

# TƯƠNG QUAN GIỮA KHỐI LƯỢNG RIÊNG VÀ VẬN TỐC TRUYỀN SÓNG ỨNG SUẤT VỚI MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA GỖ Ở 06 DÒNG BẠCH ĐÀN

Dương Văn Đoàn<sup>1\*</sup>, Đỗ Hoàng Chung<sup>1</sup>, Ngô Thị Hiền<sup>1</sup>, Vũ Thị Thanh Hòa<sup>1</sup>, Phạm Văn Trung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên

<sup>2</sup>Ban quản lý rừng đặc dụng, phòng hộ tỉnh Thái Nguyên

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.3.120-126>

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện để kiểm tra khả năng dự đoán mô đun đàn hồi uốn tĩnh (MOE) và độ bền uốn tĩnh (MOR) thông qua các giá trị vận tốc truyền sóng ứng suất ( $SWV_L$ ) và khối lượng riêng ( $KLR_L$ ) đo trên các khúc gỗ ở 06 dòng Bạch đàn (UP54, UP95, UP99, U892, U1427 và PN14) được trồng khảo nghiệm bởi Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam năm 2014 tại Quảng Trị. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra có tương quan rõ ràng giữa  $SWV_L$  với MOE và MOR khi hệ số xác định ( $R^2$ ) lần lượt là 0,57 và 0,51. Trong khi đó giá trị khối lượng riêng đo trên khúc gỗ không phải là một chỉ số tốt để dự đoán các tính chất cơ học khi không có tương quan được tìm thấy giữa  $KLR_L$  với MOE và MOR. Khi hai chỉ số  $SWV_L$  và  $KLR_L$  được kết hợp với nhau thông qua giá trị mô đun đàn hồi uốn tĩnh động lực học ( $E_L$ ) thì tương quan giữa  $E_L$  với MOR đã tăng lên 10% so với khi chỉ dùng một chỉ số  $SWV_L$ , trong khi tương quan với MOE là không thay đổi. Kết quả nghiên cứu gợi ý rằng, công nghệ sóng ứng suất đo trên các khúc gỗ có thể dự đoán được một số tính chất cơ học (MOE và MOR) gỗ Bạch đàn và sự kết hợp với giá trị khối lượng riêng có thể tăng hiệu quả dự đoán giá trị MOR.

**Từ khóa:** Bạch đàn, khối lượng riêng, khúc gỗ, MOE, MOR, sóng ứng suất.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở nước ta, loài cây được trồng rừng thuần loài cung cấp nguyên liệu gỗ chính là Keo, Bạch đàn và Thông. Theo số liệu thống kê của Tổng cục Lâm nghiệp [1] các giống Keo, Bạch đàn được công nhận chiếm 70% diện tích rừng trồng sản xuất, diện tích tương đương 1.047.042 ha. Trong những năm gần đây, Bạch đàn được phát triển khá phổ biến bởi yêu cầu về điều kiện thổ nhưỡng và khí hậu không khắc khe, ít sâu bệnh hại. Trong danh mục các loài cây trồng Lâm nghiệp chính được Bộ NN&PTNT ban hành năm 2018 [2], Bạch đàn bao gồm Bạch đàn uro (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake), Bạch đàn lai (*Eucalyptus hybrid*) và Bạch đàn camal (*Eucalyptus camaldulensis*) là 3 trong tổng số danh mục 14 loài cây trồng Lâm nghiệp chính ưu tiên cho nhóm loài cây lấy gỗ theo thông tư số 30/2018/TT-BNNPTNT. Gỗ Bạch đàn sử dụng rất đa năng từ làm bột giấy, ván ép, ván dăm, trụ cột cho đến đồ mộc gia dụng và các công trình xây dựng. Nhiều giống Bạch đàn tiến bộ kỹ thuật đã được nghiên cứu và công nhận như UP72, UP54, UP99... Tuy nhiên, các nghiên cứu giống mới chỉ tập trung vào khả năng

sinh trưởng và chống chịu sâu bệnh. Các nghiên cứu để chỉ rõ cụ thể dòng nào có ưu thế liên quan đến chất lượng gỗ để từ đó làm cơ sở đề xuất, lựa chọn được dòng có tính chất gỗ thích hợp phục vụ trồng rừng cho mục đích sản xuất vẫn còn hạn chế.

Hiện nay ở nước ta việc đánh giá chất lượng gỗ cần một quy trình rất nhiều bước công việc với nhiều nguồn lực và thời gian, như (1) Gia công mẫu, (2) Ổn định mẫu, (3) Đo và thử nghiệm trên các thiết bị chuyên dùng dưới sự vận hành của nhân viên được đào tạo bài bản, và cần nhiều thời gian, (4) Tính toán và phân tích thống kê, (5) Viết báo cáo thử nghiệm. Do đó việc ứng dụng các công nghệ cao để có thể đánh giá được chất lượng gỗ cho kết quả nhanh, chính xác và giải quyết được những hạn chế của phương pháp truyền thống là một ưu tiên. Trên thế giới, một trong những công nghệ đã và đang được sử dụng để đánh giá chất lượng gỗ là công nghệ sóng ứng suất. Đây là công nghệ không phá hủy sử dụng đặc tính truyền của sóng để xác định nhanh chất lượng gỗ ngay trên cây khi còn sống [3], hoặc cho các khúc gỗ [4] và những mẫu gỗ có kích thước nhỏ [5]. Ưu điểm của công nghệ này là cho kết quả nhanh, chi phí

Corresponding author: [duongvandoan@tuaf.edu.vn](mailto:duongvandoan@tuaf.edu.vn)

thấp, đặc biệt là không phá hủy các mẫu gỗ sau khi đo. Bên cạnh đó, một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng sự kết hợp của vận tốc truyền sóng ứng suất và giá trị khối lượng riêng có thể làm tăng khả năng dự đoán chính xác một số tính chất gỗ. Cụ thể, Van Duong & Ridley-Ellis [6] đã báo cáo hệ số xác định ( $R^2$ ) giữa giá trị MOE và vận tốc truyền sóng ứng suất là 0,23, giữa MOE và khối lượng riêng là 0,62. Khi kết hợp hai chỉ số này thì hệ số xác định với MOE đã tăng lên 0,76 ở loài Xoan ta (*Melia azedarach*).

Trong nghiên cứu của Van Duong & Schimleck năm 2022 [7], tác giả đã phân tích mối liên hệ giữa vận tốc truyền sóng ứng suất đo trên cây đứng với giá trị mô đun đàn hồi uốn tĩnh (MOE) và độ bền uốn tĩnh (MOR) đo trên các mẫu gỗ nhỏ xẻ từ các khúc gỗ tương ứng cho 06 dòng Bạch đàn. Trong nghiên cứu này,

chúng tôi sẽ phân tích mối liên hệ giữa giá trị vận tốc truyền sóng ( $SWV_L$ ) và khối lượng riêng ( $KLR_L$ ) đo trên các khúc gỗ với các giá trị MOE và MOR cho các dòng Bạch đàn. Bên cạnh đó sự kết hợp giữa hai giá trị  $SWV_L$  và  $KLR_L$  thông qua tính toán giá trị mô đun đàn hồi uốn tĩnh động lực học ( $E_L$ ) của khúc gỗ sẽ được kiểm tra xem có tăng khả năng dự đoán các tính chất cơ học so với khi sử dụng các giá trị  $SWV_L$  và  $KLR_L$  riêng rẽ.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng thí nghiệm trong nghiên cứu này là 06 các dòng Bạch đàn UP54, UP95, UP99, U892, U1427 và PN14 được trồng khảo nghiệm bởi Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam năm 2014 tại Quảng Trị ( $16^{\circ}45'56''N$  and  $107^{\circ}01'32''E$ ) (Hình 1).



Hình 1. Rừng khảo nghiệm các dòng Bạch đàn tại Quảng Trị

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tổng cộng 30 cây mẫu (5 cây ở mỗi dòng) được thu thập dựa trên một số tiêu chí cơ bản như thân thẳng, không có các biểu hiện sâu bệnh, khuyết tật. Các chỉ số sinh trưởng như đường kính tại 1,3 tính từ mặt đất (đường kính ngang ngực) và chiều cao vút ngọn được đo cho mỗi cây mẫu (Bảng 1). Một khúc gỗ dài 1m (từ 0,5 đến 1,5 m) tính từ mặt đất được cắt từ mỗi cây mẫu. Khối lượng riêng và thời gian truyền sóng của mỗi khúc gỗ được xác định 24 giờ sau khi cắt. Khối lượng riêng là tỷ số khối lượng trên thể tích mỗi khúc gỗ. Thời gian truyền sóng ứng suất theo hướng dọc thớ được đo ở mỗi

khúc gỗ bằng thiết bị Fakopp (Serial No.: FN-12/2020, Fakopp Enterprise Bt., Fenyó u.26, Hungary) như nghiên cứu của Van Duong & Matsumura năm 2018 [4]. Tín hiệu truyền được tạo ra bằng cách sử dụng búa để tác dụng một lực vào đầu truyền. Vận tốc truyền sóng ( $SWV_L$ ) là tỷ số giữa chiều dài khúc gỗ và thời gian truyền sóng. Mô đun đàn hồi uốn tĩnh của khúc gỗ ( $E_L$ ) được tính bởi công thức (1):

$$E_L = KLR_L \times SWV_L^2 \quad (1)$$

Trong đó:  $E_L$  là mô đun đàn hồi uốn tĩnh động lực học của khúc gỗ (GPa);  $KLR_L$  là khối lượng riêng của khúc gỗ ( $kg/m^3$ ); và  $SWV_L$  vận tốc sóng ứng suất dọc theo khúc gỗ (m/s).

**Bảng 1. Thông tin đường kính, chiều cao các cây mẫu của các dòng Bạch đàn**

Dòng	Loài	n	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)
UP54	<i>E. urophylla</i> × <i>E. pellita</i>	5	14,24 ± 0,88	18,81 ± 0,54
UP95	<i>E. urophylla</i> × <i>E. pellita</i>	5	15,43 ± 0,58	20,01 ± 0,38
UP99	<i>E. urophylla</i> × <i>E. pellita</i>	5	13,17 ± 0,93	18,40 ± 0,60
U892	<i>E. urophylla</i>	5	14,18 ± 1,96	18,08 ± 0,63
U1427	<i>E. urophylla</i>	5	14,06 ± 1,09	16,48 ± 0,65
PN14	<i>E. urophylla</i>	5	13,83 ± 1,18	15,23 ± 0,30

(Nguồn: Van Duong & Schimleck, 2022 [7])

Sau khi để các khúc gỗ khô trong khoảng 2 tháng, các mẫu gỗ có kích thước 20 (Xuyên tâm) × 20 (Tiếp tuyến) × 300 (Dọc thớ) mm<sup>3</sup> từ mỗi khúc gỗ được xẻ ở vị trí gần tâm và gần vỏ sau đó được để trong phòng giữ mẫu ở nhiệt độ 20°C và độ ẩm 60% đến khi đạt được khối lượng không đổi (độ ẩm sấp xỉ 12%). Các giá trị MOE và MOR của các mẫu gỗ nhỏ đo theo phương pháp phá hủy bằng thiết bị MTS QTEST/25, USA (Van Duong & Schimleck, 2022). Giá trị trung bình MOE và MOR của mỗi khúc gỗ được tính từ giá trị MOE và MOR của các mẫu gỗ nhỏ xẻ ra từ các khúc gỗ tương ứng.

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các phân tích thống kê (giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị bé nhất, lớn nhất, hệ số biến động, tương quan, phương sai) trong nghiên cứu này được thực hiện bằng phần mềm R (phiên

bản 3.2.4.). Trong đó, phân tích phương sai ANOVA được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt về giá trị KLR<sub>L</sub>, SWV<sub>L</sub>, và E<sub>L</sub> giữa 06 dòng Bạch đàn trong nghiên cứu này.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Vận tốc truyền sóng ứng suất

Bảng 2 trình bày giá trị vận tốc truyền sóng ứng suất đo trên các khúc gỗ của 06 dòng Bạch đàn và giá trị MOE và MOR đo trên các mẫu gỗ nhỏ được xẻ ra từ các dòng Bạch đàn tương ứng. Các dữ liệu này được kế thừa từ nghiên cứu của Van Duong & Schimleck [7]. Kết quả phân tích ANOVA đã chỉ ra rằng có sự khác biệt rõ ràng ( $P < 0,05$ ) giá trị SWV<sub>L</sub>, MOE và MOR giữa 06 dòng Bạch đàn khi các chỉ số này đều cao nhất ở dòng UP99 và thấp nhất ở các dòng UP54 và PN14.

**Bảng 2. Vận tốc truyền sóng ứng suất và các tính chất cơ học của các dòng Bạch đàn**

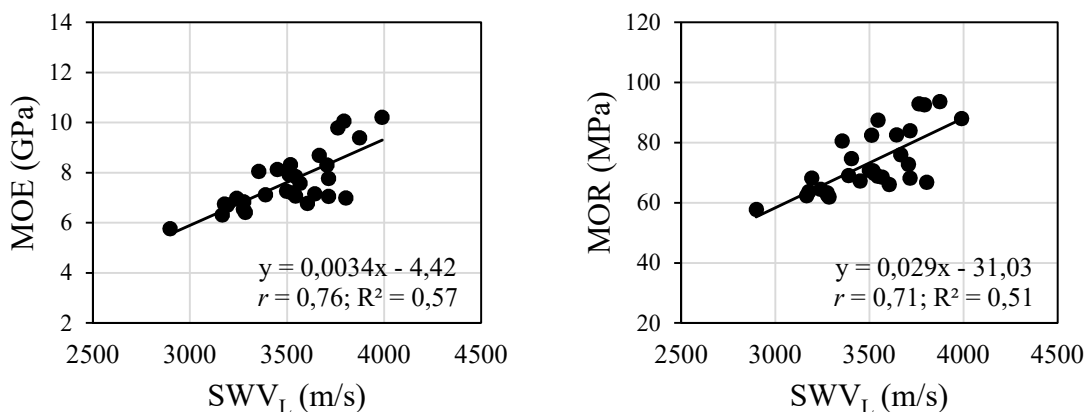
Dòng	SWV <sub>L</sub> (m/s)	MOE (GPa)	MOR (MPa)
UP54	3229 <sup>c</sup> ± 55	6,67 <sup>d</sup> ± 0,94	63,05 <sup>c</sup> ± 8,05
UP95	3569 <sup>b</sup> ± 85	7,24 <sup>bc</sup> ± 0,89	69,30 <sup>b</sup> ± 9,20
UP99	3844 <sup>a</sup> ± 91	8,98 <sup>a</sup> ± 1,65	84,98 <sup>a</sup> ± 15,15
U892	3588 <sup>b</sup> ± 106	7,97 <sup>b</sup> ± 1,17	70,73 <sup>b</sup> ± 8,00
U1427	3553 <sup>b</sup> ± 137	7,70 <sup>b</sup> ± 0,99	83,94 <sup>a</sup> ± 6,47
PN14	3231 <sup>c</sup> ± 206	6,73 <sup>cd</sup> ± 1,11	66,57 <sup>bc</sup> ± 13,11
Kết hợp	3503 ± 246	7,48 ± 1,36	72,47 ± 13,11

Ghi chú: Giá trị trung bình được theo sau bởi độ lệch chuẩn; chữ số nhỏ khác nhau sau giá trị trung bình chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở cấp độ  $P < 0,05$ .

(Nguồn: Van Duong & Schimleck, 2022 [7])

Hiện nay việc ứng dụng các công nghệ không phá hủy trong dự đoán chất lượng gỗ cho rừng trồng ngay trên cây đứng hoặc việc phân loại các khúc gỗ sau khi chặt hạ bằng các công nghệ không phá hủy đã được sử dụng khá phổ biến ở các nước phát triển trong đó có công nghệ sóng ứng suất. Kết quả nghiên cứu này đã chỉ ra rằng vận tốc truyền sóng ứng suất có tương quan

đương khá cao với các tính chất cơ học. Cụ thể hệ số xác định giữa SWV<sub>L</sub> và MOE là 0,57 và giữa SWV<sub>L</sub> và MOR là 0,51 (Hình 2). Điều này chỉ ra rằng: nếu vận tốc truyền sóng ứng suất đo trên các khúc gỗ càng cao thì giá trị MOE và MOR sẽ càng lớn và công nghệ sóng ứng suất có thể sử dụng để phân loại các khúc Bạch đàn cho các chỉ số MOE và MOR.



Hình 2. Tương quan giữa SWV<sub>L</sub> với các tính chất cơ học (MOE và MOR)

### 3.2. Khối lượng riêng

Giá trị khối lượng riêng và các chỉ số thống kê liên quan đo trên các khúc gỗ của 06 dòng Bạch đàn được trình bày ở Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai ANOVA chỉ ra rằng có sự khác biệt rõ ràng giá trị KLR<sub>L</sub> giữa các dòng Bạch đàn trong nghiên cứu này. Số liệu cho thấy chỉ số KLR<sub>L</sub> ở các dòng *E. Urophylla* (U892, U1427 và PN14) là cao hơn hẳn so với ở các dòng *E. urophylla* × *E. Pellita* (UP54, UP95 và UP99). Giá trị khối lượng riêng trung bình của

06 dòng Bạch đàn là 0,81 g/cm<sup>3</sup>. Trong công bố trước đó [7] Van Duong & Schimleck đã báo cáo kết quả giá trị trung bình khối lượng riêng của 06 dòng Bạch đàn đo trên các mẫu gỗ nhỏ ở độ ẩm 12% là 0,52 g/cm<sup>3</sup>. Điều này được giải thích là do giá trị khối lượng riêng của các khúc gỗ trong nghiên cứu này được đo sau khi chặt hạ nên độ ẩm trong khúc gỗ cao dẫn đến giá trị khối lượng riêng cao hơn so với giá trị khối lượng riêng được báo cáo bởi Van Duong & Schimleck [7].

Bảng 3. Giá trị khối lượng riêng (KLR<sub>L</sub>) của các khúc gỗ ở 06 dòng Bạch đàn

Dòng	n	Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )				
		Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất	SD	CV (%)
UP54	5	0,81 <sup>bcd</sup>	0,79	0,82	0,01	1,23
UP95	5	0,77 <sup>d</sup>	0,76	0,78	0,01	1,29
UP99	5	0,80 <sup>cd</sup>	0,78	0,82	0,02	2,50
U892	5	0,82 <sup>abc</sup>	0,78	0,85	0,03	3,66
U1427	5	0,85 <sup>a</sup>	0,83	0,87	0,02	2,35
PN14	5	0,84 <sup>ab</sup>	0,81	0,87	0,03	3,57
Kết hợp	30	0,81	0,76	0,87	0,03	3,70

Ghi chú: SD là độ lệch chuẩn; CV là hệ số biến động; n số lượng khúc gỗ; chữ số nhỏ khác nhau sau giá trị trung bình chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở cấp độ P < 0,05.

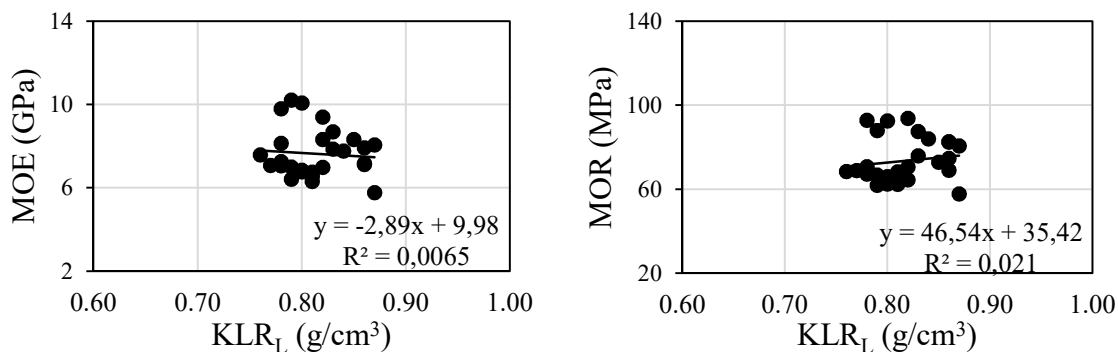
Trong khoa học gỗ, khối lượng riêng là một trong những chỉ số quan trọng vì nó thường có mối liên quan đến các tính chất gỗ khác. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng khối lượng riêng gỗ thường có mối liên hệ với các tính chất cơ học. Sharma & cộng sự [8] và Izekeor & cộng sự [9] đã chỉ ra mối tương quan dương tích cực giữa giá trị khối lượng riêng và các tính chất cơ học lần lượt ở gỗ Bạch đàn (*Eucalyptus teretinornis*)

và Têch (*Tectona grandis*). Tuy nhiên, gỗ là một vật liệu sinh học, do đó mối tương quan giữa giá trị khối lượng riêng và các tính chất cơ học cũng có sự khác nhau giữa các loài. Machado & cộng sự [10] đã báo cáo hệ số tương quan rất thấp giữa giá trị khối lượng riêng với MOR (R<sup>2</sup> = 0,26), khối lượng riêng với MOE (R<sup>2</sup> = 0,42) ở loài *Acacia melanoxylon* trồng tại Bồ Đào Nha.

Kết quả trong nghiên cứu này (Hình 3) chỉ ra

rằng giá trị khối lượng riêng đo trên các khúc gỗ ở 06 dòng Bạch đàn sau khi chặt hạ không có mối liên hệ rõ ràng ( $P > 0,05$ ) với các giá trị MOE và MOR đo trên các mẫu gỗ nhỏ (ở độ ẩm 12%) được xẻ ra từ các khúc gỗ tương ứng. Do

đó các tính chất cơ học (MOE và MOR) của các dòng Bạch đàn trong nghiên cứu này không thể được dự báo từ chỉ số Khối lượng riêng đo trên các khúc gỗ.



Hình 3. Tương quan giữa KLR<sub>L</sub> với các tính chất cơ học (MOE và MOR)

**3.3. Mô đun đàn hồi uốn tĩnh động lực học (E<sub>L</sub>)**

Trong nghiên cứu này chúng tôi thử nghiệm tính toán giá trị mô đun đàn hồi uốn tĩnh động lực học (E<sub>L</sub>) trên các khúc gỗ cho các dòng Bạch đàn và kiểm tra tương quan với MOE và MOR đo trên các mẫu xẻ từ các khúc gỗ tương ứng. Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị trung bình E<sub>L</sub> là 10,02 GPa biến động từ 7,29 GPa đến 12,55 GPa (Bảng 4). Phân tích phương sai ANOVA cũng chỉ ra có sự khác biệt rõ ràng giá

trị E<sub>L</sub> giữa các dòng Bạch đàn khi giá trị này cao nhất được thấy ở các dòng UP99, U1427 và U892, trong khi đó giá trị thấp nhất là ở dòng UP54 và PN14. Năm 2022, Dương Văn Đoàn [11] đã báo cáo giá trị E<sub>L</sub> đo trên các khúc gỗ Keo lá tràm. Tác giả đã chỉ ra giá trị trung bình E<sub>L</sub> đo trên 06 dòng Keo lá tràm là 10,20 GPa là tương tự với kết quả đạt được đo trên các dòng Bạch đàn ở nghiên cứu này.

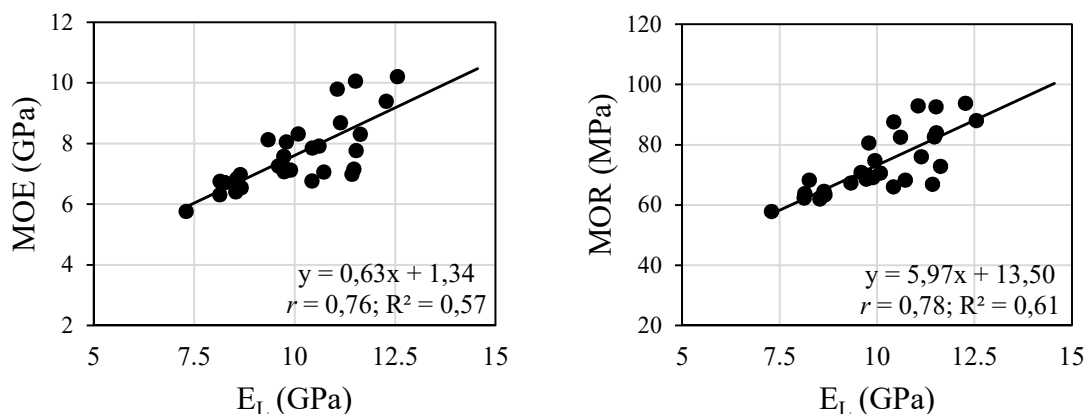
Bảng 4. Giá trị mô đun đàn hồi uốn tĩnh động lực học (E<sub>L</sub>) của khúc gỗ ở 06 dòng Bạch đàn

Dòng	n	E <sub>L</sub> (GPa)				
		Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất	SD	CV (%)
UP54	5	8,40 <sup>d</sup>	8,13	8,64	0,24	2,86
UP95	5	9,90 <sup>bc</sup>	9,59	10,72	0,46	4,65
UP99	5	11,76 <sup>a</sup>	11,05	12,55	0,63	5,36
U892	5	10,52 <sup>ab</sup>	9,33	11,63	0,90	8,56
U1427	5	10,76 <sup>ab</sup>	9,79	11,52	0,73	6,78
PN14	5	8,81 <sup>cd</sup>	7,29	9,94	1,13	12,83
Kết hợp	30	10,02	7,29	12,55	1,35	13,47

Ghi chú: SD là độ lệch chuẩn; CV là hệ số biến động; n số lượng khúc gỗ; chữ số nhỏ khác nhau sau giá trị trung bình chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở cấp độ  $P < 0,05$ .

Hình 4 chỉ ra kết quả phân tích mối liên hệ giữa giá trị E<sub>L</sub> với MOE và MOR. Hệ số tương quan giữa E<sub>L</sub> với MOE là 0,76 và E<sub>L</sub> với MOR là 0,78. Như vậy, so sánh với mối liên hệ giữa KLR<sub>L</sub> với MOE và MOR thì mức độ tương quan là không thay đổi với MOE khi có sự kết hợp

của KLR<sub>L</sub> và SWV<sub>L</sub> thông qua tính toán giá trị E<sub>L</sub>. Trong khi đó, khả năng dự đoán MOR đã tăng lên 10% khi có sự kết hợp của KLR<sub>L</sub> và SWV<sub>L</sub> ( $R^2 = 0,61$ ) so với khi sử dụng một mình giá trị KLR<sub>L</sub> ( $R^2 = 0,51$ ).



Hình 4. Tương quan giữa  $E_L$  với MOE và MOR

#### 4. KẾT LUẬN

Giá trị trung bình của  $SWV_L$ ,  $KLR_L$ , và  $E_L$  của 06 dòng Bạch đàn trong nghiên cứu này lần lượt là 3503 m/s, 0,81 g/cm<sup>3</sup>, và 10,02 GPa. Phân tích phương sai đã chỉ ra có sự khác biệt rõ ràng giá trị  $SWV_L$ ,  $KLR_L$ , và  $E_L$  giữa các dòng Bạch đàn.  $SWV_L$  là một chỉ số tốt có thể được sử dụng trong phân loại các khúc gỗ Bạch đàn dựa trên các tính chất cơ học khi  $SWV_L$  có tương quan rõ ràng với cả MOE ( $R^2 = 0,57$ ) và MOR ( $R^2 = 0,51$ ), trong khi đó không có tương quan được tìm thấy giữa giá trị  $KLR_L$  với các tính chất cơ học. Khả năng dự đoán MOR của các khúc gỗ Bạch đàn có thể tăng lên khi có sự kết hợp giữa hai giá trị  $KLR_L$  và  $SWV_L$  thông qua tính toán giá trị  $E_L$  khi hệ số xác định giữa  $E_L$  và MOR là 0,61.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số B2022-TNA-41.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tổng cục Lâm nghiệp (2019). Báo cáo quản lý giống cây trồng Lâm nghiệp. Hội nghị giống cây trồng Lâm nghiệp. 12/04/2019. Tỉnh Thái Nguyên.

[2]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018). Thông tư quy định Danh mục loài cây trồng lâm nghiệp chính; công nhận giống và nguồn giống; quản lý vật liệu giống cây trồng lâm nghiệp chính. Số 30/2018/TT-BNNPTNT ký ngày 16/11/2018.

[3]. Wu S., Xu J., Li G., Risto V., Du Z., Lu Z., Li B. & Wang W. (2011). Genotypic variation in wood properties and growth traits of *Eucalyptus* hybrid clones

in southern China. *New Forests*. 42: 35-50.

[4]. Van Duong D. & Matsumura J. (2018). Transverse shrinkage variations within tree stems of *Melia azedarach* planted in northern Vietnam. *Journal of Wood Science*. 64: 720-729.

[5]. Wang X., Ross R. J., McClellan M., Barbour R. J., Erickson J. R., Forsman J. W. & McGinnis G. D. (2001). Nondestructive evaluation of standing trees with a stress wave method. *Wood Fiber Science*. 33(4): 522-533.

[6]. Van Duong D. & Ridley-Ellis D. (2021). Estimating mechanical properties of clear wood from ten-year-old *Melia azedarach* trees using the stress wave method. *European Journal of Wood and Wood Product*. 79(4): 941-949.

[7]. Van Duong D. & Schimleck L. (2022). Prediction of static bending properties of *Eucalyptus* clones using stress wave measurements on standing trees, logs and small clear specimens. *Forests*. 13, 17728.

[8]. Sharma S. K., Rao R. V., Shukla S. R., Kumar P., Sudheendra R., Sujatha M. & Dubey Y. M. (2005). Wood quality of coppiced *Eucalyptus tereticornis* for value addition. *IAWA Journal*. 26(1):137-147.

[9]. Izezor D. N., Fuwape J. A. & Oluyeye A. O. (2010). Effects of density on variations in the mechanical properties of plantation grown *Tectona grandis* wood. *Archives of Applied Science Research*. 2(6):113-120.

[10]. Machado J. S., Louzada J. L., Santos A. J. A., Nunes L., Anjos O., Rodrigues J., Simoes R. M. S. & Pereira H. (2014). Variation of wood density and mechanical properties of blackwood (*Acacia melanoxylon* R. Br.). *Materials and Design*. 56 (4): 975-980.

[11]. Dương Văn Đoàn (2022). Đánh giá mô đun đàn hồi uốn tĩnh khúc gỗ của các dòng Keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*) bằng công nghệ sóng ứng suất. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*. (2): 83-89.

## THE RELATIONS OF WOOD DENSITY AND STRESS WAVE VELOCITY TO SOME WOOD MECHANICAL PROPERTIES OF 06 EUCALYPTUS CLONES

Duong Van Doan<sup>1\*</sup>, Do Hoang Chung<sup>1</sup>, Ngo Thi Hien<sup>1</sup>, Vu Thi Thanh Hoa<sup>1</sup>, Pham Van Trung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry

<sup>2</sup>Management Board of Special-Use and Protection Forests of Thai Nguyen Province

### ABSTRACT

This study was carried out to examine the predictability of the modulus of elasticity (MOE) and module of rupture (MOR) through stress wave velocity (SWV<sub>L</sub>) and wood density (KLR<sub>L</sub>) measured on logs of 06 clones *Eucalyptus* (UP54, UP95, UP99, U892, U1427 and PN14) planted by the Vietnamese Academy of Forest Sciences in 2014 at Quang Tri. Research results have shown that SWV<sub>L</sub> had significant relationships with MOE ( $R^2 = 0.57$ ) and MOR ( $R^2 = 0.51$ ), whereas no correlation was found between KLR<sub>L</sub> and mechanical properties. When both SWV<sub>L</sub> and KLR<sub>L</sub> were used in a model for the calculation of dynamic modulus of elasticity (E<sub>L</sub>) the correlation between E<sub>L</sub> and MOR increased by 10% compared to when using only SWV<sub>L</sub>, while the correlation with MOE is unchanged. The results suggest that stress wave technology might be possible to sort log with high MOE and MOR of eucalyptus wood and the combination of stress wave velocity with wood density can increase effectively predict the MOR value.

**Keywords:** *Eucalyptus*, MOE, MOR, stress wave, wood density.

Ngày nhận bài : 14/03/2023

Ngày phản biện : 09/05/2023

Ngày quyết định đăng : 24/05/2023