

TĂNG THU DI TRUYỀN THỰC TẾ CỦA GIỐNG KEO TAI TƯỢNG CHỌN LỌC TẠI QUẢNG TRỊ

Phạm Tiến Hùng¹, Phạm Xuân Đình¹, Đỗ Hữu Sơn², Vũ Đức Bình¹, Lê Xuân Toàn¹,
Nguyễn Thị Thanh Nga¹, Nguyễn Hòa¹, Nguyễn Tùng Lâm¹, Đường Ngọc Danh¹, Hồ Sỹ Tạo¹

¹Trung tâm Khoa học Lâm nghiệp Bắc Trung Bộ

²Viện Nghiên cứu Giống và Công nghệ sinh học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng được xây dựng tại Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị (12/2014) với 8 nguồn hạt, 5 lần lặp, 49 cây/ô. Ở tuổi 11, tỷ lệ sống giữa các nghiệm thức tương đối đồng đều (49,4 - 53,9%) nhưng sinh trưởng và chất lượng thân cây sai khác rõ rệt. Bốn nguồn hạt vượt trội gồm: hỗn hợp CSO vườn giống Bầu Bàng, Balimo, hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bầu Bàng và Oriomo, đạt năng suất 23,6 - 30,4 m³/ha/năm, cao hơn 10 - 69% so với hạt đại trà. Nhóm trung bình gồm hỗn hợp rừng giống Long Thành (Đồng Nai) và vườn giống cây ghép Ba Vi. Hạt đại trà Tuyên Quang và lô đại trà đối chứng thuộc nhóm thấp hơn, năng suất 18,9 - 24,4 m³/ha/năm. Về chất lượng thân, các lô CSO Bầu Bàng, Balimo và hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất thể hiện ưu thế về độ thẳng thân, độ nhỏ cành và khả năng duy trì trục chính. Tăng thu di truyền thực tế của CSO Bầu Bàng so với hạt đại trà đạt 50,0% về thể tích, 23,47% về đường kính và 20,68% về độ nhỏ cành. So với Oriomo, mức tăng lần lượt là 21,28% và 12,3%; so với Balimo là 7,55% và 5,53%. Kết quả khẳng định sử dụng hạt SSO chọn lọc là giải pháp hiệu quả nâng cao năng suất, chất lượng rừng trồng Keo tai tượng phục vụ mục tiêu gỗ lớn đến năm 2030.

Từ khóa: Vườn giống Keo tai tượng, rừng giống chuyển hóa, xuất xứ nguyên sản.

REALIZED GENETIC GAIN OF IMPROVED SEED SOURCES OF *Acacia mangium* IN QUANG TRI PROVINCE, VIETNAM

Pham Tien Hung¹, Pham Xuan Dinh¹, Do Huu Son², Vu Duc Binh¹, Le Xuan Toan¹,
Nguyen Thi Thanh Nga¹, Nguyen Hoa¹, Nguyen Tung Lam¹, Duong Ngoc Danh¹, Ho Sy Tao¹

¹Forest Science Centre for North of Central Vietnam

²Institute of Forest Tree Improvement and Biotechnology

SUMMARY

A genetic gain trial for *Acacia mangium* was established in Hieu Giang, Quang Tri province (December 2014), comprising 8 seed sources, 5 replicates, and 49 trees per plot. At age 11, the survival rates across treatments were relatively uniform (49.4 - 53.9%); however, significant differences were observed in growth and stem quality. Four superior seed sources were identified: the bulked Seedling Seed Orchard (SSO) from Bau Bang, Balimo, the mix of the 10 best families from Bau Bang SSO, and Oriomo. These sources achieved productivities ranging from 23.6 to 30.4 m³/ha/year, which is 10 - 69% higher than bulk commercial seeds. The intermediate group included the seed stand from Long Thanh (Dong Nai) and the clonal seed orchard from Ba Vi. The commercial seeds from Tuyen Quang and the control bulk lot showed lower performance, with productivities of 18.9 - 24.4 m³/ha/year. Regarding stem quality, the Bau Bang SSO, Balimo, and the 10-best-family mix exhibited superiority in stem straightness, branch size, and axis persistence. The actual genetic gain of the Bau Bang SSO compared to commercial seeds reached 50.0% in volume, 23.47% in diameter, and 20.68% in branch size. Compared to Oriomo, the gains were 21.28% and 12.3%, respectively; and compared to Balimo, they were 7.55% and 5.53%. These results confirm that utilizing improved SSO seeds is an effective solution for enhancing the productivity and quality of *Acacia mangium* plantations, serving the target of large-timber production by 2030.

Keywords: *Acacia mangium* seed orchard, converted seed stand, native provenance.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam hiện có trên 14.971.553 ha rừng, trong đó diện tích rừng trồng 4.892.187 ha, tương đương 32,67% tổng diện tích rừng toàn quốc (Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2026). Hiện nay, trong diện tích rừng trồng, các loài keo chiếm khoảng 2,2 triệu ha, tương đương 46,4% diện tích rừng trồng cả nước. Trong đó, tổng diện tích rừng trồng Keo tai tượng đã đạt trên 1,0 triệu ha. Vùng Đông Bắc Bộ là vùng có diện tích trồng keo lớn nhất cả nước, khoảng hơn 0,77 triệu ha, chiếm 33,0% trong tổng diện tích rừng trồng keo tại Việt Nam. Đứng kế tiếp là vùng Nam Trung Bộ với hơn 0,70 triệu ha, chiếm 30,0% và vùng Bắc Trung Bộ với hơn 0,54 triệu ha, chiếm 23,0% (Tổng cục Lâm nghiệp, 2022).

Keo tai tượng (*Acacia mangium*) là loài bản địa phân bố tự nhiên ở Australia, Papua New Guinea và Indonesia, chủ yếu trong khoảng vĩ độ 8 - 18° Nam, ở độ cao khoảng 300 m so với mực nước biển, với lượng mưa trung bình hàng năm từ 1.500 - 3.000 mm (Doran *et al.*, 1997). Cây có tốc độ sinh trưởng nhanh, thân thẳng, và chất lượng gỗ tốt. Gỗ Keo tai tượng có tỷ trọng trung bình 0,45 - 0,50 g/cm³, và có thể đạt 0,59 g/cm³ ở tuổi 12 (Razali, Mohd, 1992). Với các đặc tính này, Keo tai tượng được sử dụng rộng rãi làm nguyên liệu cho sản xuất gỗ lớn, gỗ dán, ván dăm và bột giấy, góp phần quan trọng vào phát triển kinh tế lâm nghiệp bền vững.

Keo tai tượng đã được du nhập vào Việt Nam từ những năm 1960 (Nguyễn Hoàng Nghĩa, 2003). Công tác cải thiện giống Keo tai tượng ở Việt Nam đã được tiến hành từ những năm 1980. Các khảo nghiệm xuất xứ được xây dựng tương đối đồng bộ và có hệ thống từ những năm 1990. Các kết quả nghiên cứu của Lê Đình Khả (2003) đều cho thấy, biến dị giữa các xuất xứ Keo tai tượng khá lớn. Khảo nghiệm tại Bàu Bàng, Bình Dương với 14 xuất xứ thuộc 3 loài keo (trong đó có 11 xuất xứ Keo tai tượng) cho thấy các xuất xứ Kennedy và Cardwell có sinh trưởng vượt trội, đạt năng suất trung bình lần lượt 0,056 m³/cây và 0,052 m³/cây. Các dòng chọn lọc tại đây có thể tích vượt trội 36,5 - 128,9% so với trung bình, đặc biệt các dòng 19,

179, 62, 94 và 67 có độ vượt đạt 80,4 - 128% (Hà Huy Thịnh, 2006). Khảo nghiệm tại La Ngà (Đồng Nai) với 7 xuất xứ cho thấy các xuất xứ Hawkins, Bronte, Kennedy và Cardwell có sinh trưởng tốt nhất (Lê Đình Khả, 2003).

Giai đoạn từ năm 2010 đến nay, các nghiên cứu chọn tạo giống Keo tai tượng tiếp tục tập trung sâu vào đánh giá biến dị và khả năng di truyền giữa các gia đình và cá thể trong các khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 về cả sinh trưởng, chất lượng thân cây, các tính chất cơ lý gỗ liên quan tới gỗ xẻ. Ở các khảo nghiệm hậu thế hữu tính thế hệ 2 Keo tai tượng tại tỉnh Tuyên Quang, Thành phố Hà Nội và tỉnh Bình Dương, sau 3 đến 4 tuổi đã có sự phân hóa rõ rệt về sinh trưởng đường kính, chiều cao, thể tích thân cây, chất lượng thân cây, tính chất cơ lý gỗ giữa các gia đình tham gia khảo nghiệm (Phí Hồng Hải *et al.*, 2015).

La Ánh Dương (2020) cũng đã chọn lọc được 7 gia đình Keo tai tượng tại vườn giống hữu tính thế hệ 2 tại Ba Vì, Hà Nội, gồm AM127, AM35, AM37, AM135, AM81, AM88 và AM110 là những gia đình vừa sinh trưởng nhanh, thân thẳng và khối lượng của gỗ cao, với năng suất đạt 25,3 đến 29,5 m³/ha/năm; tăng thu di truyền lý thuyết có thể đạt từ 8,1 đến 19,1% và có độ vượt từ 19,7 tới 45,2% so với trung bình khảo nghiệm. Các gia đình này đã được Hội đồng giống Quốc gia, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công nhận là giống tiến bộ kỹ thuật cho vùng Ba Vì, Hà Nội và các lập địa tương tự.

Kết quả đánh giá giai đoạn 30 - 32 tháng tuổi tại khảo nghiệm mở rộng các giống Keo tai tượng (8 xuất xứ) ở Quảng Trị cho thấy: các khảo nghiệm có tỷ lệ sống cao (81,5 - 95,5%) và có sự sai khác rõ rệt về sinh trưởng giữa các lô hạt (Đỗ Hữu Sơn *et al.*, 2018).

Trên cơ sở đó, bài viết này trình bày kết quả đánh giá khả năng sinh trưởng, tăng thu di truyền thực tế, chất lượng thân cây và tỷ lệ gỗ xẻ của các nguồn giống khác nhau trong khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị ở giai đoạn 11 năm tuổi.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và địa điểm nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu gồm 8 nguồn hạt giống đưa vào xây dựng khảo nghiệm được tổng hợp tại bảng 1.

Bảng 1. Các giống đưa vào khảo nghiệm mở rộng tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị

TT	Loài cây/nguồn hạt/ Dòng	Nơi được công nhận
1	Lô hạt vườn giống cây ghép Ba Vi	Ba Vi, Hà Nội
2	Lô hạt hỗn hợp 10 dòng tốt nhất của vườn giống Bầu Bàng	Bầu Bàng, Bình Dương
3	Lô hạt hỗn hợp vườn giống Bầu Bàng	Bầu Bàng, Bình Dương
4	Lô hạt xuất xứ Balimo	Hạt nhập Úc
5	Lô hạt xuất xứ Oriomo	Hạt nhập Úc
6	Lô hạt rừng giống Hàm Yên	Hàm Yên, Tuyên Quang
7	Lô hạt rừng giống Long Thành	Long Thành, Đồng Nai
8	Hạt đại trà sản xuất	

Địa điểm nghiên cứu: Khảo nghiệm tăng thu di truyền được trồng tháng 12 năm 2014 tại xã Cam Hiếu, huyện Cam Lộ (nay là xã Hiếu Giang), tỉnh Quảng Trị (vĩ độ: 16°46' Bắc; Kinh độ: 107°1' Đông; Độ cao so với mực nước biển 50 m). Đất tại đây là đất feralit pha sét. Khí hậu tại khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng bởi gió Tây Nam khô nóng, mùa nóng từ tháng 5 đến tháng 8 nhiệt độ cao trung bình 28°C, nhiệt độ tối cao có thể lên tới 40 - 42°C trong các tháng 6 và 7; nhiệt độ bình quân năm là 25°C, lượng mưa bình quân năm là 2.370 mm. Mùa lạnh có 3 tháng (từ tháng 12 và 1, 2 năm sau), nhiệt độ tối thấp là 22°C.

2.2. Phương pháp thiết kế khảo nghiệm

Sử dụng chương trình phần mềm Cycdesign 2.0 để thiết kế các thí nghiệm, khảo nghiệm mở rộng giống tại hiện trường và theo tiêu chuẩn ngành 04-TCN-147-2006. Khảo nghiệm mở rộng giống Keo tai tượng tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị được thiết kế thí nghiệm khối ngẫu nhiên đầy đủ, 8 công thức thí nghiệm, 5 lần lặp, 49 cây/ô, mật độ 1.100 cây/ha (khoảng cách trồng 3 × 3 m). Các biện pháp kỹ thuật lâm sinh áp dụng trong trồng rừng khảo nghiệm gồm: Phát dọn thực bì toàn diện; Cuốc hố kích thước 40 × 40 × 40 cm;

Bón lót phân hữu cơ vi sinh 1 kg/hố + phân NPK (16:16:8) 100 g/hố, trộn đều phân và lấp hố; Chăm sóc năm thứ nhất: Sau khi trồng 1 tháng tiến hành bón thúc 100 g NPK(16:16:8), phát dọn thực bì và bảo vệ phòng chống cháy rừng trong mùa khô; Chăm sóc năm thứ hai: chăm sóc 2 lần gồm phát dọn thực bì, phòng chống cháy rừng và bón thúc 200 g NPK(16:16:8)/cây; Chăm sóc năm thứ ba: chăm sóc 2 lần gồm phát dọn thực bì, phòng chống cháy rừng và bón thúc 200 g NPK(16:16:8)/cây.

2.3. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

2.3.1. Phương pháp thu thập số liệu

Các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao vút ngọn (H_{vn}), đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$) được thu thập theo các phương pháp thông dụng trong điều tra rừng của Vũ Tiến Hình và Phạm Ngọc Giao (1997) và TCVN 8761-1:2017 Giống cây lâm nghiệp - Khảo nghiệm giá trị canh tác và giá trị sử dụng, phần 1 nhóm loài cây lấy gỗ. Đánh giá các chỉ tiêu chất lượng: Độ thẳng thân (D_{tt}), độ nhỏ cành (D_{nc}) xác định theo TCVN 8755 - 2024 Giống cây lâm nghiệp - Cây trổi. Độ duy trì trực thân (D_{ttt}) được đánh giá bằng thang điểm 5 như sau: (1 điểm) -

phân thân ngay tại mặt đất; (2 điểm) - phân thân tại 1/4 chiều cao cây; (3 điểm) - phân thân ở 1/2 chiều cao cây; (4 điểm) - phân thân ở 3/4 chiều cao cây; (5 điểm) - cây không bị phân thân.

- Thể tích thân cây được tính bằng công thức:

$$V = \frac{\pi}{40} \times D_{1.3}^2 \times H_{vn} \times f$$

Trong đó: $D_{1.3}$ là đường kính ngang ngực (cm); H_{vn} là chiều cao vút ngọn (m) và f là hình số ($f = 0,5$). Theo TCVN 14204-1:2024: Tiêu chuẩn quốc gia về Phương pháp điều tra trữ lượng rừng trồng.

- Năng suất (NS) được tính theo công thức:

$$NS = \frac{V \times Nbd \times TLS}{Tuổi} \text{ (m}^3\text{/ha/năm)}$$

Trong đó: V là thể tích thân cây (m^3); Nbd là Mật độ trồng ban đầu; TLS là tỷ lệ sống của mô hình năm thứ 11 (%).

2.3.2. Phân tích thống kê

- Mô hình xử lý thống kê:

$$Y = \mu + m + a + \varepsilon$$

Trong đó: Y là trị số quan sát; μ là Trung bình chung toàn thí nghiệm; m là ảnh hưởng của khối và ô thí nghiệm; a là ảnh hưởng của công thức thí nghiệm (dòng/giống); ε có nghĩa là: Sai số ngẫu nhiên. Nó đại diện cho sự chênh lệch giữa giá trị quan sát thực tế (Y) và giá trị dự đoán từ mô hình (tổng các thành phần trung bình quần thể μ , hiệu ứng di truyền m , và hiệu ứng lặp a).

- So sánh sai dị giữa các trung bình mẫu được tiến hành theo tiêu chuẩn Fisher (tiêu chuẩn F):

+ Nếu F_{pr} (xác suất tính được) $< 0,05$ thì sự sai khác giữa các trung bình mẫu là rõ rệt với mức tin cậy tương ứng 95%.

+ Nếu F_{pr} (xác suất tính được) $> 0,05$ thì sự sai khác giữa các trung bình mẫu là không rõ rệt.

- Hệ số biến động ($V\%$) được tính theo công thức:

$$V\% = \frac{Sd}{\bar{X}} \times 100$$

+ Sd : độ lệch chuẩn của mẫu (Standard Deviation);

+ $\bar{X}$: giá trị trung bình của mẫu (Mean).

- Khoảng sai dị đảm bảo tối thiểu (Least Significant Difference) giữa các công thức thí nghiệm bằng công thức:

$$Lsd = Sed \times t_{.05}(k)$$

Trong đó:

+ Lsd : Khoảng sai dị đảm bảo;

+ Sed (Standard error difference): Sai tiêu chuẩn của các trung bình mẫu;

+ $t_{.05}(k)$: Giá trị t tra bảng ở mức xác suất có ý nghĩa 0,05 với bậc tự do k .

- Chỉ tiêu chất lượng tổng hợp (Icl) được tính theo công thức:

$$Icl = \frac{Dtt \times Dnc}{2}$$

+ Dtt (Độ thẳng thân cây):

Thân cây rất cong	1 điểm
Thân cây cong	2 điểm
Thân cây tương đối thẳng	3 điểm
Thân cây thẳng	4 điểm
Thân cây rất thẳng	5 điểm

+ Dnc (Độ nhỏ cành/Khả năng tự tỉa cành):

Cành rất lớn: đường kính gốc cành $\geq 1/2$ đường kính thân tại vị trí phân cành: 1 điểm;

Cành lớn: đường kính gốc cành $1/2 - 1/4$ đường kính thân tại vị trí phân cành: 2 điểm;

Cành trung bình: đường kính gốc cành $1/4 - 1/8$ đường kính thân tại vị trí phân cành: 3 điểm;

Cành nhỏ: đường kính gốc cành $1/8 - 1/10$ đường kính thân tại vị trí phân cành: 4 điểm;

Cành rất nhỏ: Đường kính gốc cành $< 1/10$ đường kính thân tại vị trí phân cành: 5 điểm.

- Xử lý số liệu theo các phương pháp của Williams và đồng tác giả (2002) bằng cách sử dụng các phần mềm thống kê thông dụng trong cải thiện giống, bao gồm phần mềm DATA PLUS 5.0, Genstat 12.0 (VSN International).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự khác biệt về sinh trưởng giữa các nguồn hạt giống khác nhau trong khảo nghiệm

Kết quả đánh giá sinh trưởng của các nguồn hạt giống khác nhau ở giai đoạn 11 năm tuổi tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị được trình bày tại bảng 2.

Bảng 2. Sinh trưởng của các nguồn hạt giống trong khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị (trồng tháng 12/2014, đo tháng 11/2025)

TT	Nguồn hạt giống	D _{1,3} (cm)		H _{vn} (m)		V (dm ³ /cây)		NS (m ³ /ha/năm)	Tỷ lệ sống (%)
		TB	V%	TB	V%	TB	V%		
1	Hỗn hợp CSO Bầu Bàng	25,2	9,0	22,3	8,6	572,0	5,5	30,4	53,1
2	Hạt xuất xứ Balimo	23,9	11,1	22,5	7,9	530,0	7,7	24,2	45,7
3	Hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bầu Bàng	23,8	9,8	22,4	8,7	526,0	5,6	26,8	51,0
4	Hạt xuất xứ Oriomo	22,4	12,9	22,1	10,2	470,0	7,9	23,6	50,2
5	Hạt vườn giống cây ghép Ba Vì	22,4	13,9	21,0	12,2	456,0	12,8	24,4	53,5
6	Hỗn hợp rừng giống Long Thành, Đồng Nai	21,8	13,0	21,3	10,5	422,0	8,4	22,7	53,9
7	Hạt đại trà Tuyên Quang	21,1	13,8	21,5	12,0	414,0	10,4	21,6	52,2
8	Hạt đại trà sản xuất	20,4	14,4	21,2	11,3	382,0	9,2	18,9	49,4
Tb		22,6		21,8		471,5		24,1	51,1
Fpr		< 0,001		0,216		0,001			0,945
Lsd		1,831		1,428		0,086			14,175

Ghi chú: CSO (Clonal seed orchard) - Vườn giống vô tính

Quảng Trị nói chung và các tỉnh duyên hải miền Trung Việt Nam nói riêng thường xuyên chịu ảnh hưởng rất lớn bởi nhiều cơn bão trong thời gian qua. Keo tai tượng là loài cây chống chịu gió bão khá kém so với các loài keo khác, mô hình khảo nghiệm 11 năm tuổi (trồng tháng 11/2014, đo tháng 10/2025) có tỷ lệ sống trung bình toàn khảo nghiệm chỉ đạt 51,1%. Tỷ lệ sống của hậu thế các nguồn hạt khác nhau chưa có sự sai khác thống kê rõ rệt. Cây trồng từ các nguồn hạt được cải thiện đều đạt tỷ lệ sống cao (từ 51,0 - 53,9%), trong khi cây trồng từ lô hạt nhập nội và đại trà có tỷ lệ sống thấp hơn (từ 45,7 - 50,2%).

Về các chỉ tiêu sinh trưởng: Kết quả khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng 11 năm tuổi tại Hiếu Giang, Quảng Trị (bảng 2) đã cung cấp bằng

chứng rõ ràng về sự khác biệt có ý nghĩa thống kê rất cao giữa các nguồn hạt giống về đường kính thân cây tại vị trí 1,3 m (D_{1,3}) (Fpr < 0,001) và thể tích cá thể (V) (Fpr = 0,001). Điều này khẳng định sự gia tăng năng suất chủ yếu đến từ việc cải thiện khả năng sinh trưởng đường kính và thể tích cây. Cây trong khảo nghiệm sinh trưởng tương đối nhanh, đường kính ngang ngực trung bình đạt 22,6 cm, chiều cao đạt 21,8 m và thể tích thân cây đạt 471,5 dm³/cây. Các nguồn hạt Keo tai tượng có sự sai khác rõ rệt về chỉ tiêu sinh trưởng đường kính (Fpr < 0,001), trong đó lô hạt hỗn hợp CSO Bầu Bàng có sinh trưởng tốt nhất (D_{1,3} = 25,3 cm, H_{vn} = 22,3 m), năng suất đạt 30,4 m³/ha/năm; tiếp đến là lô hạt có xuất xứ Balimo (D_{1,3} = 23,9 cm, H_{vn} = 22,5 m), năng suất đạt 24,2 m³/ha/năm; hạt đại trà có sinh trưởng thấp nhất (D_{1,3} = 20,4 cm,

$H_{vn} = 21,2$ m), năng suất đạt $18,9$ m³/ha/năm. Trong số 2 xuất xứ nguyên sản thì xuất xứ Balimo có sinh trưởng tốt hơn xuất xứ Oriomo, tuy nhiên sự sai khác này là không rõ rệt. Hai lô hạt từ rừng giống chuyển hóa ở Hàm Yên (Tuyên Quang) và Long Thành (Đồng Nai), có sinh trưởng trong nhóm kém của khảo nghiệm, chỉ hơn so với lô hạt đại trà. Điều này có thể giải thích do đây là các rừng giống được chuyển hóa từ các rừng trồng sinh trưởng tốt mà không có nguồn gốc di truyền rõ ràng. Sự chênh lệch này cho thấy, nguồn giống CSO Bầu Bàng đã tạo ra tăng thu di truyền lên tới 60,8% về năng suất so với nguồn hạt đại trà. Các nguồn giống chọn lọc khác như hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bầu Bàng và Hạt xuất xứ

Balimo cũng đạt sinh trưởng rất tốt, vượt trội hơn các nguồn hạt đại trà. Do đó, kết quả nghiên cứu này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc sử dụng các nguồn vật liệu giống đã qua chọn tạo (CSO) để tăng năng suất, chất lượng gỗ, tối đa hóa hiệu quả sản xuất gỗ lớn. Tuy nhiên trong thực tế sản xuất, lượng hạt giống từ vườn giống không thể đáp ứng được nhu cầu của sản xuất, ta có thể xây dựng các rừng giống bằng hỗn hợp hạt giống các cây trội chọn lọc trong vườn giống (50 - 100 cây) và tía thừa để chuyển hóa thành rừng giống. Sử dụng hạt giống từ các rừng giống này cũng có thể đem lại năng suất tương đương với xuất xứ tốt nhất và vượt từ 15 - 20% so với lô hạt đại trà (Hà Huy Thịnh *et al.*, 2011).



Ảnh A. Cây xuất xứ 10 gia đình tốt nhất CSO Bầu Bàng



Ảnh B. Cây xuất xứ Balimo

Hình 1. Khảo nghiệm mở rộng giống Keo tai tượng tại Quảng Trị 11 năm tuổi

3.2. Sự khác biệt về độ thẳng thân, độ nhỏ cành và độ duy trì trực thân giữa các nguồn hạt giống khác nhau trong khảo nghiệm

Chất lượng thân cây từ các nguồn hạt giống khác nhau ở giai đoạn 11 năm tuổi tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị được trình bày tại bảng 3.

Bảng 3. Chất lượng thân cây của các nguồn hạt giống trong khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị (trồng 12/2014, đo 11/2025)

TT	Nguồn hạt giống	D _{tt} (điểm)		D _{nc} (điểm)		Icl (điểm)		D _{ttt} (điểm)	
		Tb	V%	Tb	V%	Tb	V%	Tb	V%
1	Hỗn hợp vườn giống CSO Bầu Bàng	4,2	5,2	4,3	10,9	4,1	4,5	4,0	7,0
2	Hạt xuất xứ Balimo	4,1	5,6	3,9	12,7	4,0	5,0	3,9	6,6
3	Hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bầu Bàng	4,2	7,3	4,1	16,5	4,0	6,5	3,9	9,6
4	Hạt xuất xứ Oriomo	4,1	8,2	4,1	11,5	4,0	5,7	3,9	8,5
5	Hạt vườn giống cây ghép Ba Vì	4,0	5,0	3,5	15,7	3,7	5,6	3,7	8,4
6	Hỗn hợp rừng giống Long Thành, Đồng Nai	4,2	5,5	3,7	15,2	3,8	5,9	3,7	9,2
7	Hạt đại trà Tuyên Quang	4,2	7,5	3,5	17,6	3,7	6,9	3,6	8,9
8	Hạt đại trà sản xuất	4,1	4,7	3,5	17,4	3,8	6,3	3,6	9,3
Tb		4,1		3,8		3,9		3,8	
Fpr		0,581		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
Lsd		0,191		0,309		0,133		0,142	

Về chỉ tiêu chất lượng thân cây: Đối với loài keo nói chung và Keo tai tượng nói riêng với mục đích kinh doanh gỗ lớn, ngoài chỉ tiêu sinh trưởng thì chất lượng thân cây cũng rất quan trọng, vì vậy cần được cải thiện để nâng cao hiệu quả, giá trị lô rừng. Cải thiện độ thẳng thân và độ duy trì trực thân sẽ làm tăng tỷ lệ thành khí cho gỗ xẻ loài keo (Dinwoodie, 2000; Zobel, Talbert, 1984). Trong khi, cải thiện độ nhỏ cành sẽ làm giảm kích thước mắt trên ván xẻ, do đó làm tăng giá trị sản phẩm đồ mộc (Dinwoodie, 2000).

Kết quả phân tích thống kê (tại bảng 3) cho thấy có 3 trong 4 chỉ tiêu (độ nhỏ cành, điểm chất lượng tổng hợp và độ duy trì trực thân) chất lượng thân cây đều sai khác rõ rệt giữa các nguồn hạt giống khác nhau ($F_{pr} < 0,001$), ngoại trừ độ thẳng thân là không có sự khác biệt rõ rệt.

Lô hạt hỗn hợp CSO từ vườn giống Bầu Bàng, hạt xuất xứ Balimo, hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bầu Bàng chọn lọc cũng có độ thẳng thân cây, độ nhỏ cành và độ duy trì trực thân vượt trội với các lô hạt khác. Giống như sinh trưởng, chất lượng thân cây của cây từ lô hạt đại trà là kém

nhất trong khảo nghiệm và chỉ đạt 4,1 điểm về độ thẳng thân, 3,5 điểm về độ nhỏ cành và 3,6 điểm về độ duy trì trực thân.

Ngược lại, các nguồn hạt đại trà và hạt từ vườn giống không được quản lý chặt chẽ thể hiện chất lượng hình thái kém hơn. Nguồn hạt đại trà Tuyên Quang và hạt đại trà sản xuất có điểm D_{nc} , Icl và D_{tt} thấp nhất (dao động từ 3,5 đến 3,8 điểm) và lại có hệ số biến động cao nhất đối với D_{nc} (tương ứng 17,6% và 17,4%), phản ánh sự phân hóa mạnh mẽ và chất lượng không đồng đều của các cây hậu thế. Việc cây không thẳng và phân cành sớm ở nguồn đại trà làm giảm đáng kể tỷ lệ lợi dụng gỗ lớn chất lượng cao. Nguồn hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bầu Bàng và hạt xuất xứ Balimo đạt chất lượng hình thái khá cao, chỉ đứng sau nguồn CSO Bầu Bàng. Kết quả này củng cố nhận định rằng, việc chọn lọc và quản lý nguồn giống trong vườn giống (CSO) không chỉ cải thiện năng suất sinh khối mà còn cải thiện chất lượng hình thái thân cây, đáp ứng các tiêu chuẩn sản xuất gỗ lớn và chứng chỉ rừng. Do đó, cần ưu tiên sử dụng các nguồn giống đã qua chọn tạo để đảm bảo hiệu quả kinh tế và chất lượng lâm sản bền vững.

3.3. Tăng thu di truyền thực tế về sinh trưởng và chất lượng thân cây của các nguồn hạt giống được cải thiện so với lô hạt nguyên sản và hạt đại trà trong khảo nghiệm

Kết quả tính toán tăng thu di truyền thực tế của mô hình cải thiện giống Keo tai tượng 11 năm tuổi tại Hiếu Giang, Quảng Trị (bảng 4) cho thấy tiềm năng tăng thu rõ rệt về cả sinh trưởng và chất lượng thân cây giữa các nguồn hạt khác nhau. Các lô hạt giống được chọn lọc từ vườn giống và nguồn hạt xuất xứ nguyên sản đều thể hiện sinh trưởng vượt trội so với lô hạt đại trà.

So với xuất xứ Oriomo, lô hạt hỗn hợp CSO từ vườn giống Bàu Bàng có mức tăng thu di truyền thực tế đạt 0,99% về chiều cao, 12,3% về đường kính, 21,28% về thể tích thân cây, cùng với cải thiện 1,93 - 4,41% ở các chỉ tiêu chất lượng thân (độ thẳng thân, duy trì trục thân, nhỏ cành). Khi so sánh với xuất xứ Balimo, mức tăng thu của cùng lô hạt

này đạt 5,53% về đường kính, 7,55% về thể tích, và 1,44 - 8,12% về các chỉ tiêu chất lượng thân.

Đặc biệt, so với hạt đại trà, lô hạt CSO từ vườn giống Bàu Bàng đạt tăng thu di truyền 5,43% về chiều cao, 23,47% về đường kính, 50,0% về thể tích thân cây và 1,93 - 20,68% về các chỉ tiêu chất lượng thân. Lô hạt hỗn hợp từ 10 dòng tốt nhất tại CSO Bàu Bàng cũng thể hiện xu hướng tương tự với mức tăng thu đáng kể.

Ngược lại, cây trồng từ lô hạt đại trà có sinh trưởng và chất lượng thân giảm 4,2 - 19,15% so với xuất xứ Oriomo và 0,48 - 28,30% so với xuất xứ Balimo, cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của chọn giống và nguồn gốc di truyền đến năng suất và chất lượng rừng trồng Keo tai tượng. Tăng thu di truyền thực tế (%) về sinh trưởng và chất lượng thân cây của lô hạt giống được cải thiện so với lô hạt nguyên sản và hạt đại trà Keo tai tượng ở giai đoạn 11 năm tuổi tại Hiếu Giang, Quảng Trị.

Bảng 4. Tăng thu di truyền thực tế (%) về sinh trưởng và chất lượng thân cây của lô hạt giống được cải thiện so với lô hạt nguyên sản và hạt đại trà Keo tai tượng ở giai đoạn 11 năm tuổi tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị

Tăng thu di truyền thực tế (%)	Hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bàu Bàng	Hỗn hợp vườn giống CSO Bàu Bàng	Hỗn hợp rừng giống Long Thành	Hạt xuất xứ Oriomo	Hạt đại trà Tuyên Quang	Hạt vườn giống cây ghép Ba Vi	Hạt đại trà sản xuất	Hạt xuất xứ Balimo
Tăng thu di truyền thực tế so với lô hạt xuất xứ Oriomo (%)								
Chiều cao (m)	1,2	0,1	-3,6	0,0	2,7	-5,0	-4,2	1,6
Đường kính (cm)	6,2	12,3	-3,0	0,0	5,9	-0,3	9,0	6,4
Thể tích thân cây (dm ³)	11,9	21,2	-10,6	0,0	-12,7	-2,13	-19,1	12,7
Độ thẳng thân	0,9	1,9	1,2	0,0	2,6	-2,2	0,0	0,5
Độ duy trì trục thân	0,05	3,3	-3,1	0,0	-7,1	-3,8	-4,6	0,7
Độ nhỏ cành	-0,1	4,4	-9,8	0,0	-14,4	-14,5	-13,5	-3,4
Tăng thu di truyền thực tế so với lô hạt xuất xứ Balimo (%)								
Chiều cao (m)	-0,3	-0,6	-5,1	1,5	-4,2	-6,5	-5,7	0,0
Đường kính (cm)	-0,2	5,5	-8,8	6,0	-11,6	-6,3	-14,5	0,0

Tăng thu di truyền thực tế (%)	Hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bàu Bàng	Hỗn hợp vườn giống CSO Bàu Bàng	Hỗn hợp rừng giống Long Thành	Hạt xuất xứ Oriomo	Hạt đại trà Tuyên Quang	Hạt vườn giống cây ghép Ba Vì	Hạt đại trà sản xuất	Hạt xuất xứ Balimo
Thể tích thân cây (dm ³)	-0,7	7,5	-20,7	-11,3	-22,6	13,2	-28,3	0,0
Độ thẳng thân	0,5	1,4	0,7	-0,5	2,2	-2,6	-0,5	0,0
Độ duy trì trục thân	-0,7	2,5	-3,8	-0,7	-7,9	-4,6	-5,3	0,0
Độ nhỏ cành	2,5	8,1	-6,6	3,5	-11,4	-11,4	-10,4	0,0
Tăng thu di truyền thực tế so với lô hạt xuất xứ đại trà (%)								
Chiều cao (m)	5,6	5,4	0,6	4,4	1,6	0,8	0,0	6,0
Đường kính (cm)	16,7	23,5	6,6	9,9	3,4	9,6	0,0	17,0
Thể tích thân cây (dm ³)	38,4	50,0	10,5	23,7	7,9	21,0	0,0	39,5
Độ thẳng thân	0,1	1,9	1,2	0,0	2,6	-2,2	0,0	0,5
Độ duy trì trục thân	4,8	8,3	1,6	4,8	-2,7	0,8	0,0	5,6
Độ nhỏ cành	14,4	20,7	4,2	15,6	-1,1	-1,1	0,0	11,6



Ảnh A. Cây xuất xứ hỗn hợp CSO Bàu Bàng



Ảnh B. Cây xuất xứ Balimo

Hình 2. Keo tai tượng xuất xứ hỗn hợp vườn giống Bàu Bàng 11 năm tuổi tại tỉnh Quảng Trị

Kết quả nghiên cứu khẳng định, Keo tai tượng trồng từ các nguồn hạt chưa được cải thiện có sinh trưởng và chất lượng thân cây thấp hơn rõ rệt so với cây trồng từ nguồn hạt của các vườn giống được chọn lọc hoặc xuất xứ nguyên sản có kiểm soát.

Vì vậy, để nâng cao năng suất và chất lượng rừng trồng Keo tai tượng, cần sử dụng hạt giống thu hái từ các vườn giống và rừng giống đã được công nhận, có nguồn gốc di truyền rõ ràng và được chọn lọc từ các cây trội xuất xứ tốt. Trước khi thu hái, cần điều tra khả năng ra hoa, kết quả của rừng giống. Chỉ thu hạt ở các rừng có tỷ lệ ra hoa - kết quả đạt tối thiểu 50% số cây nhằm bảo đảm chất lượng và tính đại diện của nguồn giống phục vụ sản xuất.

3.4. Tỷ lệ gỗ xẻ của hậu thế các nguồn hạt giống khác nhau trong khảo nghiệm tăng thu di truyền

Rừng trồng Keo tai tượng đã được xác định có luân kỳ kinh doanh 12 - 15 năm (Quyết định số 2962/QĐ-BNN-TCLN, 2019: Hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng thâm canh gỗ lớn và chuyển hóa rừng trồng gỗ nhỏ sang rừng trồng gỗ lớn đối với loài cây keo lai và Keo tai tượng). Tuy nhiên, nghiên cứu chỉ dừng lại việc xác định gỗ xẻ qua cấp kính, còn về chất lượng gỗ, như độ mục ruột, sâu bệnh thì chưa được phân tích sâu hơn. Thông qua kết quả đo đếm ở trong ô thí nghiệm, đã xác định được tỷ lệ cây có cấp đường kính < 15 cm, 15 - 20 cm, 20 - 25 cm và ≥ 25 cm của các nguồn hạt giống khác nhau để đánh giá khả năng trồng rừng gỗ lớn được trình bày tại bảng 5.

Bảng 5. Tỷ lệ gỗ xẻ cây hậu thế trong 2 cấp đường kính của các nguồn hạt giống khác nhau trong khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng 11 năm tuổi tại Cam Lộ, Quảng Trị

STT	Nguồn hạt	$D_{1,3} < 15$ cm	$15 \leq D_{1,3} < 20$ cm	$20 \leq D_{1,3} < 25$ cm	$D_{1,3} \geq 25$ cm
1	Hỗn hợp vườn giống CSO Bàu Bàng	0,0	4,6	33,0	62,3
2	Hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bàu Bàng	3,2	14,4	32,0	50,4
3	Hạt xuất xứ Balimo	0,9	16,9	37,5	44,6
4	Hạt xuất xứ Oriomo	7,3	19,5	43,9	29,2
5	Hỗn hợp rừng giống Long Thành	6,0	29,5	44,7	19,7
6	Hạt vườn giống cây ghép Ba Vi	8,4	20,6	38,9	32,0
7	Hạt đại trà Tuyên Quang	9,3	29,7	45,3	15,6
8	Hạt đại trà sản xuất	8,3	38,8	32,2	20,6

Kết quả bảng 5 cho thấy tỷ lệ số cây có cấp kính từ 15,0 cm trở lên chiếm từ 91,6 - 100%. Đặc biệt nhóm 4 xuất xứ có chỉ tiêu sinh trưởng và chất lượng thân cây cao (Hỗn hợp vườn giống CSO Bàu Bàng, Hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bàu Bàng, Hạt xuất xứ Balimo, Hạt xuất xứ Oriomo) thì tỷ lệ gỗ lớn có đường kính từ 25 cm trở lên cũng cao nhất, từ 29,27 đến 62,31%. Lô hạt hỗn hợp vườn giống CSO Bàu Bàng có chất lượng di truyền vượt trội nhất với tỷ lệ cây ở cấp đường kính ($D_{1,3} \geq 25$ cm) lớn nhất và hầu như không

có cây ở cấp đường kính nhỏ hơn 15 cm. Tổng tỷ lệ cây gỗ lớn ($D_{1,3} \geq 20$ cm) đạt 95,39%. Điều này khẳng định hiệu quả của việc quản lý và tuyển chọn trong vườn giống thế hệ I (CSO). Tiếp theo là nguồn hạt của hỗn hợp 10 gia đình tốt nhất tại CSO Bàu Bàng) với 50,40% cây đạt $D_{1,3} \geq 25$ cm. Kết quả này cho thấy việc chọn lọc các gia đình ưu việt trong vườn giống CSO là một phương pháp hiệu quả để nâng cao chất lượng giống. Các xuất xứ tự nhiên (Balimo, Oriomo) cho kết quả trung gian, tốt hơn đáng kể so với hạt đại trà nhưng kém hơn

so với hạt từ vườn giống chọn lọc (CSO). Cụ thể, xuất xứ Balimo đạt 44,64% cây $D_{1.3} \geq 25$ cm. Các nguồn hạt đại trà có tỷ lệ cây nhỏ ($D_{1.3} < 20$ cm) cao nhất (gần 50%). Điều này phản ánh sự suy giảm chất lượng giống do thu hái không kiểm soát hoặc sự giao phấn kém chất lượng trong các rừng trồng thế hệ trước. Như vậy có thể khẳng định rằng, nếu sử dụng nguồn hạt giống chọn lọc từ các vườn giống để trồng rừng gỗ lớn sẽ đạt hiệu quả cao sau 11 năm trồng. Đến nay có nhiều dòng ưu việt Keo tai tượng đã được công nhận là giống tiến bộ kỹ thuật hay giống quốc gia cho các vùng trồng rừng trong cả nước.

Thời gian qua, việc chọn tạo giống Keo tai tượng đã đạt được kết quả rất tốt, đã công nhận được các dòng như: M14, AM35, AM37, AM81, AM88, AM110, AM127, AM135 là những dòng vừa có năng suất cao (từ 25 - 29,5 m³/ha/năm), vừa có tỷ trọng gỗ cao, thân thẳng ít cành nhánh, do vậy các dòng này có thể là lựa chọn phù hợp hơn cho trồng rừng cung cấp gỗ lớn với luân kỳ kinh doanh ngắn hơn, năng suất cao hơn và tạo ra sản phẩm gỗ xẻ đồng đều về chất lượng hơn. Theo kết quả đánh giá ở các thí nghiệm hiện trường và mô hình trồng thử nghiệm, các giống Keo tai tượng ở vườn giống Việt Nam được Bộ Nông nghiệp và Môi trường công nhận sinh trưởng tốt hơn nguồn giống nhập khẩu từ Papua New Guinea.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả đánh giá khảo nghiệm tăng thu di truyền Keo tai tượng ở tuổi 11 tại xã Hiếu Giang, tỉnh Quảng Trị cho thấy có sự sai khác rõ rệt về sinh trưởng và chất lượng thân cây giữa các nguồn hạt. Tỷ lệ sống trung bình của các nguồn hạt cải thiện và nguyên sản đạt 51,1%, cao hơn lô đại trà (49,4%), phản ánh khả năng thích nghi tốt hơn của vật liệu đã qua chọn lọc. Lô hạt hỗn hợp CSO Bàu Bàng đạt mức tăng thu thực tế so với đại trà đạt 5,43% về chiều cao, 23,47% về đường kính và 50,0% về thể tích; đồng thời cải thiện 1,93 - 20,68% các chỉ tiêu chất lượng thân. Tỷ lệ cây đạt tiêu chuẩn gỗ lớn ở các nguồn hạt cải thiện cao gấp 2 - 3 lần so với đại trà. Vì vậy khẳng định hiệu quả rõ rệt của việc sử dụng hạt giống từ vườn giống và rừng giống chọn lọc trong nâng cao năng suất và chất lượng rừng trồng. Từ đó đề xuất ưu tiên sử dụng các nguồn hạt CSO Bàu Bàng và nhóm gia đình ưu trội nêu trên trong trồng rừng gỗ lớn tại Bắc Trung Bộ; tiếp tục theo dõi khảo nghiệm ở tuổi cao hơn và hoàn thiện cơ sở dữ liệu phục vụ nghiên cứu và cung cấp hạt giống chất lượng cao, góp phần thực hiện mục tiêu phát triển 1 triệu ha rừng trồng gỗ lớn đến năm 2030 theo Quyết định số 31/QĐ-BNN-LN ngày 03/01/2024 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2026. Quyết định số 1106/QĐ-BNNMT, ngày 31 tháng 3 năm 2026 Quyết định công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2025.
2. Dinwoodie J.M., 2000. Timber: Its nature and behaviour, Taylor & Francis, London, 272 p.
3. Doran J. C., Turnbull J. W., Martensz P. N., Thomson L. A. J., and Hall N., 1997. Introduction to the species digests. Australian Trees and Shurbs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics. Ed. J. C. Doran and J.W. Turnbull. ACIAR monograph. No.24: p. 89 - 344.
4. La Ánh Dương, 2020. Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu chọn giống Keo tai tượng có năng suất cao chống chịu bệnh mục ruột phục vụ trồng rừng gỗ lớn cho vùng Đông Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ”. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
5. Đỗ Hữu Sơn, Võ Đại Hải, Ngô Văn Chính, Nguyễn Đức Kiên. 2018. Tăng thu di truyền thực tế của giống Keo tai tượng được chọn lọc so với giống nguyên sản và đại trà tại vùng Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, số 1, 36 - 42.

6. Hà Huy Thịnh, Phí Hồng Hải, Nguyễn Đức Kiên, 2011. Chọn tạo giống và nhân giống cho một số loài cây trồng rừng chủ yếu, tập 4. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
7. Harwood C.E, Ha Huy Thịnh, Tran Ho Quang, Butcher P.A. and Williams E.R., 2004. The effect of inbreeding on early growth of *Acacia mangium* in Vietnam. *Silvae Genetica* 53: 65 - 69.
8. Vũ Tiến Ninh, Phạm Ngọc Giao, 1997. Giáo trình Điều tra rừng, Trường Đại học Lâm nghiệp.
9. Lê Đình Khả, 2003. Chọn tạo giống và nhân giống cho một số loài cây trồng rừng chủ yếu ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 292 trang.
10. Nguyễn Hoàng Nghĩa, 2003. Phát triển các loài Keo *Acacia* ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
11. Harwood P.H., Kha C., Pinyopusarek L.D., Thịnh H.H., K., 2008. Genetic gain from breeding *Acacia auriculiformis* in Vietnam. *J. Trop. Forest Sci.* 20: 313 - 327.
12. Phí Hồng Hải, La Ánh Dương, Nguyễn Quốc Toàn, Triệu Thị Thu Hà, 2015. Biến dị di truyền về sinh trưởng, độ thẳng thân, chỉ số Pilodyn và mô đun đàn hồi động trong khảo nghiệm hậu thế hệ 2 của Keo tai tượng (*Acacia mangium*) tại ba địa điểm ở Việt Nam. *New Forests*, 46(4), 577 - 591.
13. Phí Hồng Hải, 2018. Tăng thu di truyền thực tế về sinh trưởng, chất lượng thân cây và tỷ lệ gỗ xẻ của giống Keo lá tràm chọn lọc so với giống đại trà sau 15 năm trồng tại Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 1, 27 - 35.
14. TCVN 14204-1:2024, Phương pháp điều tra trữ lượng rừng trên cạn - Phần 1: Rừng trồng.
15. Razali M., Mohd H., 1992. Properties of *Acacia mangium* wood and its utilization. In: *Acacia mangium: Growing and Utilization*. Winrock International Institute for Agricultural Development.
16. Tổng cục Lâm nghiệp, 2022. Truy cập ngày 6/4/2022 tại <https://tongcuclamnghiep.gov.vn/LamNghiep/Index/can-phai-co-cach-nhin-dung-ve-gia-tri-cay-keo--4539>
17. Williams E.R., Matheson A.C. and Harwood C.E., 2002. Experimental design and analysis for use in tree improvement. CSIRO publication, 174 pp. ISBN: 0643062599.
18. Zobel B.J., Talbert J.T., 1984. Applied forest tree improvement. New York: John Wiley and Sons, 505 p.

Email tác giả liên hệ: tienhungbtb@gmail.com

Ngày nhận bài: 04/11/2025

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 26/12/2025; 23/02/2026

Ngày duyệt đăng: 01/04/2026