

ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG THỨC HỖN GIAO VÀ MẬT ĐỘ TRỒNG ĐẾN SINH TRƯỞNG RỪNG TRỒNG HỖN GIAO CÂY BẢN ĐỊA SẢN XUẤT GỖ LỚN TẠI TỈNH TUYỀN QUANG

Triệu Thị Lăng¹, Hoàng Thị Nhung², Hồ Trung Lương², Đào Trung Đức²,
Dương Quang Trung², Trần Lâm Đồng^{3*}

¹Trường Đại học Tây Nguyên

²Viện Nghiên cứu Lâm sinh

³Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Giảm thiểu cạnh tranh khác loài là một trong những yếu tố quan trọng cho sự thành công trong trồng rừng hỗn giao. Nghiên cứu này nhằm đánh giá bước đầu ảnh hưởng của phương thức hỗn giao (hàng và đám theo nhóm loài sinh trưởng nhanh hơn và chậm hơn) và mật độ trồng (1.110 và 830 cây/ha) đến tỷ lệ sống, sinh trưởng và phẩm chất cây, qua đó nhận diện khả năng phát sinh cạnh tranh khác loài ở giai đoạn 40 tháng tuổi của rừng trồng hỗn giao bốn loài bản địa gồm Vù hương (*Cinnamomum balansae* H. Lec), Giổi ăn hạt (*Michelia tonkinensis* A. Chev.), Dẻ đỏ (*Lithocarpus ducampii* A. Camus) và Xoan đào (*Prunus arborea* (Blume) Kalkman) tại Tuyen Quang. Thí nghiệm được bố trí hai nhân tố, theo khối ngẫu nhiên đầy đủ với 3 lần lặp. Kết quả cho thấy, Vù hương và Giổi ăn hạt có tỷ lệ sống cao hơn so với Dẻ đỏ và Xoan đào; Vù hương có sinh trưởng tốt nhất, tiếp theo lần lượt là Giổi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào. Đối với mỗi loài, phần lớn các chỉ tiêu sinh trưởng chưa khác biệt rõ ràng về ảnh hưởng của phương thức hỗn giao, mật độ trồng và tương tác giữa hai nhân tố đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của từng loài so với đối chứng ($p > 0,05$), ngoại trừ một số chỉ tiêu có sai khác ý nghĩa thống kê. Vù hương có tỷ lệ số cây có phẩm chất tốt cao nhất, tiếp đến là Giổi ăn hạt; và thấp nhất là Dẻ đỏ và Xoan đào. Các kết quả trên cho thấy, mặc dù các loài có khả năng sinh trưởng và phẩm chất cây khác nhau, trong giai đoạn 40 tháng tuổi, cạnh tranh khác loài chưa bộc lộ rõ đối với hai phương thức hỗn giao và hai mật độ trồng được lựa chọn. Cần tiếp tục theo dõi ở giai đoạn khép tán để xác định phương thức và mật độ phù hợp hơn. Hơn nữa, với sự khác biệt lớn về sinh trưởng và phẩm chất cây giữa các loài, cần nghiên cứu khả năng thích nghi của từng loài với các điều kiện cạnh tranh khác nhau, nhất là ánh sáng, làm cơ sở đề xuất biện pháp lâm sinh can thiệp phù hợp khi có cạnh tranh xảy ra.

Từ khóa: Cạnh tranh khác loài, Dẻ đỏ, Giổi ăn hạt, Vù hương, Xoan đào.

EFFECTS OF MIXED-SPECIES PLANTING DESIGN AND PLANTING DENSITY ON THE GROWTH OF MIXED-NATIVE-SPECIES PLANTATIONS FOR SAW-LOG PRODUCTION IN TUYEN QUANG PROVINCE, VIETNAM

Triệu Thị Lăng¹, Hoàng Thị Nhung², Hồ Trung Lương², Đào Trung Đức²,
Dương Quang Trung², Trần Lâm Đồng^{2*}

¹Tay Nguyen University

²Silviculture Research Institute

³Vietnam Academy of Forest Sciences

* Corresponding author: dong.tran@vafs.gov.vn

ABSTRACT

Minimizing interspecific competition is an important technical factor for the success of mixed-species plantation establishment. This study aimed to provide an initial assessment of the effects of mixed-species planting design (row and cluster of the faster- and slower-growing species groups) and planting density (1,110 and 830 trees/ha), on survival, growth, and tree quality, thereby identifying the potential emergence of interspecific competition at 40 months of age in a mixed plantation of four native tree species: *Cinnamomum balansae* H. Lec, *Michelia tonkinensis* A. Chev., *Lithocarpus ducampii* A. Camus, and *Prunus arborea* (Blume) Kalkman, in Tuyen Quang

province. The experiment was arranged as a two-factor trial in a randomized complete block design with three replications. The results showed that *C. balansae* and *M. tonkinensis* had higher survival rates than *L. ducampii* and *P. arborea*. *C. balansae* exhibited the best growth performance, followed by *M. tonkinensis*, *L. ducampii*, and *P. arborea*. For each species, most growth variables showed no clear effects of mixed planting arrangement, planting density, or their interaction on survival and growth compared with the control treatment ($p > 0.05$), except for a few variables that differed significantly. *C. balansae* had the highest proportion of trees classified as good quality, followed by *M. tonkinensis*, while the lowest proportions were recorded for *L. ducampii* and *P. arborea*. These results indicate that, although the four species differed in growth performance and tree quality, interspecific competition had not yet become evident at 40 months of age under the two selected mixed planting arrangements and planting densities. Continued monitoring during the canopy closure stage is needed to identify more suitable planting arrangements and densities. Furthermore, given the large differences in growth and tree quality among species, further research is required to assess the adaptability of each species to different competitive conditions, particularly light availability, as a basis for proposing appropriate silvicultural interventions when competition occurs.

Keywords: *Cinnamomum balansae*, interspecific competition, *Lithocarpus ducampii*, *Michelia tonkinensis*, *Prunus arborea*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trồng rừng gỗ lớn là một định hướng quan trọng trong Chiến lược phát triển lâm nghiệp Việt Nam giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Thủ tướng Chính phủ, 2021). Tuy nhiên, phần lớn diện tích rừng trồng cung cấp gỗ lớn hiện nay vẫn là rừng trồng thuần loài mọc nhanh, phổ biến như keo, bạch đàn, thông và một số loài cây bản địa. Mô hình trồng rừng thuần loài trong nhiều chu kỳ liên tiếp đang bộc lộ một số rủi ro về tính bền vững như nguy cơ sâu bệnh hại, suy thoái đất và suy giảm chức năng sinh thái. Trong bối cảnh đó, phát triển rừng trồng hỗn giao bằng các loài cây bản địa có giá trị kinh tế được xem là giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế đồng thời cải thiện tính ổn định và bền vững của hệ sinh thái rừng trồng.

Về nguyên tắc, rừng trồng hỗn loài có ưu thế về tính bền vững và năng suất so với rừng trồng thuần loài. Ưu thế này phụ thuộc vào việc lựa chọn các loài trồng hỗn giao và sự kết hợp các loài đó theo nguyên tắc khác biệt về ổ sinh thái (ecological niche) nhằm làm giảm cường độ cạnh tranh khác loài (Matthew J, 1999; Kelty, 2006). Cạnh tranh khác loài về nước và chất dinh dưỡng có xu hướng mang tính đối xứng, vì khả năng hấp thu trên một đơn vị diện tích bề mặt rễ là tương tự giữa cây lớn và cây nhỏ, do đó không mang tính loại trừ. Trong khi đó, cạnh tranh về ánh sáng mang tính bất đối xứng, do những loài sinh trưởng

nhẹ hơn che bóng những loài sinh trưởng chậm hơn, dẫn đến sự cạnh tranh mang tính loại trừ hoặc đào thải nếu các loài đó không có khả năng thích nghi với điều kiện môi trường ánh sáng thấp (Weiner, 1990; Forrester *et al.*, 2006). Đây là nguyên nhân chính dẫn đến sự thất bại của các mô hình trồng rừng hỗn loài. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy việc thiết kế hỗn giao hợp lý cải thiện đáng kể sinh trưởng, nâng cao chất lượng thân cây và giảm rủi ro sinh thái so với rừng trồng thuần loài (Kelty, 2006). Do đó, hiệu quả của rừng trồng hỗn giao phụ thuộc lớn vào phương thức bố trí cây trồng hỗn giao và mật độ trồng, nhằm hạn chế cạnh tranh bất đối xứng giữa các loài. Việc lựa chọn thiết kế lâm phần phù hợp với đặc điểm sinh thái của từng loài là một trong những yếu tố quyết định đến thành công lâu dài của rừng trồng cây bản địa (Lamb, 2011).

Đối với rừng trồng cây bản địa phục vụ sản xuất gỗ lớn, giai đoạn đầu có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, khi cây trồng còn nhạy cảm với điều kiện lập địa và cạnh tranh không gian sinh trưởng. Trong khi phương thức hỗn giao ảnh hưởng đến cấu trúc không gian và mức độ tương tác giữa các loài và cá thể, mật độ trồng ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ cạnh tranh ánh sáng và phân bổ sinh khối trong lâm phần. Tuy nhiên, phản ứng đối với cấu trúc hỗn giao và mật độ mang tính đặc thù theo loài, phụ thuộc vào khả năng sinh trưởng và đặc điểm sinh thái của từng loài (Forrester, 2014; Pretzsch, del Río, 2020).

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá bước đầu ảnh hưởng của phương thức trồng và mật độ trồng đến tỷ lệ sống, sinh trưởng và phẩm chất cây, qua đó nhận diện khả năng phát sinh cạnh tranh khác loài ở giai đoạn đầu của bốn loài cây bản địa bao gồm Vù hương, Giỏi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn cấu trúc hỗn giao và mật độ trồng phù hợp trong phát triển rừng trồng cây bản địa sản xuất gỗ lớn.

II. ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được xây dựng vào tháng 6 năm 2022 tại xã Tân Thanh, tỉnh Tuyên Quang, thuộc vùng Đông Bắc Việt Nam. Khu vực nghiên cứu có khí hậu nhiệt đới gió mùa, đặc trưng bởi mùa hè nóng ẩm, mưa nhiều và mùa đông lạnh, khô. Theo số liệu khí tượng giai đoạn 2019 - 2023 từ trạm khí tượng thành phố Tuyên Quang, nhiệt độ trung bình năm đạt 24,7°C; nhiệt độ trung bình cao nhất khoảng 39,1°C và thấp nhất khoảng 8,3°C. Lượng mưa trung bình năm khoảng 1.760 mm, tập trung chủ yếu từ tháng 5 đến tháng 10. Độ ẩm không khí trung bình năm đạt khoảng 80% (Tổng cục Khí tượng Thủy văn, 2024).

Đất tại khu vực thí nghiệm có phản ứng chua ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,15$), hàm lượng carbon tổng số 1,92% và nitơ tổng số 0,20%, ở mức trung bình. Hàm lượng lân dễ tiêu thấp (0,58 mg/100 g đất), kali dễ tiêu ở mức trung bình (12,53 mg/100 g đất). Thành phần cơ giới thuộc nhóm đất thịt pha sét, có khả năng giữ nước và dinh dưỡng tương đối tốt; dung trọng đất đạt 1,65 g/cm³, phản ánh mức độ chặt trung bình.

2.2. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện trên bốn loài cây rừng bản địa gồm: Vù hương (*Cinnamomum balansae* H. Lec.), Giỏi ăn hạt (*Michelia tonkinensis* A. Chev.), Dẻ đỏ (*Lithocarpus ducampii* A. Camus) và Xoan đào (*Prunus arborea* (Blume) Kalkman).

Cây giống được sản xuất tại vườn ươm và đạt tiêu chuẩn xuất vườn. Vù hương và Giỏi ăn hạt có độ tuổi 8 tháng khi trồng, với đường kính cổ rễ trung bình lần lượt 0,60 cm và 0,55 cm; chiều cao trung bình 65 cm và 56 cm. Dẻ đỏ và Xoan đào có độ tuổi 6 tháng, với đường kính cổ rễ trung bình khoảng 0,30 cm và chiều cao trung bình lần lượt 22 cm và 24 cm.

2.3. Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện nhằm so sánh sinh trưởng của bốn loài dưới sự ảnh hưởng của hai nhân tố gồm phương thức hỗn giao và mật độ trồng, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của hai nhân tố này đến tỷ lệ sống, sinh trưởng và phẩm chất cây của từng loài nhằm tìm ra phương thức hỗn giao và mật độ trồng phù hợp, giảm thiểu cạnh tranh giữa các loài.

- Mật độ trồng: Hai mức mật độ gồm 830 cây/ha (4×3 m) và 1.110 cây/ha (3×3 m) được lựa chọn làm nghiệm thức nghiên cứu do đây là các mật độ đã được nghiên cứu và khuyến nghị đối với trồng rừng gỗ lớn bốn loài cây này (Nguyễn Viễn, 2022; Phan Văn Thắng, 2014; Võ Đại Hải, 2022; Hoàng Văn Thắng, 2022).

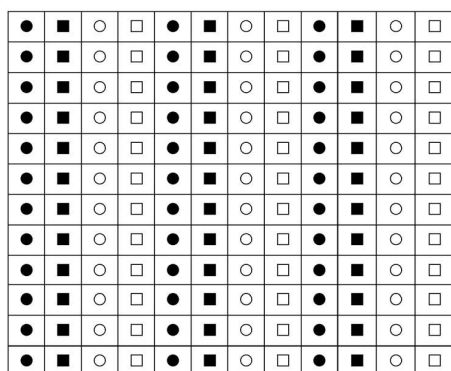
- Phương thức hỗn giao: Các nghiên cứu trước đây cho thấy Vù hương và Giỏi ăn hạt có tốc độ sinh trưởng nhanh hơn Dẻ đỏ và Xoan đào. Do đó, khi trồng hỗn giao, sự khác biệt về tốc độ sinh trưởng có thể làm gia tăng cạnh tranh ánh sáng giữa các loài. Trên cơ sở đó, hai phương thức hỗn giao được bố trí gồm: (1) hỗn giao theo hàng giữa hai nhóm sinh trưởng nhanh hơn và sinh trưởng chậm hơn; (2) hỗn giao theo đám theo thứ tự Vù hương, Giỏi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào. Các công thức này được so sánh với các công thức trồng thuần loài tương ứng của từng loài.

Thí nghiệm được bố trí hai nhân tố (phương thức hỗn giao và mật độ), theo khối ngẫu nhiên đầy đủ, với 3 lần lặp. Các công thức thí nghiệm, số cây trồng để theo dõi sinh trưởng và diện tích thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 1. Sơ đồ bố trí các loài cây trồng hỗn giao được thể hiện tại hình 1.

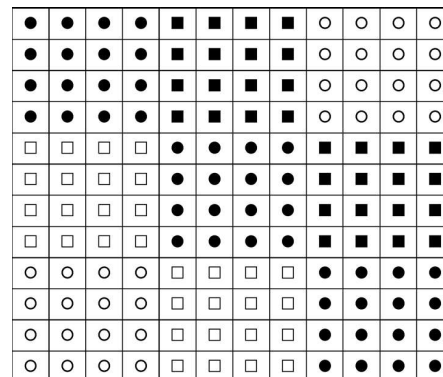
Bảng 1. Tổng hợp số cây và diện tích các công thức thí nghiệm ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng tới sinh trưởng của bốn loài cây bản địa

Công thức	Loài cây và số cây/lấp					Số lặp	Tổng số cây	Diện tích (ha)
	Vù hương	Giổi ăn hạt	Dẻ đỏ	Xoan đào	Số cây /lấp			
HGH1	64	64	64	64	256	3	768	0,69
HGH2	64	64	64	64	256	3	768	0,92
HGD1	64	64	64	64	256	3	768	0,69
HGD2	64	64	64	64	256	3	768	0,92
TLVH1	49				49	3	147	0,13
TLVH2	49				49	3	147	0,18
TLG1		49			49	3	147	0,13
TLG2		49			49	3	147	0,18
TLDĐ1			49		49	3	147	0,13
TLDĐ2			49		49	3	147	0,18
TLXD1				49	49	3	147	0,13
TLXD2				49	49	3	147	0,18
Tổng	354	354	354	354	1416		4.248	4,46

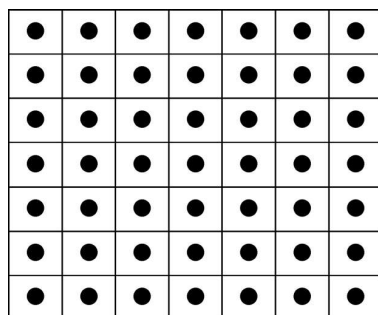
Ghi chú: Trong cột công thức, HGH: Hỗn giao các loài theo hàng; HGD: Hỗn giao các loài theo đám; TLVH, TLG, TLDĐ, TLXD: thuần loài Vù hương, Giổi ăn hạt, Dẻ đỏ, Xoan đào; 1: mật độ 1.110 cây/ha (3×3 m), 2: 830 cây/ha (4×3 m).



Công thức HGH1 và HGH2



Công thức HGD1 và HGD2



Các công thức trồng thuần loài (đối chứng)

● ký hiệu cây đại diện cho mỗi loài

Ký hiệu: ● Vù hương
■ Giổi ăn hạt
○ Dẻ đỏ
□ Xoan đào

Hình 1. Sơ đồ bố trí trồng hỗn giao trong các công thức thí nghiệm ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng tới sinh trưởng của bốn loài cây bản địa

Kỹ thuật trồng và chăm sóc được áp dụng thống nhất cho tất cả các công thức. Hồ trồng có kích thước $60 \times 60 \times 50$ cm. Bón lót mỗi hồ 300 g lân nung chảy, 1 kg phân hữu cơ vi sinh; bón thúc 100 g NPK (16:16:8) vào lần chăm sóc đầu tiên sau khi trồng 2 tháng. Cây được trồng vào đầu mùa mưa (tháng 6 năm 2022); trong hai năm tiếp theo mỗi năm bón thúc 200 g NPK/cây và phát cỏ định kỳ.

2.4. Thu thập và phân tích số liệu

Các chỉ tiêu sinh trưởng được đo đếm vào tháng 10 năm 2025 khi cây đạt 40 tháng tuổi bao gồm: tỷ lệ sống, đường kính thân tại vị trí 1,3 m ($D_{1,3}$), chiều cao vút ngọn (H_{vn}), đường kính tán (Dt) và phẩm chất cây. Tỷ lệ sống được xác định bằng tỷ lệ phần trăm số cây sống so với số cây trồng ban đầu. Phẩm chất cây được đánh giá và phân cấp thành ba mức: cây tốt, cây trung bình và cây xấu, dựa trên các chỉ tiêu về sinh trưởng, độ thẳng thân, mức độ khuyết tật và tình trạng sâu bệnh.

Các số liệu được phân tích bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 27. Tỷ lệ sống (%) và các chỉ tiêu sinh trưởng gồm $D_{1,3}$, H_{vn} và Dt được tính trung bình theo từng lần lặp của mỗi công thức

thí nghiệm. Ảnh hưởng của phương thức hỗn giao, mật độ trồng và tương tác giữa hai nhân tố đến tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh trưởng được phân tích bằng phương sai hai nhân tố (two-way ANOVA). Giả định đồng nhất phương sai được kiểm tra bằng kiểm định Levene trước khi phân tích. Khi kết quả ANOVA cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), so sánh trung bình được thực hiện bằng kiểm định Tukey HSD ở mức ý nghĩa 5%.

Tỷ lệ cây theo từng cấp phẩm chất được tổng hợp bằng bảng chéo (crosstab) theo các nhân tố phương thức hỗn giao, mật độ trồng và tổ hợp giữa hai nhân tố. Sự khác biệt về phân bố phẩm chất cây giữa các nghiệm thức được kiểm định bằng kiểm định Chi-square Pearson (χ^2). Các phân tích được thực hiện riêng cho từng loài với mức ý nghĩa thống kê $\alpha = 0,05$.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng đến tỷ lệ sống

Tỷ lệ sống của các loài cây thí nghiệm sau 40 tháng trồng theo phương thức trồng và mật độ được tổng hợp tại bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng đến tỷ lệ sống của bốn loài cây bản địa ở 40 tháng tại Tuyên Quang

Loài	Phương thức hỗn giao	Tỷ lệ sống (%)		Sig. PT	Sig. MD	Sig. PT×MD
		1.110 cây/ha	830 cây/ha			
Vù hương	HGH	75,0	66,2	0,393	0,750	0,520
	HGD	79,7	82,3			
	TLVH	75,9	87,8			
Giổi ăn hạt	HGH	79,5	66,9	0,261	0,710	0,350
	HGD	77,6	90,6			
	TLG	93,1	84,1			
Dẻ đỏ	HGH	61,6	65,8	0,860	0,746	0,610
	HGD	63,8	67,9			
	TLDD	80,5	61,3			
Xoan đào	HGH	56,3	56,2	0,584	0,875	0,973
	HGD	58,3	58,3			
	TLXD	60,3	62,2			

Chú thích: Tỷ lệ sống được tính toán từ số liệu thực nghiệm. Kết quả kiểm định ý nghĩa thống kê được thực hiện bằng phân tích phương sai hai nhân tố. Sig. PT, Sig. MD và Sig. PT×MD lần lượt là giá trị p của ảnh hưởng phương thức hỗn giao, mật độ trồng và tương tác giữa hai yếu tố. HGH, HGD và TLVH, TLG, TLDD, TLXD lần lượt là hỗn giao theo hàng, hỗn giao theo đám và trồng thuần loài Vù hương, Giổi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào.

Kết quả thực nghiệm tại bảng 2 cho thấy tỷ lệ sống sau 40 tháng trồng khác nhau giữa các loài nghiên cứu. Trong đó, Vù hương và Giỏi ăn hạt có tỷ lệ sống tương đối cao, lần lượt dao động từ 66,2 - 87,8% và 66,9 - 93,1%; Dẻ đỏ có tỷ lệ sống thấp hơn, đạt 61,3 - 80,5%; và Xoan đào có tỷ lệ sống thấp nhất, chỉ dao động từ 56,2 - 62,2%. Mặc dù có sự phân hóa về tỷ lệ sống giữa các loài, kết quả phân tích phương sai hai nhân tố chưa ghi nhận ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê của phương thức hỗn giao, mật độ trồng và tương tác giữa hai nhân tố này đến tỷ lệ sống của từng loài cây nghiên cứu ($p > 0,05$). Kết quả này cho thấy trong phạm vi thí nghiệm và ở giai đoạn đầu hình thành lâm phần, các công thức bố trí theo hàng, theo đám và trồng thuần loài đối chứng, cũng như hai mật độ 1.110 cây/ha và 830 cây/ha, chưa tạo ra sự khác biệt rõ rệt về tỷ lệ sống.

Kết quả này có thể liên quan đến đặc điểm sinh trưởng của lâm phần trong giai đoạn đầu sau trồng. Triệu Thị Lăng và đồng tác giả (2025) khi nghiên cứu bốn phân cho bốn loài cây bản địa gồm Vù hương, Giỏi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào trong mô hình trồng hỗn giao cho rằng, ở giai đoạn tuổi non, tỷ lệ sống của cây trồng chịu sự chi phối đáng kể bởi chất lượng cây giống và đặc tính sinh học của loài hơn là một số biện pháp kỹ thuật lâm sinh tác động trong giai đoạn đầu. Nghiên cứu của Pretzsch và đồng tác giả (2023) cho rằng trong các lâm phần cùng tuổi, tỷ lệ chết do cạnh tranh thường còn ở mức thấp trong giai đoạn trước khép tán và có xu hướng tăng khi cạnh tranh về không gian sinh trưởng trở nên rõ rệt hơn. Tương tự, Kremer và đồng tác giả (2025) tổng hợp nhiều nghiên cứu về trồng rừng cho thấy trong giai đoạn đầu của nhiều lâm phần rừng trồng, không gian sinh trưởng và nguồn tài nguyên chưa phải lúc nào cũng trở thành yếu tố giới hạn đủ mạnh để gây ra tỷ lệ chết đáng kể. Do đó, ở giai đoạn 40 tháng tuổi, việc chưa ghi nhận ảnh hưởng rõ rệt của phương thức trồng và mật độ đến tỷ lệ sống

trong nghiên cứu này là phù hợp với đặc điểm phát triển của rừng trồng giai đoạn đầu. Tuy nhiên, cần tiếp tục theo dõi lâm phần ở giai đoạn khép tán để đánh giá đầy đủ hơn tác động của cạnh tranh đến tỷ lệ sống của các loài cây bản địa.

3.2. Ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ đến sinh trưởng

So sánh sinh trưởng của bốn loài cây trong cùng điều kiện lập địa và áp dụng thống nhất các biện pháp kỹ thuật trồng, chăm sóc cho thấy ở giai đoạn 40 tháng tuổi có sự phân hóa rõ về giá trị trung bình (bảng 3). Vù hương là loài sinh trưởng tốt nhất, với $D_{1,3}$ dao động từ 4,68 - 6,84 cm, H_{vn} đạt 3,20 - 3,92 m và Dt đạt 1,86 - 2,44 m; Giỏi ăn hạt xếp thứ hai với $D_{1,3}$ đạt 2,98 - 4,04 cm, H_{vn} đạt 2,45 - 3,01 m và Dt đạt 1,41 - 1,94 m; Dẻ đỏ có mức sinh trưởng trung bình thấp, với $D_{1,3}$ nằm trong khoảng từ 1,82 - 2,15 cm, H_{vn} đạt 2,07 - 2,33 m và Dt dao động 0,95 - 1,09 m; Xoan đào có sinh trưởng biến động mạnh giữa các nghiệm thức, song nhìn chung vẫn thấp hơn Giỏi ăn hạt và tương đương Dẻ đỏ ở một số chỉ tiêu, với $D_{1,3}$ dao động từ 1,25 - 2,42 cm, H_{vn} đạt 1,92 - 2,67 m và Dt từ 0,85 - 1,87 m. Sự khác biệt này phản ánh khả năng sinh trưởng riêng của từng loài trong cùng điều kiện thí nghiệm. Kết quả cho thấy, sinh trưởng của Vù hương và Giỏi ăn hạt cao hơn Dẻ đỏ và Xoan đào trong giai đoạn đầu tại khu vực nghiên cứu là phù hợp với giả định của nghiên cứu này cũng như việc sắp xếp trồng xen theo hai nhóm sinh trưởng nhanh hơn và chậm hơn, giúp giảm tính cạnh tranh ánh sáng giữa hai nhóm loài này. Tuy nhiên, cần tiếp tục theo dõi lâm phần trong giai đoạn khép tán để đánh giá rõ hơn khả năng phát sinh cạnh tranh khác loài, đặc biệt là cạnh tranh ánh sáng mang tính loại trừ giữa hai loài sinh trưởng nhanh hơn là Vù hương và Giỏi ăn hạt với hai loài sinh trưởng chậm hơn là Dẻ đỏ và Xoan đào.

Bảng 3. Ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng đến sinh trưởng của bốn loài cây bản địa ở 40 tháng tuổi tại Tuyên Quang

Loài	Phương thức hỗn giao	D _{1,3} (cm)			H _{vn} (m)			Dt (m)		
		1.110 cây/ha	830 cây/ha	Sig.PT	1.110 cây/ha	830 cây/ha	Sig.PT	1.110 cây/ha	830 cây/ha	Sig.PT
Vù hương	HGH	5,95 ± 0,54 ^a	4,68 ± 0,22 ^a	0,149	3,73 ± 0,28 ^a	3,20 ± 0,13 ^a	0,126	2,11 ± 0,28 ^b	1,86 ± 0,11 ^b	0,019
	HGD	6,31 ± 0,22 ^a	4,69 ± 0,19 ^a		3,78 ± 0,32 ^a	3,21 ± 0,18 ^a		2,44 ± 0,16 ^{ab}	2,03 ± 0,15 ^{ab}	
	TLVH	6,84 ± 1,25 ^a	5,62 ± 1,34 ^a		3,92 ± 0,38 ^a	3,64 ± 0,24 ^a		2,44 ± 0,20 ^a	2,21 ± 0,12 ^a	
	Sig.MĐ/Sig.PT × MĐ	0,003		0,894	0,003		0,624	0,005		0,649
Giổi ăn hạt	HGH	3,76 ± 0,19 ^a	3,18 ± 0,59 ^a	0,439	2,85 ± 0,13 ^a	2,49 ± 0,33 ^a	0,479	1,68 ± 0,05 ^a	1,41 ± 0,18 ^a	0,268
	HGD	3,61 ± 0,29 ^a	2,98 ± 0,44 ^a		2,76 ± 0,18 ^a	2,45 ± 0,25 ^a		1,67 ± 0,02 ^a	1,47 ± 0,28 ^a	
	TLG	3,41 ± 0,26 ^a	4,04 ± 1,08 ^a		2,59 ± 0,10 ^a	3,01 ± 0,45 ^a		1,64 ± 0,12 ^a	1,94 ± 0,56 ^a	
	Sig.MĐ/Sig.PT × MĐ	0,481		0,131	0,525		0,049	0,663		0,177
Dẻ đỏ	HGH	2,00 ± 0,41 ^a	2,15 ± 0,39 ^a	0,879	2,23 ± 0,08 ^a	2,11 ± 0,05 ^a	0,853	1,06 ± 0,11 ^a	0,99 ± 0,12 ^a	0,904
	HGD	2,06 ± 0,35 ^a	1,90 ± 0,16 ^a		2,33 ± 0,37 ^a	2,07 ± 0,14 ^a		1,07 ± 0,24 ^a	0,95 ± 0,20 ^a	
	TLDD	2,14 ± 0,42 ^a	1,82 ± 0,47 ^a		2,30 ± 0,10 ^a	2,16 ± 0,12 ^a		1,09 ± 0,18 ^a	1,01 ± 0,06 ^a	
	Sig.MĐ/Sig.PT × MĐ	0,543		0,560	0,056		0,743	0,272		0,959
Xoan đào	HGH	1,68 ± 0,38 ^a	1,58 ± 0,18 ^a	0,370	2,28 ± 0,46 ^a	1,92 ± 0,17 ^a	0,139	1,30 ± 0,24 ^a	0,91 ± 0,10 ^a	0,199
	HGD	1,98 ± 0,18 ^a	1,56 ± 0,32 ^a		2,40 ± 0,18 ^a	1,97 ± 0,17 ^a		1,87 ± 0,59 ^a	0,85 ± 0,17 ^a	
	TLXD	1,25 ± 0,17 ^a	2,42 ± 0,17 ^a		2,67 ± 0,83 ^a	2,51 ± 0,16 ^a		1,28 ± 0,33 ^a	1,67 ± 0,16 ^a	
	Sig.MĐ/Sig.PT × MĐ	0,083		<0,001	0,147		0,849	0,052		0,009

Chú thích: Giá trị trong bảng là trung bình ± độ lệch chuẩn (Mean ± SD); HGH, HGD và TLVH, TLG, TLDD, TLXD lần lượt là hỗn giao theo hàng, hỗn giao theo đám và trồng thuần loài Vù hương, Giổi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào. D_{1,3}: đường kính thân tại vị trí 1,3 m; H_{vn}: chiều cao vút ngọn; Dt: đường kính tán. Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột ở từng chỉ tiêu sinh trưởng của từng loài biểu thị sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các phương thức hỗn giao theo kiểm định Tukey HSD ở mức $p < 0,05$. Sig.PT: giá trị ý nghĩa thống kê của phương thức hỗn giao. Các giá trị ở dòng “Sig.MĐ/Sig.PT × MĐ” giá trị thứ nhất thể hiện ảnh hưởng của mật độ trồng và giá trị thứ hai thể hiện ảnh hưởng tương tác giữa phương thức hỗn giao và mật độ trồng theo kết quả phân tích phương sai hai nhân tố.

Về ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng tới sinh trưởng của từng loài cây, kết quả phân tích phương sai cho thấy phản ứng sinh trưởng của các loài cây nghiên cứu

đối với phương thức hỗn giao và mật độ trồng không giống nhau. Đối với Vù hương, mật độ trồng ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến cả ba chỉ tiêu sinh trưởng gồm D_{1,3}, H_{vn}

và Dt ($p < 0,01$), trong đó sinh trưởng ở mật độ 1.110 cây/ha tốt hơn rõ rệt so với mật độ 830 cây/ha. Phương thức hỗn giao chỉ ảnh hưởng đến Dt ($p < 0,05$), với giá trị lớn hơn ở công thức đối chứng (trồng thuần loài) so với hỗn giao theo hàng. Giỏi ăn hạt và Dẻ đỏ ít chịu ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng. Phần lớn các chỉ tiêu sinh trưởng của hai loài này không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Riêng chiều cao của Giỏi ăn hạt ghi nhận ảnh hưởng tương tác giữa phương thức hỗn giao và mật độ trồng ($p < 0,05$). Tuy nhiên, kết quả so sánh cặp chưa xác định được sự khác biệt giữa các tổ hợp nghiệm thức. Xoan đào là loài có phản ứng sinh trưởng phức tạp nhất trong số các loài nghiên cứu. Mặc dù phương thức hỗn giao không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến sinh trưởng, nhưng tương tác giữa phương thức hỗn giao và mật độ trồng ảnh hưởng rất rõ đến đường kính thân và đường kính tán ($p < 0,01$). Các giá trị trung bình cho thấy ở mật độ 1.110 cây/ha, các nghiệm thức hỗn giao cho sinh trưởng tốt hơn, trong khi ở mật độ 830 cây/ha, trồng thuần lại cho giá trị sinh trưởng lớn hơn.

Nhìn chung, kết quả phân tích thống kê chưa ghi nhận sự khác biệt rõ rệt về sinh trưởng giữa các phương thức hỗn giao và trồng thuần loài trong từng loài cây ở giai đoạn 40 tháng tuổi, ngoại trừ chỉ tiêu Dt của Vù hương. Đối với phương thức hỗn giao, việc chưa ghi nhận sai khác về sinh trưởng cho thấy chưa có ảnh hưởng của cạnh tranh khác loài đến sinh trưởng trong giai đoạn đầu của lâm phần. Kết quả này có thể là do giai đoạn này rừng chưa khép tán nên chưa có ảnh hưởng rõ rệt. Hơn nữa, sự chủ động sắp xếp trồng xen giữa hai nhóm sinh trưởng nhanh hơn và chậm hơn làm giảm áp lực cạnh tranh đủ lớn để làm khác biệt các chỉ

tiêu sinh trưởng ở giai đoạn này. Đối với mật độ trồng, việc chưa ghi nhận sai khác về sinh trưởng giữa hai mật độ trồng cũng phù hợp với các khuyến nghị trước đây về mật độ trồng rừng gỗ lớn đối với các loài cây này (Nguyễn Viễn *et al.*, 2021; Phan Văn Thắng, 2014; Võ Đại Hải, 2022; Hoàng Văn Thắng, 2022; Lê Văn Quang, 2024). Kết quả này cũng phù hợp với nhận định của Gabira và đồng tác giả (2023) rằng cạnh tranh giữa các cây chỉ trở nên rõ rệt khi tán cây và hệ rễ bắt đầu giao nhau. Tương tự, Đào Hùng Mạnh và đồng tác giả (2021) cũng chưa ghi nhận ảnh hưởng rõ rệt của mật độ trồng đến sinh trưởng của Dẻ đỏ ở giai đoạn 30 tháng tuổi. Tuy nhiên, đối với rừng trồng gỗ lớn được gây trồng từ cây giống gieo từ hạt có mức độ phân hóa nhất định về sinh trưởng của các cá thể, mật độ 1.110 cây/ha được đề xuất áp dụng phù hợp hơn trong sản xuất vì có thêm sự lựa chọn để tỉa thưa, loại bỏ các cá thể sinh trưởng kém trong quá trình chăm sóc và nuôi dưỡng rừng.

3.3. Ảnh hưởng của phương thức hỗn giao và mật độ trồng đến phẩm chất cây

Phân bố phẩm chất cây theo phương thức trồng và mật độ được tổng hợp tại bảng 4, theo tổ hợp phương thức trồng và mật độ được trình bày ở hình 2. Kết quả cho thấy sau 40 tháng trồng, phẩm chất cây có sự khác biệt giữa các loài nghiên cứu. Vù hương có tỷ lệ cây phẩm chất tốt cao nhất và tương đối ổn định giữa các công thức thí nghiệm, dao động từ 83,7 - 91,4%, đồng thời có tỷ lệ cây phẩm chất xấu thấp nhất. Tiếp đến là Giỏi ăn hạt, với tỷ lệ cây phẩm chất tốt đạt 55,2 - 72,6% nhưng biến động giữa các công thức. Ngược lại, Dẻ đỏ và Xoan đào có tỷ lệ cây phẩm chất tốt thấp hơn, lần lượt đạt 13,0 - 28,7% và 12,5 - 37,5%, trong đó nhóm cây phẩm chất trung bình chiếm tỷ lệ cao nhất ở hầu hết các công thức thí nghiệm.

Bảng 4. Phân bố tỷ lệ (%) phẩm chất cây của các loài cây gỗ bản địa ở tuổi 40 tháng theo phương thức hỗn giao và mật độ trồng tại Tuyên Quang

Loài	Nhân tố	Công thức	Phẩm chất cây (%)			X ²	Sig.
			Tốt	Trung bình	Xấu		
Vù hương	Phương thức hỗn giao	HGH	83,8	12,9	3,3	4,138	0,388
		HGĐ	84,2	11,3	4,5		
		TLVH	88,9	8,1	3,0		
	Mật độ trồng	1110	87,3	8,5	4,2	5,349	0,069
		830	83,6	13,3	3,1		
Giỏi ăn hạt	Phương thức hỗn giao	HGH	64,6	28,9	6,4	9,996	0,040
		HGĐ	57,9	36,2	5,9		
		TLG	68,0	24,3	7,7		
	Mật độ trồng	1110	65,9	26,0	8,1	9,724	0,008
		830	60,1	34,8	5,0		
Dẻ đỏ	Phương thức hỗn giao	HGH	26,3	50,3	23,4	4,477	0,345
		HGĐ	22,7	48,9	28,4		
		TLĐĐ	21,7	58,0	20,3		
	Mật độ trồng	1110	27,7	45,1	27,3	10,490	0,005
		830	19,3	59,7	21,0		
Xoan đào	Phương thức hỗn giao	HGH	25,8	41,9	32,3	4,404	0,354
		HGĐ	21,9	46,9	31,3		
		TLXĐ	28,1	59,4	12,5		
	Mật độ trồng	1110	33,3	41,7	25,0	3,699	0,157
		830	17,0	57,4	25,5		

Chú thích: Phẩm chất cây được tính toán từ số liệu đo đếm thực địa. HGH, HGĐ và TLVH, TLG, TLĐĐ, TLXĐ lần lượt là hỗn giao theo hàng, hỗn giao theo đám và trồng thuần loài Vù hương, Giỏi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào. 1.110 và 830 tương ứng mật độ cây/ha. χ^2 : kiểm định Chi-square; sig.: mức ý nghĩa thống kê.

Đối với Vù hương, phương thức hỗn giao ($p = 0,388$), mật độ trồng ($p = 0,069$) và tương tác giữa hai nhân tố ($p = 0,105$) không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến phẩm chất cây. Mặc dù chưa ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, mật độ 1.110 cây/ha có xu hướng cho tỷ lệ cây phẩm chất tốt cao hơn so với mật độ 830 cây/ha.

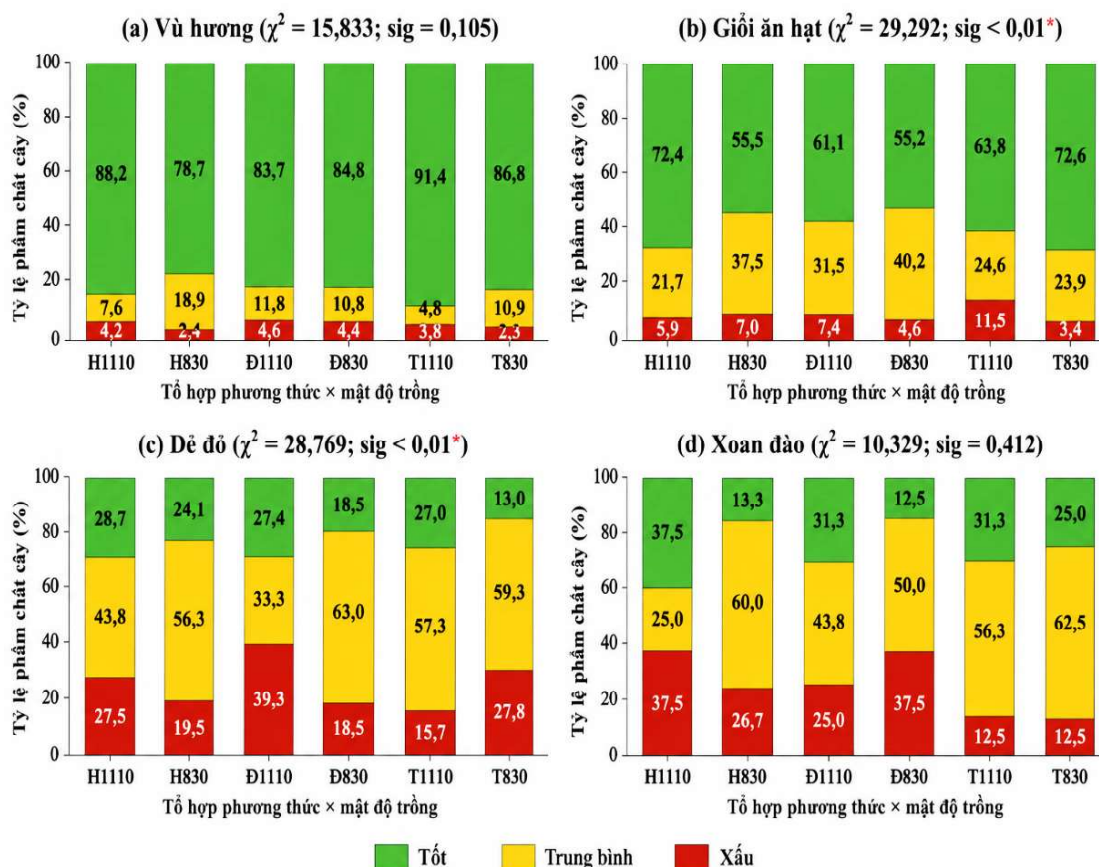
Giỏi ăn hạt là loài có phản ứng rõ nhất về phẩm chất cây. Phương thức trồng ($p = 0,040$), mật độ trồng ($p = 0,008$) và tương tác giữa hai nhân tố ($p = 0,001$) đều ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến phân bố phẩm chất cây. Tỷ lệ cây tốt cao nhất ghi nhận ở công

thức trồng thuần với mật độ 830 cây/ha (72,6%) và hỗn giao theo hàng ở mật độ 1.110 cây/ha (72,4%).

Đối với Dẻ đỏ, phương thức hỗn giao không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến phẩm chất cây ($p = 0,345$), trong khi mật độ trồng ($p = 0,005$) và tương tác giữa phương thức với mật độ trồng ($p = 0,001$) có ảnh hưởng rõ rệt. Tỷ lệ cây tốt nhìn chung còn thấp, trong khi cây phẩm chất trung bình chiếm ưu thế ở hầu hết các nghiệm thức. Mật độ 1.110 cây/ha có xu hướng làm tăng tỷ lệ cây tốt và giảm tỷ lệ cây trung bình so với mật độ 830 cây/ha.

Ở Xoan đào, không ghi nhận ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê của phương thức hỗn giao ($p = 0,354$), mật độ trồng ($p = 0,157$) và tương tác giữa hai nhân tố ($p = 0,412$) đến phẩm chất cây.

Mặc dù chưa có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, mật độ 1.110 cây/ha và phương thức hỗn giao theo hàng có xu hướng cho tỷ lệ cây phẩm chất tốt cao hơn.



Chú thích: Các giá trị biểu thị tỷ lệ (%) số cây thuộc các nhóm phẩm chất trong từng tổ hợp. Đ: HGD (hỗn giao theo đám); H: HGH (hỗn giao theo hàng); T: thuần loài (đối chứng). 1110 và 830 tương ứng mật độ cây/ha; χ^2 : kiểm định Chi-square; sig.: mức ý nghĩa thống kê.

Hình 2. Phân bố tỷ lệ (%) phẩm chất cây của các loài cây gỗ bản địa ở tuổi 40 tháng theo tổ hợp phương thức và mật độ trồng tại Tuyên Quang

Nhìn chung, Vù hương là loài có phẩm chất cây cao và ổn định nhất trong các loài nghiên cứu. Giổi ăn hạt và Dẻ đỏ thể hiện sự đáp ứng rõ hơn đối với mật độ trồng và tổ hợp giữa phương thức hỗn giao với mật độ trồng, trong khi Xoan đào chưa ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Những kết quả này cho thấy việc lựa chọn phương thức hỗn giao và mật độ trồng cần được xem xét theo đặc điểm sinh học của từng loài nhằm nâng cao chất lượng cây và hiệu quả trồng rừng gỗ lớn.

IV. KẾT LUẬN

Bốn loài cây bản địa trồng hỗn giao trong giai đoạn 40 tháng tuổi có khả năng sinh trưởng khác nhau rõ rệt, trong đó Vù hương có sinh trưởng tốt nhất, tiếp theo lần lượt là Giổi ăn hạt, Dẻ đỏ và Xoan đào. Tuy nhiên, đối với mỗi loài cây, chưa ghi nhận ảnh hưởng nhất quán của phương thức hỗn giao và mật độ trồng đến sinh trưởng, ngoại trừ một số chỉ tiêu ở từng loài có phản ứng có ý nghĩa thống kê.

trong giai đoạn 40 tháng tuổi. Điều đó có thể là do ở giai đoạn này rừng chưa khép tán nên sự cạnh tranh, nhất là về ánh sáng, chưa xảy ra. Hơn nữa, hai phương thức hỗn giao theo hàng và theo đám của nhóm loài cây sinh trưởng nhanh hơn và chậm hơn và hai mật độ trồng (830 và 1.110 cây/ha) được chọn lọc kế thừa từ các kết quả nghiên cứu trước đây về các loài này tương đối phù hợp với sự phát triển ở giai đoạn đầu các loài cây này. Tuy nhiên, với sự khác nhau về sinh trưởng rõ rệt giữa các loài thì sau khi rừng khép tán các loài cây sinh trưởng chậm hơn như Dẻ đỏ và Xoan đào có thể bị cạnh tranh mạnh mẽ bởi Vù hương và Giổi ăn hạt. Để có thể xác định phương thức hỗn giao và mật độ trồng phù hợp hơn cũng như đề xuất các biện pháp lâm sinh can thiệp

khi cạnh tranh xảy ra, cần tiếp tục theo dõi, đánh giá khả năng thích ứng của từng loài trong điều kiện cạnh tranh khi rừng khép tán.

Lời cảm ơn: Bài viết là kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu kỹ thuật trồng rừng hỗn giao cây bản địa sản xuất gỗ lớn tại vùng Đông Bắc”, do Bộ Nông nghiệp và Môi trường là cơ quan chủ quản, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam chủ trì và Viện Nghiên cứu Lâm sinh thực hiện. Nghiên cứu này được thực hiện tại Công ty TNHH Lâm nghiệp Sơn Dương, tỉnh Tuyên Quang. Trong quá trình thực hiện nghiên cứu này, các tác giả đã nhận được sự quan tâm, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi của các cơ quan nêu trên. Nhân dịp này, các tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ quý báu đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Forrester, D.I., Bauhus, J., Cowie, A.L., Vanclay, J.K., 2006. Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: a review. *Forest Ecology and Management*, 233, 211 - 230.
2. Forrester, D.I., 2014. The spatial and temporal dynamics of species interactions in mixed-species forests: From pattern to process. *Forest Ecology and Management*, 312, 282 - 292.
3. Gabira, M. M., Girona, M. M., DesRochers, A., Kratz, D., Silva, R. B. G., Duarte, M. M., Aguiar, N. S., Wendling, I., 2023. The impact of planting density on forest monospecific plantations: An overview. *Forest Ecology and Management*, 534: 120882.
4. Võ Đại Hải, 2022. Nghiên cứu phát triển rừng trồng Bời lời vàng (*Litsea pierrei* Lecomte) và Dẻ đỏ (*Lithocarpus ducampii* A. Camus) cung cấp gỗ lớn ở một số vùng sinh thái trọng điểm. Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
5. Kelty, M.J., 2006. The role of species mixtures in plantation forestry. *Forest Ecology and Management*, 233, 195 - 204.
6. Kremer, K., Jonsson, B.G., Tavares, M.F., Bauhus, J., 2025. Effects of planting density on the performance of reforestation and afforestation plantings in temperate and boreal forests: a systematic review. *Restoration Ecology*, 33(5), e70103. DOI: 10.1111/rec.70103
7. Lamb, D., 2011. *Regreening the Bare Hills: Tropical Forest Restoration in the Asia-Pacific Region*. Springer, Dordrecht.
8. Triệu Thị Lăng, Hoàng Thị Nhung, Hồ Trung Lương, Đào Trung Đức, Dương Quang Trung, Trần Lâm Đồng, 2025. Ảnh hưởng của bón phân đến sinh trưởng rừng trồng hỗn giao cây bản địa sản xuất gỗ lớn tại tỉnh Phú Thọ. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 5/2025: 82 - 89.
9. Matthew J, K., 1999. Species interaction, stand structure, and productivity in agroforestry systems. In: Ashton, M.S., Montagnini, F. (Eds.), *The silvicultural basis for agroforestry systems*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., p. 278.
10. Pretzsch, H., del Río, M., 2020. Density regulation of mixed and mono-specific forest stands as a continuum: A new concept based on species-specific coefficients for density equivalence and density modification. *Forestry*, 93(1), 1 - 15. DOI: 10.1093/forestry/cpz069
11. Pretzsch, H., del Río, M., Arcangeli, C., Bielak, K., Dudzinska, M., Forrester, D.I., Kohnle, U., Ledermann, T., Matthews, R., Nagel, R., Ningre, F., Nord-Larsen, T., Szeligowski, H., Biber, P., 2023. Competition-based

- mortality and tree losses. An essential component of net primary productivity. *Forest Ecology and Management*, 544, 121204.
12. Đào Hùng Mạnh, Nguyễn Anh Dũng, Võ Đại Nguyên, 2021. Nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật trồng rừng thâm canh Dẻ đỏ (*Lithocarpus ducampii* A. Camus) cung cấp gỗ lớn tại tỉnh Phú Thọ. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 2, 71 - 78.
 13. Lê Văn Quang, 2024. Nghiên cứu xây dựng mô hình rừng trồng thâm canh Vù hương (*Cinnamomum balansae* H. Lec.) tại tỉnh Bắc Giang. Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh. Sở Khoa học và Công nghệ Bắc Giang - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
 14. Hoàng Văn Thắng, 2022. Nghiên cứu chọn giống và kỹ thuật trồng rừng thâm canh Xoan đào (*Pygeum arboreum* Endl.) cung cấp gỗ lớn ở vùng Đông Bắc và Tây Bắc. Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
 15. Phan Văn Thắng, 2014. Ảnh hưởng của ánh sáng và phân bón đến sinh trưởng cây Giổi xanh sau khi trồng. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 1, 3112 - 3118.
 16. Thủ tướng Chính phủ, 2021. Quyết định số 523/QĐ-TTg ngày 01/4/2021 về việc phê duyệt Chiến lược phát triển lâm nghiệp Việt Nam giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
 17. Tổng cục Khí tượng Thủy văn, 2024. Số liệu quan trắc khí tượng tại Trạm Khí tượng Thủy văn thành phố Tuyên Quang, tỉnh Tuyên Quang giai đoạn 2019 - 2023.
 18. Nguyễn Viễn, 2022. Nghiên cứu khai thác và phát triển nguồn gen cây Vù hương (*Cinnamomum balansae* H. Lec.) cung cấp gỗ lớn và tinh dầu tại một số tỉnh miền Bắc Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
 19. Weiner, J., 1990. Asymmetric competition in plant populations. *Trends in Ecology & Evolution*, 5, 360 - 364. DOI: 10.1016/0169 - 5347(90)90095 - U.

Email tác giả liên hệ: dong.tran@vafs.gov.vn

Ngày nhận bài: 17/05/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 02/06/2026; 19/06/2026

Ngày duyệt đăng: 01/07/2026