

VARIATIONS IN GROWTH RING WIDTH AND WOOD DENSITY OF *Tectona grandis* Linn PLANTED IN YEN CHAU, SON LA

Duong Van Doan^{1*}, Nguyen The Trong¹, Nguyen Ba Doan²

¹TNU - University of Agriculture and Forestry, ²Chi Lang Administration of Forestry, Lang Son

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 28/6/2023	Variations in growth ring width and wood density were investigated in 22-year-olds <i>Tectona grandis</i> planted in Yen Chau, Son La. Five trees were selected and then the wood samples were cut at height of 0.3m (North – South) above the ground for experiments. In general, mean growth ring width near the pith was large and decreased gradually with cambial age up to 12 years before being less or more stable (2 – 3 mm) to the bark. The mean growth ring width of <i>Tectona grandis</i> was 4.34 mm. Meanwhile, wood density tended a nearly constant from the cambium 2 to the bark and had an average value of 0.69 g/cm ³ . The tree growth rate does not affect on wood density when the correlation between these two values is very low and not statistically significant ($r = 0.04$; $P > 0.05$). The ANOVA results showed no significant difference ($P > 0.05$) was found in growth ring width between sample trees. In contrast, there was a significant difference ($P < 0.05$) in wood density between trees. This suggested that in the tree breeding program, it is possible to select the parents with good wood quality based on the wood density value.
Revised: 04/8/2023	
Published: 04/8/2023	
KEYWORDS	
Growth ring width	
Relationship	
Son La	
<i>Tectona grandis</i>	
Wood density	

NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG CHIỀU RỘNG VÒNG NĂM VÀ KHỐI LƯỢNG RIÊNG GỖ TẾCH (*Tectona grandis* Linn) TRỒNG TẠI HUYỆN YÊN CHÂU, TỈNH SƠN LA

Dương Văn Đoàn^{1*}, Nguyễn Thế Trọng¹, Nguyễn Bá Đoàn²

¹Trường Đại học Nông Lâm - ĐH Thái Nguyên, ²Hạt kiểm lâm huyện Chi Lăng, tỉnh Lạng Sơn

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 28/6/2023	Sự biến động giá trị chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng theo tuổi được kiểm tra ở loài gỗ Tếch 22 năm tuổi trồng tại huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La. 5 cây mẫu được lựa chọn và sau đó các thanh gỗ có chiều dài là đường kính xuyên tâm (vỏ - tâm - vỏ) theo hướng Bắc - Nam được cắt tại chiều cao 0,3 m tính từ mặt đất để thực hiện các thí nghiệm. Nhìn chung, chiều rộng vòng năm gỗ Tếch là lớn ở những tuổi đầu và có xu hướng giảm dần đến tuổi 12 trước khi có sự ổn định (dao động xung quanh 2 – 3 mm) hướng từ tâm ra vỏ. Giá trị trung bình chiều rộng vòng năm của gỗ Tếch trong nghiên cứu này là 4,34 mm. Trong khi đó, giá trị khối lượng riêng có xu hướng ít thay đổi từ tuổi 2 đến tuổi 22 và có giá trị trung bình là 0,69 g/cm ³ . Tốc độ sinh trưởng của cây không ảnh hưởng đến giá trị khối lượng riêng khi tương quan giữa hai giá trị này là rất thấp và không có ý nghĩa thống kê ($r = 0,04$; $P > 0,05$). Kết quả phân tích phương sai chỉ ra không có sự khác biệt ($P > 0,05$) về sinh trưởng vòng năm giữa các cây mẫu. Ngược lại, có sự khác biệt rõ ràng ($P < 0,05$) giá trị khối lượng riêng giữa các cây gỗ Tếch được thu thập trong nghiên cứu. Kết quả này gợi ý rằng trong quá trình chọn giống có thể tuyển chọn được những cây bố mẹ có chất lượng gỗ tốt dựa trên giá trị khối lượng riêng.
Ngày hoàn thiện: 04/8/2023	
Ngày đăng: 04/8/2023	
TỪ KHÓA	
Chiều rộng vòng năm	
Mối liên hệ	
Son La	
Tếch	
Khối lượng riêng	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8231>

* Corresponding author. Email: duongvandoan@tuaf.edu.vn

1. Giới thiệu

Tếch có tên khoa học là *Tectona grandis* Linn., là loài thực vật có tốc độ sinh trưởng nhanh, ưa sáng, chịu lạnh kém, sinh trưởng phù hợp trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa. Tếch có phân bố tự nhiên ở Ấn Độ, Thái Lan, Lào và được trồng phổ biến ở vùng Nam Á và Đông Nam Á như Indonesia, Malaysia, Việt Nam,... [1]. Tếch được nhập vào nước ta từ những năm 1930 với mục đích thăm dò khả năng thích ứng với điều kiện khí hậu, đất đai và sau đó được trồng thử nghiệm rộng rãi hầu hết các vùng sinh thái và điều kiện lập địa trên cả nước. Năng suất rừng trồng Tếch đạt 9-15 m³/ha/năm trong 20 năm đầu, trữ lượng cây đứng có thể đạt từ 400-500 m³/ha [2]. Gỗ Tếch là thực vật thuộc nhóm III nhưng có độ bền cao cũng như khả năng chịu lực rất tốt. Đây là một loại gỗ quý, có giá trị kinh tế cao, kết cấu tốt, vân đẹp, thành phần gỗ có nhiều tinh dầu nên chống được mối mọt tấn công, chống được nấm mốc phá hoại. Gỗ được sử dụng trong sản xuất đồ mộc, ván lạng, đóng tàu, báng súng và đồ thủ công mỹ nghệ [3]. Tại Việt Nam, gỗ Tếch luôn nằm trong nhóm vật liệu sản xuất hàng nội thất xuất khẩu số lượng lớn. Do đó, gỗ Tếch có một tiềm năng rất lớn để phát triển trồng rừng, cung cấp nguyên liệu phục vụ cho công nghiệp chế biến gỗ xuất khẩu.

Khối lượng riêng là một chỉ số được sử dụng phổ biến để đánh giá chất lượng gỗ vì nó thường có liên quan đến nhiều tính chất gỗ khác như các tính chất cơ học, co rút – giãn nở,... [4]. Khối lượng riêng thường bị ảnh hưởng bởi tính di truyền, tuổi của cây và tốc độ sinh trưởng. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng tốc độ sinh trưởng của cây thường tỷ lệ nghịch với giá trị khối lượng riêng hay cây lớn càng nhanh thì giá trị khối lượng riêng càng nhỏ. Tuy nhiên, một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, cây sinh trưởng nhanh không phải lúc nào cũng cho chất lượng gỗ thấp [5], [6]. Do đó các nghiên cứu cần được thực hiện để kiểm tra ảnh hưởng của sinh trưởng đến chất lượng gỗ, đặc biệt ở các loài sinh trưởng nhanh bao gồm cả loài Tếch. Tuy nhiên, cho đến nay các nghiên cứu đánh giá về tính chất gỗ Tếch còn rất hạn chế ở Việt Nam.

Yên Châu là huyện nằm dọc trên quốc lộ 6, có tổng diện tích tự nhiên là 8.973 ha, trong đó đất lâm nghiệp khoảng 2.900 ha, chiếm 34% diện tích tự nhiên của tỉnh [7]. Tại tỉnh Sơn La, Yên Châu là một trong những huyện có điều kiện địa hình, đất đai và khí hậu khá phù hợp với nhu cầu sinh thái của loài Tếch, vì thế trong chương trình 327 và chương trình GTZ của Đức, Tếch là loài cây lâm nghiệp chủ lực được lựa chọn gây trồng tại khu vực này [8].

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá được biến động giá trị chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng của gỗ Tếch 22 tuổi trồng tại huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La. Từ kết quả đạt được, tương quan giữa hai giá trị này sẽ được kiểm tra để làm rõ ảnh hưởng của sinh trưởng vòng năm đến giá trị khối lượng riêng của gỗ Tếch. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp các thông tin quan trọng liên quan đến mối liên hệ giữa sinh trưởng và chất lượng gỗ, từ đó đề xuất biện pháp lâm sinh phù hợp cho loài Tếch.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng trong nghiên cứu này là gỗ Tếch được trồng tại xã Chiềng Hạc, huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La. Rừng được trồng từ năm 2000 với mật độ khi trồng là 1020 cây/ha. Năm 2022, nhóm nghiên cứu tiến hành thu thập 5 cây mẫu phục vụ cho nghiên cứu này (Hình 1). Các cây mẫu được lựa chọn dựa trên một số đặc điểm như có thân thẳng, tròn, không bị sâu bệnh. Giá trị đường kính tại chiều cao 1,3 m tính từ mặt đất được đo cho mỗi cây. Trước khi chặt hạ, hướng Bắc – Nam được đánh dấu trên thân cây. Sau khi chặt hạ cây, chiều cao vút ngọn của mỗi cây được đo từ gốc đến đỉnh sinh trưởng. Các thông tin cơ bản về đường kính tại 1,3 m và chiều cao vút ngọn của mỗi cây mẫu được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Thông tin đường kính tại 1,3 m và chiều cao vút ngọn các cây mẫu Téch thu thập tại Yên Châu, Sơn La

Cây	D _{1,3} (cm)	Chiều cao (m)
1	22,29	19,60
2	17,83	16,30
3	22,13	19,80
4	17,83	17,30
5	20,38	16,80

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Sau khi chặt hạ cây, từ mỗi cây mẫu, cắt một thớt gỗ có chiều dày 10 cm tại vị trí 0,3 m tính từ mặt đất. Các thớt gỗ được chuyển về phòng thí nghiệm và để khô tự nhiên trong khoảng thời gian 1 tháng. Sau đó, 1 thanh gỗ có kích thước chiều dài là đường kính xuyên tâm (vỏ - tâm - vỏ) theo hướng Bắc – Nam, chiều rộng là 3 cm (tiếp tuyến), chiều dày là 2 cm (dọc thớt) (Hình 2). Các thanh gỗ được cắt theo hướng Bắc – Nam, vì theo hướng này chiều dài bán kính từ tâm ra hai hướng là tương đương nhau. Tổng cộng 5 thanh gỗ được cắt ra từ 5 cây mẫu. Các thanh gỗ này được đặt trong phòng thí nghiệm tiêu chuẩn (nhiệt độ 20°C và độ ẩm 60%) đến khi đạt được trạng thái có khối lượng không đổi.



Hình 1. Quá trình thu thập cây mẫu Téch tại Yên Châu, Sơn La



Hình 2. Thanh gỗ được cắt tại vị trí 0,3 m ở cây mẫu số 3

Các thanh gỗ được đánh nhãn bề mặt ngang bằng giấy nhám, sau đó mỗi thanh gỗ được scan bằng máy Scan Canon (MF3010, Trung Quốc). Trong quá trình scan, đặt một thước chia vạch cùng với mẫu gỗ như ở Hình 2 để phục vụ cho quá trình đo chiều rộng vòng năm. Từ hình ảnh scan thu được ở mỗi thanh gỗ, tiến hành đo chiều rộng vòng năm bằng phần mềm ImageJ. Chiều rộng của từng vòng năm được đo ở cả hai hướng Bắc và Nam. Giá trị chiều rộng của mỗi vòng năm ở mỗi thanh gỗ là giá trị trung bình chiều rộng của vòng năm đó ở hai hướng Bắc và Nam.



Hình 3. Đo khối lượng riêng cho mỗi vòng năm bằng thiết bị MD-300S

Sau khi đo chiều rộng, từng vòng năm ở mỗi thanh sẽ được tách thủ công bằng dao. Một số vòng năm có chiều rộng quá nhỏ thì 2-3 vòng năm sẽ được ghép lại trong quá trình tách. Số thứ tự của mỗi vòng năm được đánh dấu cụ thể lên từng mẫu. Sử dụng thiết bị MD-300S để đo giá trị khối lượng riêng cho từng mẫu gỗ (Hình 3).

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng cũng như hệ số tương quan giữa hai chỉ số trong nghiên cứu này được tính toán bởi phần mềm R (Phiên bản 3.2.4). Phân tích phương sai ANOVA được thực hiện để kiểm tra có hay không sự khác biệt về chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng giữa 5 cây mẫu.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Biến động chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng

Bảng 2 thống kê giá trị trung bình, độ lệch chuẩn của chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng từ tuổi thứ 1 đến tuổi thứ 22 được đo từ 5 cây gỗ Tách thu thập tại rừng trồng ở huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La. Giá trị trung bình sinh trưởng chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng trong nghiên cứu này lần lượt là 4,34 mm và 0,69 g/cm³.

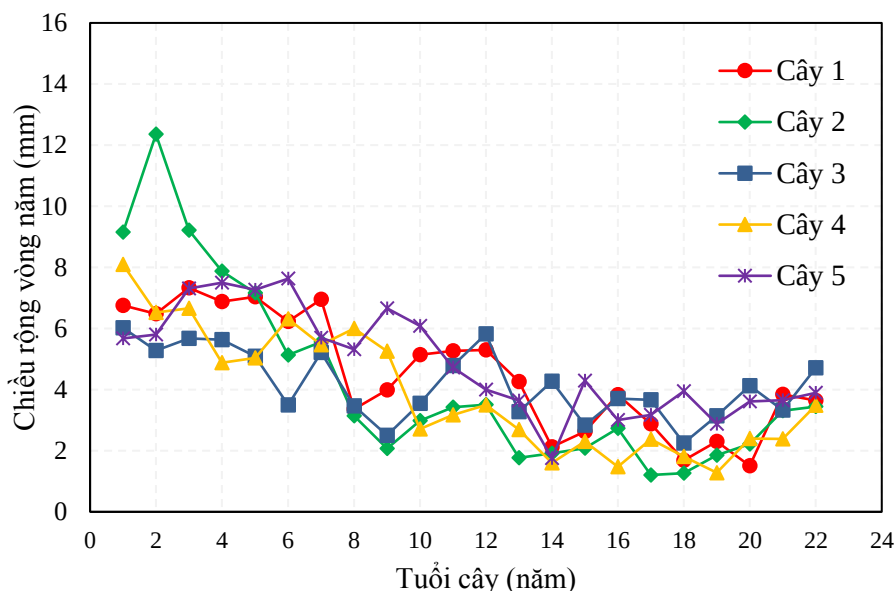
Bảng 2. Giá trị trung bình, độ lệch chuẩn chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng gỗ Tách trồng tại Yên Châu, Sơn La

Vòng năm	n	Chiều rộng vòng năm (mm)		Khối lượng riêng (g/cm ³)	
		TB	SD	TB	SD
1	5	7,14	1,46	0,63	0,02
2	5	7,29	2,88	0,68	0,04
3	5	7,24	1,30	0,70	0,04
4	5	6,56	1,27	0,69	0,04
5	5	6,32	1,15	0,69	0,04
6	5	5,76	1,54	0,70	0,04
7	5	5,78	0,68	0,70	0,04
8	5	4,26	1,31	0,70	0,05
9	5	4,09	1,91	0,69	0,05
10	5	4,09	1,46	0,69	0,03
11	5	4,28	0,92	0,69	0,05
12	5	4,42	1,07	0,68	0,03
13	5	3,13	0,95	0,68	0,03
14	5	2,33	1,10	0,68	0,04
15	5	2,83	0,87	0,69	0,04
16	5	2,95	0,94	0,70	0,04
17	5	2,66	0,94	0,69	0,05
18	5	2,19	1,04	0,67	0,05
19	5	2,29	0,76	0,68	0,06
20	5	2,77	1,07	0,67	0,05
21	5	3,30	0,56	0,71	0,06
22	5	3,84	0,52	0,74	0,05
Kết hợp	110	4,34	2,05	0,69	0,04

Chú thích: n là số lượng mẫu, TB là giá trị trung bình; SD là độ lệch chuẩn

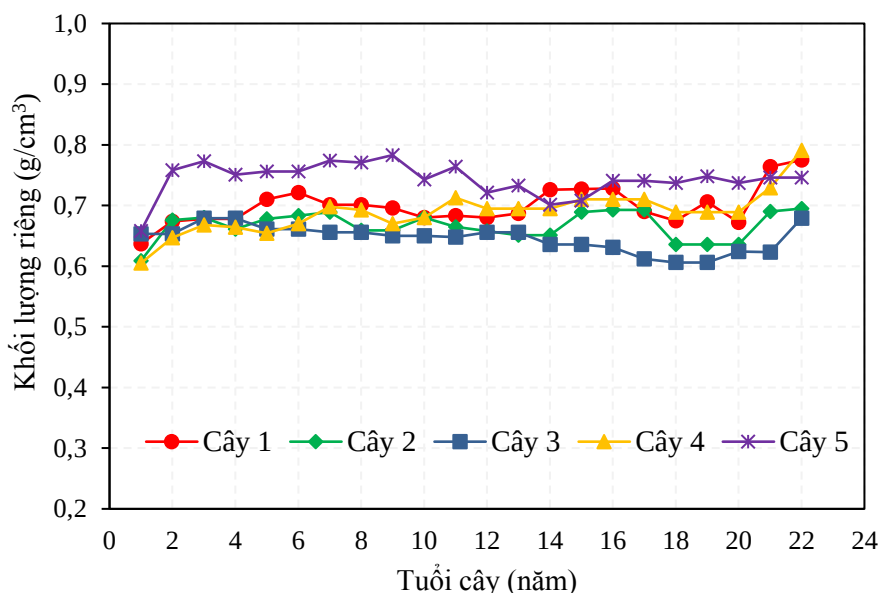
Xu hướng biến động chiều rộng vòng năm từ tuổi thứ 1 đến năm thứ 22 ở 5 cây mẫu được thể hiện ở Hình 4. Nhìn chung xu hướng biến động chiều rộng vòng năm ở 5 cây mẫu theo tuổi là tương tự nhau khi chiều rộng vòng năm ở những năm đầu là lớn nhất và có xu hướng giảm dần từ tuổi 1 đến tuổi 12 trước khi có sự ổn định (dao động xung quanh 2 – 3 mm) (Bảng 2). Kết quả nghiên cứu này là phù hợp với báo cáo của Miranda và cộng sự [9] khi tác giả đã chỉ ra giá trị chiều rộng vòng năm gỗ Tách trồng tại East Timor là trong khoảng 3,07-4,51 mm. Trong nghiên

cứ đó tác giả cũng chỉ ra giá trị chiều rộng vòng năm ở những tuổi đầu tiên là lớn hơn, sau đó giảm dần và ổn định từ 15 - 20 tuổi. Xu hướng biến động chiều rộng vòng năm tương tự ở gỗ Tẻch cũng được báo cáo bởi các tác giả Bhat và cộng sự [10] và Kumar và cộng sự [11].



Hình 4. Biến động chiều rộng vòng năm theo tuổi của cây ở gỗ Tẻch

Hình 5 trình bày xu hướng biến động giá trị khối lượng riêng từ tuổi 1 đến tuổi 22 của 5 cây mẫu gỗ Tẻch. Nhìn chung, gỗ Tẻch có giá trị khối lượng riêng tương đối ổn định theo hướng từ tâm ra vỏ khi kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng giá trị này không có sự biến động lớn từ năm thứ 2 đến năm thứ 22. Anish và cộng sự [12] đã chỉ ra rằng, giá trị khối lượng riêng trung bình của gỗ Tẻch dao động từ 0,70 – 0,72 g/cm³.



Hình 5. Biến động khối lượng riêng theo tuổi của cây ở gỗ Tẻch

Kết quả phân tích so sánh giá trị trung bình chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng giữa 5 cây mẫu trong nghiên cứu này được trình bày ở Bảng 3. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng không có sự khác biệt ($P > 0,05$) giá trị trung bình chiều rộng vòng năm giữa 5 cây mẫu. Trong khi đó, kết

quả phân tích phương sai ANOVA đã chỉ ra có sự khác biệt rõ ràng giá trị trung bình khối lượng riêng giữa 5 cây gỗ Tách trong nghiên cứu này. Cây số 5 có giá trị khối lượng riêng cao nhất, tiếp theo là cây số 1 và cây số 4, thấp nhất là ở cây số 2 và 3 (Bảng 3). Kết quả nghiên cứu này chỉ ra rằng, trong cùng điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu, chế độ chăm sóc và mật độ trồng thì vẫn có sự khác biệt giá trị khối lượng riêng giữa các cây, mặc dù sinh trưởng vòng năm là không khác nhau. Đó là do sự phát triển nội lực bên trong mỗi cây. Vì vậy trong quá trình chọn giống Tách cần tuyển chọn được những cây bố mẹ có chất lượng gỗ tốt hơn để có thể tạo ra những cây con có nội lực phát triển hơn.

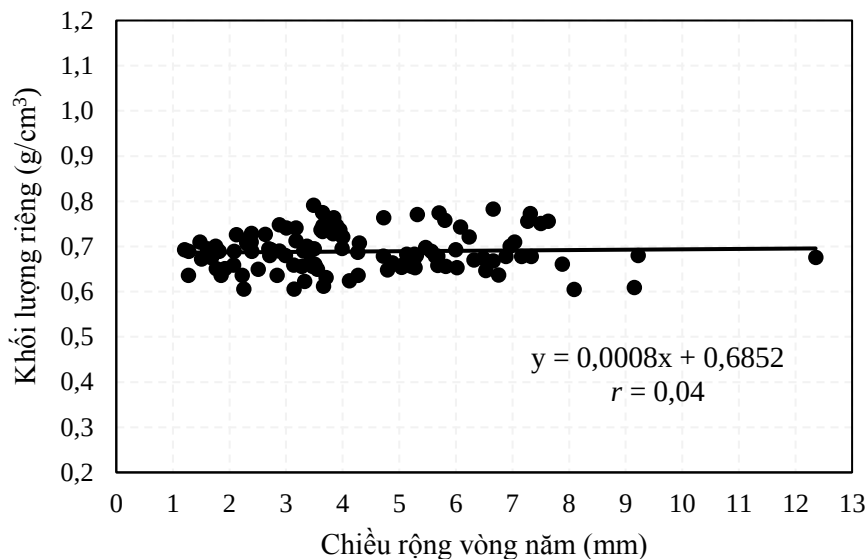
Bảng 3. Phân tích so sánh giá trị chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng giữa các cây mẫu

Tính chất		Cây 1	Cây 2	Cây 3	Cây 4	Cây 5	P
Chiều rộng vòng năm (mm)	TB	4,52 ^a	4,24 ^a	4,17 ^a	3,88 ^a	4,89 ^a	0,560
	SD	1,91	3,05	1,13	2,00	1,70	
Khối lượng riêng (g/cm ³)	TB	0,70 ^b	0,67 ^c	0,65 ^c	0,69 ^{bc}	0,74 ^a	0,00
	SD	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	

Chú thích: TB là giá trị trung bình; SD là độ lệch chuẩn; các chữ số nhỏ sau giá trị trung bình biểu thị có hay không sự khác biệt giữa các cây.

3.2. Tương quan giữa chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng

Hình 6 trình bày tương quan giữa giá trị chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng của gỗ Tách 22 tuổi trồng tại Yên Châu, Sơn La. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng không có mối liên hệ được tìm thấy giữa sinh trưởng vòng năm và giá trị khối lượng riêng khi hệ số tương quan là rất thấp ($r = 0,04$) và không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Kết quả này là hoàn toàn phù hợp với báo cáo của Kumar và cộng sự [13] khi các tác giả chỉ ra rằng không có tương quan có ý nghĩa thống kê được tìm thấy giữa chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng ở phân gỗ non (1 – 20 tuổi) của gỗ Tách 154 tuổi tại Maharashtra, Ấn Độ. Kết quả nghiên cứu gợi ý rằng, sự sinh trưởng gỗ Tách không ảnh hưởng đến tính chất khối lượng riêng của gỗ. Do đó người trồng rừng cần có các biện pháp lâm sinh phù hợp để thúc đẩy sinh trưởng gỗ Tách.



Hình 6. Tương quan giữa sinh trưởng vòng năm và khối lượng riêng

4. Kết luận

Một số kết quả chính đạt được từ nghiên cứu này như sau:

- Giá trị trung bình chiều rộng vòng năm và khối lượng riêng của gỗ Téch 22 năm tuổi trồng tại Yên Châu, Sơn La lần lượt là 4,34 mm và 0,69 g/cm³.

- Những vòng năm đầu gỗ Téch có chiều rộng lớn và có xu hướng giảm dần đến vòng năm thứ 12 trước khi có sự ổn định hướng ra vỏ (dao động xung quanh 2 – 3 mm). Trong khi đó, giá trị khối lượng riêng ít biến động từ vòng năm thứ 2 đến vòng năm thứ 22.

- Chiều rộng vòng năm của gỗ Téch không ảnh hưởng đến giá trị khối lượng riêng khi tương quan giữa hai giá trị này là rất thấp và không có ý nghĩa thống kê ($r = 0,04$; $P > 0,05$).

Có sự khác biệt rõ ràng về giá trị khối lượng riêng giữa các cây gỗ Téch. Điều này gợi ý rằng, trong quá trình chọn giống có thể tuyển chọn được những cây bố mẹ có chất lượng gỗ tốt dựa trên giá trị khối lượng riêng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] E. Zahabu, T. Raphael, S. A. O. Chamshama *et al.*, “Effect of spacing regimes on growth, yield, and wood properties of *Tectona grandis* at Longuza Forest Plantation, Tanzania,” *International Journal of Forestry Research*, vol. 2015, no. 3, pp. 1-6, 2015.
- [2] C. H. Nguyen, T. H. Vu, and V. S. Nguyen, “Individual biomass of teak (*Tectona grandis*) and the relationship between biomass and investigated factors,” (in Vietnamese), *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 111, no. 11, pp. 149-153, 2013.
- [3] H. D. Vu and T. P. H. Ta (Eds.), *Wood science curriculum*. Agriculture Publisher, Hanoi, 2016.
- [4] S. Raiskila, P. Saranpää, K. Fagerstedt *et al.*, “Growth rate and wood properties of Norway spruce cutting clones on different sites,” *Silva Fennica*, vol. 40, no. 2, pp. 247-256, 2006.
- [5] M. Kojima, H. Yamamoto, K. Okumura K *et al.*, “Effect of the lateral growth rate on wood properties in fast-growing hardwood species,” *Journal of Wood Science*, vol. 55, no. 6, pp. 417-424, 2009.
- [6] F. Ishiguri, H. Aiso, M. Hirano *et al.*, “Effects of radial growth rate on anatomical characteristics and wood properties of 10-year-old *Dysoxylum mollissimum* trees planted in Bengkulu, Indonesia,” *Tropics*, vol. 25, no. 1, pp. 23-31, 2016.
- [7] Electronic portal of Yen Chau district, “Natural condition,” 2018. [Online]. Available: <https://yenchau.sonla.gov.vn/1297/31378/58877/416970/Dieu-kien-tu-nhien/Dieu-kien-tu-nhien.aspx>. [Accessed June 28, 2023].
- [8] C. H. Nguyen, “Study on growth and structure of plantation of Teak (*Tectona grandis* L. f.) in Son La province to create scientific basis for proposing silvicultural measures for its management,” PhD. Thesis, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Thai Nguyen, 2014.
- [9] I. Miranda, V. Sousa, and H. Pereira, “Wood properties of teak (*Tectona grandis*) from a mature unmanaged stand in East Timor,” *Journal of Wood Science*, vol. 57, no. 3, pp. 171-178, 2011.
- [10] K. M. Bhat, P. B. Priya, and P. Rugmini, “Characterisation of juvenile wood in teak,” *Wood Science and Technology*, vol. 34, no. 6, pp. 517-532, 2001.
- [11] A. N. A. Kumar, Y. B. Srinivasa, and S. S. Chauhan, “Growth rate convergence in teak (*Tectona grandis* L.),” *Current Science*, vol. 83, no. 7, pp. 808-809, 2002.
- [12] M. C. Anish, E. V. Anoop, R. Vishnu *et al.*, “Effect of growth rate on wood quality of teak (*Tectona grandis* L.f.): a comparative study of teak grown under differing site quality conditions,” *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, vol. 12, no. 1, pp. 81-88, 2015.
- [13] S. S. Kumar, V. Rao, T. S. Rathore, and H. P. Borgaonkar, “Effect of growth rate and latewood content on basic density of wood from 120-year-old natural-grown Teak (*Tectona grandis* L. f.),” *International Research Journal of Biological Sciences*, vol. 3, no. 4, pp. 66-72, 2014.