn lửa đèn cồn đặt trong tủ hút, lắc đều đến khi khí trắng thoát ra và mảnh vụn gỗ chuyển màu trắng. Đổ nước cất vào, để mẫu lắng xuống, gạn sạch nước và tiếp tục lặp lại thao tác 3 lần. Đổ còn 90% vào để kết thúc công việc phân ly sợi. Lấy phần mẫu còn nguyên vẹn để đưa lên lam kính. Dùng kim nhỏ để tách các thành phần sợi gỗ. Dùng glycerin để phủ lên bề mặt mẫu trên lam kính và đưa vào kính hiển vi. 25 sợi được chọn ngẫu nhiên để chụp ảnh và đo lường.

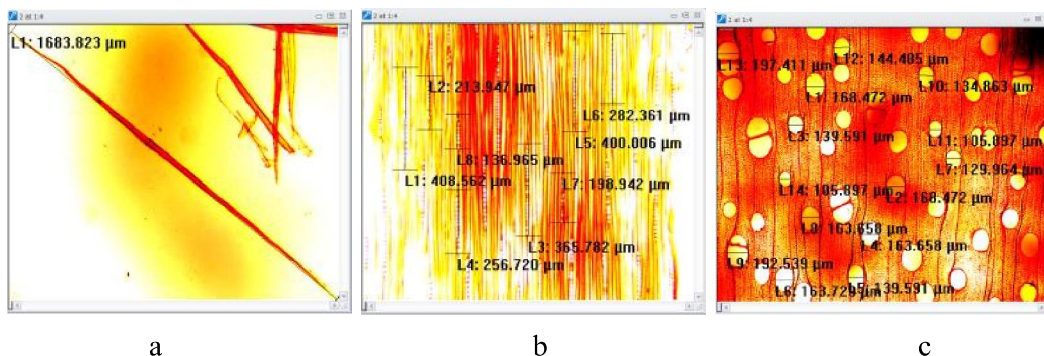
Các thiết bị chính: Kính hiển vi Olympus BX 41 gắn các vật kính từ 4x đến 100x kèm theo máy ảnh Paxcam 5+; máy cắt lát Microm HM 440E có thể cắt lát có độ dày 1 - 100 μm. Ngoài việc để nghiên cứu hình thái sợi gỗ, các thiết bị này còn được sử dụng để quan sát và chụp thêm ảnh khi mô tả các cấu tạo hiển vi khác.

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.2.1. Phương pháp xác định đặc điểm cấu tạo hiển vi**

Mô tả cấu tạo gỗ theo Danh sách các đặc điểm cấu tạo hiển vi để nhận dạng gỗ cây lá rộng

của Hội Giải phẫu gỗ quốc tế (IAWA International Association of Wood Anatomists) (Wheeler *et al.*, 1989). Sử dụng phần mềm Pax-it2 của Mỹ được sử dụng để đo đếm xác định kích thước, số lượng các tế bào (hình 1).



**Hình 1.** Một kết quả đo kích thước sợi gỗ (a), tia gỗ (b) và lỗ mạch (c) sợi gỗ bằng Pax-it2

**2.2.2. Phương pháp xác định độ rỗng ruột tế bào sợi gỗ và lỗ mạch**

Khi đo độ rỗng, ảnh OM được cắt trên máy tính thành ảnh nhỏ hơn để chỉ chứa sợi gỗ hoặc chỉ chứa lỗ mạch (hình 2-a). Sử dụng phần mềm ImageJ để đo diện tích các khoảng trống trên ảnh. Các lỗ rỗng của ruột tế bào được phần mềm ImageJ lọc tách riêng trên ảnh (hình 2-b) và tự tính diện tích (hình 2-c). Từ đó, độ rỗng ruột tế bào sợi gỗ, lỗ mạch và tổng độ rỗng được tính theo các công thức mà Perré (2005) và Redman (2017) đã sử dụng như ở dưới đây:

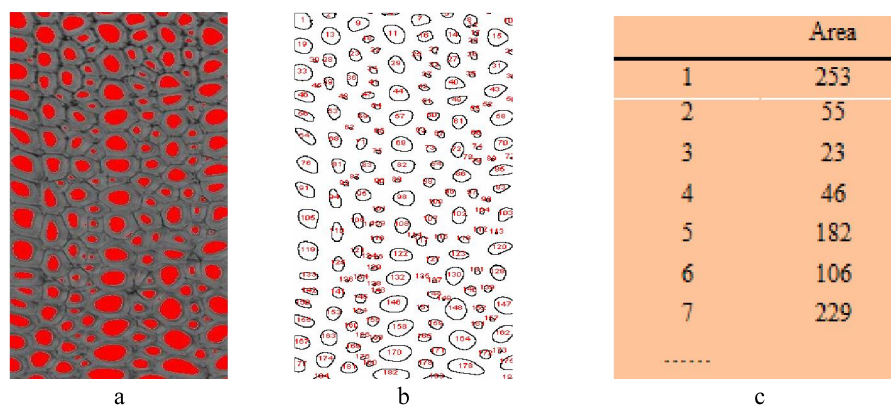
$$\varphi = \frac{\sum_{j=1}^n A_j}{A_i} \times 100$$

Trong đó:

- $\varphi$  - Độ rỗng ruột tế bào sợi gỗ hoặc lỗ mạch (%);
- $A_j$  - Diện tích lỗ rỗng ruột tế bào sợi gỗ hoặc lỗ mạch thứ j (pixel<sup>2</sup>); n là số lỗ rỗng;
- $A_i$  - Diện tích ảnh sợi gỗ hoặc lỗ mạch đem đo (pixel<sup>2</sup>);

$$\varphi_t = \varphi_f + \left(1 - \frac{\varphi_f}{100}\right) \varphi_v$$

- Trong đó:  $\varphi_t$  - Tổng độ rỗng của gỗ (%);
- $\varphi_f$  - Độ rỗng ruột tế bào sợi gỗ (%);
- $\varphi_v$  - Độ rỗng ruột tế bào mạch gỗ (%).



**Hình 2.** Ảnh mô tả xác định độ rỗng

- a - Ảnh cắt ra từ ảnh OM mặt cắt ngang sợi gỗ;
- b - Đường viền quanh lỗ rỗng được ImageJ tự động lọc;
- c - Một trong các kết quả đo diện tích các lỗ rỗng được ImageJ trích xuất.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

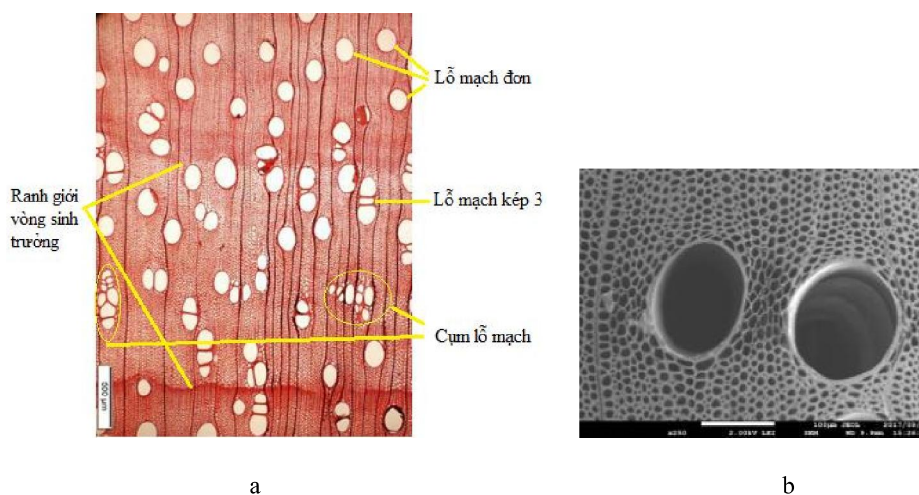
#### 3.1. Cấu tạo hiển vi

Kết quả đánh giá cấu trúc hiển vi bằng trực quan cho thấy kích thước các tế bào và lỗ thông ngang nằm trong phạm vi của kết quả trước đây đã công bố (Sahri *et al.*, 1993; Richter and Dallwitz, 2000; Andianto *et al.*, 2020). Các đặc điểm cấu tạo hiển vi chi tiết như sau:

#### Lỗ mạch:

- Hình thức phân bố: Mạch phân tán (hình 3-a). Trên mặt cắt ngang, các lỗ mạch trải khắp

vòng sinh trưởng. Walker (2006) cho rằng gỗ sớm của những loài gỗ có mạch vòng thường có tính thấm dẫn cao hơn gỗ sớm của các loài gỗ có mạch phân tán do đường kính của các lỗ mạch phần gỗ sớm trong mạch vòng có đường kính lớn hơn phần gỗ muộn. Như vậy, hình thức mạch phân tán trong gỗ Keo tai tượng sẽ hạn chế được sự chênh lệch ẩm giữa phần gỗ sớm và phần gỗ muộn cũng như sự chênh lệch ẩm trên toàn bộ phần gỗ lõi theo hướng xuyên tâm.



**Hình 3.** Lỗ mạch trên mặt cắt ngang

a - Ảnh OM × 20 lần mô tả lỗ mạch phân tán đều khắp trong vòng sinh trưởng;

b - Ảnh SEM × 250 lần mô tả vách tế bào lỗ mạch không có cấu tạo xoắn ốc

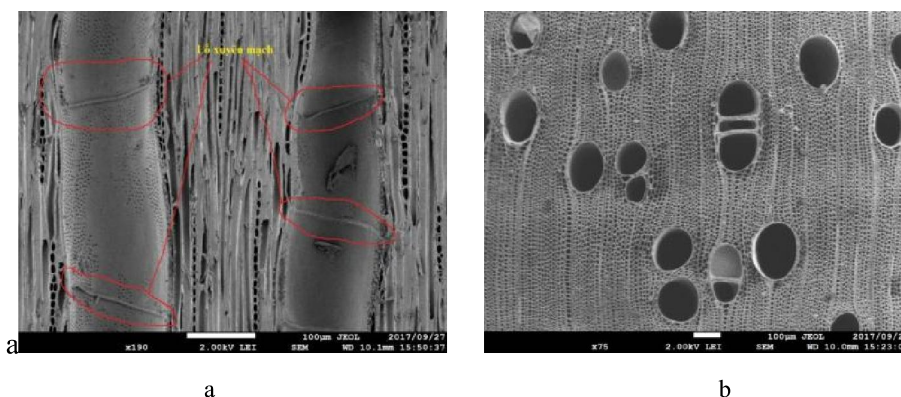
- Hình thức tụ hợp: không sắp xếp theo một kiểu đồng nhất, thường có mạch đơn, mạch kép, chủ yếu mạch kép 2 và kép 3, ít xuất hiện mạch kép 4 trở lên, đôi khi có cụm (nhóm) lỗ mạch (hình 3-a). Điều này làm cho sự vận chuyển ẩm theo chiều dọc thớ trong gỗ Keo tai tượng là dễ dàng hơn so với các loài gỗ chỉ có mạch đơn với đường kính lỗ mạch tương đương vì cùng một lượng ẩm, nó có thể đi theo 2-3 đường (2-3 lỗ mạch) trong các lỗ mạch kép hoặc nhóm.

- Hình dạng lỗ mạch thường là hình trứng, ô van hoặc hình tròn. Vách tế bào không có cấu

tạo xoắn ốc (hình 3-b). Đặc điểm này giúp giảm co rút theo chiều dọc thớ nhưng gia tăng co rút theo chiều ngang thớ khi so với các loài gỗ có cấu tạo vách tế bào xoắn ốc khi chưa tính đến các đặc điểm cấu tạo khác (Walker, 2006). Lỗ mạch có kích thước trung bình, đường kính theo hướng tiếp tuyến là 88 - 200 μm, số lượng 5 - 8 lỗ/mm<sup>2</sup>, một số rất ít có đường kính 35 - 40 μm. Đường kính lỗ mạch nhỏ hơn so với gỗ Tếch (*Tectona grandis* L.) (tới 270 μm) (Richter and Dallwitz, 2000) có thể là một trong các lý do khiến gỗ Keo tai tượng sấy chậm hơn.

- Hình 4 cho thấy lỗ xuyên mạch đơn, không có màng ngăn, gần như mở hoàn toàn. Chỉ có gờ thấp 2 - 3  $\mu\text{m}$  (hình 4-a). Trong lỗ mạch đôi khi

xuất hiện chất tích tụ (hình 4-b) nhưng không có thể bít. Cấu tạo này cho thấy nước vận chuyển theo chiều dọc mạch gỗ ít bị cản trở.

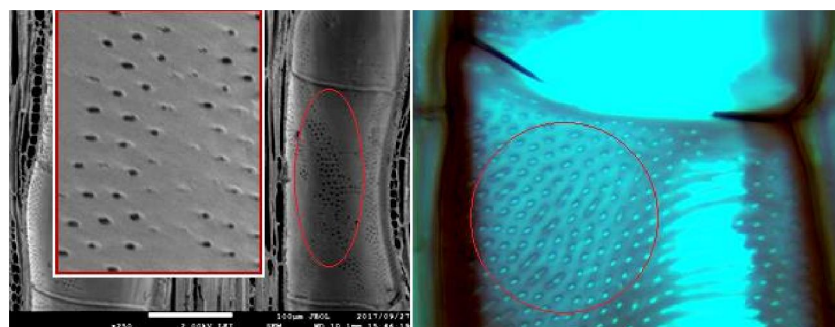


**Hình 4.** Lỗ mạch trên mặt cắt tiếp tuyến và mặt cắt ngang

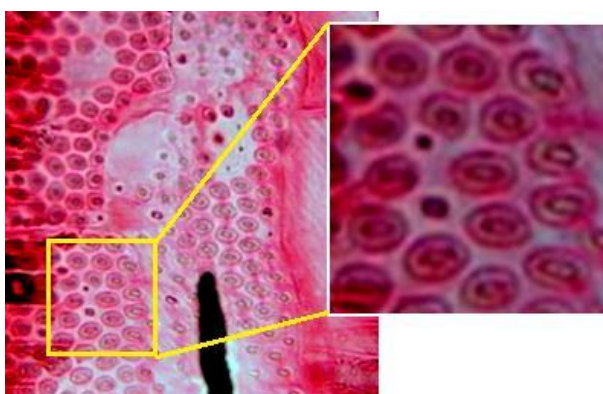
a - Ảnh SEM  $\times 190$  lần mô tả lỗ xuyên mạch; b - Ảnh SEM  $\times 75$  lần mô tả chất tích tụ

- Lỗ thông ngang giữa các mạch là lỗ thông ngang có vành (hình 5). Lỗ thông ngang giữa mạch với tế bào mô mềm dọc hoặc tia gỗ là lỗ thông ngang nửa có vành đến có vành (hình 6). Tất cả chúng được xếp so le, không xếp thành

hàng, thành tầng, có đường kính trung bình 6 - 9  $\mu\text{m}$ . Các lỗ thông ngang này là đường nối cho quá trình vận chuyển ẩm giữa lỗ mạch và các tế bào lân cận được dễ dàng hơn (Stamm, 1967a; Siau, 1984; Walker, 2006).

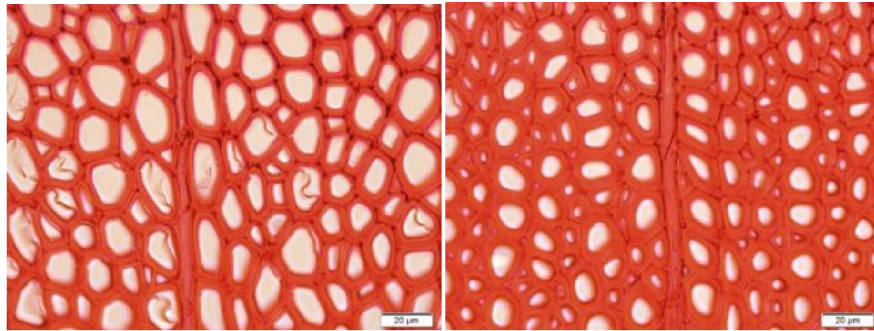


**Hình 5.** Lỗ thông ngang trên vách giữa các lỗ mạch (mặt cắt tiếp tuyến)



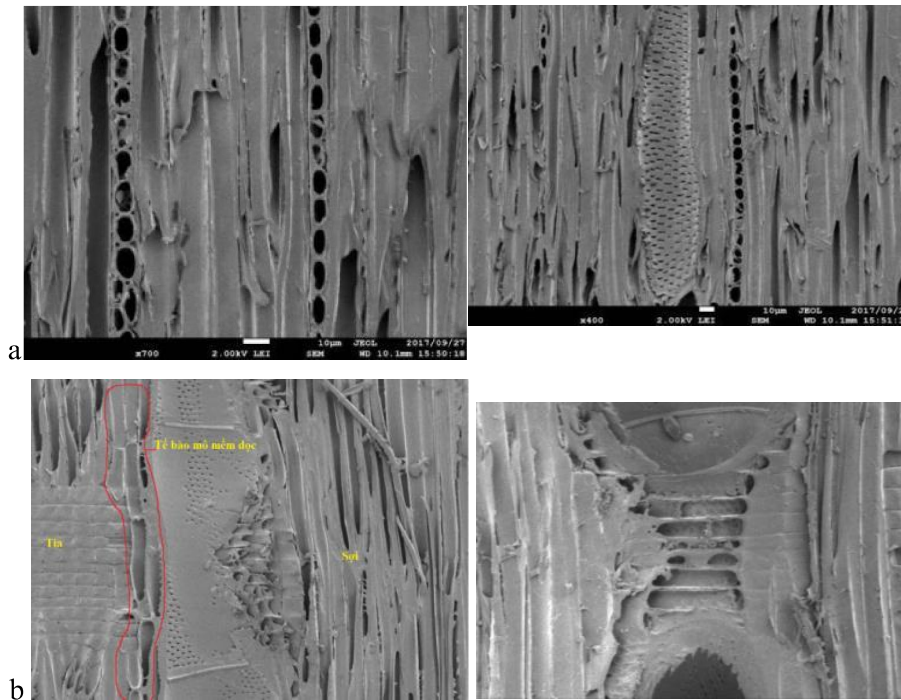
**Hình 6.** Lỗ thông ngang giữa mạch và tia có màng treo (mặt cắt xuyên tâm)

**Sợi gỗ:**



**Hình 7.** Ảnh OM × 400 lần quan sát sợi gỗ trên mặt cắt ngang

- Tế bào sợi gỗ hình đa giác trên mặt cắt ngang (hình 7). Hai đầu sợi gỗ nhọn, không tù (hình 8-a,b). Không có màng giữa các tế bào sợi gỗ (hình 7), ít nhiều tạo điều kiện thuận lợi cho dòng vận chuyển ẩm theo chiều ngang giữa các sợi.

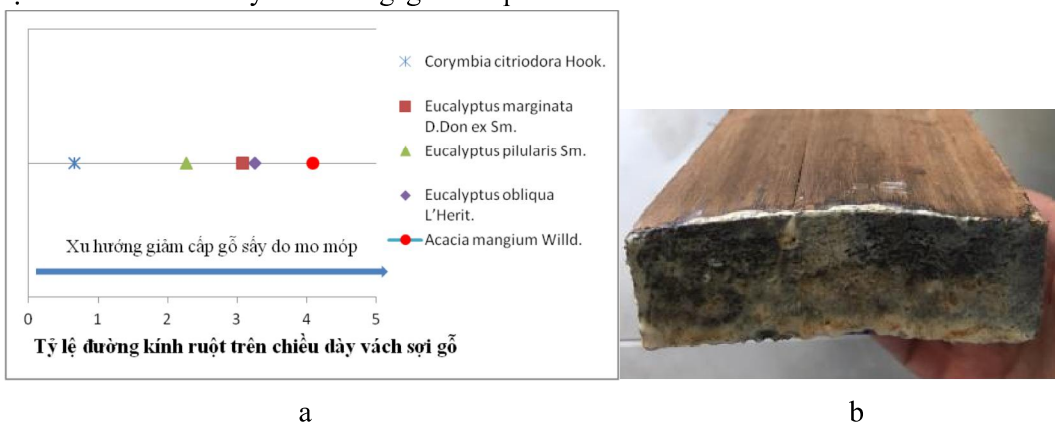


**Hình 8.** Các ảnh mặt cắt xuyên tâm và tiếp tuyến quan sát sợi gỗ, tia gỗ và tế bào mô mềm  
a - SEM tiếp tuyến × 700 và 400 lần; b - SEM tiếp tuyến × 270 và 370 lần

- Tế bào sợi gỗ có vách dày  $3,15 \pm 0,13 \mu\text{m}$ , đường kính  $18,80 \pm 0,63 \mu\text{m}$ , đường kính ruột  $12,88 \pm 0,66 \mu\text{m}$ , chiều dài  $1.203,05 \pm 68,53 \mu\text{m}$ .
- Tỷ lệ giữa đường kính ruột ( $D_{\text{rl}}$ ) và độ dày vách tế bào sợi gỗ ( $T_{\text{fw}}$ ) là  $D_{\text{rl}}/T_{\text{fw}} = 4,09$ . Khi so sánh với tỷ lệ này ở gỗ Bạch đàn chanh của Úc (*Corymbia citriodora* Hook.) (0,66) (Redman, 2017), gỗ Keo tai tượng cao hơn 6,2 lần và tỷ lệ ở các loài Bạch đàn úc khác (Redman, 2017) gồm *E. obliqua* L’Herit. (3,25), *E. pilularis* Sm. (2,27), *E. marginata*

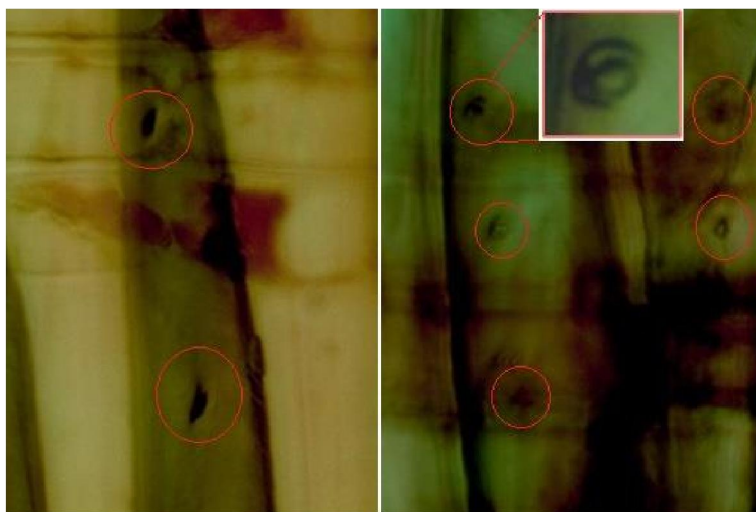
D.Don ex Sm. (3,08), cao hơn 1,3 - 1,8 lần. Sự chênh lệch lớn về tỷ lệ này của gỗ Keo tai tượng so với các loài gỗ bạch đàn đồng nghĩa với vách tế bào sợi gỗ Keo tai tượng mỏng hơn nhiều. Đây là lý do dẫn đến mức độ mo móp (collapse) của gỗ Keo tai tượng là rất lớn. Kết quả nghiên cứu của Redman (2017) về các loài gỗ Bạch đàn úc cho thấy xu hướng giảm cấp

chất lượng gỗ sấy do mo móp là tăng dần khi  $D_{fl}/T_{fw}$  tăng. Đồ thị hình 9-a là sự kết hợp kết quả nghiên cứu 04 loài gỗ Bạch đàn úc và gỗ Keo tai tượng, thể hiện xu hướng này một cách rõ ràng. Gỗ bị mo móp như hình 9-b được gặp rất nhiều trong các nghiên cứu và thực tế sản xuất về sấy gỗ Keo tai tượng.



**Hình 9.** Xu hướng giảm cấp chất lượng gỗ sấy do mo móp theo tỷ lệ  $D_{fl}/T_{fw}$

a - Xu hướng giảm cấp do mo móp tăng dần theo sự tăng tỷ lệ  $D_{fl}/T_{fw}$ ;  
 b - Hình ảnh gỗ Keo tai tượng bị mo móp khi sấy



**Hình 10.** Hình ảnh lỗ thông ngang của sợi gỗ (trên mặt cắt xuyên tâm)

- Lỗ thông ngang trên sợi gỗ chủ yếu nằm ở vách xuyên tâm (không thấy ở vách tiếp tuyến), thường ở nơi tiếp xúc giữa sợi và tia gỗ, số lượng ít, là những lỗ thông ngang đơn, nửa có vành đến có vành (hình 10), có đường kính 2 - 4  $\mu$ m. Như phân tích ở trên, lỗ thông

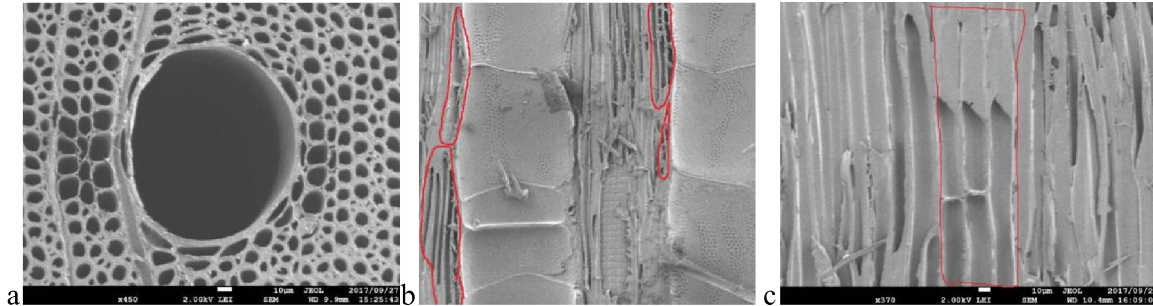
ngang này có vai trò quan trọng để ẩm vận chuyển ngang thớ theo chiều tiếp tuyến và cũng có vai trò trong việc cân bằng tốc độ vận chuyển ẩm giữa chiều xuyên tâm và chiều tiếp tuyến (Siau, 1984; Walker, 2006).



**Tế bào mô mềm dọc:**

- Tế bào mô mềm dọc vây quanh lỗ mạch trên mặt cắt ngang kín, hình tròn hoặc không kín (hình 11-a,b) làm cho khả năng vận chuyển

nước theo chiều ngang thứ trong gỗ Keo tai tượng kém hơn so với các loài gỗ có tế bào mô mềm dọc liên kết lỗ mạch thành dài rộng/hẹp (Walker, 2006).

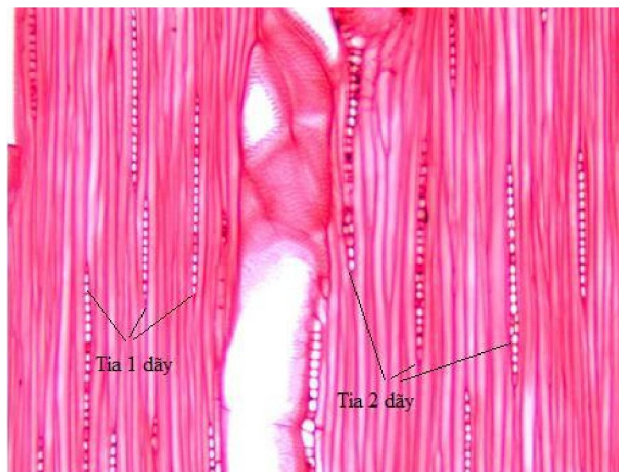


Hình 11. Các ảnh mặt cắt ngang và xuyên tâm quan sát tế bào mô mềm  
a - SEM cắt ngang  $\times 100$  và  $450$  lần; b - SEM xuyên tâm  $\times 100$  lần; c - SEM  $\times 370$  lần

- Ngoài ra tế bào mô mềm dọc còn phân tán nằm rải rác cùng sợi gỗ (hình 11-c). Đây có thể là các vị trí khởi nguồn của các vết nứt khi sấy.  
- Tế bào mô mềm dọc nối với nhau thành dây với số lượng 2 - 4 tế bào/dây. Vai trò vận chuyển ẩm bằng thẩm dẫn của tế bào mô mềm

dọc, giống như tia gỗ, gần như là không có nên không ảnh hưởng nhiều đến tốc độ sấy, nhưng có thể là khởi nguồn của các vết nứt khi sấy (Siau, 1984).

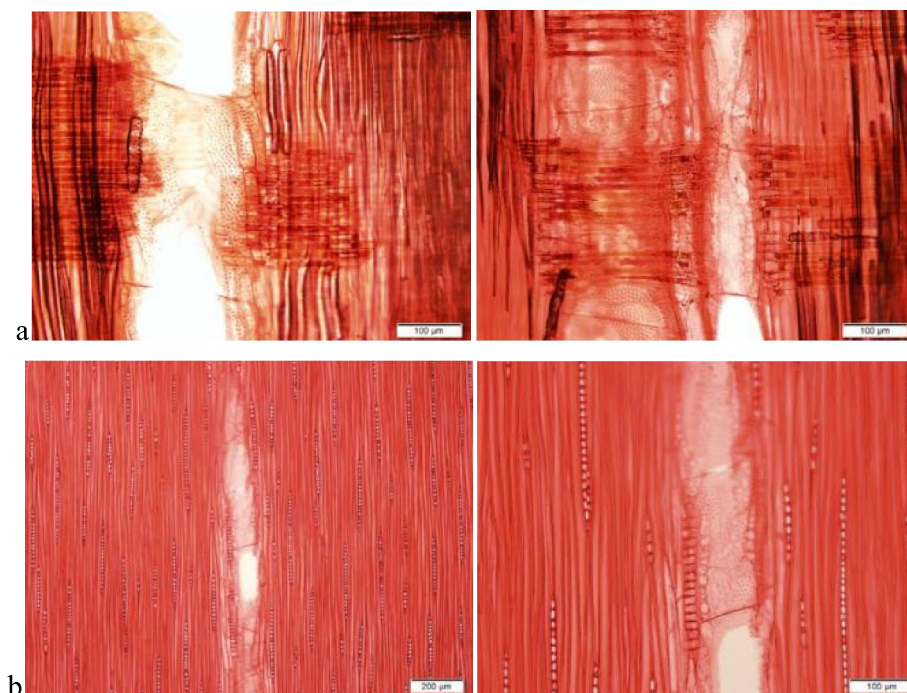
**Tia gỗ:**



Hình 12. Tia gỗ trên mặt cắt tiếp tuyến

- Tia gỗ chủ yếu là tia 1 dây và ít tia 2 dây. Vị trí 2 dây không rộng hơn vị trí 1 dây quá nhiều (hình 12). Quan sát trên mặt cắt tiếp tuyến thấy rõ tia phân bố không theo quy tắc, tương đối đều khắp.

- Chiều cao tia gỗ là 100 - 300  $\mu\text{m}$  và có tia gỗ cao 500  $\mu\text{m}$ . Chiều rộng tia gỗ là 5 - 12  $\mu\text{m}$ . Theo chiều cao, tia gỗ có 4 - 21 tế bào và có thể lên tới 30 tế bào. Tia gỗ, không xếp thành hàng, thành tầng, các tế bào mô mềm trong tia gỗ vẫn là các viên trụ nối nhau qua một vách ngăn (hình 8, 13).



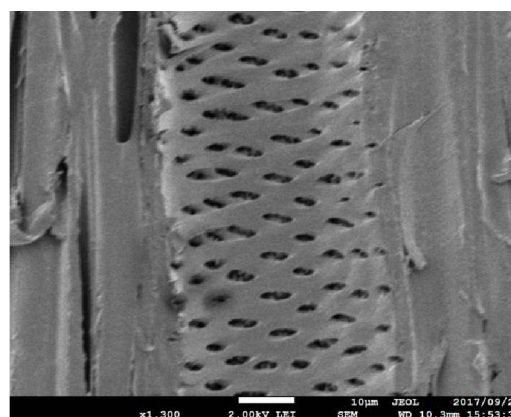
**Hình 13.** Các ảnh OM mặt cắt dọc thờ quan sát tia gỗ

a - Xuyên tâm  $\times 100$  lần; b - Tiếp tuyến  $\times 40$  lần

- Các nghiên cứu trước đây cho rằng, mặc dù tia gỗ chiếm thể tích lớn trong gỗ lá rộng, nhưng vai trò của nó trong quá trình vận chuyển ẩm theo chiều xuyên tâm là không nhiều, được coi như bằng với vai trò của lỗ thông ngang giữa tia gỗ và sợi gỗ ở mặt cắt xuyên tâm cho quá trình vận chuyển ẩm theo chiều tiếp tuyến (Siau, 1984). Giống như tế bào mô mềm dọc, tia gỗ trong gỗ lõi là nơi lưu trữ các chất tích tụ và tinh thể sau quá trình vận chuyển chất dinh dưỡng cũng như quá trình phân sinh tế bào (Siau, 1984). Sự vận chuyển nước theo chiều dọc giữa hai tế bào mô mềm và giữa hai tế bào tia gỗ phải qua lớp vách ngăn lớn là khó khăn (Walker, 2006). Tế bào tia gỗ được nhìn thấy rõ trên mặt cắt xuyên tâm thường có chất tích tụ màu nâu đỏ (hình 15). Đó có thể là các lý do làm cho cấu tạo tia gỗ Keo tai tượng không có nhiều vai trò trong quá trình vận chuyển ẩm khi sấy. Tuy nhiên, do thành phần là các tế bào mô mềm dễ bị nứt vỡ và dễ co rút, nên kích thước, hình dạng, và cách sắp xếp tia gỗ là cơ sở để giải thích sự ảnh hưởng đến mức độ nứt vỡ và

chênh lệch co rút giữa chiều xuyên tâm và tiếp tuyến của gỗ sấy.

#### Lỗ thông ngang:

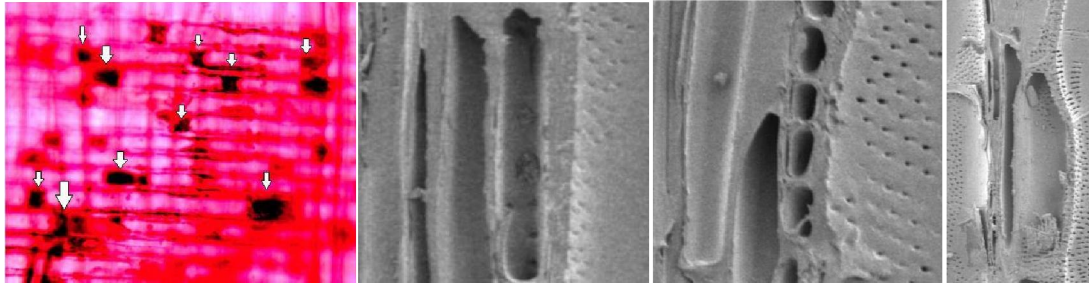


**Hình 14.** Màng lỗ thông ngang không có nút

Tất cả màng lỗ thông ngang trên các tế bào gỗ Keo tai tượng đều không có nút mà được cấu tạo từ các dải vi sợi xếp ngẫu nhiên, liên tục từ lớp sơ cấp của vách tế bào (hình 14). Như đa số các loài gỗ lá rộng khác, mặc dù màng lỗ thông ngang không mở rõ ràng như những dải vi sợi

trong màng treo của gỗ lá kim, nhưng có nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy lỗ mở trên màng lỗ thông ngang luôn tồn tại. Cấu tạo này của màng lỗ thông ngang làm cho chênh lệch hệ số thấm dẫn giữa gỗ sớm và gỗ muộn (thường tồn tại ở gỗ lá kim do hiện tượng đóng lỗ thông

ngang ở gỗ muộn) là không có (Siau, 1984). Cùng với cấu tạo mạch phân tán, đây là một ưu điểm để hạn chế được sự chênh lệch ẩm giữa phần gỗ sớm và gỗ muộn trong 1 vòng năm cũng như trong toàn bộ các phần gỗ theo hướng xuyên tâm của gỗ Keo tai tượng.



**Hình 15.** Chất tích tụ trong tia gỗ (a), và tinh thể trong tế bào mô mềm (b)

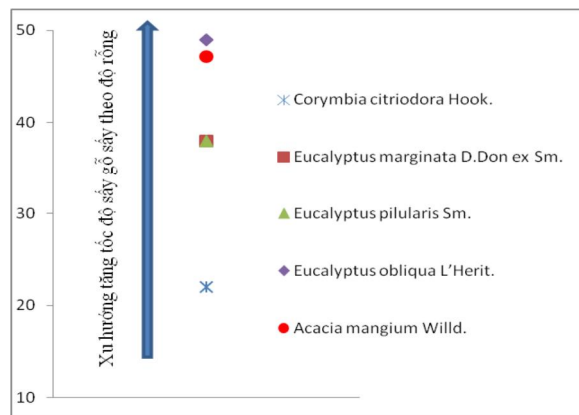
**Các chất chứa trong gỗ:** Gỗ không có nhựa, tế bào tinh dầu, tế bào nhớt; không có ống dẫn nhựa dọc/ngang; không có silica. Trong ống mạch không có thể bít. Chất tích tụ màu nâu đỏ có thấy trong ống mạch và trong tia gỗ (hình 4-

b, hình 15-a). Có tinh thể hình lăng trụ nằm trong tế bào mô mềm dọc (hình 15-b). Các loại chất tích tụ và tinh thể này là điều khẳng định lại khả năng thấm dẫn kém của tế bào mô mềm dọc và tia gỗ.

**3.2. Độ rỗng**

**Bảng 1.** Độ rỗng của gỗ xác định trên các mẫu ảnh

	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Sai số (±)
Độ rỗng ruột tế bào sợi gỗ (%)	37,06	11,21	3,96
Độ rỗng ruột tế bào mạch (%)	16,03	3,88	1,23
Tổng độ rỗng (%)	47,15		



**Hình 16.** Xu hướng tăng tốc độ sấy theo độ rỗng (%)

Nguồn số liệu các loài gỗ Bạch đàn ở Úc: Redman (2017)

Bảng 1 và hình 16 là kết quả đo độ rỗng của ruột tế bào sợi gỗ, mạch và tổng độ rỗng của gỗ Keo tai tượng thông qua các ảnh chụp SEM và OM sử dụng phần mềm ImageJ và xu hướng tăng dần tốc độ sấy theo độ rỗng khi so sánh với một số loài gỗ bạch đàn trong nghiên cứu của Redman (2017) Độ rỗng của gỗ Keo tai tượng gần tương đương với độ rỗng của gỗ Bạch đàn (*Eucalyptus obliqua* L'Herit.), loài gỗ được trồng phổ biến ở Úc có tên phổ thông là Messmate, có khối lượng riêng cơ bản  $489 \text{ kg/m}^3$ . Độ rỗng sợi gỗ Keo tai tượng  $37,06 \pm 3,96\%$  là tương đương, độ rỗng lỗ mạch  $16,03 \pm 1,23\%$  và tổng độ rỗng  $47,15\%$  nhỏ hơn 2-3%. Tương ứng với đó, khối lượng riêng cơ bản cũng tương đương. Khi so sánh với các loài gỗ bạch đàn khác đã công bố (Redman, 2017) bao gồm *Corymbia citriodora* Hook., *Eucalyptus pilularis* Sm., *Eucalyptus marginata* D.Don ex Sm. thì độ rỗng của gỗ Keo tai tượng đều lớn hơn nhiều, tương ứng khối lượng riêng cơ bản là thấp hơn. Nghiên cứu của Redman (2017) cho thấy tốc độ sấy của gỗ, khi không tính đến các yếu tố khác, có xu hướng tăng theo độ rỗng vì gỗ càng rỗng thì chuyển ẩm càng nhanh. Khi so sánh độ rỗng của gỗ Keo tai tượng với các loài gỗ trong nghiên cứu đó thì có thể dự đoán rằng, ở cùng một điều kiện sấy và bỏ qua các yếu tố cấu tạo khác, gỗ Keo tai tượng có tốc độ sấy tương đương với gỗ Bạch đàn (*Eucalyptus obliqua* L'Herit.). Kết quả này là một đặc điểm quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ sấy của gỗ và là một trong các cơ sở để giải thích tốc độ sấy của gỗ Keo tai tượng khi so sánh với các loài gỗ khác.

#### IV. KẾT LUẬN

Một số đặc điểm cấu tạo hiển vi của gỗ Keo tai tượng đã được xác định để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến khả năng vận chuyển ẩm và mức độ khuyết tật khi sấy, cụ thể như sau:

- Lỗ mạch phân tán hạn chế được sự chênh lệch ẩm giữa phần gỗ sớm và phần gỗ muộn và sự chênh lệch ẩm trên toàn bộ phần gỗ lõi theo hướng xuyên tâm; thường có mạch đơn, kép 2, kép 3 và đôi khi tụ hợp thành nhóm làm sự vận chuyển ẩm theo chiều dọc trở dễ dàng; vách tế bào không có cấu tạo xoắn ốc có thể làm co rút dọc trở thấp hơn, ngang trở cao hơn so với các loài có vách tế bào cấu tạo xoắn ốc. Lỗ xuyên mạch đơn, không có màng ngăn, gần như mở hoàn toàn, không cản trở đường nước vận chuyển theo chiều dọc trở.

- Sợi gỗ không có màng giữa 2 tế bào là điều kiện thuận lợi cho dòng vận chuyển ẩm theo chiều ngang. Tỷ lệ giữa đường kính ruột và chiều dày vách là 4,09 cho thấy vách tế bào sợi gỗ mỏng, là lý do dẫn đến mức độ mốp khi sấy lớn.

- Tế bào mô mềm dọc vây quanh lỗ mạch trên mặt cắt ngang kín, hình tròn hoặc không kín làm khả năng vận chuyển ẩm ngang trở kém hơn các loài gỗ có hình thức phân bố liên kết lỗ mạch thành dải. Ngoài ra, chúng còn phân tán rải rác cùng sợi gỗ.

- Tia gỗ và tế bào mô mềm dọc không ảnh hưởng nhiều đến quá trình thấm dẫn khi sấy, nhưng là một cơ sở để giải thích sự nứt vỡ vì chúng thường là vị trí khởi nguồn của các vết nứt. Tia gỗ cũng là lý do gây nên chênh lệch co rút giữa chiều xuyên tâm và tiếp tuyến của gỗ sấy.

- Lỗ thông ngang giữa các mạch là có vành, giữa mạch với tế bào mô mềm dọc hoặc tia gỗ là nửa có vành đến có vành. Đây là đường nối cho quá trình vận chuyển ẩm giữa lỗ mạch và các tế bào lân cận được dễ dàng hơn. Lỗ thông ngang trên sợi gỗ chủ yếu nằm ở vách xuyên tâm ở nơi tiếp xúc với tia gỗ, số lượng ít, đơn, nửa có vành đến có vành, đường kính nhỏ hơn lỗ thông ngang trên mạch gỗ, có vai trò quan trọng để ẩm vận chuyển theo chiều tiếp tuyến. Màng lỗ thông ngang trên các tế bào đều không có nút mà được cấu tạo từ các dải vi sợi với

nhiều lỗ mở làm chênh lệch thấm dẫn giữa gỗ sớm và gỗ muộn là không có.

- Có chất tích tụ màu nâu đỏ trong ống mạch và trong tia gỗ; có tinh thể hình lăng trụ nằm trong tế bào mô mềm dọc. Đây là những yếu tố làm cản trở quá trình vận chuyển ẩm trong ống mạch, tia gỗ và tế bào mô mềm.

Nghiên cứu cũng xác định được độ rỗng của ruột tế bào sợi gỗ, lỗ mạch và tổng độ rỗng, lần lượt là  $37,06 \pm 3,96\%$ ,  $16,03 \pm 1,23\%$  và  $47,15\%$ . Đây là một đặc điểm được sử dụng để giải thích tốc độ sấy của gỗ Keo tai tượng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Andianto, Yuniarti, K., Saputra, N., Saputra, I., 2020. Fiber dimension and anatomy of *Acacia mangium* wood from two mother trees. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, p. 012020.
2. Harris, J.M., 1989. Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation. Springer, Berlin, Heidelberg.
3. Kauman, W.G., 1964. Cell collapse in wood-Part I: Process variables and collapse recovery. Eur. J. Wood Prod. 22, 183-196.
4. Keey, R.B., Langrish, T.A.G., Walker, J.C.F., 2000. Kiln-Drying of Lumber. Springer series in wood science, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
5. Perré, P., 2005. Meshpore: A Software Able to Apply Image-Based Meshing Techniques to Anisotropic and Heterogeneous Porous Media. Dry. Technol. 23, 1993-2006.
6. Redman, A.L., 2017. Modelling of vacuum drying of Australian hardwood species. Science and Engineering Faculty. Queensland University of Technology, Brisbane, Australia, p. 235.
7. Richter, H.G., Dallwitz, M.J., 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Truy cập ngày 9/4/2019, tại trang web <https://www.delta-intkey.com/wood/en/www/vertegra.htm>.
8. Sahri, M.H., Ibrahim, F.H., Shukor, N.A.A., 1993. Anatomy of *Acacia mangium* Grown in Malaysia. IAWA J 14, 245-251.
9. Siau, J.F., 1984. Transport Process in Wood. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
10. Stamm, A.J., 1967a. Movement of fluids in wood - Part I: Flow of fluids in wood. Wood Sci. Technol. 1, 122-141.
11. Stamm, A.J., 1967b. Movement of fluids in wood - Part II: Diffusion. Wood Sci. Technol. 1, 205-230.
12. Walker, J.C.F., 2006. Primary wood processing: Principles and practice. Springer-Dordrecht, The Netherlands.
13. Wheeler, E.A., Baas, P., Gasson, P.E., 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. National Herbarium of the Netherlands, Leiden

**Email tác giả liên hệ:** hatienmanhfsiv@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 13/04/2021

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 22/04/2021

**Ngày duyệt đăng:** 27/04/2021