

BỆNH MỤC RUỘT KEO TAI TƯỢNG: BIẾN DỊ DI TRUYỀN TRONG CÁC KHẢO NGHIỆM HẬU THẾ THẾ HỆ 2, Ở TUỔI 8 - 9

La Ánh Dương và Phí Hồng Hải

Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu biến dị về tỷ lệ, mức độ mục ruột Keo tai tượng theo phương pháp mới bằng sử dụng thiết bị ArborSonic 3D được tiến hành trên 3 khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 tại Ba Vi - Hà Nội, Quý Hợp - Nghệ An và Bàu Bàng - Bình Dương, tuổi 8 - 9. Kết quả cho thấy tương quan mức độ mục ruột theo thiết bị ArborSonic 3D và theo phương pháp của Caroline (2006) cũng có tương quan chặt ($r = 0,77$). Như vậy có thể dùng thiết bị ArborSonic 3D để xác định nhanh bệnh mục ruột với độ tin cậy cao. Dự đoán các giá trị di truyền cho 3 khảo nghiệm hậu thế cho thấy hệ số di truyền bệnh mục ruột đều ở mức thấp, dao động từ 0,14 đến 0,23, nhưng hệ số biến động di truyền lũy tích lại khá lớn, từ 10,8 đến 24,5%. Tương quan di truyền giữa mức độ mục ruột với một số tính chất cơ lý gỗ có sự khác biệt. Khối lượng riêng gỗ và tỷ số co rút theo 2 chiều tiếp tuyến và xuyên tâm có tương quan âm, ở mức độ trung bình đến rất chặt (-0,47 đến -0,75), độ bền uốn tĩnh (MoEd) có tương quan dương yếu với mức độ mục ruột, với hệ số tương quan yếu (0,21-0,37), độ bền đứt gãy (Morl) có tương quan chặt dương và chặt với tỷ lệ và mức độ mục ruột (hệ số tương quan 0,51 và 0,64). Tương quan kiểu gen - hoàn cảnh bệnh mục ruột giữa hai lập địa này là rất thấp và có ý nghĩa hay nói cách khác các tính trạng chịu ảnh hưởng mạnh của tương tác kiểu gen - hoàn cảnh.

Từ khóa: Từ khóa: Keo tai tượng, khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2, thiết bị ArborSonic 3D, bệnh mục ruột, hệ số di truyền, tương tác kiểu gen - hoàn cảnh

Heartrot of *Acacia mangium*: Genetic variations in the second generation progeny tests at age of 8-9 years

Study on genetic variation in heartrot percentage and disease index was carried out by using ArborSonic 3D machine in 3 second generation progeny tests in Ba Vi - Ha Noi, Quy Hop - Nghe An and Bau Bang - Binh Duong, at age of 8 - 9 years; The correlation of heartrot percentages evaluated between ArborSonic 3D equipment and Caroline method (2006) were close ($r = 0,77$) respectively. In consequence, ArborSonic 3D can be used to quickly identify heartrot disease with high confidence. Predicting the genetic parameters for the 3 progeny tests indicated narrow-sense heritabilities of heartrot percentage and heartrot index were low, ranging from 0.14 to 0.23, but coefficients of additive genetic variation (CV_a) of them were high, from 10.8 to 24.5%. The substantial coefficients of additive genetic variation and significant heritabilities for heartrot percentage and heartrot index indicate that considerable potential for improvement in heartrot percentage and heartrot index through selecting among superior individuals within families of *A. mangium*. Genetic correlation (R_g) between heartrot index and density, and shrinkage ratios in both tangential and radial directions were negative and significantly different from zero (ranged from -0.47 to -0.75). Heartrot index also correlated positively and weakly with dynamic modulus of elasticity ($R_g=0.21-0.37$). In contrast, heartrot index positively and strongly correlated with wood strength ($R_g=0.51-0.64$). The site-site genetic correlations between Ba Vi, Quy Hop and Bau Bang were low for growth traits and heartrot index indicating that G x E effects are of practical importance for growth and heartrot index and different deployment populations will be required for different sites.

Keywords: *Acacia mangium*, 2nd generation test, ArborSonic 3D, heartrot, wood properties, heritability, GxE interaction

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở nước ta, trong nhóm các loài keo vùng thấp, Keo tai tượng được trồng nhiều nhất với diện tích gần 800.000 ha vào năm 2015 và có nhiều công dụng đáp ứng nhiều mục đích quan trọng phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Hàng năm diện tích trồng rừng của Keo tai tượng được dự đoán tăng khoảng 10.000 - 15.000 ha/năm (Tổng cục Lâm nghiệp, 2015). Qua đó có thể thấy Keo tai tượng đã trở thành một trong những loài cây trồng rừng chủ lực.

Các nghiên cứu về cải thiện giống cho loài này đã được tiến hành từ những năm 1980 và đã xác định được điều kiện gây trồng phù hợp đối với Keo tai tượng, nghiên cứu biến dị và khả năng di truyền ở các khảo nghiệm xuất xứ và khảo nghiệm hậu thế thế hệ 1 và 2 (thế hệ 2 chủ yếu ở tuổi non) cho các tính trạng sinh trưởng và chất lượng thân cây của Keo tai tượng đã khẳng định có sự sai khác rõ rệt giữa các xuất xứ và giữa các gia đình trong xuất xứ. Một số xuất xứ, gia đình tốt nhất của Keo tai tượng đã được Bộ Nông nghiệp và PTNT công nhận là những giống tiên bộ kỹ thuật, tuy nhiên chất lượng gỗ rừng trồng còn chưa cao do việc sử dụng giống chưa được cải thiện hoặc cải thiện ở mức độ thấp (xuất xứ). Gỗ còn nhiều khuyết tật như độ co rút sau sấy lớn, tỷ lệ mất chất cao và chưa quan tâm nhiều đến tính chống chịu bệnh, trong đó điển hình là bệnh mục ruột rất phổ biến ở Keo tai tượng

Mức độ bệnh mục ruột có thể rất cao ở rừng trồng Keo tai tượng, biến động từ 50 - 98% (Zakaria *et al.*, 1994; Basak, 1997; Đoàn Ngọc Dao, 2012), tuy nhiên một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng khối lượng riêng gỗ bị ảnh hưởng bởi bệnh này lại khá nhỏ (Barry *et al.*, 2004). Đến nay, các nghiên cứu về

bệnh mục ruột còn rất hạn chế, mới chỉ đánh giá mức độ mục ruột giữa các xuất xứ (Đoàn Ngọc Dao, 2012). Các nghiên cứu về bệnh mục ruột cần phải tập trung vào xác định mức độ mục ruột ở các cấp tuổi; mối quan hệ giữa mức độ mục ruột với các nguồn giống, gia đình cũng như ảnh hưởng của môi trường đến bệnh mục ruột. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tỷ lệ, mức độ mục ruột trên cây đứng Keo tai tượng trong các khảo nghiệm hậu thế bằng sử dụng thiết bị ArborSonic 3D với độ tin cậy cao, giúp giảm chi phí, không phải hạ cây lấy mẫu.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu cho nghiên cứu là các cá thể của các gia đình Keo tai tượng trong 3 khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 (KNTH2) tại Ba Vì - Hà Nội, Quỳnh Hợp - Nghệ An và Bàu Bàng - Bình Dương. Nguồn vật liệu để xây dựng KNHT2 là 32 gia đình ưu việt được chọn lọc từ vườn giống thế hệ 1 tại Ba Vì, 69 gia đình từ vườn giống vô tính tại Bàu Bàng, 19 gia đình từ vườn giống ở Philippine, 3 gia đình từ vườn giống Kuranda, Australia. Các khảo nghiệm hậu thế được xây dựng vào các năm 2008-2009. Ba mươi cây trung bình Keo tai tượng tuổi 9 ở rừng trồng tại Đoan Hùng - Phú Thọ để nghiên cứu tương quan bệnh mục ruột bằng phương pháp truyền thống, theo TCVN 8928:2013 và đánh giá mục ruột bằng thiết bị ArborSonic 3D.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Đánh giá tỷ lệ và mức độ mục ruột bằng sử dụng thiết bị ArborSonic 3D:

Thiết bị ArborSonic 3D là dụng cụ dùng để phát hiện rỗng ruột và mục ruột trên cây

đứng. Thiết bị sẽ đo tốc độ âm thanh (Vel) truyền giữa 6 kim cảm biến được đóng ở 6 điểm cách đều nhau quanh thân cây tại vị trí 1,3 m. Nếu gỗ có rỗng hay mục ruột sóng âm thanh sẽ đi vòng quanh lỗ rỗng hay mục (hình 1). Do đó thời gian truyền sóng âm thanh sẽ lâu hơn giữa các kim cảm biến so với thân cây không bị bệnh mục ruột. Để thực hiện đo đếm các đầu cảm biến được ghim vào



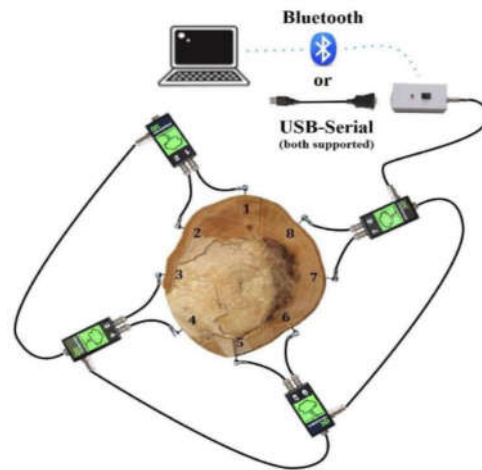
Hình 1. Sóng âm thanh được truyền giữa các kim cảm biến

Sử dụng búa cao su để cố định các cảm biến sao cho các cảm biến phải đi qua vỏ cây vào gỗ. Sau đó sử dụng búa thép để tạo ra các giá trị bằng cách chạm vào các đầu cảm biến với cường độ đồng đều (chạm với cổ tay lỏng lẻo), mỗi đầu cảm biến tác động 3 lần và không chạm vào phần kết nối cáp của cảm biến.

- *Phương pháp đánh giá tỷ lệ và mức độ mục ruột:*

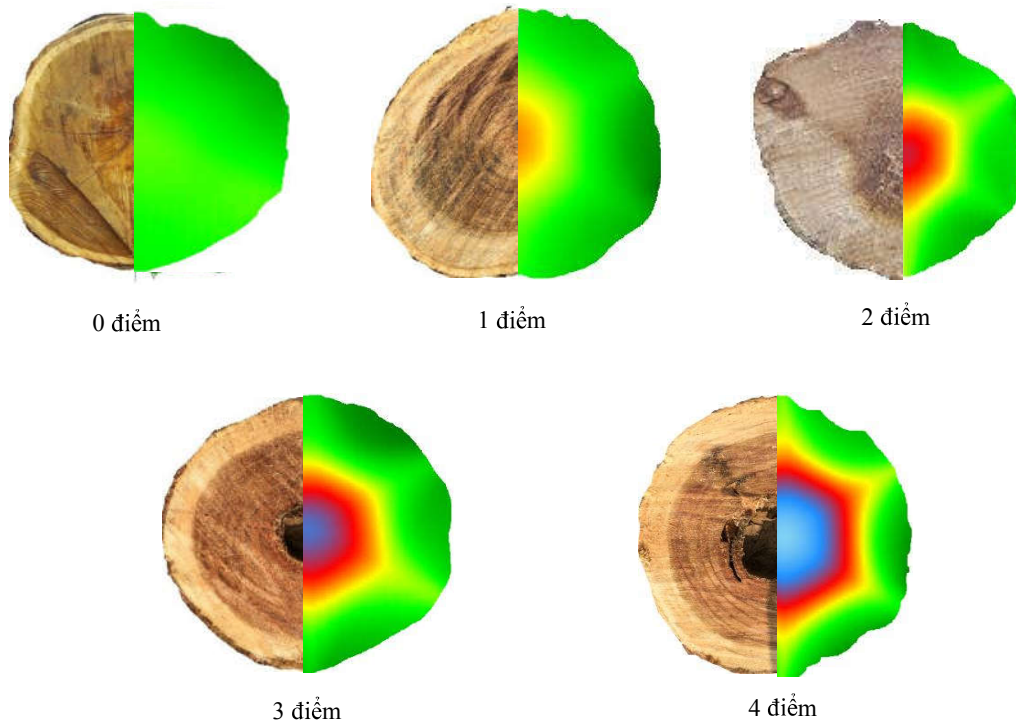
+ *Tỷ lệ mục ruột (%)*: được thiết bị ArborSonic 3D đo đếm tự động và tính ra phần trăm diện tích bị bệnh/ diện tích toàn mặt cắt 3D của thân cây tại vị trí 1,3 m.

trong thân cây và vuông góc với bề mặt thân cây theo thứ tự ngược chiều kim đồng hồ tại vị trí 1,3 m, sau đó kết nối các cảm biến với các hộp khuếch đại và kết nối các hộp khuếch đại bằng các cáp dẫn theo thứ tự như Hình 2 và kết nối hộp pin với bộ khuếch đại ở bất kỳ đầu dây nào đồng thời kết nối cáp hoặc qua Bluetooth với máy tính.



Hình 2. Nguyên lý hoạt động của thiết bị ArborSonic 3D

+ *Mức độ mục ruột*: được thiết bị ArborSonic 3D đo đếm và mô phỏng bằng mức độ xốp của gỗ và màu sắc khác nhau của toàn bộ mặt cắt 3D của thân cây tại vị trí 1,3 m. Qua kiểm định thực tế các thớt gỗ, dựa vào màu sắc và tỷ lệ mục ruột theo phương pháp của Caroline (2006) và hình ảnh của thiết bị ArborSonic 3D đo đếm và mô phỏng, tác giả đã phân chia thang điểm từ 0 tới 4 (hình 3) để đánh giá mức độ bị bệnh mục ruột của từng cá thể Keo tai tượng trong các khảo nghiệm hậu thế.



Hình 3. Mức độ mục ruột theo thang điểm từ 0 - 4 điểm (trong ảnh hình bên trái là thớt gỗ; hình bên phải là ảnh thiết bị ArborSonic 3D)

- *Xác định tương quan giữa mức độ mục ruột theo thiết bị ArborSonic 3D với phương pháp của Caroline (2006) và TCVN 8928:2013*

Để đánh giá tương quan giữa mức độ mục ruột theo thiết bị ArborSonic 3D và theo các phương pháp đánh giá thông dụng đang được áp dụng rộng rãi, tác giả tiến hành chọn lọc 30 cây Keo tai tượng trung bình trong rừng trồng sản xuất tuổi 9 tại Đoan Hùng - Phú Thọ. Trước khi cây bị chặt hạ, việc đánh giá mức độ mục ruột bằng thiết bị ArborSonic 3D được thực hiện trên cây đứng. Sau đó chặt hạ và cắt 30 mẫu gỗ (1 mẫu thớt/cây) tại vị trí 1,3 m. Các mẫu thớt gỗ được làm nhẵn sau đó chụp ảnh từng thớt gỗ và đánh giá mức độ mục ruột theo phương pháp của Caroline (2006) và TCVN 8928:2013. Trên các ảnh chụp các thớt gỗ, tỷ lệ mục ruột thực tế được xác định bằng việc sử dụng phần mềm Mapinfor để đo tỷ lệ diện tích các phần bị bệnh trên tổng diện tích mặt cắt ngang của thớt gỗ.

- *Đánh giá mức độ mục ruột theo phương pháp của Caroline (2006):*

Phương pháp đánh giá mục ruột theo Caroline với 5 mức bắt đầu từ 0, điểm càng cao mức độ mục ruột càng lớn, cụ thể:

- + 0 điểm: Gỗ màu vàng - trắng
- + 1 điểm: Gỗ màu nâu
- + 2 điểm: Gỗ màu nâu đen
- + 3 điểm: Gỗ màu đen
- + 4 điểm: Gỗ đã rỗng ruột



- *Phân tích và xử lý số liệu*

Mô hình phân tích phương sai hỗn hợp và phương pháp xử lý thống kê đa biến giữa các tình trạng 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 3.0 (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:

$$Y = \mu + B_i + B_i.R_j + B_i.C_k + P_l + f_n + e_{ijkln}$$

Trong đó: Y là trị số quan sát; μ là giá trị trung bình quần thể; B_i là phương sai ảnh hưởng của lập i; $B_i.R_j$ là phương sai ảnh hưởng tương tác của lập i và hàng j; $B_i.C_k$ là phương sai ảnh hưởng tương tác của lập 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.

Hệ số di truyền, tương quan di truyền được tính toán dựa trên các công thức của Falconer và Mackay (1996). Cụ thể, hệ số di truyền theo nghĩa hẹp được tính theo công thức:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_f^2 / r}{\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}$$

Trong đó: h^2 là hệ số di truyền theo nghĩa hẹp; σ_a^2 là phương sai di truyền lũy tích; σ_p^2 là phương sai kiểu hình; σ_f^2 , σ_m^2 , σ_e^2 lần lượt là phương sai thành phần mô tả biến động giữa các gia đình; phương sai thành phần của ô; và phương sai thành phần của sai số; r là hệ số quan hệ giữa các cá thể gia đình.

Hệ số biến động di truyền lũy tích (CV_a) được tính theo công thức:

$$CV_a = \frac{100 \sigma_a}{\bar{X}} \quad (\%)$$

Tương quan di truyền (r_g) của một tính trạng ở 2 lập địa khác nhau được tính bằng công thức dưới đây nhằm xác định ảnh hưởng của tương tác kiểu gen - hoàn cảnh đối với tính trạng đó giữa các lập địa khác nhau.

$$r_g = \frac{\sigma_{a_1 a_2}}{\sigma_{a_1} \sigma_{a_2}}$$

Trong đó: $\sigma_{a_1 a_2}$ là hiệp phương sai di truyền lũy tích giữa tính trạng 1 ở lập địa 1 và tính trạng 1 ở lập địa 2; σ_{a_1} và σ_{a_2} là phương sai di truyền lũy tích của tính trạng 1 ở lập địa 1 và lập địa 2.

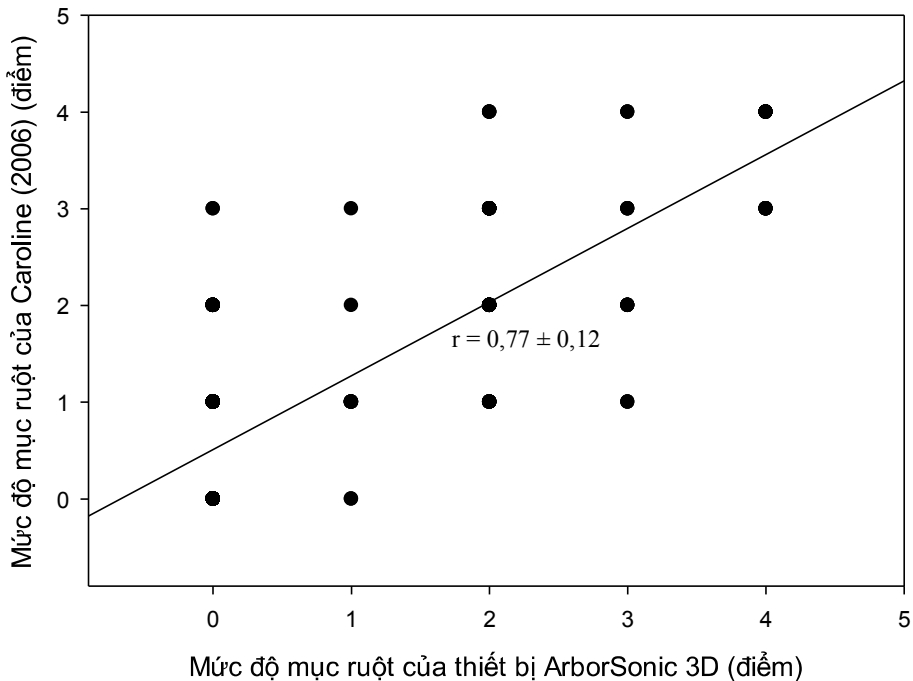
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá bệnh mục ruột Keo tai tượng theo phương pháp mới bằng thiết bị ArborSonic 3D

- Tương quan mức độ mục ruột gỗ Keo tai tượng theo thiết bị ArborSonic 3D theo phương pháp của Caroline (2006) trong khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 tại Bàu Bàng:

Kết quả đánh giá và phân tích tương quan mức độ mục ruột bằng thiết bị ArborSonic 3D và theo phương pháp đánh giá mức độ mục ruột của Caroline (2006) trên 120 cây (3 cây/gia đình) của 40 gia đình Keo tai tượng tại khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 ở Bàu Bàng - Bình Dương cho thấy, tương quan tuyến tính giữa mức độ mục ruột đánh giá bằng thiết bị ArborSonic 3D và mức độ mục ruột theo phương pháp Caroline là có ý nghĩa và chặt, với hệ số tương quan là 0,77 (biểu đồ 3.1).

Hơn nữa, việc xác định tương quan kiểu hình và tương quan kiểu gen giữa mức độ mục ruột theo hai phương pháp cũng đã được xác định bằng phần mềm chuyên dụng cho chọn giống (ASReml 4.0) và cho thấy hệ số tương quan kiểu hình và tương quan kiểu gen giữa mức độ mục ruột theo 2 phương pháp này lần lượt là $0,77 \pm 0,15$ và $0,80 \pm 0,18$. Kết quả phân tích cũng khẳng định các hệ số tương quan này đều tồn tại và có ý nghĩa. Như vậy có thể khẳng định sử dụng thiết bị ArborSonic 3D trong đánh giá bệnh mục ruột cho Keo tai tượng có mức độ tin cậy cao, với độ chính xác 80%.



Biểu đồ 3.1. Tương quan mức độ mục ruột theo thiết bị ArborSonic 3D và theo phương pháp Caroline (2006) của 120 cây trong Khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 ở Bàu Bàng - Bình Dương, 8 tuổi

Nghiên cứu sử dụng thiết bị sóng âm thanh trong đánh giá độ rỗng ruột gỗ đã được thực hiện thành công ở nhiều loài cây lâm nghiệp, như Thông ôn đới, Dẻ gai châu Âu, Sồi (Ladislav Reinprecht and Jaroslav Hrivnák, 2012), Tách (Kyaw Ko Win *et. al.*, 2015) với độ chính xác rất cao, từ 89 đến 94%. Như vậy, việc nghiên cứu ứng dụng phương pháp đánh giá bệnh mục ruột bằng phương pháp sóng âm thanh trên Keo tai tượng là rất cần thiết để xác định độ chính xác của phương pháp, đánh giá biến dị và khả năng di truyền trong các khảo nghiệm hậu thế với số lượng cây, gia đình và xuất xứ lớn, đặc biệt không cần phải hạ cây lấy mẫu như phương pháp truyền thống và sẽ giúp giảm chi phí trong nghiên cứu.

3.2. Biến dị về tỷ lệ và mức độ mục ruột giữa các gia đình Keo tai tượng trong các khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2

Kết quả đánh giá tỷ lệ và mức độ mục ruột Keo tai tượng tại Khảo nghiệm hậu thế Ba Vi tuổi 9 cho thấy có sự sai khác rõ rệt về tỷ lệ mục ruột giữa các gia đình Keo tai tượng ($F_{pr} < 0,005$). Biến động tỷ lệ mục ruột là rất cao, từ 0% đến 18%. Nhóm 10 gia đình có tỷ lệ mục ruột thấp nhất là các gia đình 72, 99, 152, 82, 147, 46, 5, 138, 9, 45 có tỷ lệ mục ruột từ 0 đến 0,4%, trong đó có duy nhất gia đình số 72 không bị bệnh (0%). Mức độ mục ruột của các gia đình Keo tai tượng là 0,0 - 2,1 điểm (trong thang từ 0 đến 4 điểm) và không có sự sai khác giữa các gia đình với F_{pr} từ 0,004 đến 0,009. Những gia đình có tỷ lệ mục ruột cao cũng là những gia đình có mức độ mục ruột cao.

Bảng 1. Tỷ lệ, mức độ mục ruột Keo tai tượng trong các khảo nghiệm hậu thế

Xếp hạng	Gia đình	V (dm ³ /cây)		Tỷ lệ mục ruột (%)	Mức độ mục ruột (điểm)
		TB	V %		
Tại Ba Vì (9 tuổi)					
1	72	353,1	2,6	0,0	0,0
2	99	248,0	3,7	0,1	0,5
3	152	307,4	2,5	0,1	1,2
4	82	234,1	4,0	0,2	0,5
5	147	325,1	3,0	0,2	1,1
6	46	205,0	4,5	0,2	0,3
7	5	381,5	0,7	0,3	0,1
8	138	394,0	2,2	0,3	0,9
9	9	352,5	0,7	0,3	0,1
10	45	379,5	2,4	0,4	0,3
Tại Quỳnh Hợp (9 tuổi)					
1	87	191,5	4,2	1,0	0,8
2	74	185,7	5,4	1,5	0,1
3	20	136,9	5,1	1,6	0,4
4	16	212,3	3,8	1,7	0,6
5	143	207,8	4,0	2,1	0,4
6	150	162,4	5,5	2,1	0,6
7	25	188,9	3,6	2,6	0,7
8	69	232,3	3,3	2,6	0,5
9	153	148,1	5,8	2,8	0,8
10	68	125,2	4,7	3,1	0,5
Tại Bàu Bàng (8 tuổi)					
1	66	450,1	1,8	0,0	0,0
2	89	392,1	2,1	0,0	0,0
3	38	412,8	2,0	0,0	0,0
4	75	397,5	2,1	0,0	0,0
5	44	371,6	2,2	0,1	0,1
6	74	506,8	1,6	0,1	0,1
7	35	484,9	1,7	0,1	0,1
8	42	523,3	1,6	0,1	0,1
9	79	449,6	1,8	0,1	0,1
10	96	682,4	0,9	0,1	0,1
Phạm vi biến động					
Tại Ba Vì		151,4-570,8		0,0-18	0,0-2,1
Tại Quỳnh Hợp		86,9-276,9		1,0-13,5	0,1-1,9
Tại Bàu Bàng		131,1-911,6		0,0-15,6	0,0-1,9
Trung bình khảo nghiệm					
Tại Ba Vì		363,2		3,3	0,5
Tại Quỳnh Hợp		172,5		6,7	1,1
Tại Bàu Bàng		455		1,9	0,4
Xác suất F (Fpro.)					
Tại Ba Vì		<0,001		<0,004	<0,009
Tại Quỳnh Hợp		<0,001		<0,001	<0,001
Tại Bàu Bàng		<0,001		<0,001	<0,001

Mặt khác, kết quả đánh giá cũng cho thấy quan hệ giữa sinh trưởng và tỷ lệ mục ruột là không có quy luật, điển hình như gia đình 99, 46 có tỷ lệ mục ruột rất thấp lần lượt là 0,1 và 0,2% nhưng lại nằm trong nhóm 10 gia đình có thể tích thân cây thấp nhất. Như vậy có thể nhận định rằng số lượng các gia đình Keo tai tượng tại khảo nghiệm Ba Vi bị bệnh mục ruột là rất cao (111/112 gia đình), nhưng ảnh hưởng của tỷ lệ và mức độ mục ruột đến chất lượng gỗ Keo tai tượng là không lớn. Bởi vì, trong tổng số 112 gia đình thì có tới 101 gia đình có mức độ mục ruột dưới 1 điểm. Mười một gia đình có mức độ mục ruột từ 1 điểm tới 2,1 điểm. Ở mức độ mục ruột từ 0 - 1 điểm, gỗ mới bắt đầu có hiện tượng thay đổi màu sắc, màu gỗ vẫn xanh và chớm vàng và chưa ảnh hưởng nhiều chất lượng gỗ. Nếu mức độ mục ruột lớn hơn, gỗ có hiện tượng mục xốp tới rỗng ruột (màu vàng và đỏ), và ảnh hưởng rất lớn tới chất lượng gỗ.

Tại Quỳnh Hợp, kết quả phân tích thống kê các gia đình Keo tai tượng cũng cho thấy có sự sai khác rõ rệt về tỷ lệ và mức độ mục ruột. Ở giai đoạn 9 tuổi hầu hết các gia đình đều bị bệnh mục ruột với tỷ lệ mục ruột khác nhau, biến động ở mức thấp đến trung bình, từ 1,0% đến 13,5% (bảng 1). Nhóm 10 gia đình có tỷ lệ mục ruột thấp nhất là các gia đình gia 87, 74, 20, 16, 143, 150, 25, 69, 153 và 68 có tỷ lệ mục ruột từ 1 đến 3,1%. Mức độ mục ruột giữa các gia đình là từ 0,1 - 0,9 điểm. Trong nhóm 10 gia đình có tỷ lệ mục ruột thấp nhất thì chỉ có duy nhất gia đình 69 nằm trong nhóm các gia đình có sinh trưởng thể tích thân cây tốt nhất, với tỷ lệ mục ruột 2,6% và thể tích thân cây 232,3 dm³/cây. Trong tổng số 120 gia đình tham gia khảo nghiệm tại Quỳnh Hợp thì có 41 gia đình (chiếm 34,2%) có mức độ mục ruột dưới 1 điểm và có 79 gia đình (65,8%) có mức độ mục ruột trên 1 điểm, như vậy có thể thấy rõ ảnh hưởng của tỷ lệ và mức độ mục ruột đến chất lượng gỗ Keo tai tượng tại khảo nghiệm Quỳnh Hợp là khá lớn.

Tại khảo nghiệm Bàu Bàng, kết quả phân tích thống kê cho thấy có sự sai khác rõ rệt về tỷ lệ mục ruột các gia đình Keo tai tượng (Fpr<0,001).

Ở giai đoạn 8 tuổi các gia đình tham gia khảo nghiệm có tỷ lệ mục ruột rất khác nhau, dao động ở mức trung bình từ 0% đến 15,6%. Trong tổng số 100 gia đình tham gia khảo nghiệm thì có 4 gia đình không bị bệnh mục ruột. Nhóm 10 gia đình có tỷ lệ mục ruột thấp nhất là các gia đình gia 89, 66, 75, 38, 74, 44, 96, 79, 42 và 35, tỷ lệ mục ruột từ 0 đến 0,1%. Mức độ mục ruột gỗ giữa các gia đình Keo tai tượng tại Bàu Bàng biến động từ 0,0 - 1,9 điểm (theo thang từ 0 đến 4 điểm) và có sự sai khác rõ rệt giữa các gia đình (Fpr<0,001). Những gia đình có tỷ lệ mục ruột cao cũng là những gia đình có mức độ mục ruột lớn.

Trong nhóm 10 gia đình có tỷ lệ thấp nhất thì chỉ có duy nhất gia đình 96 nằm trong nhóm các gia đình có sinh trưởng thể tích thân cây tốt nhất, (tỷ lệ mục ruột 0,1%, thể tích thân cây 682,4 dm³/cây). Trong tổng số 100 gia đình tham gia khảo nghiệm hậu thế tại Bàu Bàng thì có 90 gia đình (90%), có mức độ mục ruột dưới 1 điểm (tương ứng với tỷ lệ mục ruột <10%) và có 10 gia đình (10%) có mức độ mục ruột trên 1 điểm. Như vậy có thể thấy ảnh hưởng của tỷ lệ và mức độ mục ruột đến chất lượng gỗ Keo tai tượng tại khảo nghiệm Bàu Bàng là không lớn.

So sánh tỷ lệ và mức độ mục ruột các gia đình Keo tai tượng giai đoạn tuổi 9 ở khảo nghiệm tại Ba Vi, Quỳnh Hợp và Bàu Bàng (8 tuổi) cho thấy tỷ lệ và mức độ mục ruột bình quân các gia đình Keo tai tượng có sự biến động rất khác nhau. Tại Ba Vi, tỷ lệ và mức độ mục ruột bình quân lần lượt là 3,3% và 0,5 điểm, trong khi tại Quỳnh Hợp tương ứng là 6,7% và 1,1 điểm, tại Bàu Bàng tương ứng là 1,9% và 0,4 điểm. Như vậy nếu xét về tỷ lệ và mức độ mục ruột thì Keo tai tượng tại Bàu Bàng có tỷ lệ và mức độ mục ruột thấp nhất. Mức độ biến động về tỷ lệ mục ruột tại Bàu Bàng cũng nhỏ nhất, từ 0% đến 15,6%, trong khi tại Ba Vi là từ 0% đến 18%, tại Quỳnh Hợp là từ 1% đến 13,5%. Sự khác biệt có thể lý giải do đất tại Bàu Bàng có thành phần cơ giới cát rất cao (>70%) nên khả năng thoát nước nhanh, đất có hàm lượng mùn và đạm thấp nhất trong 3 lap

địa. Tuy lượng mưa bình quân năm cao nhất, nhưng chỉ tập trung theo mùa và đặc biệt Bàu Bàng có lượng bốc hơi cao nhất (1308 mm). Đây có thể là những yếu tố lập địa cơ bản ảnh hưởng tới khả năng lây nhiễm nấm bệnh mục ruột của Keo tai tượng ở Bàu Bàng và làm giảm tỷ lệ và mức độ mục ruột ở Keo tai tượng.

3.3. Khả năng di truyền, tương quan di truyền về sinh trưởng, chất lượng thân, tính chất gỗ và bệnh mục ruột Keo tai tượng trong các khảo nghiệm hậu thế

- Khả năng di truyền bệnh mục ruột trong các khảo nghiệm hậu thế

Kết quả dự đoán hệ số di truyền, hệ số biến động di truyền lũy tích bệnh mục ruột tại khảo nghiệm Ba Vì (tuổi 9) được thể hiện tại bảng 2. Kết quả cho thấy hệ số di truyền bệnh là 0,14 cho bệnh mục ruột, tuy nhiên biến động di truyền lũy tích cho tỷ lệ mục ruột lại rất cao ($CV_a = 24,5\%$). Tại khảo nghiệm Quỳnh Hợp (tuổi 9), hệ số di truyền bệnh mục ruột cao hơn tại Ba Vì, nhưng cũng chỉ ở mức thấp ($h^2 = 0,23$), nhưng biến động di truyền lũy tích vẫn đạt 10,8%. Tại Bàu Bàng, hệ số di truyền bệnh mục ruột $h^2 = 0,19$ và biến động di truyền lũy tích là $CV_a = 23,8\%$. So sánh hệ số

di truyền các tính trạng sinh trưởng với tính trạng bệnh mục ruột cho thấy hệ số di truyền các tính trạng sinh trưởng biến động từ thấp (ở tuổi non) tới trung bình (ở tuổi 9), hệ số này có xu hướng tăng lên theo tuổi ở cả 3 khảo nghiệm hậu thế và cao hơn hệ số di truyền tính trạng bệnh mục ruột. Nhưng tăng thu di truyền cần phải phụ thuộc vào cả hệ số di truyền và biến động di truyền lũy tích. Ở tính trạng bệnh mục ruột, hệ số di truyền của bệnh mục ruột ở cả 3 khảo nghiệm hậu thế chỉ ở mức thấp, nhưng hệ số biến động di truyền lũy tích lại khá cao, do vậy tăng thu di truyền vẫn có thể đạt mức độ cao nếu chúng ta chọn lọc ở cường độ cao.

Kết quả nghiên cứu khả năng di truyền của tính chống chịu sâu bệnh hại ở Keo tai tượng rất hiếm được ghi nhận trên thế giới. Tuy nhiên, ở một số loài Thông ôn đới, Qibin Yu và cộng sự (2003) ghi nhận hệ số di truyền của tính trạng chống chịu bệnh mục ruột ở thông white spruce (*Picea glauca*) là từ 0,21 và 0,27. Tương tự, Swedjemark và Bo Karlsson (2007) cũng ghi nhận hệ số di truyền theo nghĩa rộng của tính chống chịu nấm *Heterobasidion annosum* ở các dòng Vân sam (Norway spruce) cũng rất thấp, chỉ đạt 0,18.

Bảng 2. Hệ số di truyền bệnh mục ruột Keo tai tượng tại Ba Vì, Quỳnh Hợp và Bàu Bàng

Tính trạng	Đơn vị đo đếm	TBKN	Tuổi	h^2	CV_a (%)
Tại Ba Vì - Hà Nội (tuổi 9)					
$D_{1,3}$	(cm)	21,5	9	0,43±0,08	7,4
H	(m)	18,4	9	0,40±0,08	4,1
Dtt	(điểm)	4,4	9	0,11±0,06	10,7
Dnc	(điểm)	2,0	5	0,12±0,03	35,1
Di	điểm	1,5	9	0,14±0,05	24,5
Tại Quỳnh Hợp - Nghệ An (tuổi 9)					
$D_{1,3}$	(cm)	15,0	9	0,35±0,02	2,5
H	(m)	16,6	9	0,28±0,03	2,5
Dtt	(điểm)	3,8	9	0,13±0,04	16,7
Dnc	(điểm)	4,0	9	0,09±0,03	13,3
Di	điểm	2,1	9	0,23±0,05	10,8
Tại Bàu Bàng - Bình Dương (tuổi 8)					
$D_{1,3}$	(cm)	22,6	8	0,46±0,12	8,3
H	(m)	21,1	8	0,21±0,11	1,6
Dtt	(điểm)	3,2	8	0,19±0,12	30,4
Di	điểm	1,3	8	0,19±0,43	23,8

- Tương quan giữa bệnh mục ruột với các tính trạng sinh trưởng và một số tính chất gỗ

Tương quan di truyền giữa mức độ mục ruột với các tính trạng sinh trưởng và tính chất cơ lý gỗ ở Keo tai tượng chỉ được thực hiện tại khảo nghiệm Bàu Bàng - Bình Dương và được trình bày tại bảng 3. Ở tuổi 8 tuổi, mức độ mục ruột có tương quan di truyền dương, biến động từ yếu tới rất chặt (0,23 - 0,85) nhưng sai số rất lớn. Kiểm tra sự tồn tại của hệ số tương quan này cho thấy chúng không có ý nghĩa. Như vậy tính trạng sinh trưởng và mức độ mục ruột là những tính trạng độc lập với nhau. Nên khi tiến hành nghiên cứu cải thiện giống Keo tai tượng cần tiến hành chọn lọc độc lập cho các tính trạng sinh trưởng và mức độ mục ruột. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Đoàn Ngọc Giao (2012). Tác giả cũng ghi nhận ở giai đoạn 17 tuổi, sinh trưởng của các xuất xứ Keo tai tượng trong khảo nghiệm ở Ba Vì không có tương quan với tỷ lệ mục

ruột, không theo quy luật, có cả xuất xứ sinh trưởng nhanh và sinh trưởng chậm có tỷ lệ mục ruột thấp và ngược lại.

Qua bảng 3 cũng cho thấy tương quan di truyền giữa mức độ mục ruột với một số tính chất cơ lý gỗ có sự khác biệt. Khối lượng riêng gỗ và tỷ số co rút theo 2 chiều tiếp tuyến và xuyên tâm có tương quan âm, ở mức độ trung bình đến rất chặt (-0,47 đến -0,75), như vậy cải thiện thiện khối lượng riêng gỗ và tỷ lệ co rút theo chiều tiếp tuyến và xuyên tâm sẽ làm giảm tỷ lệ và mức độ mục ruột Keo tai tượng. Trong khi, độ bền uốn tĩnh (MoEd) có tương quan dương yếu với mức độ mục ruột, với hệ số tương quan yếu (0,21-0,37) và không tồn tại, tức là cải thiện độ bền uốn tĩnh sẽ không ảnh hưởng nhiều đến bệnh mục ruột. Tuy vậy cải thiện độ bền đứt gãy (Morl) sẽ có thể làm tăng tỷ lệ và mức độ mục ruột, do độ bền đứt gãy (Morl) có tương quan chặt dương và chặt với tỷ lệ và mức độ mục ruột (hệ số tương quan 0,51 và 0,64).

Bảng 3. Tương quan giữa mức độ mục ruột với các chỉ tiêu sinh trưởng và tính chất cơ lý gỗ Keo tai tượng tại Bàu Bàng

Tính trạng	D _{1.3}	H _{vn}	Den	Moed	Morl	T/R
Di - 3D	0,45±0,35	0,84±0,82	-0,47±0,10	0,21±0,63	0,64±0,13	-0,52±0,18
Di	0,85±0,59	0,23±0,53	-0,56±0,14	0,37±0,18	0,50±0,17	-0,75±0,17

3.4. Tương tác kiểu gen - hoàn cảnh về mức độ mục ruột tại 3 khảo nghiệm hậu thế

Hoàn cảnh sống ở ba lập địa Ba Vì - Hà Nội, Quỳnh Hợp - Nghệ An và Bàu Bàng - Bình Dương khá khác nhau về tính chất đất và điều

kiện khí hậu. Trong ba khảo nghiệm hậu thế thế hệ 2 tại Hà Nội, Nghệ An và Bình Dương có 42 gia đình có mặt đồng thời ở cả ba khảo nghiệm. Đây là điều kiện rất tốt để đánh giá hiệu quả tương tác kiểu gen và hoàn cảnh.

Bảng 4. Tương tác kiểu gen - hoàn cảnh về mức độ mục ruột Keo tai tượng ở tuổi 8, 9 giữa Hà Nội, Nghệ An, Bình Dương

Tính trạng	Cặp lập địa		
	Hà Nội - Nghệ An	Hà Nội - Bình Dương	Nghệ An - Bình Dương
Di - 3D	0,013±0,10	0,13±0,23	0,17±0,39

Kết quả phân tích cho thấy hệ số tương quan di truyền về mức độ mục ruột Keo tai tượng giữa khảo nghiệm Hà Nội - Nghệ An, Hà Nội - Bình Dương và Nghệ An - Bình Dương có mức độ tương quan yếu, từ 0,013 đến 0,17 (bảng 4), nhưng sai số tương quan rất cao (đều cao hơn hệ số tương quan) do vậy những tương quan này không tồn tại. Như vậy, tương tác kiểu gen - hoàn cảnh về mức độ mục ruột giữa ba cặp lập địa là có ý nghĩa. Do đó, để

tăng khả năng cải thiện giống cho Keo tai tượng trong tương lai cần xây dựng các quần thể chọn giống riêng rẽ cho từng lập địa. Việc chọn lọc và phát triển các giống (gia đình) có năng suất cao, chống chịu bệnh mục ruột cũng cần phải sử dụng các giống khác nhau cho từng lập địa để tối ưu hóa tăng thu di truyền cho rừng trồng cũng như tăng khả năng chống chịu bệnh mục ruột sau này ở Hà Nội, Nghệ An và Bình Dương.

IV. KẾT LUẬN

Có sự sai khác rõ rệt về tỷ lệ và mức độ mục ruột giữa các gia đình Keo tai tượng trong 3 khảo nghiệm hậu thế hệ 2 tại Ba Vì, Quỳnh Hợp và Bàu Bàng ($F_{.pr} < 0,001$).

Sử dụng thiết bị ArborSocnic 3D để phát hiện rỗng ruột và mục ruột trên cây đứng là phương pháp mới có độ tin cậy cao.

Hệ di truyền bệnh mục ruột đều ở mức thấp, dao động từ 0,14 đến 0,23, Hệ số biến động di truyền lũy tích từ 10,8 đến 24,5%.

Tương quan di truyền giữa mức độ mục ruột với một số tính chất cơ lý gỗ có sự khác biệt.

Khối lượng riêng gỗ và tỷ số co rút theo 2 chiều tiếp tuyến và xuyên tâm có tương quan âm, ở mức độ trung bình đến rất chặt (-0,47 đến -0,75), độ bền uốn tĩnh (MoEd) có tương quan dương yếu với mức độ mục ruột, với hệ số tương quan yếu (0,21 - 0,37), độ bền đứt gãy (Morl) có tương quan chặt dương và chặt với tỷ lệ và mức độ mục ruột (hệ số tương quan 0,51 và 0,64).

Tương quan di truyền giữa các cặp lập địa là rất thấp và không có ý nghĩa hay nói cách khác bệnh mục ruột chịu ảnh hưởng mạnh của tương tác kiểu gen - hoàn cảnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Barry, K. M., Irianto, R. S. B., Santoso, E., Turjaman, M., Widyati, E., Sitepu, I. & Mohammed, C. L. (2004). Incidence of heartrot in harvest-age *Acacia mangium* in Indonesia, using a rapid survey method. *Forest Ecology and Management*, 190, 273-280.
- Basak, A.C (1997) Heart rot of *Acacia mangium* in Bangladesh. *Indian Journal of Forestry*, 20, 61-66.
- Caroline L. Potter, K, Rimbawanto, A and Beadle (2006). Heart rot and root rot in *Acacia mangium*: identification and assessment. Proceedings of a workshop held in Yogyakarta, Indonesia, 7-9 February 2006, ACIAR Proceedings No. 124.
- Cornelius, J., 1994. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Can. J. For. Res.* 24, 372-378.
- 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. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 152 trang.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. *Pearson Education Limited, Harlow, England*.
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R., Welham, S.J. and Thompson, R., 2006. ASReml User Guide Release 2.0. *Hemel Hempstead, UK: VSN International Ltd*, 287 p.
- Kyaw Ko Win, Jung-Kwon Oh, Chul-Ki Kim, Jung-Pyo Hong, and Jun-Jae Lee, 2015. Development of stress wave indices for heart-rot detection in teak tree. *Wood Science and Technology*, Volume 49, Issue 5, pp 1021-1035.
- Ladislav Reinprecht and Jaroslav Hrivnák, 2012. Ultrasonic and drill resistance defectoscopy of Coniferous and broadleaved logs. *ACTA FACULTATIS XYLOLOGIAE ZVOLEN*, 54(1): 43-54, 2012.
- Phí Hồng Hải, Gunnar Jasson, Bjorn Hannrup, Chris Harwood, and Ha Huy Thịnh, 2009. Use of wood shrinkage characteristics in breeding of fast-grown *Acacia auriculiform* A. Cunn. ex Benth in Vietnam. *Annals of Forest Science*, 66(6), 611p1 - 611p9.
- Phí Hồng Hải (2015), Nghiên cứu chọn và nhân giống Keo tai tượng và Keo lá liềm phục vụ trồng rừng kinh tế, Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 125 tr.
- Qibin Yu, Dian-Qing Yang, S.Y. Zhang, Jean Beaulieu, and Isabelle Ducecne. (2003): Genetic variation indecay resistance and its correlatinon wood density and growth in white spruce. *Canadian Journal of Forest Research; ottawa* Vol. 33, Iss. 11; 2177-2183.
- Swedjemark, G., Karlsson, B., Stenlid J., 2007: Exclusion of *Heterobasidion praviporum* from inoculated clones of *Picea abies* and evidence of systemic induced resistance. *Candinavian Journal of Forest Research*, Volume 22, pp. 110-117(8).
- Zakaria, I., Wan Razali, W.M., Hashim, M.N., Lee, S.S., (1994). The incidence of heartrot in *Acacia mangium* plantational in Peninsula Malaysia. FRIM Research Pamphlet, 114, p. 15.
- TCVN: 8928-2012. Phòng trừ bệnh hại cây rừng - Hướng dẫn chung.

Email tác giả chính: laanhduong@gmail.com

Ngày nhận bài: 25/06/2019

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 30/06/2019

Ngày duyệt đăng: 01/07/2019