BIẾN DỊ VÀ KHẢ NĂNG DI TRUYỀN VỀ SINH TRƯỞNG VÀ CHẤT LƯỢNG THÂN CÂY GIỮA CÁC XUẤT XỨ VÀ GIA ĐÌNH KEO LÁ LIỀM (*Acacia crassicarpa* A.Cunn. ex Benth.) TẠI KHẢO NGHIỆM TẠI NAM ĐÀN, NGHỆ AN

Phan Văn Mùi[1], Phí Hồng Hải[1], Lê Xuân Toàn[2], La Ánh Dương[3]

[1] *Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

[2] *Trung tâm Khoa học Lâm nghiệp Bắc Trung Bộ*

[3] *Viện Nghiên cứu Giống và Công nghệ sinh học Lâm nghiệp*

Từ khóa: Biến dị, hệ số di truyền, QLD, Keo lá liềm

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá được biến dị về sinh trưởng và chất lượng thân cây giữa các xuất xứ và gia đình Keo lá liềm tại tuổi 2, 7, 12 trong khảo nghiệm hậu thế ở Nam Đàn, Nghệ An. Kết quả nghiên cứu ghi nhận biến dị về sinh trưởng và chất lượng thân cây giữa các xuất xứ và gia đình Keo lá liềm ở tuổi 5 - 12 trong KNHT tại Nam Đàn đã có sự sai khác rõ rệt. Xuất xứ Cape Melville và Luncida (QLD) vừa có sinh trưởng nhanh, chất lượng thân cây tốt nên được ưu tiên sử dụng để phát triển trồng rừng gỗ lớn chất lượng cao. Tại Nam Đàn, khả năng di truyền về tính trạng sinh trưởng của các gia đình Keo lá liềm tuổi 5 - 12 ở mức trung bình, với h^2 = 0,22 - 0,38, CV_a = 9,2 - 15,6%. Tuy nhiên khả năng di truyền về tính trạng chất lượng thân cây của các gia đình Keo lá liềm lại chỉ ở mức thấp.

Keywords: Variation, heritability, Queensland, *Acacia crassicarpa*

Variation in growth, quality trunk provenances and families *Acacia crassicarpa* A.Cunn. ex Benth at Nam Dan, Nghe An

The objective of the study was to evaluate the variation in growth and stem quality between the provenances and families of acacia sickle leaves at the age of 2, 7, 12 years old in a posterity trial in Nam Dan, Nghe An. The results of the study showed that there was a significant difference in growth and stem quality between the origins and families of acacia sickle leaf at the age of 5 - 12 years old in the farming system in Nam Dan. Origin Cape Melville and Luncida (QLD) has both fast growth, good stem quality and high basic density, so it should be used to develop high quality large timber plantations. In Nam Dan, the heritability of growth trait of families of Acacia leaves at the age of 5 - 12 is average, with h2 = 0.22 - 0.38, CVa = 9.2 - 15.6% . However, the heritability of the stem quality trait of the families of acacia sickle leaves is only low.

I. MỞ ĐẦU

Keo lá liềm (*Acacia crassicarpa* Acunn. ex. Benth.) có nguồn gốc từ Australia, Papua New Guinea (PNG) và Indonesia. Đây là loài cây đa mục đích, có khả năng sinh trưởng nhanh, cạnh tranh được với cỏ dại, sinh trưởng tốt trên đất nghèo dinh dưỡng (Harwood *et al.*, 1993). Vào những năm 1990, Keo lá liềm lần đầu tiên được giới thiệu như một loài thay thế trong ngành công nghiệp giấy và bột giấy (Turnbull *et al.*, 1998). Gỗ Keo lá liềm được sử dụng để sản xuất gỗ dán, ván dăm, nguyên liệu giấy và đồ gỗ gia dụng... Một đặc điểm nổi bật của loài cây này là có khả năng thích nghi và sinh trưởng nhanh trên một số dạng lập địa mà các loài keo khác khó tồn tại, đặc biệt là dạng lập địa có môi trường chua (pH_{KCL} 3,5 - 6,0) và đất cát podzol cằn cỗi, như dạng đất cát nội đồng bán ngập (Turnbull *et al.*, 1998).

Ở Việt Nam, các nghiên cứu cũng đã khẳng định Keo lá liềm là loài có khả năng sinh trưởng nhanh và thích ứng tốt trên đất đồi và đất cát nội đồng có lên líp (Lê Đình Khả, 2003; Nguyễn Hoàng Nghĩa, 2003; Nguyễn Thị Liệu, 2006). Các xuất xứ từ PNG thường là những xuất xứ có sinh trưởng nhanh nhất. Keo lá liềm đã được đánh giá có sinh trưởng nhanh hơn Keo tai tượng và Keo lá tràm trên vùng đất cát (Lê Đình Khả, 2003). Nhiều quần thể chọn giống (thế hệ 1, 1,5 và 2) đã được xây dựng trên các lập địa khác nhau ở vùng cát (tại Thừa Thiên Huế, Bình Định, Bình Thuận) và vùng đồi (Hà Nội, Nghệ An, Quảng Trị) (Phí Hồng Hải, 2016). Tới nay, các quần thể chọn giống thế hệ 1 và 1,5 đã được đánh giá về biến dị và khả năng di truyền cho các tính trạng sinh trưởng, chất lượng thân cây, khối lượng riêng và hàm lượng cellulose. Trong khi các quần thể chọn giống thế hệ 2 hiện mới chỉ được đánh giá biến dị di truyền về sinh trưởng và chất lượng thân ở các tuổi 3 và 4. Đặc biệt, trong các quần thể chọn giống thế hệ 2 quần thể chọn giống tại Nam Đàn được xây dựng dựa trên 81 gia đình thuộc 14 xuất xứ có nguồn gốc từ Queensland (QLD), PNG mới nhập và 3 nguồn hạt giống từ các vườn giống thế hệ 1 tại Việt Nam. Chính vì vậy, đánh giá biến dị và khả năng di truyền giữa các xuất xứ và các gia đình Keo lá liềm trong quần thể này là rất cần thiết để bổ sung các cơ sở khoa học cho nghiên cứu cải thiện giống Keo lá liềm nhằm nâng cao năng suất, tăng tính đa dạng di truyền và khả năng chống chịu.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thiết kế thí nghiệm

Quần thể chọn giống Keo lá liềm tại Nam Đàn được xây dựng như 1 khảo nghiệm hậu thế (KNHT), được thiết kế theo khối ngẫu nhiên không đầy đủ hàng - cột, với 81 gia đình (8 lần lặp lại, 4 cây/ô trồng theo hàng). Các thông tin chung về các khảo nghiệm hậu thế và biện pháp kỹ thuật lâm sinh áp dụng trong các khảo nghiệm được trình bày cụ thể tại bảng 1.

Bảng 1. Các thông tin chung và biện pháp kỹ thuật áp dụng trong khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2

Địa điểm	Nam Đàn
Năm trồng	2008
Số lượng gia đình	81
Số lần lặp lại	8
Số cây/gia đình/lặp	4
Nguồn hạt	17 lô hạt (14 xuất xứ nguyên sản và 3 lô hạt từ vườn giống thế hệ 1)
Mật độ	1.660 cây/ha (khoảng cách trồng: 3 × 2 m)
Phân bón/hố	4 kg phân chuồng + 200g NPK
Biện pháp tác động	Lần 1: Tỉa thưa loại bỏ 2 cây/ô (tuổi 7) Lần 2: Tỉa thưa loại bỏ 1 cây/ô (tuổi 9) 2 lần lặp bị cháy, còn lại 6 lần lặp

Khu vực khảo nghiệm nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa có mùa đông lạnh và chia làm hai mùa rõ rệt: mùa hè nóng, ẩm, mưa nhiều và mùa đông lạnh, ít mưa. Nhiệt độ trung bình hàng năm

từ 24 - 25^{o}C, sự chênh lệch nhiệt độ giữa các tháng trong năm khá cao. Nhiệt độ trung bình các tháng nóng nhất (tháng 6 đến tháng 7) là 30 - 31^{o}C; nhiệt độ trung bình các tháng lạnh nhất (tháng 12 năm trước đến tháng 2 năm sau) là 19^{o}C. Số giờ nắng trung bình/năm là 1.500 - 1.700 giờ. Lượng mưa bình quân hàng năm dao động từ 1.200 - 2.000 mm/năm, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10. Trị số độ ẩm tương đối trung bình năm dao động từ 80 - 90%, độ ẩm không khí cũng có sự chênh lệch giữa các vùng và theo mùa. Khảo nghiệm tại Nam Đàn có dạng đất đặc trưng ở khu vực này là đất feralit đỏ vàng phát triển trên đá phiến thạch sét với độ pH_{KCl} = 4,3 - 4,5. Đất ở khảo nghiệm bị phong hóa và xói mòn nên tầng đất mỏng. Nhìn chung điều kiện đất đai ở khảo nghiệm tại Nam Đàn có độ phì không cao và thành phần cơ giới nhẹ.

Trong 81 gia đình tại KNHT Nam Đàn có 73 gia đình mới từ 14 xuất xứ tự nhiên tại Queensland - Australia (QLD) và Papua New Guinea (PNG) và 8 gia đình ưu việt từ vườn giống tại Hàm Thuận Nam. Trong các xuất xứ tự nhiên từ QLD có 8 xuất xứ mới được nhập về Việt Nam, đó là Cabbage tree Creek, Lizard Island, Old claudie Airstrip, Merluna station, Wonga, Cape Melville, Luncida, Parish of annan.

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

- Các chỉ tiêu sinh trưởng như đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$), chiều cao vút ngọn (H), chiều cao dưới cành (H_{dc}) được đo đếm cho tất cả các cây còn lại trong các KNHT theo các phương pháp thông dụng trong điều tra rừng của Vũ Tiến Hinh và Phạm Ngọc Giao (1997). Đường kính ngang ngực đo bằng thước đo đường kính, đơn vị tính (cm), độ chính xác 0,1 cm. Chiều cao vút ngọn và chiều cao dưới cành đo bằng thước đo cao, đơn vị tính (m), độ chính xác 0,1 m. Các số liệu sinh trưởng được thu thập ở các tuổi 2, 7, 12. Số liệu sinh trưởng tại tuổi 2 và 7 ở KNHT Nam Đàn được kế thừa từ các đề tài và dự án của Viện Nghiên cứu Giống và Công nghệ sinh học Lâm nghiệp và được sử dụng để tính toán trong mô hình tuyến tính nhằm giảm ảnh hưởng của tỉa thưa.

- Các số liệu về chất lượng thân cây như độ thẳng thân cây (Dtt) và độ nhỏ cành (Dnc) của tất cả các cây trong khảo nghiệm được tính bằng phương pháp mục trắc cho điểm 1 - 5 (điểm càng cao thì chất lượng càng cao) của Lê Đình Khả và Dương Mộng Hùng (1998), TCVN 8755: 2017 - Giống cây lâm nghiệp - Cây trội. Duy trì trục thân (Dttt) được thực hiện theo phương pháp cho điểm của Luangviriyasaeng và Pinyopusarerk (2002) theo 6 cấp, từ 1 đến 6 điểm.

2.3. Phương pháp tính toán và xử lý số liệu

- Thể tích thân cây (V) được tính toán bằng công thức:

$$V=\frac{\pi D_{1,3}^2}{40} H.f \quad (dm^3/cây) \qquad (1)$$

Trong đó: $D_{1,3}$ là đường kính ngang ngực (cm); H là chiều cao vút ngọn (m); f là hình số (giả định là 0,5) (Lê Đình Khả, 2003).

- Năng suất gỗ được tính bằng công thức :

$$NS=\frac{V\times N}{A\times 1000} \qquad (2)$$

Trong đó: NS: năng suất giống (m^3/ha/năm); V: thể tích thân cây (dm^3/cây); N: mật độ giả định (500 cây/ha); A: tuổi của khu khảo nghiệm (năm); 1.000: hệ số quy đổi từ dm^3 sang m^3.

- Đánh giá chất lượng thân cây bằng chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp và được tính theo công thức của Lê Đình Khả và đồng tác giả (2001):

$$Icl = Dtt \times Dttt \times Dnc \text{ (điểm)} \qquad (3)$$

Số liệu được xử lý bằng các phần mềm thống kê thông dụng trong cải thiện giống, bao gồm DATAPLUS 3.0, Genstat 12.0 và ASREML 4.1 (VSN International). Nhằm giảm ảnh hưởng của tỉa thưa, mô hình phân tích phương sai hỗn hợp (Restricted Maximum Likelihood - REML) và phương pháp xử lý thống kê đa biến giữa các tính trạng khác nhau hoặc cùng tính trạng ở các tuổi khác nhau được sử dụng để dự đoán phương sai và hiệp phương sai thành phần cho từng tính trạng nghiên cứu thông qua phần mềm di truyền số lượng chuyên dụng ASReml 4.1 (Gilmour *et al.*, 2006). Mô hình tuyến tính hỗn hợp (mixed linear model) dưới đây được sử dụng trong xử lý số liệu nghiên cứu:

$$Y = \mu + B_i + B_i.R_j + B_iC_k + P_l + f_n + e_{ijkln} \quad (4)$$

Trong đó: Y là trị số quan sát; μ là giá trị trung bình quần thể; B_i là phương sai ảnh hưởng của lặp i; B_iR_j là phương sai ảnh hưởng tương tác của lặp i và hàng j; B_iC_k là phương sai ảnh hưởng tương tác của lặp i và cột k; P_l là phương sai ảnh hưởng của ô l; f_n là phương sai ảnh hưởng của gia đình n; e_{ijkln} là sai số.

So sánh sai dị giữa các trung bình mẫu được tiến hành theo tiêu chuẩn Fisher (tiêu chuẩn F). Nếu xác suất của F (F.pro) < 0,001 hoặc 0,05 thì sự sai khác giữa các trung bình mẫu là rất rõ rệt với mức tin cậy tương ứng 99,9% hoặc 95%. Nếu F.pro > 0,05 thì sự sai khác giữa các trung bình mẫu là không rõ rệt. Khoảng sai dị đảm bảo (Least Significant Difference) được tính toán bằng công thức (5).

$$Lsd = Sed \times t_{.05}(k) \quad (5)$$

Trong đó: Lsd là khoảng sai dị có ý nghĩa giữa các trung bình mẫu; Sed (Standard error difference) là sai tiêu chuẩn của các trung bình mẫu; $t_{.05}(k)$ là giá trị t tra bảng ở mức xác suất có ý nghĩa 0,001 và 0,05 với bậc tự do k.

- Hệ số di truyền và tương quan di truyền được tính toán dựa trên các công thức của Falconer và Mackay (1996).

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_P^2} = \frac{\sigma_f^2 / r}{\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2} \quad (6)$$

Trong đó: h^2 là hệ số di truyền theo nghĩa hẹp, σ_a^2 là phương sai lũy tích, σ_P^2 là phương sai kiểu hình, σ_f^2 là phương sai giữa các gia đình, σ_m^2 là phương sai của ô trong lặp, σ_e^2 là phương sai ngẫu nhiên, r hệ số quan hệ di truyền.

- Hệ số biến động di truyền lũy tích

$$CV_a = \frac{100\sigma_a}{\bar{X}}; \text{ trong đó: } \sigma_a^2 = \frac{\sigma_f^2}{r} \quad (7)$$

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến dị giữa các xuất xứ

Khảo nghiệm hậu thế tại Nam Đàn có 81 gia đình tham gia khảo nghiệm, trong đó chỉ có 8 gia đình được chọn lọc từ các KNHT thế hệ 1 tại Hàm Thuận Nam, còn lại 73 gia đình thuộc 8 xuất xứ nguyên sản mới được nhập từ Queensland - Australia (QLD). Tám xuất xứ mới nhập là xuất xứ Old claudie airstrip (có 2 gia đình), Cape Melville (8 gia đình), Wonga (9 gia đình), Merluna station (7 gia đình), Parish of annan (3 gia đình), Luncida (11 gia đình), Cabbage tree creek (9 gia đình) và Lizard island (2 gia đình).

3.1.1. Về sinh trưởng và năng suất

Ở tuổi 7, kết quả đánh giá biến dị về sinh trưởng giữa các xuất xứ trong khảo nghiệm Nam Đàn cho thấy có sự phân hoá rõ ràng về sinh trưởng đường kính, chiều cao và thể tích thân cây giữa các xuất xứ (F.pro <0,001). Sinh trưởng về đường kính, chiều cao và thể tích thân cây của các xuất xứ biến động khá lớn. Ở tuổi 7, trước thời điểm tỉa thưa, các lô hạt từ vườn giống thế hệ 1 (SSO1) của 3 xuất xứ như: Gunbam village, Bimadebun wp và Oriomo; đây là những xuất xứ có triển vọng ở miền Trung (Hà Huy Thịnh *et al.*, 2011; 2011b; Phí Hồng Hải *et al.*, 2012); đã thể hiện

sinh trưởng tốt. Trong khi các xuất xứ mới nhập là Old claudie airstrip, Claudie river, Wonga và Parish of annan từ QLD và Bensbach wp từ PNG cũng thể sinh trưởng nhanh và/hoặc tương đương (cùng nhóm xếp hạng sinh trưởng) với 3 lô hạt SSO1 của 3 xuất xứ nói trên.

Ở tuổi 12, đánh giá biến dị về sinh trưởng giữa các xuất xứ cũng cho thấy sinh trưởng về đường kính, chiều cao và thể tích thân cây của các xuất xứ biến động khá lớn, từ 17,2 cm đến 27,4 cm về đường kính ngang ngực; từ 15,7 m đến 25,2 m về chiều cao và từ 200,7 dm^3/cây đến 731,6 dm^3/cây về thể tích thân cây (bảng 2). Bên cạnh 2 lô hạt của SSO1 có xuất xứ từ Gunbam và Bimadebun, các xuất xứ mới như Old claudie airstrip, Bensbach wp, Cape Melville, Claudie river, Wonga, Merluna station, Luncida và Parish of annan đều thuộc nhóm xuất xứ sinh trưởng nhanh. Xuất xứ Old claudie airstrip là xuất xứ có sinh trưởng nhanh nhất, đạt thể tích thân cây trung bình là 731,6 dm^3/cây. Như vậy có thể khẳng định ở tuổi 12 các xuất mới nhập từ Queensland vẫn thể hiện sinh trưởng nhanh nên cần phải được quan tâm.

Bảng 2. Sinh trưởng và năng suất của các xuất xứ Keo lá liềm tại tuổi 7 và 12 ở khảo nghiệm Nam Đàn - Nghệ An

STT	Nguồn hạt	Tại tuổi 7 (trồng: 8/2008 - đo: 8/2015)					Tại tuổi 12 (8/2008 - 8/2020)					
		$D_{1,3}$ (cm)	$\Delta D_{1,3}$ (cm)	H (m)	V (dm^3/cây)	NS (m^3/ha/năm)	$D_{1,3}$ (cm)	$\Delta D_{1,3}$ (cm)	H (m)	V (dm^3/cây)	NS (m^3/ha/năm)	Hdc (m)
1	Old claudie airstrip (QLD)	11,3	1,6	12,7	71,8	10,3	27,4	2,3	22,9	731,6	30,5	9,7
2	Gunbam village png (VN)*	10,4	1,5	12,6	58,6	8,4	25,4	2,1	25,2	602,6	25,1	12,0
3	Bensbach wp (PNG)	11,2	1,6	13,3	70,4	10,1	24,7	2,1	23,0	553,4	23,1	11,2
4	Cape Melville (QLD)	9,7	1,4	11,7	47,0	6,7	23,4	2,0	21,6	501,7	20,9	11,9
5	Bimadebun wp (VN)*	10,9	1,6	12,6	65,9	9,4	23,9	2,0	21,7	500,3	20,8	10,1
6	Claudie river (QLD)	11,3	1,6	12,7	70,2	10,0	21,8	1,8	20,3	476,6	19,9	8,9
7	Wonga (QLD)	11,3	1,6	12,7	69,3	9,9	23,1	1,9	20,1	459,3	19,1	9,8
8	Merluna station (QLD)	9,6	1,4	11,9	49,2	7,0	22,3	1,9	21,5	456,4	19,0	10,9
9	Luncida (QLD)	9,7	1,4	11,7	46,9	6,7	22,2	1,9	21,4	451,7	18,8	11,0
10	Parish of annan (QLD)	10,0	1,4	11,9	52,5	7,5	22,1	1,8	21,6	439,4	18,3	10,0
11	Cabbage tree creek (QLD)	9,1	1,3	11,2	40,7	5,8	20,4	1,7	19,7	375,0	15,6	10,3
12	Oriomo (VN)*	11,3	1,6	13,0	73,5	10,5	20,6	1,7	20,3	364,3	15,2	9,5
13	Lizard island (QLD)	8,6	1,2	10,8	35,9	5,1	19,9	1,7	18,4	339,2	14,1	9,1
14	Oriomo (PNG)	10,8	1,5	12,9	64,8	9,3	20,2	1,7	18,9	332,2	13,8	8,4
15	Bimadebun wp (PNG)	11,1	1,6	13,2	67,8	9,7	17,2	1,4	15,7	276,2	11,5	6,6
16	Chilli beach (QLD)	10,6	1,5	12,3	65,0	9,3	17,9	1,5	18,0	223,3	9,3	9,5
17	Townsvilles (QLD)	9,9	1,4	12,3	49,3	7,0	17,8	1,5	18,4	200,7	8,4	11,0
TBKN		10,3	1,5	12,2	57,1	8,4	22,2	1,8	20,8	444,5	18,5	10,3
F.pro		<0,001		<0,001	<0,001		<0,001		<0,001	<0,001		<0,001
Lsd.		1,4		1,1	19,5		3,7		2,7	163,7		2,3

Ghi chú:: Lô hạt từ vườn giống thế hệ 1 (SSO1) tại Hàm Thuận Nam và Cam Lộ*

3.1.2. Chất lượng thân

Ở tuổi 7, phần lớn các xuất xứ từ PNG (Bensbach, Oriomo và Bimadebun) và các lô hạt SSO1 từ các xuất xứ PNG đều có năng suất vượt trội so với các xuất xứ từ QLD, trừ một số xuất xứ như: Old claudie airstrip, Claudie river và Wonga có năng suất tương đương. Đến tuổi 12, các xuất xứ từ QLD như: Old claudie airstrip, Cape Melville, Claudie river, Wonga, Merluna station, Luncida và Parish of annan đã cho năng suất vượt trội đạt 18,3 - 30,5 m^3/ha/năm (bảng 2).

Tương tự cũng như các chỉ tiêu sinh trưởng, chỉ tiêu chất lượng thân cây là chỉ tiêu rất có ý nghĩa trong nghiên cứu cải thiện giống cây rừng. Chất lượng thân cây, hình thái thân cây có ý nghĩa quan trọng trong việc tăng tỷ lệ lợi dụng gỗ cho rừng trồng, cây càng thẳng và tròn thì tỷ lệ lợi dụng gỗ trong công nghiệp chế biến gỗ càng cao. Các loài keo đặc biệt là Keo lá liềm thường có đặc điểm cây đa thân, phân cành sớm, cành lớn, thân thường cong hơn so với Keo tai tượng, do đó nghiên cứu biến dị về chất lượng thân như độ thẳng thân, độ duy trì trục thân và độ nhỏ cành là rất cần thiết.

Kết quả phân tích thống kê về các chỉ tiêu chất lượng thân cây tại bảng 3 cho thấy, giữa các xuất xứ Keo lá liềm tại khảo nghiệm Nam Đàn có sự phân hóa rõ rệt về độ thẳng thân cây, độ duy trì trục thân và độ nhỏ cành (F.pro <0,001) ở cả tuổi 7 và tuổi 12. Tại tuổi 12, biến dị về các chỉ tiêu chất lượng thân cây trong khảo nghiệm Nam Đàn từ 1,9 đến 4,7 điểm cho độ duy trì trục thân, 3,0 - 4,3 điểm cho độ thẳng thân, 2,4 - 3,5 điểm cho độ nhỏ cành và 20,8 - 65,5 điểm cho chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp. Các lô hạt từ các vườn giống thế hệ 1 có đều có chất lượng thân cây tốt hơn các xuất xứ nguyên sản, với chỉ số chất lượng tổng hợp đạt từ 37,5 - 65,6 điểm (bảng 3). Các xuất xứ Merluna station, Luncida, Parish of annan và Cabbage tree creek cũng có chỉ số chất lượng tổng hợp đạt trên giá trị trung bình của toàn khảo nghiệm. Trong khi các xuất xứ Old claudie airstrip, Cape melville, Claudie river, Wonga lại có chỉ số chất lượng tổng hợp kém hơn trung bình khảo nghiệm. Có thể thấy chỉ số chất lượng thân cây của các gia đình chọn lọc từ SSO1 ở Việt Nam đã thể hiện sự vượt trội so với các xuất xứ mới nhập do đó việc cải thiện các chỉ tiêu chất lượng hình dạng thân cây là hết sức quan trọng và hoàn toàn có thể cải thiện tốt qua công tác chọn giống Keo lá liềm.

Trong 3 xuất xứ Old claudie airstrip (QLD), Bensbach wp (PNG), Cape Melville (QLD) và 2 lô hạt SSO1 (từ Gunbam village png và Bimadebun wp) được đánh giá có sinh trưởng, chất lượng thân cây tốt, có tăng trưởng bình quân năm về đường kính đạt từ 2,0 cm đến 2,5 cm ở tuổi 12. Mức tăng trưởng này đáp ứng được yêu cầu về loài cây sinh trưởng nhanh theo TCVN 8755:2017 (tăng trưởng đường kính bình quân hàng năm tối thiểu từ 2 cm/năm trở lên hoặc năng suất bình quân trong một chu kỳ kinh doanh đạt tối thiểu từ 15 m^3/ha/năm trở lên) và giống cây lâm nghiệp theo 8754:2017 (năng suất gỗ bình quân vượt ít nhất 15% so với giống đối chứng đang được trồng phổ biến trong sản xuất; hoặc tương đương với giống cùng loài đã được công nhận). Năng suất bình quân của các xuất xứ này ở tuổi 12 đều đạt 25 - 36,6 m^3/ha/năm (bảng 2). Trong đó, xuất xứ Old claudie airstrip từ QLD có năng suất đứng đầu khảo nghiệm đạt 36,6 m^3/ha/năm. Tuy nhiên, xuất xứ này tham gia khảo nghiệm chỉ có 2 gia đình nên đánh giá về xuất xứ chưa đáp ứng được yêu cầu của một khảo nghiệm xuất xứ hay nói cách khác cần có khảo nghiệm mới với dung lượng mẫu đủ lớn để kết luận cho chính xác. Mặc dù, xuất xứ Cape Melville có chỉ tiêu chất lượng tổng hợp (24,5 điểm) thấp hơn trung bình khảo nghiệm (31,8 điểm) nhưng lại có chiều cao dưới cành lớn (11,9 m) so với trung bình khảo nghiệm (10,3 m) (bảng 2), đây cũng là xuất xứ có triển vọng ở miền Trung.

Bảng 3. Chất lượng thân cây của các xuất xứ Keo lá liềm tại tuổi 7 và 12 ở khảo nghiệm Nam Đàn - Nghệ An

STT	Xuất xứ nguyên sản	Tại tuổi 7 (trồng: 8/2008 - đo: 8/2015)				Tại tuổi 12 (8/2008 - 8/2020)				
		V	Dttt	Dtt	Dnc	V	Dttt	Dtt	Dnc	Icl
		(dm^3/cây)	(điểm)	(điểm)	(điểm)	(dm^3/cây)	(điểm)	(điểm)	(điểm)	(điểm)
1	Gunbam village png (VN)*	58,6	3,8	3,1	3,3	602,6	4,7	4,3	3,3	65,6
2	Bimadebun wp (VN)*	65,9	3,5	2,9	2,9	500,3	3,9	3,7	2,9	41,8
3	Oriomo (VN)*	73,5	3,5	3,1	3,1	364,3	3,2	4,0	3,0	37,5
4	Merluna station (QLD)	49,2	4,5	3,9	3,5	456,4	3,7	3,3	3,0	37,0
5	Townsvilles (QLD)	49,3	3,7	3,7	2,8	200,7	2,7	3,8	3,5	36,9
6	Luncida (QLD)	46,9	3,1	2,9	2,6	451,7	3,3	3,6	2,9	34,0
7	Bensbach wp (PNG)	70,4	4,0	3,2	3,0	553,4	3,3	3,6	2,8	33,1
8	Parish of annan (QLD)	52,5	3,6	3,3	2,9	439,4	3,5	3,8	2,4	32,9
9	Cabbage tree creek (QLD)	40,7	3,7	3,4	3,1	375,0	2,7	3,7	3,3	32,6
10	Oriomo (PNG)	64,8	3,9	3,4	3,3	332,2	3,9	3,0	2,6	30,4
11	Old claudie airstrip (QLD)	71,8	3,7	3,4	3,2	731,6	4,0	3,2	2,4	30,3
12	Wonga (QLD)	69,3	3,0	3,1	2,8	459,3	2,9	3,4	2,8	28,4
13	Lizard island (QLD)	35,9	2,7	2,6	2,4	339,2	2,6	3,9	2,7	27,6
14	Claudie river (QLD)	70,2	3,6	3,5	3,2	476,6	3,2	3,2	2,6	27,2
15	Cape Melville (QLD)	47,0	3,8	3,4	3,1	501,7	2,9	3,4	2,5	24,5
16	Bimadebun wp (PNG)	67,8	4,3	3,6	3,4	276,2	2,1	3,5	3,2	23,8
17	Chilli beach (QLD)	65,0	3,2	2,9	2,5	223,3	1,9	3,7	2,9	20,8
TBKN		57,1	3,6	3,3	3	444,5	3,2	3,5	2,9	31,8
F.pro		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Lsd.		19,54	0,73	0,4	0,52	163,73	0,66	0,47	0,57	3,12

Ghi chú:: Lô hạt từ vườn giống thế hệ 1 (SSO1) tại Hàm Thuận Nam và Cam Lộ.*

Các kết quả nghiên cứu trước đây của Lê Đình Khả (2003) và Nguyễn Hoàng Nghĩa và Lê Đình Khả (2000) đã chỉ ra các xuất xứ Dimisisi, Oriomo, Gubam, Mata và Wemenever là các xuất xứ có triển vọng ở Việt Nam. Tại Bình Thuận, Hà Huy Thịnh và đồng tác giả (2011) xác định thêm các xuất xứ Chilli Beach (QLD), Bimadebum (PNG) và Bensbeach (PNG) có sinh trưởng nhanh nhất so với các xuất xứ khác và các tác giả cũng khuyến nghị đây là những xuất xứ có triển vọng cho vùng Nam Trung Bộ. Hai xuất xứ Bimadebum và Oriomo cũng đã được khẳng định là những xuất xứ sinh trưởng nhanh tại Cam Lộ - Quảng Trị ở giai đoạn 5 tuổi (Phạm Xuân Đỉnh *et al.*, 2010).

Như vậy, ở tuổi 12 chỉ có 1 xuất xứ mới là Cape Melville từ QLD có đủ số lượng gia đình tham gia khảo nghiệm, có sinh trưởng, chất lượng thân cây tốt và cho năng suất cao. Hai xuất xứ mới là Merluna và Luncida từ QLD có sinh trưởng triển vọng với năng suất bình quân năm 22,6 - 22,8 m^3/ha/năm, cao hơn trung bình khảo nghiệm (21,4 m^3/ha/năm) và có chất lượng thân cây tốt (34 - 37 điểm).

3.2. Biến dị giữa các gia đình

3.2.1. Về sinh trưởng

Tại khảo nghiệm Nam Đàn - Nghệ An, kết quả phân tích tại bảng 4 cho thấy sinh trưởng đường kính, chiều cao, thể tích và chất lượng thân cây của các gia đình Keo lá liềm ở cả tuổi 7 và tuổi 12 đều có sự sai khác rõ rệt (F.pro <0,001) và có phạm vi biến động lớn. Tại tuổi 7, sinh trưởng và chất lượng thân cây của các gia đình biến động từ 8,0 cm đến 12,7 cm về đường kính, từ 10,1 m đến 14,1 m về chiều cao, từ 28,3 dm^3/cây đến 96,7 dm^3/cây về thể tích và 15,6 - 71,9 điểm về chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp. Tại tuổi 12, biến dị về sinh trưởng, chiều cao dưới cành và chất lượng thân cây giữa các gia đình lớn hơn tại tuổi 7 (bảng 4), đặc biệt về sinh trưởng và chiều cao dưới cành.

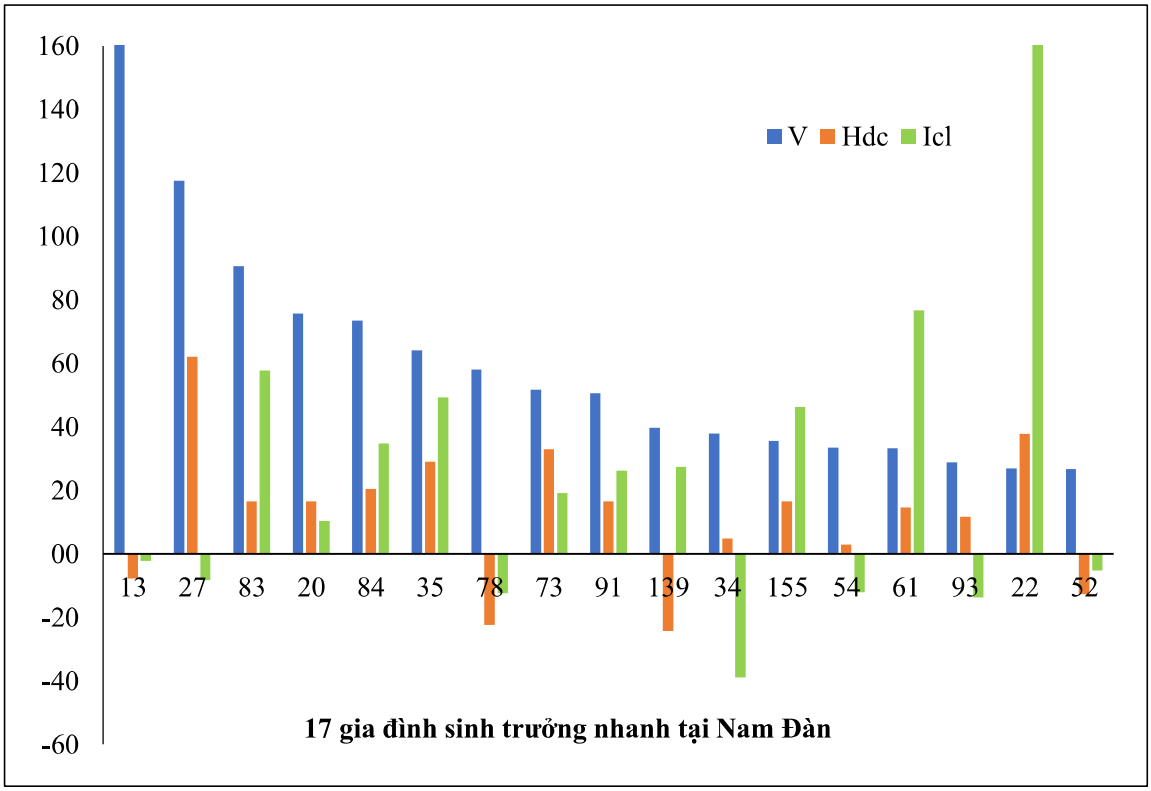
Ở tuổi 12, sinh trưởng đường kính của các gia đình Keo lá liềm biến động từ 13,5 cm đến 35,5 cm, chiều cao từ 14,1 m đến 27,2 m, chiều cao dưới cành từ 4,6 m đến 16,7 m và thể tích từ 135,8 dm^3/cây đến 1.169,4 dm^3/cây. Những gia đình sinh trưởng nhanh có tính đồng đều trong gia đình cao (hệ số biến động thấp) và ngược lại các gia đình sinh trưởng chậm lại không đồng đều (hệ số biến động lớn).

Bảng 4. Sinh trưởng và năng suất của các gia đình Keo lá liềm tại KNHT tại Nam Đàn (Nghệ An) ở tuổi 7 và 12

STT	Gia đình	Xuất xứ /Nguồn giống	Tại tuổi 7 (trồng 2008 - đo 2015)					Tại tuổi 12 (trồng 2008 - đo 2020)									
			$D_{1.3}$ (cm)	$\Delta D_{1.3}$ (cm)	H (m)	V (dm^3/cây)	NS (m^3/ha /năm)	$D_{1.3}$ (cm)		$\Delta D_{1.3}$ (cm)	H (m)		V (dm^3/cây)		NS (m^3/ha /năm)	Hdc (m)	
			$\bar{X}$		$\bar{X}$	$\bar{X}$		$\bar{X}$	V%		$\bar{X}$	V%	$\bar{X}$	V%		$\bar{X}$	V%
1	13	Old claudie A. - QLD	12,7	1,8	14,1	96,7	13,8	35,5	10,7	3,0	26,7	13,1	1169,4	1,6	48,7	9,5	37,0
2	27	Wonga - QLD	12,6	1,8	13,6	91,0	13,0	31,5	12,1	2,6	27,2	12,9	967,1	2,4	40,3	16,7	20,9
3	83	Claudie river - QLD	11,7	1,7	13,5	87,5	12,5	28,9	13,2	2,4	24,4	14,3	847,5	2,4	35,3	12,0	29,1
4	20	Merluna station - QLD	12,2	1,7	13,2	85,5	12,2	29,1	13,1	2,4	25,7	13,6	780,8	3,6	32,5	12,0	29,2
5	84	Claudie river - QLD	11,7	1,7	13,5	83,1	11,9	27,7	13,7	2,3	25,1	14,0	771,5	3,4	32,1	12,4	28,2
6	35	Cape Melville - QLD	12,3	1,8	12,8	82,9	11,8	26,7	14,3	2,2	24,2	14,5	729,5	2,6	30,4	13,3	26,3
7	78	Bensbach WP - PNG	12,4	1,8	12,7	82,0	11,7	27,8	13,7	2,3	25,2	13,9	702,7	3,3	29,3	8,0	43,9
8	73	Bensbach WP - PNG	12,1	1,7	13,2	80,6	11,5	26,6	14,3	2,2	26,2	13,4	674,3	3,0	28,1	13,7	25,5
9	91	Bensbach WP - PNG	11,6	1,7	13,2	77,1	11,0	26,4	14,4	2,2	23,4	15,0	669,1	4,3	27,9	12,0	29,1
10	139	Bimadebun WP - VN*	11,8	1,7	13,1	77,0	11,0	27,0	14,1	2,3	23,2	15,1	620,8	3,5	25,9	7,8	45,2
11	34	Cape Melville - QLD	11,5	1,6	12,3	76,7	11,0	26,1	14,6	2,2	22,2	15,8	613,1	3,7	25,5	10,8	32,6
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
78	58	Cabbage tree CREEK- QLD	8,4	1,2	10,7	32,3	4,6	16,9	22,6	1,4	17,1	20,5	179,6	12,5	7,5	9,2	37,9
79	63	Claudie river - QLD	8,1	1,2	10,7	30,6	4,4	15,1	25,3	1,3	14,3	24,5	179,1	15,5	7,5	9,2	38,1
80	86	Chilli beach - QLD	8,6	1,2	10,2	29,5	4,2	13,5	28,2	1,1	15,2	23,1	157,4	15,0	6,6	5,8	60,8
81	67	Lizard ISLAND - QLD	8,0	1,1	10,5	28,3	4,0	16,1	23,6	1,3	15,8	22,2	135,8	18,9	5,7	7,7	45,7
TBKN			10,3		12,2	57,1		22,2			20,8		444,5			10,3	
F.pro			<0,001		<0,001	<0,001		<0,001			<0,001		<0,001			<0,001	
Lsd.			1,83		1,51	26,4		5,01			3,63		221,73			3,17	

*Ghi chú: *: Lô hạt từ vườn giống thế hệ 1 (SSO1) tại Hàm Thuận Nam và Cam Lộ.*

So với thể tích trung bình của toàn khảo nghiệm, 17 gia đình cùng nhóm nhanh nhất có thể tích vượt 27,3 - 69,4% tại tuổi 7 và 26,8 - 163,1% tại tuổi 12 (hình 1). Các gia đình có sinh trưởng tốt tại tuổi 12 đều là các gia đình có sinh trưởng từ trung bình trở lên ở tuổi 7, trong đó có gia đình 84, 73 và 139 luôn duy trì được khả năng sinh trưởng nhanh và ổn định trong nhóm gia đình có sinh trưởng nhanh nhất tại khảo nghiệm Nam Đàn. Trong nhóm 17 gia đình sinh trưởng nhanh này, có 11 gia đình đều thuộc 7 xuất xứ từ QLD (như Old claudie airstrip, Wongo, Claudie river, Merluna station, Cape Melville, Luncida, Cabbage tree Creek) và 4 gia đình thuộc 2 xuất xứ từ PNG (Bensbach wp và Oriomo) và 2 gia đình của lô hạt SSO1 từ xuất xứ Bimadebun WP và Gunbam Village. Tại một KNHT thế hệ 1 ở Thái Lan, Hanchor và đồng tác giả (2016) cũng ghi nhận rằng có sự biến dị lớn giữa các gia đình Keo lá liềm ở tuổi 13 (Tăng trưởng bình quân về đường kính đạt 3 cm/năm vượt rất xa so với tăng trưởng trung bình năm của các gia đình còn lại). Các gia đình sinh trưởng tốt nhất và chất lượng thân đẹp nhất đều thuộc xuất xứ Oriomo và Bimadebum WP (PNG).



Hình 1. Độ vượt (%) về thể tích thân cây, chiều cao dưới cành và chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp của 17 gia đình sinh trưởng nhanh so với TBKN tại Nam Đàn (Nghệ An) ở tuổi 12 (trồng 2008 - đo 2020)

3.2.2. Chất lượng thân cây

Về chất lượng thân cây, tương tự như ở biến dị về sinh trưởng, kết quả phân tích thống kê cũng cho thấy giữa các gia đình Keo lá liềm tại khảo nghiệm Nam Đàn cũng có sự phân hóa rõ rệt về độ thẳng thân cây, độ nhỏ cành và độ duy trì trục thân (F.pro <0,001). Biến dị về các chỉ tiêu chất lượng thân cây giữa các gia đình lớn hơn giữa các xuất xứ, từ 2,2 đến 4,9 điểm cho độ duy trì trục thân, 1,9 - 4,4 điểm cho độ thẳng thân, 2,0 - 4,5 điểm cho độ nhỏ cành và 15,1 - 96,5 điểm cho chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp (bảng 5).

Bảng 5. Chất lượng thân cây của các gia đình Keo lá liềm tại KNHT Nam Đàn

STT	Gia đình	Xuất xứ/Nguồn giống	V (dm^3/cây)	Hdc (m)	Dttt	Dtt	Dnc	Icl
1	13	Old claudie A. - QLD	1169,4	9,5	3,9	3,3	2,8	35,7
2	27	Wonga - QLD	967,1	16,7	2,7	4,2	3,0	33,5
3	83	Claudie river - QLD	847,5	12,0	4,3	3,8	3,5	57,6
4	20	Merluna station - QLD	780,8	12,0	4,4	3,3	2,8	40,3
5	84	Claudie river - QLD	771,5	12,4	4,4	3,7	3,0	49,2
6	35	Cape Melville - QLD	729,5	13,3	4,9	3,7	3,0	54,5
7	78	Bensbach WP - PNG	702,7	8,0	4,3	3,3	2,3	32,0
8	73	Bensbach WP - PNG	674,3	13,7	3,5	4,2	3,0	43,5
9	91	Bensbach WP - PNG	669,1	12,0	3,4	3,8	3,5	46,1
10	139	Bimadebun WP - VN*	620,8	7,8	3,7	4,2	3,0	46,5
11	34	Cape Melville - QLD	613,1	10,8	3,1	3,2	2,3	22,3
12	155	Gunbam Village -VN*	602,6	12,0	3,8	4,3	3,3	53,4
13	54	Luncida - QLD	593,4	10,6	2,6	4,1	3,0	32,1
14	61	Cabbage tree creek - QLD	592,5	11,8	3,9	4,2	4,0	64,5
15	93	Oriomo - PNG	572,5	11,5	3,0	3,8	2,8	31,5
16	22	Merluna station - QLD	564,1	14,2	4,8	4,4	4,5	96,5
17	52	Luncida - QLD	563,6	9,0	2,8	3,8	3,3	34,6
.	.	.	.	.	.	.	.	.
77	11	Cabbage tree CREEK- QLD	182,4	7,2	2,3	4,3	3,3	32,6
78	58	Cabbage tree CREEK- QLD	179,6	9,2	3,6	4,2	3,0	44,9
79	63	Claudie river - QLD	179,1	9,2	3,5	4,4	3,5	54,7
80	86	Chilli beach - QLD	157,4	5,8	2,6	3,2	2,0	16,1
81	67	Lizard ISLAND - QLD	135,8	7,7	2,5	3,8	2,7	25,9
TBKN			444,5	10,3	3,6	3,5	2,9	36,5
F.pro			<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Lsd.			221,73	3,17	1,00	0,63	0,77	15,4

Phần lớn các gia đình sinh trưởng nhanh đều có chất lượng thân cây tốt. Trong đó mười một gia đình 13, 83, 20, 84, 35, 73, 91, 139, 155, 61, và 22 đều có chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp đạt từ 40,3 đến 96,5/125 điểm, vượt hơn giá trị trung bình khảo nghiệm (36,5 điểm). Trong đó gia đình 22 là gia đình có chỉ số chất lượng thân cây tổng hợp cao nhất trong khảo nghiệm với 96,5 điểm, song tăng trưởng bình quân năm về đường kính đạt 2,1 cm và năng suất chỉ đạt 23,5 m^3/ha/năm, kém xa tăng trưởng bình quân năm về đường kính của gia đình 13 là 3 cm/năm, năng suất 48,7 m^3/ha/năm (bảng 4), còn chỉ số chất lượng thân cây đạt tương đương trung bình khảo nghiệm (bảng 5). Gia đình 13 thuộc xuất xứ Old claudie airstrip (QLD) có sinh trưởng nhanh với năng suất 36,6 m^3/ha/năm (bảng 4), nhưng chưa được đánh giá là xuất xứ có sinh trưởng tốt nhất do không đủ số lượng gia đình tham gia vào khảo nghiệm. Như vậy, xét về 2 chỉ tiêu năng suất và tăng trưởng bình quân năm cho loài cây mọc nhanh có thể chọn được 17 gia đình có tăng trưởng bình quân năm về đường kính từ

2,1 cm đến 3,0 cm và năng suất đạt từ 23,5 m^3/ha/năm đến 48,7 m^3/ha/năm.

3.3. Khả năng di truyền của tính trạng sinh trưởng và chất lượng thân cây

Dự đoán các hệ số di truyền theo nghĩa hẹp (h^2) và hệ số biến động di truyền lũy tích (CV_a) cho các tính trạng sinh trưởng và chất lượng thân cây của các gia đình Keo lá liềm được thực hiện ở các tuổi 2, 7 và 12 tại khảo nghiệm Nam Đàn. Nhìn chung, hệ số di truyền và hệ số biến động di truyền lũy tích của các tính trạng sinh trưởng thường cao hơn độ thẳng thân và độ nhỏ cành, và có xu hướng tăng từ tuổi 2 tới tuổi 7, và bắt đầu ổn định từ tuổi 7 tới tuổi 12 (bảng 6). Xu hướng biến đổi biến dị di truyền tăng lên theo tuổi cũng đã được ghi nhận cho các tính trạng sinh trưởng và chất lượng thân cây Keo lá liềm trong các KNHT thế hệ 1 (Phạm Xuân Đỉnh, 2014).

Ở tuổi 12, hệ số di truyền của các tính trạng sinh trưởng đạt mức trung bình, đạt 0,31 cho sinh trưởng đường kính và 0,34 cho sinh trưởng chiều cao. Trong khi đó, hệ số di truyền của tính trạng chất lượng thân cây chỉ đạt mức độ thấp, 0,13 cho độ nhỏ cành và 0,14 cho độ thẳng thân cây (bảng 6). Tương tự, hệ số biến động di truyền lũy tích của các tính trạng sinh trưởng (từ 9,2% tới 15,6%) cũng cao hơn so với hệ số này của các tính trạng chất lượng thân cây (4,1% tới 10,8%).

Bảng 6. Hệ số di truyền của các tính trạng sinh trưởng và chất lượng thân cây của các gia đình Keo lá liềm tại Nam Đàn ở các tuổi 2, 7 và 12

Tính trạng	Tuổi	Đơn vị tính	TBKN	Hệ số di truyền và sai số (h^2)	CV_a (%)
$D_{1,3}$	2	cm	2,6	0,26 ± 0,06	15,60
	7		10,3	0,38 ± 0,08	11,90
	12		22,2	0,31 ± 0,08	9,20
H	2	m	3,0	0,22 ± 0,06	11,20
	7		12,2	0,39 ± 0,09	10,60
	12		20,8	0,34 ± 0,05	11,80
Dtt	2	điểm	3,3	0,12 ± 0,03	5,78
	7		3,3	0,13 ± 0,03	10,79
	12		3,5	0,14 ± 0,04	10,24
Dnc	2	điểm	3,0	0,14 ± 0,04	4,08
	7		3,0	0,14 ± 0,02	4,95
	12		2,9	0,13 ± 0,01	4,44

IV. KẾT LUẬN

Biến dị về sinh trưởng và chất lượng thân cây giữa các xuất xứ và gia đình Keo lá liềm ở tuổi 5 - 12 trong KNHT tại Nam Đàn đã có sự sai khác rõ rệt. Xuất xứ Cape Melville và Luncida (QLD) vừa có sinh trưởng nhanh, chất lượng lượng thân cây tốt nên ưu tiên sử dụng để phát triển trồng rừng gỗ lớn chất lượng cao. Tại Nam Đàn, khả năng di truyền về tính trạng sinh trưởng của các gia đình Keo lá liềm tuổi 5 - 12 ở mức trung bình, với h^2 = 0,22 - 0,38, CV_a = 9,2 - 15,6%. Tuy nhiên, khả năng di truyền về tính trạng chất lượng thân cây của các gia đình Keo lá liềm lại chỉ ở mức thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Ngọc Dao, 2012. Nghiên cứu biến dị và khả năng di truyền một số đặc điểm sinh trưởng và tính chất gỗ của Keo tai tượng làm cơ sở cho chọn giống, Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
2. La Ánh Dương, 2019. Nghiên cứu đặc điểm biến dị và khả năng di truyền về sinh trưởng và mục ruột của Keo tai tượng *(Acacia mangium* Willd.*)* trong các khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2, Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
3. Phạm Xuân Đỉnh, Hà Huy Thịnh và Phí Hồng Hải, 2010. Biến dị di truyền về sinh trưởng của Keo lá liềm tại Quảng Trị và Thừa Thiên Huế, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, (Số đặc biệt), tr.1468 - 1486.
4. Phạm Xuân Đỉnh, 2014. Nghiên cứu biến dị và khả năng di truyền một số tính trạng của Keo lá liềm *(Acacia crassicarpa* A. Cunn. ex Benth.*)* tại các tỉnh miền Trung, Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
5. Phạm Xuân Đỉnh, Phí Hồng Hải, Nguyễn Hoàng Nghĩa, La Ánh Dương, Nguyễn Quốc Toản, Dương Hồng Quân, 2014. Khả năng cải thiện về khối lượng riêng và hàm lượng cellulose của Keo lá liềm (*Acacia crassicarpa*) trong khảo nghiệm hậu thế thế hệ 1 tại Cam Lộ - Quảng Trị, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, (2),4, tr.3271 - 3282.
6. Võ Đại Hải, 2006. Đánh giá chất lượng rừng trồng phòng hộ trên cát ven biển Dự án 661 tại Quảng Bình, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, (3), tr.139 - 147.
7. Phí Hồng Hải, Phạm Xuân Đỉnh, La Ánh Dương, 2012. Biến dị di truyền về sinh trưởng và độ thẳng thân Keo lá liềm (*Acacia crassicarpa*) trong các khảo nghiệm hậu thế thế hệ 1 tại tuổi 8 - 10 ở miền Trung Việt Nam, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, (15), tr.97 - 105.
8. Phí Hồng Hải, Đỗ Hoàng Anh, La Ánh Dương, 2014. Khả năng cải thiện về sinh trưởng và chất lượng thân cây Keo lá liềm trong các khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, (Chuyên đề "Giống cây trồng, Vật nuôi), tr.229 - 238.
9. Phí Hồng Hải, 2016. Nghiên cứu chọn và nhân giống Keo lá liềm *(Acacia crassicarpa)* và Keo tai tượng *(A. mangium)* phục vụ trồng rừng kinh tế, Báo cáo đề tài cấp Bộ, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
10. Phí Hồng Hải, Bùi Tiến Hùng, Mai Trung Kiên, 2016. Nghiên cứu nhân giống hom các gia đình ưu việt Keo tai tượng và Keo lá liềm phục vụ trồng rừng dòng vô tính theo gia đình, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Chuyên đề Giống cây trồng, Vật nuôi (2), tr.224 - 252.
11. Phí Hồng Hải, Văn Thu Huyền, 2016. Nhân giống in vitro các gia đình ưu việt Keo lá liềm (*Acacia crassicarpa* A. Cunn. ex Benth.) phục vụ trồng rừng, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, (3), tr.4431 - 4440.
12. Phí Hồng Hải, La Ánh Dương, Triệu Thị Thu Hà, 2016. Khả năng cải thiện giống Keo tai tượng về sinh trưởng và một số tính chất gỗ cho gỗ xẻ, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Chuyên đề Giống cây trồng, Vật nuôi (1), tr.302 - 310.
13. Phí Hồng Hải, 2018. Biến dị và khả năng di truyền của một số tính chất cơ lý gỗ trong các gia đình Keo tai tượng ở các khảo nghiệm hậu thế hệ 2, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, (14), tr.128 - 135.
14. Phí Hồng Hải, 2018a. 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, (1), tr.27 - 35.

Email tác giả liên hệ: phanmuilsng@gmail.com

Ngày nhận bài: 14/03/2022

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 28/03/2022

Ngày duyệt đăng: 05/04/2022