

# TỐI ƯU HÓA KỸ THUẬT TRỒNG CÂY MẬT NHÂN (*Eurycoma longifolia* Jack) THÔNG QUA NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM TẠI TỈNH GIA LAI

Trần Thị Thúy Hằng, Tạ Kiên Trung, Châu Thị Thu Thủy,  
Dương Xuân Thắng, Mai Việt Trường Sơn, Phạm Duy Hùng,  
Nguyễn Văn Huỳnh, Trần Đình Quang, Trần Hồng Sơn

*Trung tâm Lâm nghiệp Nhiệt đới*

## TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định tổ hợp biện pháp kỹ thuật tối ưu, làm cơ sở đề xuất quy trình gây trồng phù hợp, góp phần bảo tồn và phát triển bền vững cây Mật nhân (*Eurycoma longifolia* Jack) tại Gia Lai. Các thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) với 3 lần lặp. Kết quả cho thấy, các yếu tố kỹ thuật trồng có ảnh hưởng rõ rệt và có ý nghĩa thống kê đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây. Cây Mật nhân sinh trưởng tốt nhất khi trồng dưới tán rừng có độ tàn che 0,3; mật độ 10.000 cây/ha; bón lót 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg NPK/cây; hố trồng 40 × 40 × 50 cm; và sử dụng cây giống 15 tháng tuổi. Sự kết hợp đồng bộ các yếu tố này giúp nâng cao rõ rệt tỷ lệ sống cũng như các chỉ tiêu sinh trưởng so với trung bình thí nghiệm và công thức đối chứng. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học quan trọng để xây dựng quy trình kỹ thuật trồng cây Mật nhân dưới tán rừng tại Gia Lai và các vùng sinh thái tương đồng, góp phần bảo tồn, khai thác và phát triển bền vững nguồn gen cây dược liệu quý trong lâm nghiệp.

**Từ khóa:** Cây dược liệu, cây Mật nhân, độ tàn che, mật độ, phân bón lót, tuổi cây con, Gia Lai

## OPTIMIZATION OF CULTIVATION TECHNIQUES FOR *Eurycoma longifolia* Jack THROUGH EXPERIMENTAL STUDIES IN GIA LAI PROVINCE

Tran Thi Thuy Hang, Ta Kien Trung, Chau Thi Thu Thuy, Duong Xuan Thang, Mai Viet Truong Son,  
Pham Duy Hung, Nguyen Van Huynh, Tran Dinh Quang, Tran Hong Son

*Tropical Forest Research Centre (TFRC)*

## ABSTRACT

This study aimed to determine the optimal combination of silvicultural techniques for the understorey planting of *Eurycoma longifolia* Jack, providing a scientific basis for developing appropriate propagation and cultivation protocols to support the conservation and sustainable development of this medicinal species in Gia Lai province, Vietnam. The experiments were arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The results indicated that the tested silvicultural factors had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on survival rate and growth performance of *E. longifolia*. The best growth was obtained under the combination of canopy cover of 0.3, planting density of 10,000 trees  $ha^{-1}$ , basal fertilization with 3.0 kg of well - decomposed manure + 0.1 kg of bio - organic fertilizer + 0.1 kg of NPK per plant, planting hole size of 40 × 40 × 50 cm, and 15-month-old seedlings. The integrated application of these technical factors significantly improved plant survival, growth, and development compared with the experimental mean and control treatments. The findings provide an important scientific foundation for establishing technical guidelines for the understorey cultivation of *E. longifolia* in Gia Lai and ecologically similar regions, contributing to the conservation, utilization, and sustainable development of this valuable medicinal plant species within forest ecosystems.

**Keywords:** Basal fertilization, canopy cover, *Eurycoma longifolia* Jack planting density, medicinal plant, seedling age, Gia Lai.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mật nhân (*Eurycoma longifolia* Jack) là loài cây dược liệu quý có giá trị cao về y học và kinh tế, được sử dụng rộng rãi ở nhiều quốc gia Đông Nam Á và Tây Á (Đỗ Tất Lợi, 1991; Võ Văn Chi *et al.*, 1969). Tại Việt Nam, rễ Mật nhân được khai thác để chế biến dược phẩm và thực phẩm chức năng, mang lại lợi ích đáng kể cho cộng đồng địa phương (Đỗ Tất Lợi, 2004; Nguyễn Bá Hoạt, Nguyễn Tập, 1999; Nguyễn Thị Thanh Tâm *et al.*, 2014; Võ Văn Chi, 2012). Tuy nhiên, trước áp lực khai thác quá mức và thiếu quy hoạch, quần thể Mật nhân tự nhiên đang suy giảm nhanh chóng, đặc biệt tại khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Điều này đặt ra nhu cầu cấp thiết phải chủ động nghiên cứu kỹ thuật nhân giống, gây trồng và khai thác, phát triển bền vững loài cây này.

Trong những năm gần đây, một số nghiên cứu đã tập trung vào việc mô tả đặc điểm sinh thái, thành phần hóa học và giá trị dược liệu của Mật nhân (Ngô Văn Cầm *et al.*, 2020; Nguyễn Thành Mến, Hoàng Thanh Trường, 2015; Võ Khánh Hà *et al.*, 2020). Một số thử nghiệm bước đầu về nhân giống và gây trồng cũng đã được thực hiện (Lê Thị Thùy Trâm, 2015; Nguyễn Thành Mến *et al.*, 2016), nhưng phần lớn mới dừng ở quy mô nhỏ lẻ, chưa xây dựng được quy trình kỹ thuật hoàn chỉnh và chưa có sự đánh giá đồng bộ về các yếu tố sinh thái - kỹ thuật ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây. Đặc biệt, các nghiên cứu trước chưa đi sâu đánh giá một cách hệ thống tác động của các yếu tố quan trọng như phương thức trồng, mật độ, chế độ phân bón, kỹ thuật làm đất hay tuổi cây giống đến năng suất và chất lượng cây Mật nhân trong điều kiện sinh thái Tây Nguyên. Do đó, việc xây dựng các thí nghiệm thực địa nhằm tối ưu hóa các yếu tố kỹ thuật trồng là yêu cầu cấp thiết, vừa đáp ứng nhu cầu bảo tồn nguồn gen, vừa tạo cơ sở khoa học cho phát triển cây

Mật nhân thành loài dược liệu hàng hóa có giá trị kinh tế cao. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tập trung đánh giá ảnh hưởng của 5 nhóm biện pháp kỹ thuật then chốt, gồm: (i) phương thức trồng, (ii) mật độ trồng, (iii) chế độ phân bón, (iv) kỹ thuật làm đất, và (v) tuổi cây giống đem trồng. Thông qua hệ thống thí nghiệm đồng bộ, nghiên cứu hướng tới xác định tổ hợp biện pháp kỹ thuật tối ưu, làm cơ sở đề xuất quy trình gây trồng phù hợp, góp phần bảo tồn và phát triển bền vững cây Mật nhân tại Gia Lai nói riêng và Việt Nam nói chung.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Bố trí thí nghiệm

Các thí nghiệm về biện pháp kỹ thuật trồng cây Mật nhân (*Eurycoma longifolia* Jack) được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD), với 3 lần lặp, mỗi lần lặp gồm 180 cây. Các yếu tố ngoại cảnh và biện pháp chăm sóc cơ bản được áp dụng thống nhất cho tất cả các thí nghiệm, nhằm đảm bảo độ tin cậy và khả năng so sánh kết quả.

Thí nghiệm trồng Mật nhân được tiến hành tại Trạm Thực nghiệm Lâm nghiệp Pleiku, phường Chi Lăng, thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai (nay là phường Hội Phú, tỉnh Gia Lai), nằm trong khoảng tọa độ 107°59'16" - 108°05'27" kinh Đông và 13°53'31" - 13°59'27" vĩ Bắc. Khu vực nghiên cứu có khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình, phân hóa rõ rệt thành hai mùa: mùa mưa từ cuối tháng 4 đến đầu tháng 10, chiếm khoảng 90% tổng lượng mưa năm, với đỉnh mưa rơi vào tháng 7; mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Lượng mưa trung bình năm đạt 2.861 mm (cực đại 3.159 mm). Nhiệt độ trung bình năm 22°C, cao nhất 36°C (tháng 4) và thấp nhất 5°C (tháng 1). Độ ẩm trung bình năm 81,6%, trong đó độ ẩm thấp nhất tuyệt đối có thể xuống 12% vào tháng 3 - thời kỳ khô hạn nhất trong năm.

**2.2. Vật liệu thí nghiệm**

Cây giống đem trồng là cây gieo từ hạt, tuổi  $\geq$  15 tháng, đường kính gốc  $>$  0,3 cm, chiều cao  $\geq$  20 cm, có từ 3 - 5 cặp lá thật, sinh trưởng khỏe mạnh, không sâu bệnh, không cong queo hay cụt ngọn. Cây con được ươm trong bầu có kích thước 12  $\times$  18 cm (*trừ thí nghiệm 5*). Thời vụ trồng được thực hiện vào tháng 9/2019.

**2.3. Các biện pháp kỹ thuật áp dụng**

Các yếu tố thí nghiệm: Mật độ trồng 10.000 cây/ha (1,0  $\times$  1,0 m) (*không áp dụng đối với thí nghiệm ảnh hưởng của mật độ trồng - thí nghiệm 2*); trồng thuần loài; kích thước hố trồng 40  $\times$  40  $\times$  50 cm (*không áp dụng đối với thí nghiệm ảnh hưởng của kỹ thuật làm đất - thí nghiệm 4*); bón lót 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg NPK/hố (*không áp dụng đối với thí nghiệm ảnh hưởng của phân bón - thí nghiệm 3*); trồng dưới tán rừng ở độ tàn che 0,3 (*không áp dụng đối với thí nghiệm ảnh hưởng của phương thức trồng - thí nghiệm 1*).

Công tác chăm sóc được áp dụng như nhau ở tất cả các thí nghiệm, bao gồm: phát dọn thực bì, làm cỏ, vun gốc và phòng trừ sâu bệnh hại định kỳ 2 lần/năm. Cây được bón thúc 0,3 kg NPK/gốc/năm. Thí nghiệm được theo dõi thường xuyên, bảo vệ khỏi tác động bất lợi của con người, gia súc và chú trọng công tác phòng chống cháy rừng.

**2.4. Thiết kế thí nghiệm**

- *Thí nghiệm 1*: Ảnh hưởng của phương thức trồng. Bố trí 4 công thức, cụ thể: Trồng trên đất trống (CT1 - đối chứng); Trồng dưới tán rừng, độ tàn che 0,3 (CT2); Trồng dưới tán rừng, độ tàn che 0,5 (CT3); và Trồng dưới tán rừng, độ tàn che 0,7 (CT4).

- *Thí nghiệm 2*: Ảnh hưởng của mật độ trồng. Bố trí 4 công thức: CT1: 20.000 cây/ha (1,0  $\times$  0,5 m); CT2: 13.300 cây/ha (1,5  $\times$  0,5 m); CT3: 10.000 cây/ha (1,0  $\times$  1,0 m); và CT4: 5.000 cây/ha (2,0  $\times$  1,0 m).

- *Thí nghiệm 3*: Ảnh hưởng của phân bón lót. Bố trí 5 công thức: 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh (CT1); 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg NPK (CT2); 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,2 kg NPK (CT3); 3,0 kg phân chuồng hoai (CT4); và Không bón phân (CT5 - đối chứng).

- *Thí nghiệm 4*: Ảnh hưởng của kỹ thuật làm đất. Bố trí 3 công thức: Kích thước hố 30  $\times$  30  $\times$  30 cm (CT1); Kích thước hố 40  $\times$  40  $\times$  40 cm (CT2); và Kích thước hố 40  $\times$  40  $\times$  50 cm (CT3).

- *Thí nghiệm 5*: Ảnh hưởng của tuổi cây con đem trồng. Bố trí 4 công thức: Cây 6 tháng tuổi (CT); Cây 9 tháng tuổi (CT2); Cây 12 tháng tuổi (CT3); và Cây 15 tháng tuổi (CT4). Cây giống ở các độ tuổi khác nhau được chuẩn bị trước, đảm bảo khỏe mạnh, thân thẳng, không sâu bệnh, và được trồng cùng một thời điểm, với các biện pháp kỹ thuật chăm sóc đồng nhất.

**2.5. Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi**

Các chỉ tiêu được theo dõi thống nhất trong tất cả các thí nghiệm bao gồm: Tỷ lệ sống (%), đường kính gốc (cm), chiều cao cây (m). Công tác theo dõi và đo đếm được thực hiện định kỳ 12 tháng/lần, trên toàn bộ số cây của mỗi công thức và tất cả các lần lặp.

**2.6. Xử lý số liệu**

Dữ liệu thu thập được tổng hợp và phân tích có hệ thống theo các mục tiêu nghiên cứu, sử dụng các thuật toán thống kê hiện đại triển khai trên phần mềm R (Nguyễn Văn Tuấn, 2014; R Core Team, 2023) nhằm bảo đảm tính chính xác và độ tin cậy của kết quả.

Để đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức thí nghiệm, nghiên cứu sử dụng phân tích phương sai một nhân tố (ANOVA). Khi phát hiện sự khác biệt tổng thể có ý nghĩa, kiểm định hậu nghiệm Tukey's Honest Significant Difference (Tukey HSD) được áp dụng nhằm xác định cụ thể sự khác biệt giữa từng cặp công thức. Giá trị xác suất (p-value) được sử dụng làm tiêu chí xác định ý nghĩa thống kê: nếu  $p >$  0,05, sự khác biệt giữa

các công thức được xem là không có ý nghĩa thống kê; ngược lại, nếu  $p < 0,05$ , kết quả được coi là có ý nghĩa thống kê ở mức tin cậy 95%.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Ảnh hưởng của mức độ tàn che

Ở giai đoạn 5 tuổi, độ tàn che có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh trưởng cây Mật nhân, tỷ lệ sống bình quân đạt 85,7% và vẫn duy trì ổn định so với thời điểm 4 năm sau trồng. CT2 có tỷ lệ sống cao nhất (trung bình 91,0%), sai khác có ý nghĩa so với các công thức còn lại, trong khi CT1 có tỷ lệ sống thấp nhất. Về sinh trưởng đường kính gốc trung bình biến động từ 2,16 cm (CT1) đến 3,73 cm (CT2), với mức trung bình chung đạt 2,87 cm và hệ số biến động (CV%) tương đối thấp (13,4%). CT2 vượt trội so với các công thức còn lại, trung bình đạt 3,73 cm,

khoảng tin cậy (KTC) 95%: 3,02 - 3,09 cm, cao hơn bình quân 130,2% so với trung bình thí nghiệm và cao hơn bình quân 173,1% so với đối chứng (trung bình 2,16 cm). Chiều cao vút ngọn cũng cho thấy xu hướng tương tự, giá trị trung bình dao động từ 1,54 m (CT1) đến 2,44 m (CT2), trung bình chung 1,97 m (CV = 11,9%), sự khác biệt giữa các công thức là có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ). CT2 tiếp tục cho kết quả cao nhất, trung bình đạt 2,44 m, KTC 95%: 2,42 - 2,58 m, cao hơn bình quân 123,6% so với trung bình thí nghiệm và cao hơn bình quân 158,5% so với đối chứng (trung bình 1,54 m). Về tốc độ tăng trưởng bình quân năm,  $\Delta D_{00}$  trung bình đạt 0,57 cm/năm, dao động từ 0,43 cm/năm (CT1) đến 0,75 cm/năm (CT2);  $\Delta H_{vn}$  trung bình đạt 0,40 m/năm, thấp nhất ở CT1 (0,31 m/năm) và cao nhất ở CT2 (0,49 m/năm).

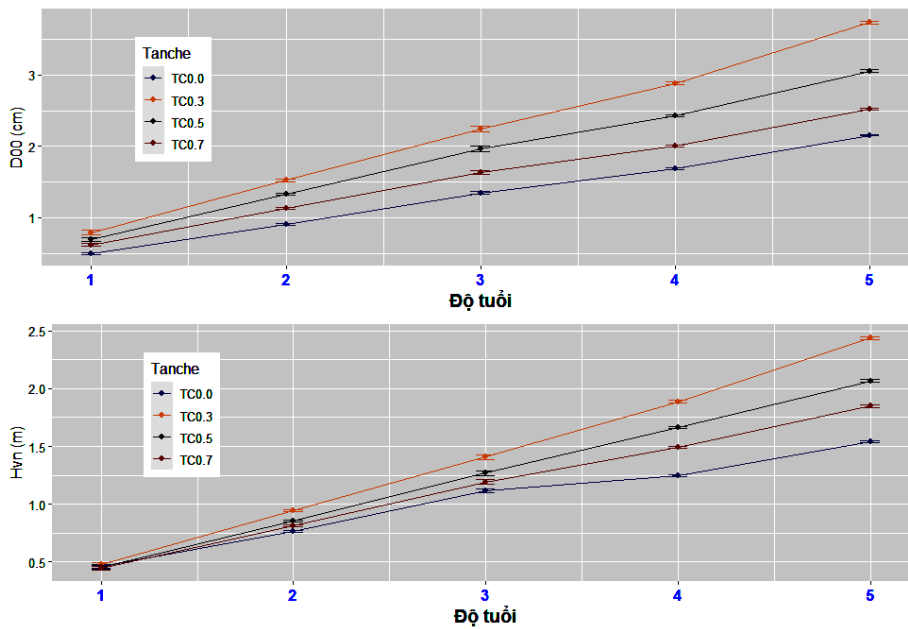
**Bảng 1.** Ảnh hưởng của độ tàn che đến tỷ lệ sống và sinh trưởng cây Mật nhân giai đoạn 5 năm tuổi

CTTN	TLS (%)	$D_{00}$		$H_{vn}$		$\Delta D_{00}$ (cm/năm)	$\Delta H_{vn}$ (cm/năm)
		TB (cm)	CV (%)	TB (m)	CV (%)		
CT1	79,6 <sup>c</sup>	2,16 <sup>d</sup>	13,0	1,54 <sup>d</sup>	12,7	0,43	0,31
CT2	91,0 <sup>a</sup>	3,73 <sup>a</sup>	12,6	2,44 <sup>a</sup>	10,3	0,75	0,49
CT3	86,6 <sup>b</sup>	3,06 <sup>b</sup>	14,6	2,07 <sup>b</sup>	12,5	0,61	0,41
CT4	85,6 <sup>b</sup>	2,52 <sup>c</sup>	13,6	1,85 <sup>c</sup>	12,3	0,50	0,37
<b>TB</b>	<b>85,7</b>	<b>2,87</b>	<b>13,4</b>	<b>1,97</b>	<b>11,9</b>	<b>0,57</b>	<b>0,40</b>
<i>P-value</i>	0,00024	<0,001		<0,001		-	-

*Ghi chú:* Trong cùng một cột các giá trị có mẫu ký tự (a, b, c, d,...) giống nhau thì chưa có sự sai khác; ngược lại, các giá trị có mẫu ký tự khác nhau là có sự sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. CTTN: Trồng trên đất trống (CT1 - đối chứng); Trồng dưới tán rừng, độ tàn che 0,3 (CT2); Trồng dưới tán rừng, độ tàn che 0,5 (CT3); và Trồng dưới tán rừng, độ tàn che 0,7 (CT4).

Như vậy, ở giai đoạn 5 tuổi, CT2 với độ tàn che phù hợp đã tối ưu hóa cả tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây Mật nhân ở giai đoạn 5 năm tuổi. Đường kính gốc bình quân đạt 3,73 cm và chiều cao cây đạt 2,44 m, tương ứng cao hơn 130,2% về đường kính và cao hơn 123,6% về chiều cao cây so với trung bình thí nghiệm; và cao hơn tương ứng 173,1% về đường kính và cao hơn 158,5% về chiều cao cây so với trung bình công thức đối chứng. Tán che ở mức vừa phải giúp giảm bớt tác động của ánh sáng trực xạ và duy trì độ ẩm đất, đồng thời vẫn đảm bảo đủ ánh sáng cho quá trình quang hợp. Ngược lại, CT1 với độ tàn che thấp có thể khiến cây

chịu tác động bất lợi của bức xạ mặt trời và khô hạn, dẫn đến tỷ lệ sống và sinh trưởng thấp hơn. Điều này phù hợp với đặc điểm sinh thái của cây Mật nhân - loài cây ưa bóng bán phần ở giai đoạn non, nhưng vẫn cần ánh sáng khuếch tán để phát triển ổn định. Các kết quả thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ) khẳng định ảnh hưởng của yếu tố tán che là có ý nghĩa và cần được xem xét trong các biện pháp kỹ thuật trồng và chăm sóc. Như vậy, lựa chọn độ tàn che hợp lý ngay từ giai đoạn trồng rừng là yếu tố then chốt để nâng cao hiệu quả trồng Mật nhân, đặc biệt ở các vùng sinh thái có mùa khô khắc nghiệt hoặc nhiệt độ cao.



**Hình 1.** Phân tích sai khác thống kê sinh trưởng đường kính và chiều cao cây Mật nhân tại các công thức độ tàn che khác nhau ở giai đoạn từ 1 - 5 tuổi

**3.2. Ảnh hưởng của mật độ trồng**

Kết quả nghiên cứu cho thấy mật độ trồng có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh trưởng của cây Mật nhân ở giai đoạn 5 năm tuổi. Tỷ lệ sống dao động từ 84,0% (CT4) đến 94,3% (CT1), trung bình đạt 88,0%, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} = 0,00031$ ). CT1 đạt tỷ lệ sống cao nhất, sai khác rõ rệt so với các công thức còn lại, trong khi CT4 có giá trị thấp nhất. Về sinh trưởng đường kính gốc bình quân đạt 3,17 cm (CV%: 11,2%), đạt cao nhất ở công thức CT3, trung bình đạt 3,57 cm, KTC 95%: 3,54 - 3,60 cm, cao hơn bình quân 112,6% so với trung bình thí nghiệm. Phân tích thống kê cho thấy sự khác biệt giữa các công

thức là có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ). Tương tự, sinh trưởng chiều cao vút ngọn cũng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa ( $P\text{-value} < 0,001$ ), dao động từ 2,05 m (CT1) đến 2,50 m (CT3), trung bình chung 2,17 m (CV = 11,0%). CT3 đạt giá trị cao nhất, trung bình đạt 2,50 m, KTC 95%: 2,48 - 2,53 m, vượt trội so với các công thức khác, cao hơn bình quân 115,3% so với trung bình thí nghiệm, trong khi CT4 và CT1 có chiều cao thấp hơn. Về tốc độ tăng trưởng bình quân năm,  $\Delta D_{00}$  trung bình đạt 0,63 cm/năm, thấp nhất ở CT2 (0,59 cm/năm) và cao nhất ở CT3 (0,71 cm/năm);  $\Delta H_{vn}$  trung bình 0,43 m/năm, dao động từ 0,38 m/năm (CT2) đến 0,50 m/năm (CT3).

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của mật độ trồng đến sinh trưởng cây Mật nhân ở giai đoạn 5 năm tuổi

CTTN	Tỷ lệ sống (%)	D <sub>00</sub>		H <sub>vn</sub>		$\Delta D_{00}$ (cm/năm)	$\Delta H_{vn}$ (cm/năm)
		TB (cm)	CV (%)	TB (m)	CV (%)		
CT1	94,3 <sup>a</sup>	3,05 <sup>c</sup>	10,9	2,05 <sup>c</sup>	10,1	0,61	0,41
CT2	89,6 <sup>b</sup>	2,94 <sup>d</sup>	12,2	1,89 <sup>d</sup>	10,8	0,59	0,38
CT3	84,1 <sup>c</sup>	3,57 <sup>a</sup>	11,8	2,50 <sup>a</sup>	13,0	0,71	0,50
CT4	84,0 <sup>c</sup>	3,12 <sup>b</sup>	9,9	2,24 <sup>b</sup>	10,3	0,62	0,45
TB	88,0	3,17	11,2	2,17	11,0	0,63	0,43
<i>P-value</i>	0,00031	<0,001		<0,001		-	-

Ghi chú: Trong cùng một cột các giá trị có mẫu ký tự (a, b, c, d,...) giống nhau thì chưa có sự sai khác; ngược lại, các giá trị có mẫu ký tự khác nhau là có sự sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. CTTN: CT1: 20.000 cây/ha (1,0 × 0,5 m); CT2: 13.300 cây/ha (1,5 × 0,5 m); CT3: 10.000 cây/ha (1,0 × 1,0 m); và CT4: 5.000 cây/ha (2,0 × 1,0 m).

Kết quả cho thấy mật độ trồng (CT3) giúp cây Mật nhân đạt đường kính và chiều cao vượt trội, nhờ giảm cạnh tranh về ánh sáng, dinh dưỡng và không gian sinh trưởng. Tuy nhiên, mật độ quá thưa có thể làm giảm khả năng che phủ đất, tăng nguy cơ cỏ dại cạnh tranh và ảnh hưởng tiêu cực đến quản lý lâm phần. Ngược lại, mật độ cao hơn (CT1, CT2) giúp duy trì tỷ lệ sống cao hơn, có thể do tán che và điều kiện vi khí hậu ổn định hơn ở giai đoạn đầu, nhưng lại làm giảm tốc độ sinh trưởng do cạnh tranh dinh dưỡng và ánh sáng mạnh hơn. Xu hướng này phù hợp với đặc điểm sinh thái của cây Mật nhân - loài cây ưa bóng bán phần giai đoạn non, nhưng cần mật độ hợp lý để tối ưu hóa cả tỷ lệ sống và sinh trưởng đường kính, chiều cao. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ) khẳng định vai trò quan trọng của việc lựa chọn mật độ trồng phù hợp nhằm đạt mục tiêu năng suất và chất lượng rừng trồng Mật nhân.

### 3.3. Ảnh hưởng của phân bón

Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc bón lót ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây Mật nhân. Tỷ lệ sống dao động từ 80,0%

(CT5) đến 93,8% (CT2), trung bình đạt 87,6%, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} = 0,000439$ ). CT2 đạt tỷ lệ sống cao nhất, sai khác rõ rệt so với CT5 - công thức có tỷ lệ sống thấp nhất. Về sinh trưởng đường kính gốc, trung bình đạt 3,51 cm và CV ở mức trung bình (13,4%). Sự khác biệt giữa các công thức là có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ). CT2 có đường kính lớn nhất, trung bình đạt 3,82 cm, KTC 95%: 3,78 - 3,86 cm, cao hơn bình quân 109,0% so với trung bình thí nghiệm và cao hơn bình quân 126,2% so với đối chứng (trung bình 3,03 cm). Về sinh trưởng chiều cao vút ngọn dao động từ 2,14 m (CT5) đến 2,42 m (CT2), trung bình chung 2,27 m (CV = 10,8%), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ). CT2 có chiều cao cao nhất, trung bình đạt 2,42 m, KTC 95%: 2,40 - 2,45 m, cao hơn bình quân 106,8% so với trung bình thí nghiệm và cao hơn bình quân 113,4% so với đối chứng (trung bình 2,14 m). Tốc độ tăng trưởng bình quân năm  $\Delta D_{00}$  trung bình đạt 0,70 cm/năm, cao nhất ở CT1 và CT2 (0,75 - 0,76 cm/năm), thấp nhất ở CT5 (0,61 cm/năm);  $\Delta H_{vn}$  trung bình đạt 0,45 m/năm, dao động từ 0,43 m/năm (CT5) đến 0,48 m/năm (CT2).

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của phân bón lót đến sinh trưởng cây Mật nhân ở giai đoạn 5 năm tuổi

CTTN	Tỷ lệ sống (%)	$D_{00}$		$H_{vn}$		$\Delta D_{00}$ (cm/năm)	$\Delta H_{vn}$ (cm/năm)
		TB (cm)	CV (%)	TB (m)	CV (%)		
CT1	90,1 <sup>ab</sup>	3,74 <sup>b</sup>	10,4	2,30 <sup>b</sup>	12,1	0,75	0,46
CT2	93,8 <sup>a</sup>	3,82 <sup>a</sup>	10,4	2,42 <sup>a</sup>	9,7	0,76	0,48
CT3	88,6 <sup>bc</sup>	3,58 <sup>c</sup>	12,7	2,25 <sup>c</sup>	10,0	0,72	0,45
CT4	85,2 <sup>c</sup>	3,36 <sup>d</sup>	17,1	2,24 <sup>c</sup>	14,1	0,67	0,45
CT5	80,0 <sup>d</sup>	3,03 <sup>e</sup>	16,5	2,14 <sup>d</sup>	8,1	0,61	0,43
TB	87,6	3,51	13,4	2,27	10,8	0,70	0,45
<i>P-value</i>	0,000439	<0,001		<0,001		-	-

*Ghi chú:* Trong cùng một cột các giá trị có mẫu ký tự (a, b, c, d,...) giống nhau thì chưa có sự sai khác; ngược lại, các giá trị có mẫu ký tự khác nhau là có sự sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. CTTN: 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh (CT1); 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg NPK (CT2); 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,2 kg NPK (CT3); 3,0 kg phân chuồng hoai (CT4); và Không bón phân (CT5 - đối chứng).

Kết quả khẳng định phân bón lót đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây Mật nhân ở giai đoạn kiến thiết cơ bản. CT2 (bón lót 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg

NPK), với loại và lượng phân bón lót phù hợp, cho hiệu quả vượt trội cả về tỷ lệ sống và sinh trưởng đường kính, chiều cao. Điều này có thể do cung cấp đồng thời các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu ngay từ giai đoạn trồng, giúp

cây nhanh chóng hình thành bộ rễ khỏe, tăng khả năng chống chịu và tận dụng tốt nguồn nước và dinh dưỡng trong đất. Ngược lại, CT5 có tỷ lệ sống và sinh trưởng thấp nhất, cho thấy việc thiếu hoặc sử dụng phân bón lót không phù hợp có thể ảnh hưởng tiêu cực đến khả năng phục hồi sau trồng và phát triển của cây. Sự khác biệt rõ rệt về các chỉ tiêu sinh trưởng ( $P\text{-value} < 0,001$ ) cho thấy việc lựa chọn công thức bón lót hợp lý là một trong những yếu tố kỹ thuật then chốt để tối ưu năng suất và chất lượng rừng trồng Mật nhân.

**3.4. Ảnh hưởng của kỹ thuật làm đất**

Kết quả nghiên cứu cho thấy các biện pháp làm đất khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây Mật nhân sau 5 năm trồng, trong đó, CT3 cho kết quả vượt trội hơn hẳn so với các công thức còn lại về cả tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh trưởng. Cụ thể, tỷ lệ sống trung bình của cây đạt 89,0%, trong đó cao nhất là ở CT3 (93,8%), kế đến là CT2 (87,6%) và thấp nhất là CT1 (85,3%). Phân tích

phương sai cho thấy sự khác biệt giữa các công thức là có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} = 0,00447$ ). Về sinh trưởng đường kính gốc, giá trị trung bình dao động từ 3,24 cm (CT1) đến 3,55 cm (CT3), với hệ số biến động CV% trung bình là 11,5%, cho thấy mức độ ổn định tương đối cao. CT3 đạt giá trị cao nhất, trung bình đạt 3,55 cm, KTC 95%: 3,52 - 3,58 cm, cao hơn bình quân 105,4% so với trung bình thí nghiệm, có ý nghĩa thống kê so với các công thức còn lại ( $P\text{-value} < 0,001$ ). Tương tự, chiều cao vút ngọn trung bình toàn thí nghiệm là 2,34 m (CV%: 10,1%), dao động từ 2,20 m (CT1) đến 2,52 m (CT3). CT3 tiếp tục thể hiện sinh trưởng vượt trội, trung bình đạt 2,52 m, KTC 95%: 2,50 - 2,54 m, cao hơn bình quân 107,6% so với trung bình thí nghiệm, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P\text{-value} < 0,001$ ), trong khi CT1 cho kết quả thấp nhất. Về tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm,  $\Delta D_{00}$  dao động từ 0,65 - 0,71 cm/năm,  $\Delta H_{vn}$  từ 0,44 - 0,50 cm/năm, trong đó CT3 cũng đạt mức tăng trưởng cao nhất ở cả hai chỉ tiêu.

**Bảng 4.** Ảnh hưởng của kích thước hố trồng đến sinh trưởng cây Mật nhân ở giai đoạn 5 năm tuổi

CTTN	Tỷ lệ sống (%)	D <sub>00</sub>		H <sub>vn</sub>		$\Delta D_{00}$ (cm/năm)	$\Delta H_{vn}$ (cm/năm)
		TB (cm)	CV (%)	TB (m)	CV (%)		
CT1	85,3 <sup>b</sup>	3,24 <sup>c</sup>	12,2	2,20 <sup>c</sup>	8,7	0,65	0,44
CT2	87,6 <sup>b</sup>	3,31 <sup>b</sup>	11,2	2,31 <sup>b</sup>	10,9	0,66	0,46
CT3	93,8 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	11,2	2,52 <sup>a</sup>	10,1	0,71	0,50
TB	89,0	3,37	11,5	2,34	9,9	0,67	0,47
<i>P-value</i>	0,00447	<0,001		<0,001		-	-

*Ghi chú:* Trong cùng một cột các giá trị có mẫu ký tự (a, b, c, d,...) giống nhau thì chưa có sự sai khác; ngược lại, các giá trị có mẫu ký tự khác nhau là có sự sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. CTTN: Kích thước hố 30 × 30 × 30 cm (CT1); Kích thước hố 40 × 40 × 40 cm (CT2); và Kích thước hố 40 × 40 × 50 cm (CT3).

Như vậy, kích thước hố trồng có ảnh hưởng rõ với mức độ tin cậy 95% đến sinh trưởng đường kính gốc, chiều cao, và tỷ lệ sống cây Mật nhân ở thời điểm 2 - 5 năm tuổi sau trồng, trong đó, CT3 (kích thước hố trồng 40 × 40 × 50 cm) là công thức làm đất tối ưu nhất trong nghiên cứu, trung bình đạt 3,55 cm về đường kính và 2,34 m về chiều cao cây, tương ứng cao hơn 105% về đường kính và cao hơn 108% về chiều cao cây

so với trung bình thí nghiệm trong 5 năm đầu sau trồng.

**3.5. Ảnh hưởng của tuổi cây con**

Ở giai đoạn 5 năm tuổi, tuổi cây con đem trồng có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây Mật nhân sau 5 năm trồng. Các chỉ tiêu sinh trưởng bao gồm đường kính gốc, chiều cao, và tốc độ tăng trưởng hàng năm

( $\Delta D_{00}$ ,  $\Delta H_{vn}$ ) đều có sự biến động theo tuổi cây trồng, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P$ -value < 0,001). Cây con 15 tháng tuổi đạt kết quả tốt nhất với tỷ lệ sống 94,3%, đường kính gốc trung bình 3,73 cm, KTC 95%: 3,70 - 3,76 cm, cao hơn bình quân 112,1% so với trung bình thí nghiệm; chiều cao cây trung bình đạt 2,81 m, KTC 95%: 2,79 - 2,83 m, cao hơn bình quân 118,0% so với trung bình thí nghiệm. Tương ứng tốc độ tăng trưởng hàng năm  $\Delta D_{00}$  = 0,75 cm/năm và  $\Delta H_{vn}$  = 0,56 cm/năm. Tất cả các chỉ tiêu này đều vượt trội so với các nhóm tuổi còn lại, cho thấy sự thích nghi tốt hơn của cây

lớn tuổi trong giai đoạn đầu sau trồng. Ngược lại, cây 6 tháng tuổi có tỷ lệ sống và sinh trưởng thấp nhất (82,5%,  $D_{00}$  = 3,11 cm,  $H_{vn}$  = 2,28 m), đồng thời cho tốc độ tăng trưởng hàng năm thấp nhất ( $\Delta D_{00}$  = 0,62 cm/năm,  $\Delta H_{vn}$  = 0,46 cm/năm). Các nhóm tuổi trung gian (9 và 12 tháng tuổi) đạt kết quả trung bình nhưng vẫn thấp hơn rõ rệt so với nhóm 15 tháng tuổi, đặc biệt ở chỉ tiêu chiều cao cây. Chênh lệch giữa các công thức cũng được thể hiện ở hệ số biến động (CV) của các chỉ tiêu, với mức dao động trong khoảng 9,2 - 12,6%, cho thấy sự ổn định tương đối của các cá thể cây Mật nhân theo dõi.

**Bảng 5.** Ảnh hưởng của tuổi cây con đem trồng đến sinh trưởng cây Mật nhân ở giai đoạn 5 năm tuổi

CTTN	Tỷ lệ sống (%)	$D_{00}$		$H_{vn}$		$\Delta D_{00}$ (cm/năm)	$\Delta H_{vn}$ (cm/năm)
		TB (cm)	CV (%)	TB (m)	CV (%)		
CT1	82,5 <sup>c</sup>	3,11 <sup>d</sup>	12,6	2,28 <sup>b</sup>	11,0	0,62	0,46
CT2	84,1 <sup>bc</sup>	3,17 <sup>c</sup>	11,5	2,21 <sup>c</sup>	9,1	0,63	0,44
CT3	87,7 <sup>b</sup>	3,31 <sup>b</sup>	10,1	2,22 <sup>c</sup>	9,4	0,66	0,44
CT4	94,3 <sup>a</sup>	3,73 <sup>a</sup>	8,1	2,81 <sup>a</sup>	7,3	0,75	0,56
<b>TB</b>	<b>87,2</b>	<b>3,33</b>	<b>10,6</b>	<b>2,38</b>	<b>9,2</b>	<b>0,67</b>	<b>0,48</b>
<i>P</i> -value	0,00049	<0,001		<0,001		-	-

Ghi chú: Trong cùng một cột các giá trị có mẫu ký tự (a, b, c, d,...) giống nhau thì chưa có sự sai khác; ngược lại, các giá trị có mẫu ký tự khác nhau là có sự sai khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. CTTN: Cây 6 tháng tuổi (CT); Cây 9 tháng tuổi (CT2); Cây 12 tháng tuổi (CT3); và Cây 15 tháng tuổi (CT4).

Như vậy, có thể khẳng định rằng tuổi cây con đem trồng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự sống sót và sinh trưởng ban đầu của cây Mật nhân. Việc sử dụng cây con 15 tháng tuổi được xác định là phù hợp và có hiệu quả sinh trưởng tốt nhất trong điều kiện thí nghiệm, góp phần nâng cao hiệu quả trồng rừng cây dược liệu Mật nhân.

### 3.6. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu khẳng định vai trò điều tiết vi khí hậu của tầng tán rừng, đặc biệt trong việc giảm bức xạ trực tiếp, duy trì độ ẩm đất và hạn chế sự cạnh tranh của thảm tươi, qua đó tạo điều kiện thuận lợi cho sinh trưởng của cây Mật nhân. Dữ liệu thực nghiệm cho thấy tỷ lệ sống, các chỉ tiêu sinh trưởng và tăng trưởng của cây Mật nhân đạt giá trị cao nhất trong điều kiện tán che phù hợp, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các công thức còn lại và so với đối chứng. Cụ thể, các chỉ tiêu sinh trưởng cao hơn

có ý nghĩa lần lượt 130,2% về đường kính gốc và 123,6% về chiều cao cây so với trung bình thí nghiệm; đồng thời cao hơn tương ứng 173,1% về đường kính và 158,5% về chiều cao so với trung bình công thức đối chứng.

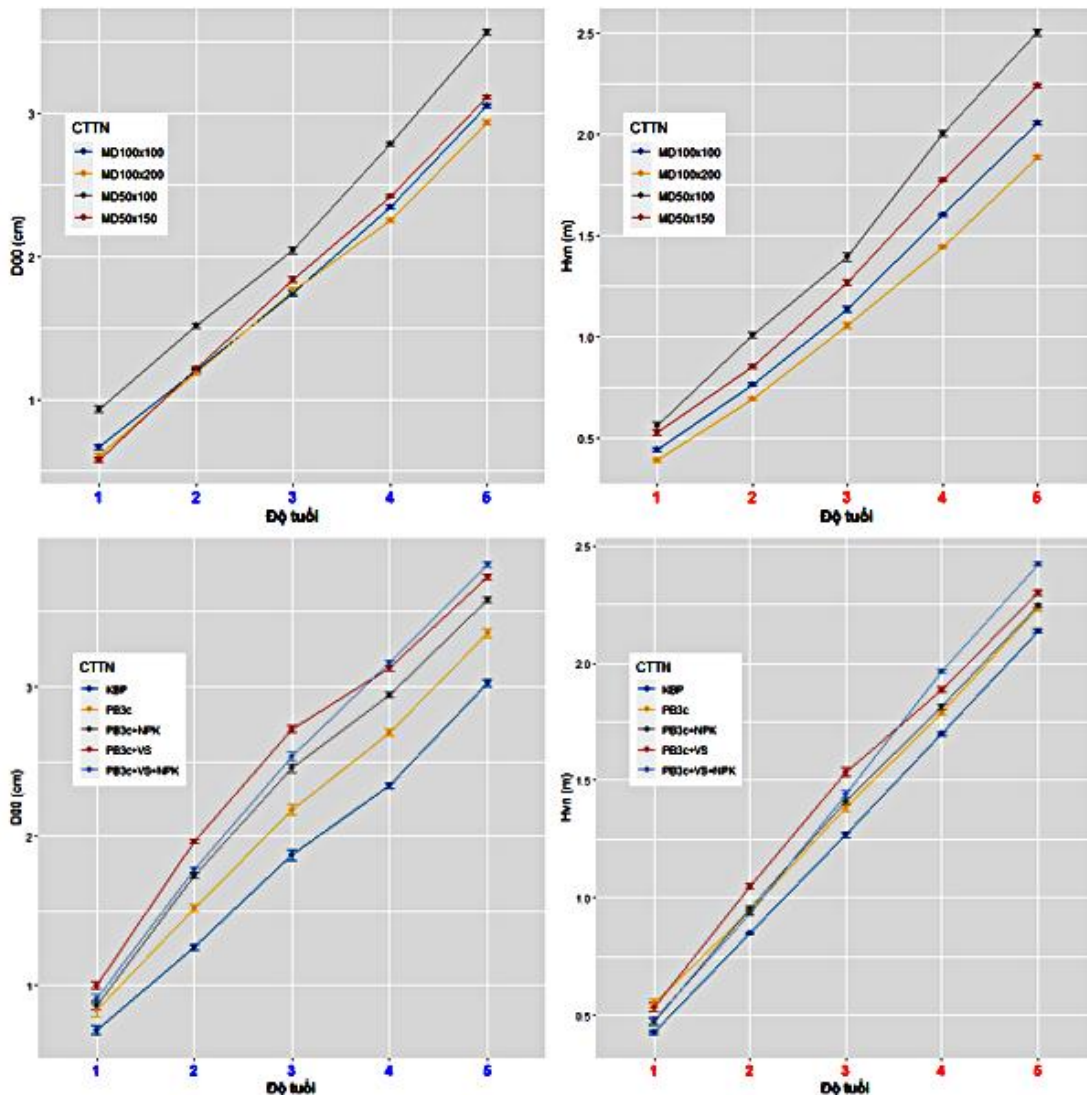
Những kết quả này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm sinh thái và quy luật phân bố tự nhiên của loài Mật nhân, vốn thường tập trung ở những khu vực có độ tàn che trung bình (0,3 - 0,4), như đã được ghi nhận tại Khu Dự trữ sinh quyển Đồng Nai (Nguyễn Hoàng Hào *et al.*, 2020). Tương tự, cây Mật nhân cũng được ghi nhận sinh trưởng tốt dưới tán rừng Thông ba lá với độ tàn che 0,3 - 0,5 hoặc tại các lỗ trống trong rừng (Nguyễn Thành Mến *et al.*, 2016).

Đáng chú ý, xu hướng này cũng tương đồng với kết quả thí nghiệm ở giai đoạn vườn ươm, khi cây con Mật nhân đạt sinh trưởng tốt nhất về đường kính gốc và chiều cao ở mức che sáng 25%, ổn định hơn so với các mức che sáng cao hơn (50% và 75%) (Nguyễn Hoàng Hào *et al.*,

2020). Điều này cho thấy mức che sáng vừa phải (khoảng 25 - 30%) có thể là điều kiện sinh thái tối ưu cho cả giai đoạn ươm giống và trồng dưới tán rừng.

Sự tương đồng giữa kết quả của nghiên cứu này với các công bố trước đây khẳng định rằng Mật nhân là loài ưa bóng nhẹ, sinh trưởng tốt trong

điều kiện ánh sáng tán xạ và chịu ảnh hưởng bất lợi khi cường độ ánh sáng trực xạ quá cao hoặc khi độ tàn che vượt quá ngưỡng tối ưu. Đây là cơ sở khoa học quan trọng để đề xuất các biện pháp kỹ thuật trồng, điều chỉnh tán che và quản lý sinh cảnh phù hợp, nhằm phát triển bền vững loài cây dược liệu quý này dưới tán rừng.



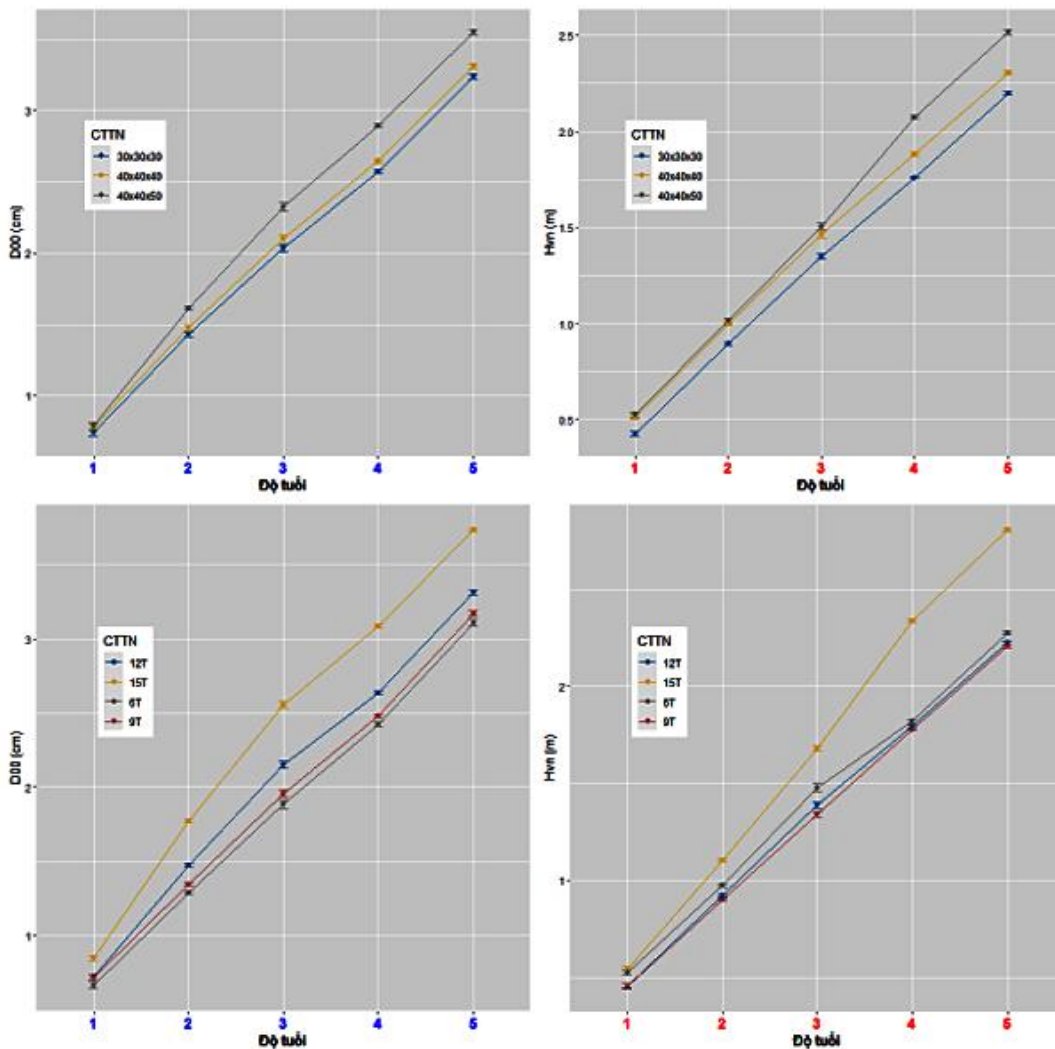
**Hình 2.** Phân tích sai khác thống kê sinh trưởng đường kính và chiều cao cây Mật nhân tại các công thức mật độ trồng (*hình trên*) và phân bón lót khác nhau (*hình dưới*) ở giai đoạn từ 1 - 5 tuổi

Về mật độ trồng, mức 10.000 cây/ha cho thấy ưu thế rõ rệt khi cây đạt đường kính bình quân 3,57 cm và chiều cao 2,50 m, tăng tương ứng 112,6% và 115,3% so với trung bình thí nghiệm. Mật độ này giúp giảm áp lực cạnh tranh về ánh sáng, dinh dưỡng, và không gian sinh trưởng so với các mật độ cao hơn hoặc thấp hơn, đồng

thời vẫn duy trì được khả năng tận dụng diện tích hiệu quả. Về yếu tố dinh dưỡng, công thức bón lót 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg NPK/cây đã mang lại hiệu quả vượt trội, với đường kính gốc bình quân đạt 3,82 cm và chiều cao 2,42 m, cao hơn 109% và 107% so với trung bình thí nghiệm. Sự

kết hợp hài hòa giữa phân hữu cơ và vô cơ không chỉ cung cấp nguồn dinh dưỡng cân đối, mà còn cải thiện cấu trúc đất, tăng khả năng giữ ẩm và hoạt động vi sinh vật đất. Kết quả này có sự tương đồng với các nghiên cứu trước đây. Cụ thể, cây con Mật nhân được bón phân hữu cơ từ vỏ quả cọ (EFB compost) cho mức tăng đường kính thân cao nhất, mặc dù chiều cao cây không thay đổi nhiều. Tương tự, khi sử dụng phân NPK Green, kết quả tăng trưởng cũng cho thấy xu hướng gần giống. Trong khi đó, bón phân Complehumus lại mang đến hiệu quả đồng đều hơn, giúp cây tăng trưởng cả về chiều cao và

đường kính thân, với tốc độ tăng chiều cao trung bình gấp đôi so với đối chứng (Rozidah *et al.*, 2016). Ngoài ra, Mật nhân trồng từ cây con 1 năm tuổi, khi được bón 2 lần cách nhau 6 tháng bằng các loại phân mùn, phân KOKET cục, phân hữu cơ sinh học và hỗn hợp phân gà, cũng cho thấy sự cải thiện rõ rệt về sinh trưởng chiều cao. Nhìn chung, các kết quả này đều khẳng định vai trò của phân bón trong việc không chỉ cung cấp dinh dưỡng mà còn cải thiện cấu trúc và độ phì nhiêu của đất, qua đó nâng cao khả năng sinh trưởng của cây Mật nhân (Azarae *et al.*, 2010).



**Hình 3.** Phân tích sai khác thống kê sinh trưởng đường kính và chiều cao cây Mật nhân tại các công thức kích thước hố (hình trên) và tuổi cây con đem trồng khác nhau (hình dưới) ở giai đoạn từ 1 - 5 tuổi

Kết quả nghiên cứu cho thấy kỹ thuật làm đất và kích thước hố trồng đóng vai trò quan trọng đối với sinh trưởng của cây trong giai đoạn đầu. Hố trồng có kích thước 40 × 40 × 50 cm cho kết quả tối ưu, với đường kính bình quân đạt 3,55 cm và chiều cao 2,34 m, cao hơn lần lượt 105% và 108% so với giá trị trung bình của thí nghiệm. Kích thước này tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển ban đầu của bộ rễ, đồng thời hạn chế sự cạnh tranh dinh dưỡng từ thảm tươi. Về tuổi cây con, kết quả ở nghiên cứu này chỉ ra rằng sử dụng cây giống 15 tháng tuổi mang lại sinh trưởng tốt nhất, với đường kính bình quân đạt 3,73 cm và chiều cao 2,81 m, vượt lần lượt 112,1% và 118,0% so với trung bình thí nghiệm. Ở độ tuổi này, cây con đã có hệ rễ và thân đủ khả năng thích nghi nhanh với điều kiện trồng dưới tán rừng, góp phần giảm tỷ lệ chết và rút ngắn thời gian phục hồi sau khi trồng.

#### IV. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã xác định được tổ hợp các yếu tố kỹ thuật tối ưu cho trồng cây Mật nhân

(*Eurycoma longifolia* Jack) dưới tán rừng gồm: (i) độ tàn che khoảng 0,3; (ii) mật độ trồng 10.000 cây/ha; (iii) bón lót 3,0 kg phân chuồng hoai + 0,1 kg phân hữu cơ vi sinh + 0,1 kg NPK/cây; (iv) kích thước hố 40 × 40 × 50 cm; và (v) cây giống 15 tháng tuổi. Tổ hợp các yếu tố kỹ thuật này cho tỷ lệ sống, sinh trưởng và tăng trưởng của cây Mật nhân cao nhất, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các công thức còn lại và công thức đối chứng. Sự kết hợp đồng bộ giữa các yếu tố về tán che, mật độ, cây giống, hố trồng, và dinh dưỡng đã giúp cây Mật nhân sinh trưởng ổn định, thích ứng tốt với điều kiện sinh thái dưới tán rừng.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học quan trọng phục vụ hoàn thiện quy trình kỹ thuật trồng và quản lý tán che cho loài Mật nhân dưới tán rừng, góp phần phát triển bền vững nguồn dược liệu quý tại khu vực Gia Lai và các vùng có điều kiện sinh thái tương tự.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Azarae, I., Azizol, A., Rasadah, M., Shahidan, A., 2010. Responses of *Eurycoma longifolia* Jack to open planting area and fertilizer applications: study of the effects on growth performance and root yield. Proceedings of the Seminar on Biomass for Biofuels and Value-Added Products 2009: Towards Efficient Utilization of Biomass. Forest Research Institute Malaysia.
2. Đỗ Tất Lợi, 1991. Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
3. Đỗ Tất Lợi, 2004. Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam. Nhà xuất bản Y học.
4. Lê Thị Thùy Trâm, 2015. Nghiên cứu hiện trạng phân bố và kỹ thuật nhân giống cây Mật nhân (*Eurycoma longifolia* Jack) tại Đà Nẵng. Luận văn thạc sỹ khoa học. Đại học Đà Nẵng.
5. Ngô Văn Cẩm, Phạm Tiến Bằng, Lê Việt Dũng, Nguyễn Trí Bảo, Trần Thị Đăng Mỹ, Lê Thị Thu Hồng, Nguyễn Hồng Hải, 2020. Đặc điểm sinh lý, phương pháp bảo quản và xử lý hạt giống cây Mật Nhân (*Eurycoma longifolia* Jack). Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 5, 31 - 38.
6. Nguyễn Bá Hoat, Nguyễn Tập, 1999. Đánh giá tiềm năng dược liệu bốn huyện vùng cao tỉnh Hà Giang - Xây dựng đề án quy hoạch và phát triển (bốn huyện vùng cao Đồng Văn, Yên Minh, Mèo Vạc, Quản Bạ). Báo cáo tổng hợp kết quả đề tài. Viện Dược liệu.
7. Nguyễn Hoàng Hào, Võ Quang Trung, Nguyễn Đông Giang, Trần Thị Thảo, 2020. Đặc điểm sinh học, sinh thái và kỹ thuật nhân giống loài Mật nhân (*Eurycoma longifolia*) tại Khu Dự trữ Sinh quyển Đồng Nai. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 17, 48 - 55.
8. Nguyễn Thành Mến, Hoàng Thanh Trường, 2015. Một số đặc điểm vật hậu cây Bá bệnh (*Eurycoma longifolia* Jack.) ở Lâm Đồng. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, 2, 3897-3903.

9. Nguyễn Thành Mến, Hoàng Thanh Trường, Nguyễn Thanh Nguyên, Lê Hồng Ân, Bùi Văn Trọng, 2016. Nghiên cứu biện pháp kỹ thuật gây trồng các loài Hoàng liên Ô rô (*Mahonia nepalensis* DC.), Bá bệnh (*Eurycoma longifolia* Jack) và Đẳng sâm (*Codonopsis javanica* Hook. et Thoms.) dưới tán rừng Thông ba lá tại Lâm Đồng. Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.
10. Nguyễn Thị Thanh Tâm, Trần Thị Phương Thảo, Trần Văn Lộc, Ngô Thị Thủy, Nguyễn Duy Như, Trần Văn Sung, 2014. Về thành phần hóa học của rễ cây Mật nhân (*Eurycoma longifolia* Jack.). Vietnam Journal of Chemistry, 52(1), 124. DOI.10.15625/4984
11. Nguyễn Văn Tuấn, 2014 Phân tích số liệu với R. Nhà xuất bản Tổng hợp, TP HCM.
12. R Core Team, 2023R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>. <https://www.r-project.org/>
13. Rozidah, K., Rohani, A., Sabariah, R., Muhd Shazrizal Shahmy, M, 2016. Effect of fertilizer application on the growth of *Eurycoma longifolia* (tongkat ali) plantlets in greenhouse conditions. Healing power from nature: current trends and perspectives, 42.
14. Võ Khánh Hà, Trương Thị Minh Hạnh, Giang Thị Kim Liên, Mai Thị Phương Chi, Trần Thị Phương Thảo, 2020. Khảo sát một số hoạt tính sinh học của dịch chiết rễ cây Mật nhân (*Eurycoma longifolia* Jack) thu hái ở vùng núi huyện Ia Grai, tỉnh Gia Lai. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 5, 117 - 121.
15. Võ Văn Chi, 2012. Từ điển cây thuốc Việt Nam. Nhà xuất bản Y học.
16. Võ Văn Chi, Vũ Văn Chuyên, Nguyễn Hồng, Lê Khả Kế, Đỗ Tất Lợi, 1969. Cây cỏ thường thấy ở Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

**Email tác giả liên hệ:** tranhangfsiv@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 19/08/2025

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 09/09/2025; 11/10/2025

**Ngày duyệt đăng:** 30/12/2025