

ẢNH HƯỞNG CỦA KHỐI LƯỢNG RIÊNG VÀ MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO ĐẾN ĐỘ CO RÚT NGANG GỖ XOAN TA (*Melia azedarach* L.)

Dương Văn Đoàn^{1*}, Nguyễn Tử Kim²

¹Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

²Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Sự biến đổi độ co rút ngang (co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến) theo hướng từ tâm ra vỏ và mối tương quan của độ co rút ngang với khối lượng riêng và một số đặc điểm cấu tạo được nghiên cứu cho gỗ Xoan ta 10 tuổi trồng tại tỉnh Thái Bình, Việt Nam. Các mẫu gỗ có kích thước 30 (xuyên tâm) × 30 (tiếp tuyến) × 5 (dọc thớ) mm được cắt theo tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS Z2101 - 1994) tại các vị trí chính giữa vòng năm số 2, 4, 6, và 8 từ các thớt gỗ cắt tại chiều cao 1,3 m tính từ mặt đất để đo độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến. Giá trị trung bình co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến lần lượt là 4,40 và 7,04%. Tỷ số giữa độ co rút tiếp tuyến/co rút xuyên tâm là 1,62. Theo hướng bán kính, cả co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến của gỗ Xoan ta đều có xu hướng tăng dần từ tâm ra vỏ. Chiều dày vách tế bào và đường kính mạch gỗ đều có mối tương quan dương với độ co rút ngang gỗ Xoan ta. Độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến tăng lên khi khối lượng riêng gỗ tăng. Hệ số tương quan của khối lượng riêng với co rút xuyên tâm là 0,78 ($P < 0,01$) và với co rút tiếp tuyến là 0,56 ($P < 0,01$).

Từ khóa: Độ co rút tiếp tuyến, độ co rút xuyên tâm, khối lượng riêng, Xoan ta

Effect of air-dry density and some anatomical features on transverse shrinkage of *Melia azedarach* L. wood

Variation in transverse shrinkage (radial and tangential shrinkages) from pith to bark and the relationships between transverse shrinkage with air-dry density and some anatomical features of 10 - year-old *Melia azedarach* planted in Thai Binh province, Vietnam were examined. Wood samples with dimensions of 30 (radial) × 30 (tangential) × 5 (longitudinal) mm were cut at the ring number 2, 4, 6 and 8 from logs cut at 1.3m above the ground according to Japanese industrial standard (JIS Z2101 - 1994). The mean values of radial and tangential shrinkages were 4.40 and 7.04%. The tangential/radial shrinkage ratio was 1.62. In radial direction, both radial and tangential shrinkages have a trend of gradually increasing from pith to bark. Fiber cell wall thickness and vessel lumen diameter have positive relationships with transverse shrinkage. Radial and tangential shrinkages were increasing when the air-dry density increasing. The coefficients of correlation between air-dry density and radial shrinkage was 0.78 ($P < 0.01$), while this correlation between air-dry density and tangential shrinkage was 0.56 ($P < 0.01$).

Keywords: Tangential shrinkage, radial shrinkage, wood density, *Melia azedarach*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây Xoan ta (tên khoa học: *Melia azedarach* L.) là một loài cây gỗ quan trọng thuộc họ Xoan (*Meliaceae*), bộ Bồ hòn (*Sapindales*), ngành Ngọc lan (*Magnoliophyta*). Họ Xoan có khoảng 50 chi và 550 loài, có nguồn gốc từ phương Đông, đặc biệt là ở Việt Nam, Iran, Trung Quốc, Ấn Độ, Nhật Bản, và phân bố khắp miền nhiệt đới (Lê Mộng Chân và Lê Thị Huyền, 2000). Ở Việt Nam, cây Xoan ta được gây trồng thành rừng hoặc trồng phân tán ở hầu hết các tỉnh từ phía Bắc đến phía Nam. Trên nương rẫy cũ hoặc ven sông một số tỉnh vùng Tây Bắc có thể gặp các đám Xoan ta được trồng thuần loài. Xoan ta là cây gỗ trung bình chiều cao có thể đạt tới 30 m và đường kính gần 100 cm. Thân cây khá thẳng, tán lá thưa, vỏ màu xám nâu, nứt hoặc rạn dọc, lúc non thường có đốm xếp vòng quanh thân. Xoan ta là loài cây đa tác dụng, có thể được trồng rừng để lấy gỗ lớn hay trồng để che bóng và phòng hộ. Gỗ xoan ta thuộc nhóm VI, có lõi màu hồng hay nâu nhạt, dác màu xám trắng, gỗ nhẹ mềm. Gỗ Xoan ta sau khi ngâm trong ao khá bền, không bị mối mọt nên thường được dùng trong xây dựng, đóng đồ gia dụng, trang trí nội thất và điêu khắc (Vũ Huy Đại *et al.*, 2016). Vì vậy, cây Xoan ta được đánh giá là một trong những cây trồng quan trọng trong chiến lược phát triển lâm nghiệp ở nước ta.

Hiện tượng giảm kích thước gỗ khi lượng nước liên kết trong gỗ giảm được coi là hiện tượng co rút gỗ. Hiện tượng co rút chỉ xảy ra khi thay đổi lượng nước liên kết nghĩa là khi độ ẩm gỗ thay đổi trong phạm vi từ độ ẩm bão hòa thớ gỗ đến 0%. Nhân tố ảnh hưởng nhất đến các tính chất co rút gỗ là khối lượng riêng bởi vì phần gỗ bị co rút tương ứng với lượng ẩm thoát ra từ vách tế bào. Tuy nhiên, khối lượng riêng là một chỉ số biểu hiện bên ngoài và tương quan giữa khối lượng riêng với co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến là khác nhau. Với những loại gỗ có gỗ sớm, gỗ muộn phân biệt thì sự khác nhau về co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến là do gỗ sớm

và gỗ muộn gây nên (Walker *et al.*, 1993). Gỗ muộn có khối lượng riêng lớn hơn gỗ sớm, có vách tế bào dày hơn, lượng chất gỗ trong vách tế bào gỗ muộn cao hơn. Độ co rút tỷ lệ thuận với lượng xenlulosa trong vách tế bào, khối lượng riêng của gỗ (Vũ Huy Đại *et al.*, 2016). Do đó, mức độ co rút của gỗ muộn lớn hơn của gỗ sớm.

Sự khác biệt co rút giữa hai chiều xuyên tâm và tiếp tuyến gỗ là đặc điểm tự nhiên của gỗ. Chênh lệch co rút giữa hai chiều xuyên tâm và tiếp tuyến càng lớn khả năng gỗ bị cong vênh, nứt vỡ khi độ ẩm giảm càng lớn dẫn tới gỗ sẽ bị biến dạng, đặc biệt trong quá trình sấy gỗ. Mức độ biến dạng này ở từng loài gỗ khác nhau là khác nhau. Do đó cần có những nghiên cứu các tính chất co rút cho từng loài cụ thể. Nghiên cứu này nhằm xác định được sự thay đổi độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến theo hướng từ tâm ra vỏ trong gỗ Xoan ta 10 tuổi trồng tại tỉnh Thái Bình. Bên cạnh đó ảnh hưởng của khối lượng riêng và một số đặc điểm cấu tạo gỗ đến độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến của gỗ Xoan ta cũng được nghiên cứu làm rõ.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

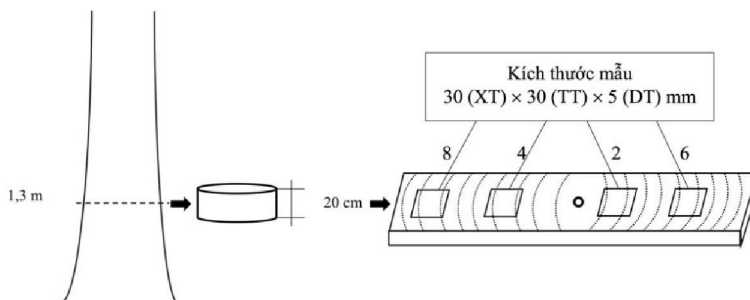
2.1. Vật liệu nghiên cứu

Gỗ Xoan ta sử dụng trong nghiên cứu này được thu thập từ một vùng trồng phân tán tại tỉnh Thái Bình (20°38'33"N, 106°12'16"E). Ba cây mẫu được lựa chọn dựa trên đặc điểm có thân thẳng, không bị sâu bệnh, khuyết tật (bảng 1). Trong nghiên cứu này từ mỗi cây, một thớt gỗ dày 20 cm được cắt tại vị trí 1,3 m tính từ mặt đất. Sau đó các thớt gỗ được để khô tự nhiên trong khoảng 2 tháng. Từ mỗi thớt gỗ, các mẫu gỗ có kích thước 30 (xuyên tâm) × 30 (tiếp tuyến) × 5 (dọc thớ) mm được cắt theo tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS Z2101-1994, 2000) tại vị trí chính giữa các vòng năm số 2, 4, 6, và 8 theo hướng từ tâm ra vỏ (hình 1). Do độ rộng vòng năm nhỏ hơn 30 mm nên trong mỗi mẫu cắt có chứa cả các vòng năm lân cận.

Trong nghiên cứu này giá trị của mỗi mẫu được xem như giá trị của vòng năm chính giữa tại mẫu đó. Tại mỗi vị trí vòng năm, 5 mẫu được cắt cẩn thận (không chứa khuyết tật) để đo khối lượng riêng và các tính chất co rút theo chiều ngang.

Bảng 1. Đường kính, chiều cao và tuổi của cây mẫu (Duong *et al.*, 2021)

Cây mẫu	Đường kính tại 1,3 m (cm)	Chiều cao (m)	Tuổi (năm)
1	30,0	15,6	10
2	25,2	14,5	10
3	22,8	16,3	10



Hình 1. Sơ đồ minh họa quá trình cắt mẫu thí nghiệm

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các mẫu gỗ được đặt trong phòng thí nghiệm ở nhiệt độ 20°C và độ ẩm 60% đến khi đạt được khối lượng không đổi. Khối lượng riêng của từng mẫu sẽ được xác định bằng phương pháp cân và đo thể tích. Các mẫu gỗ sau đó sẽ được ngâm trong bình đựng nước tinh khiết đến khi chìm hẳn dưới mặt nước, sau đó kích thước của từng mẫu sẽ được đo theo các chiều xuyên tâm và tiếp tuyến bằng thước đo điện tử Mitutoyo, Japan có độ chính xác đến 0,01 mm.

Tiếp đó các mẫu được để khô tự nhiên trong khoảng 2 tuần rồi đưa vào tủ sấy ở nhiệt độ 103 ± 2°C đến khi khối lượng không thay đổi. Kích thước của từng mẫu sẽ được đo lại theo các chiều xuyên tâm và tiếp tuyến ở trạng thái khô kiệt. Phương pháp tính toán khối lượng riêng, co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến được thực hiện theo tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS Z2101 - 1994) như được mô tả trong bài báo của Duong và Matsumura (2018).



Cân mẫu



Mẫu gỗ sau khi ngâm

Hình 2. Hình ảnh quá trình thực hiện thí nghiệm

Để nghiên cứu ảnh hưởng của các đặc điểm cấu tạo đến các tính chất cơ rút của gỗ Xoan ta, dữ liệu của các đặc điểm cấu tạo sẽ được trích xuất từ nghiên cứu trước (Duong *et al.*, 2021) ở các vòng năm thứ 2, 4, 6, và 8 tính từ tâm ra vỏ.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Những phân tích thống kê trong nghiên cứu này như: giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, phân tích phương sai độ co rút và tỷ số co rút giữa các vòng năm, hệ số tương quan giữa co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến với khối lượng riêng và đặc điểm cấu tạo được thực hiện bằng phần mềm R, phiên bản 4.0.2.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi khối lượng riêng và độ co rút gỗ Xoan ta

Bảng 2 trình bày sự thay đổi của khối lượng riêng, độ co rút xuyên tâm, độ co rút tiếp

tuyến, và tỷ số co rút (tiếp tuyến/xuyên tâm) theo hướng từ tâm ra vỏ. Theo hướng bán kính, giá trị khối lượng riêng có xu hướng tăng dần từ vòng năm thứ 2 đến vòng năm thứ 6 trước khi có sự duy trì ổn định ra vỏ. Giá trị trung bình của khối lượng riêng là 0,54 g/cm³. Kết quả nghiên cứu này là phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước về Xoan ta. Lê Thu Hiền và đồng tác giả (2012) đã báo cáo giá trị khối lượng riêng của Xoan ta là 0,524 g/cm³. Duong và đồng tác giả (2018) cũng đã báo cáo giá trị khối lượng riêng trung bình của Xoan ta trồng ở Tuyên Quang và Thái Nguyên lần lượt là 0,54 và 0,56 g/cm³. Trong nghiên cứu này các tác giả cũng chỉ ra rằng khối lượng riêng có xu hướng tăng dần từ tâm ra vỏ. Xu hướng này cũng được báo cáo ở một số loài khác cùng họ với Xoan ta như *Toona ciliata* (Nock *et al.*, 2009) và *Swietenia macrophylla* (Lin *et al.*, 2012).

Bảng 2. Sự thay đổi khối lượng riêng và độ co rút theo phương bán kính

Vòng năm	Số mẫu	KLR (g/cm ³)	CRXT (%)	CRTT (%)	CRTT/CRXT
2	15	0,50 ^c ± 0,03	3,95 ^c ± 0,39	6,41 ^c ± 0,61	1,68 ^a ± 0,19
4	15	0,53 ^b ± 0,03	4,23 ^b ± 0,36	7,14 ^{ab} ± 0,65	1,69 ^a ± 0,17
6	15	0,56 ^a ± 0,03	4,65 ^a ± 0,27	7,25 ^{ab} ± 0,66	1,56 ^{ab} ± 0,10
8	15	0,56 ^a ± 0,04	4,76 ^a ± 0,32	7,37 ^a ± 0,60	1,55 ^c ± 0,10
Trung bình	60	0,54 ± 0,04	4,40 ± 0,47	7,04 ± 0,68	1,62 ± 0,15

Chú ý: KLR - khối lượng riêng; CRXT - co rút xuyên tâm; CRTT - co rút tiếp tuyến

Giá trị độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến của gỗ Xoan ta trồng tại Thái Bình được thể hiện trong bảng 2. Giá trị độ co rút xuyên tâm thay đổi từ 3,95 đến 4,76% với giá trị trung bình là 4,40%, trong khi đó giá trị co rút tiếp tuyến thay đổi từ 6,41 đến 7,37% với giá trị trung bình là 7,04%. Kết quả của nghiên cứu này là phù hợp với lý thuyết về giá trị độ co rút được viết bởi Walker và đồng tác giả (1993). Tác giả đã chỉ ra rằng, các loại gỗ có khối lượng riêng trung bình thì giá trị độ co rút xuyên tâm thay đổi từ 2 - 6%, giá trị độ co rút

tiếp tuyến biến đổi từ 5 - 10%, trong khi đó giá trị co rút dọc thớ biến đổi từ 0,1 - 0,3%. Bên cạnh đó Venson và đồng tác giả (2008) cũng báo cáo giá trị độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến cho gỗ Xoan ta 11 tuổi trồng tại Mexico lần lượt là 4,10 và 7,90%.

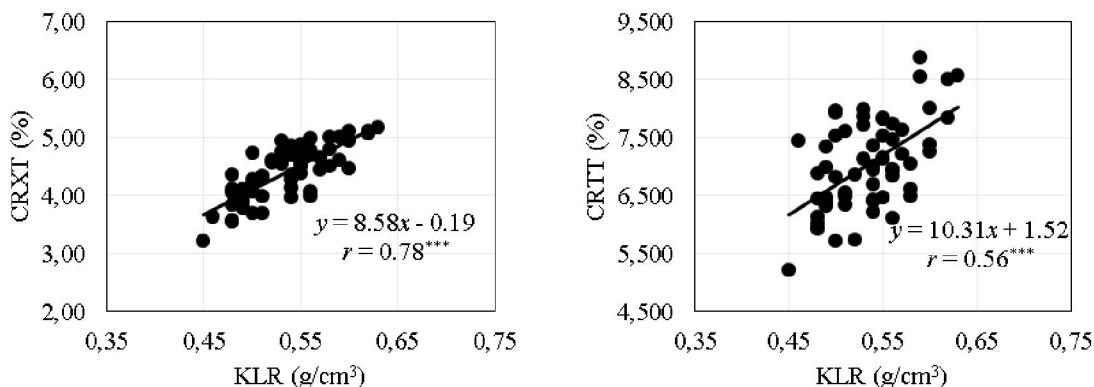
Tỷ số độ co rút (CRTT/CRXT) cũng là một thông số quan trọng thường được sử dụng để kiểm tra sự biến đổi kích thước trong lĩnh vực sấy gỗ. Đối với gỗ Xoan ta thì giá trị co rút tiếp tuyến thường lớn giá trị co rút xuyên tâm

từ 1,5 đến 2,5 lần (Venson *et al.*, 2008). Trong nghiên cứu này, giá trị tỷ số độ co rút tiếp tuyến/xuyên tâm trung bình cho gỗ Xoan ta 10 tuổi là 1,62 (bảng 2). Phân tích phương sai ANOVA cũng chỉ ra rằng vị trí vòng năm có ảnh hưởng rõ ràng đến độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến. Giá trị độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến đều có xu hướng tăng dần từ tâm ra vỏ trong nghiên cứu này (bảng 2). Kết quả nghiên cứu này là phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước về xu hướng thay đổi độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến của gỗ theo hướng từ tâm ra vỏ ở một số loài cây lá rộng khác (Ofori và Brentuo, 2005; Kord *et al.*, 2010).

3.2. Ảnh hưởng của khối lượng riêng đến độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến của gỗ Xoan ta

Hình 3 thể hiện mối liên quan giữa độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến với khối lượng riêng. Độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến đều có mối tương quan dương với khối lượng

riêng. Khi kết hợp các vòng năm, hệ số tương quan của độ co rút xuyên tâm và khối lượng riêng là 0,78 ($P < 0,001$), trong khi đó hệ số tương quan giữa độ co rút tiếp tuyến và khối lượng thể là 0,56 ($P < 0,001$). Từ kết quả này chúng ta thấy rằng ở gỗ Xoan ta có xu hướng: độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến sẽ tăng lên khi khối lượng riêng tăng. Kết quả nghiên cứu này là phù hợp với lý thuyết về mối quan hệ giữa khối lượng riêng và các tính chất co rút bởi Walker và đồng tác giả (1993). Các tác giả đã chỉ ra rằng, ở các loài gỗ lá rộng có gỗ sớm - gỗ muộn phân biệt, những vùng gỗ có khối lượng riêng cao tương ứng sẽ có nhiều vách tế bào dày hơn và ít ống mạch hơn (phần gỗ có gỗ muộn nhiều, gỗ sớm ít), do đó sẽ co rút và giãn nở nhiều hơn. Gỗ co rút, dẫn nở là do khi thoát hoặc hút ẩm làm cho lớp nước hấp phụ trong vùng vô định hình của các vi sợi cấu tạo nên vách tế bào bị mỏng đi hoặc dày lên, do đó phần gỗ có nhiều vách tế bào sẽ co rút, dẫn nở nhiều hơn.



Hình 3. Tương quan giữa khối lượng riêng (KLR) với co rút xuyên tâm (CRXT) và co rút tiếp tuyến (CRTT)

3.3. Ảnh hưởng của một số đặc điểm cấu tạo đến các tính chất co rút gỗ Xoan ta

Trong một bài báo trước trên cùng những cây mẫu trong nghiên cứu này chúng tôi đã nghiên cứu sự thay đổi của một số đặc điểm cấu tạo

gỗ từ vòng năm thứ 1 đến vòng năm thứ 10 tại chiều cao 1,3 m tính từ mặt đất (Duong *et al.*, 2021). Vì các đặc điểm cấu tạo thường có liên quan mật thiết đến các tính chất gỗ biểu hiện ra bên ngoài bao gồm độ co rút gỗ nên để làm

rõ sự ảnh hưởng của các tính chất này đến sự dư liệu các đặc điểm cấu tạo gỗ ở vòng năm 2, co rút của gỗ Xoan ta, chúng tôi đã chiết xuất 4, 6, và 8 như trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Sự thay đổi một số đặc điểm cấu tạo gỗ Xoan ta (Duong *et al.*, 2021)

Vòng năm	EVLD (μm)	LVLĐ (μm)	ECWT (μm)	LCWT (μm)
2	111,67	78,20	0,83	1,50
4	138,98	88,91	0,99	1,64
6	143,38	92,38	1,06	1,74
8	153,12	99,71	1,22	2,02
Trung bình	136,79	89,80	1,03	1,72

Ghi chú: EVLD - đường kính mạch gỗ ở phần gỗ sớm; LVLĐ - đường kính mạch gỗ ở phần gỗ muộn; ECWT - chiều dày vách tế bào sợi gỗ ở phần gỗ sớm; LCWT - chiều dày vách tế bào sợi gỗ ở phần gỗ muộn.

Bảng 4 trình bày hệ số tương quan giữa các đặc điểm cấu tạo gỗ gồm đường kính mạch gỗ ở phần gỗ sớm (EVLD) và phần gỗ muộn (LVLĐ), chiều dày vách tế bào sợi gỗ ở phần gỗ sớm (ECWT) và phần gỗ muộn (LCWT) đến co rút xuyên tâm (CRXT) và co rút tiếp tuyến (CRTT).

Bảng 4. Tương quan giữa độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến với một số đặc điểm cấu tạo gỗ

Co rút	EVLD	LVLĐ	ECWT	LCWT
CRXT	0,71**	0,78*	0,80**	0,79**
CRTT	0,40*	0,48*	0,64*	0,64**

Ghi chú: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

Chiều dày vách tế bào có ảnh hưởng rõ ràng đến cả độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến khi hệ số tương quan của chiều dày vách tế bào ở phần gỗ sớm với độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến lần lượt là 0,80 và 0,64 trong khi đó những hệ số tương quan tương tự ở phần gỗ muộn lần lượt là 0,79 và 0,64. Kết quả này là phù hợp với nghiên cứu của Wu và đồng tác giả (2006) về ảnh hưởng của chiều dày vách tế bào đến độ co rút gỗ bạch đàn. Các tác giả đã chỉ ra rằng chiều dày vách tế bào có tương quan dương cao với độ co rút xuyên tâm ($r = 0,82$; $P < 0,01$) và độ co rút tiếp tuyến ($r = 0,82$; $P < 0,01$). Bảng 4 cũng trình bày mối liên hệ của đường kính mạch gỗ với độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến. Hệ số tương quan của đường kính mạch gỗ với độ co rút xuyên tâm ở phần gỗ sớm và gỗ muộn lượt là

0,71 và 0,78 cao hơn so với các hệ số tương quan giữa đường kính mạch gỗ với độ co rút tiếp tuyến ở phần gỗ sớm ($r = 0,41$) và gỗ muộn ($r = 0,48$). Độ co rút theo phương xuyên tâm là giá trị trung bình gia quyền của độ co rút của vùng gỗ sớm (có nhiều mạch gỗ) và gỗ muộn (có nhiều tế bào vách dày) của các vòng năm. Do đó độ co rút gỗ theo phương xuyên tâm phụ thuộc vào cả độ co rút của mạch gỗ và chiều dày vách tế bào. Trong khi đó độ co rút theo phương tiếp tuyến của gỗ phụ thuộc vào độ co rút của vùng gỗ muộn, khi vùng gỗ muộn co rút sẽ kéo theo vùng gỗ sớm co rút và cả vòng năm co rút do đó hệ số tương quan giữa độ co rút tiếp tuyến gỗ với chiều dày vách tế bào (chủ yếu vùng gỗ muộn) cao hơn hệ số tương quan giữa độ co rút tiếp tuyến với đường kính mạch gỗ (chủ yếu ở vùng gỗ sớm).

IV. KẾT LUẬN

- Khối lượng riêng, độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến của gỗ Xoan ta có xu hướng tăng dần từ tâm ra vỏ. Trái lại tỷ số độ co rút tiếp tuyến và xuyên tâm lại có xu hướng giảm dần.

- Khối lượng riêng có mối tương quan dương với độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến. Điều này gợi ý rằng khối lượng riêng là

một chỉ số tốt để dự đoán độ co rút của gỗ Xoan ta.

- Chiều dày vách tế bào và đường kính mạch gỗ ở cả vùng gỗ sớm và gỗ muộn đều có ảnh hưởng rõ ràng đến độ co rút theo phương xuyên tâm và tiếp tuyến của gỗ Xoan ta. Ảnh hưởng của chiều dày vách tế bào đến độ co rút tiếp tuyến là rõ ràng hơn so với đường kính mạch gỗ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Duong D.V. and Matsumura J., 2018. Transverse shrinkage variations within tree stems of *Melia azedarach* planted in Northern Vietnam. *J. Wood. Sci.* 64(6): 720 - 729.
2. Duong D.V., Schimlek L., Dinh T.T. and Tran C.V., 2021. Radial variation in cell morphology of *Melia azedarach* planted in Northern Vietnam. *Maderas. Ciencia y tecnologia* 23: 1 - 10.
3. JIS Z2101 - 1994, 2000. Methods of test for woods (in Japanese). Japanese Standard Association, Tokyo, Japan.
4. Kord B., Kialashaki A. and Kord B., 2010. The within-tree variation in wood density and shrinkage, and their relationship in *Populus euramericana*. *Turk. J. Agric. For.* 34: 121 - 126.
5. Lê Mộng Chân, Lê Thị Huyền, 2000. Thực vật rừng. NXB Nông Nghiệp.
6. Lê Thu Hiền, Đỗ Văn Bản, Nguyễn Tử Kim, 2012. Tính chất vật lý, cơ học và hướng sử dụng một số loài cây cho trồng rừng sản xuất vùng Đông Nam Bộ. Báo cáo. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
7. Ofori J. and Brentuo B., 2005. Green moisture content, basic density, shrinkage and drying characteristics of the wood of *Cedrela odorata* grown in Ghana. *J. Trop. For. Sci.* 17: 211 - 223.
8. R-software and all packages used are available from CRAN at <https://cran.r-project.org>. Accessed 05 May 2021.
9. Venson I., Guzman J.A.S., Talavera F.J.F. and Richter H.G., 2008. Biological, physical and mechanical wood properties of Paraiso (*Melia azedarach*) from a roadside planting at Huaxtla, Jalisco, Mexico. *J. Trop. For. Sci.* 20: 38 - 47
10. Vũ Huy Đại, Tạ Thị Phương Hoa, Vũ Mạnh Tường, Đỗ Văn Bản, Nguyễn Tử Kim, 2016. Giáo trình Khoa học gỗ. NXB Nông nghiệp.
11. Walker J.C.F., Butterfield B.G., Harris J.M., Langrish T.A.G. and Uprichar J.M., 1993. Primary wood processing: Principles and practice. Chapman and Hall, London SE1 8HN, UK.
12. Wu Y.Q., Hayashi K., Liu Y., Cai Y. and Sugimori M., 2006. Relationships of anatomical characteristics versus shrinkage and collapse properties in plantation-grown eucalypt wood from China. *J. Wood. Sci.* 52: 187 - 194.

Email tác giả liên hệ: duongvandoan@tuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/06/2021

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/06/2021

Ngày duyệt đăng: 12/06/2021