

# NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN KIẾN THỨC VỀ CÁC NHÂN TỐ CHÍNH ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁC LOÀI CÂY GỖ ĐƯỢC TRỒNG DƯỚI TÁN RỪNG

Nguyễn Thị Thu Nhân

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

## Tóm tắt

Trồng rừng dưới tán (hay còn gọi là “trồng làm giàu rừng”) là một trong những giải pháp lâm sinh nhằm nâng cao giá trị của rừng, cũng như cải thiện được cấu trúc và nâng cao tính đa dạng sinh học của rừng. Nghiên cứu sử dụng phương pháp tổng hợp các kết quả nghiên cứu của các tác giả khác nhau trên toàn thế giới về trồng rừng dưới tán để đánh giá các nhân tố chính có ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán rừng. Kết quả cho thấy rằng, tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây con được trồng dưới tán rừng phụ thuộc vào nhiều nhân tố bao gồm: Cường độ ánh sáng, sự cạnh tranh từ thảm thực vật xung quanh và việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh thích hợp (lựa chọn loài cây trồng, phương thức trồng, mật độ trồng, bón phân, tỉa thưa, ...). Các thông tin trong bài báo có thể cung cấp cho các nhà quản lý, nhà hoạch định chính sách, các nhà khoa học lâm nghiệp một bức tranh toàn diện về các nhân tố quyết định đến sự thành công hay thất bại của trồng rừng dưới tán, từ đó làm cơ sở cho việc xây dựng các hướng dẫn kỹ thuật lâm sinh để phục hồi hệ sinh thái rừng bị suy thoái.

**Từ khóa:** Làm giàu rừng; Trồng rừng dưới tán; Cạnh tranh thảm thực vật; Tái sinh tự nhiên.

## Abstract

### *Overview of knowledge on main factors affecting the growth and survival rate of timber tree species planted under the forest canopy*

*Underplanting (also known as “forest enrichment planting”) is one of the silvicultural solutions to enhance the value of forests, as well as improve the structure and biodiversity of forests. This study uses the method of synthesizing the research results of different authors over the world relating to underplanting to evaluate the main factors affecting the growth and survival rate of underplanted timber tree species. The results show that the survival and growth rate of underplanted timber tree species depends on many factors including, light intensity, competition from surrounding vegetation, and the application of appropriately silvicultural techniques (selection of tree species, planting method, planting density, fertilization, thinning, etc.). The information in the paper can provide managers, policymakers, and forestry scientists with a comprehensive picture of the factors that determine the success or failure of underplanting, thereby serving as a basis for developing silvicultural technical guidelines to restore degraded forest ecosystems.*

**Keywords:** Underplanting; Enrichment planting; Vegetation competition; Natural regeneration.

Nhận bài: 17/9/2024; Phản biện xong: 27/9/2024; Chấp nhận đăng: 20/12/2024

\*Tác giả liên hệ, Email: nttuhan@hunre.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.629>

## **1. Đặt vấn đề**

Rừng là yếu tố quan trọng nhất của sinh quyển và có ý nghĩa lớn trong sự phát triển kinh tế - xã hội, sinh thái và môi trường. Tuy nhiên, hệ sinh thái rừng đang bị suy thoái và mất đi với một tốc độ nhanh chóng. Điều này đã gây ra những tác động tiêu cực đến đa dạng sinh học, sự sản xuất gỗ cũng như môi trường. Việc chuyển đổi mục đích từ đất rừng sang đất nông nghiệp, cháy rừng và khai thác gỗ trái phép là những nguyên nhân chính gây ra sự suy thoái và mất rừng [24].

Việc khai thác rừng quá mức có thể ảnh hưởng đến hệ sinh thái rừng theo nhiều cách khác nhau bao gồm: Ảnh hưởng đến đa dạng sinh học, suy thoái và xói mòn đất cũng như là tác nhân gây ra hiệu ứng nhà kính. Bên cạnh đó, hoạt động khai thác rừng có thể gây ra sự thay đổi trong tổ thành loài và cấu trúc tầng thứ của hệ sinh thái rừng. Nếu rừng bị khai thác với cường độ cao sẽ tạo môi trường thuận lợi cho sự tái sinh, xâm lấn của các loài cây tiên phong ưa sáng sinh trưởng nhanh [4]. Bên cạnh đó, khai thác rừng với cường độ cao sẽ tạo ra nhiều khoảng trống lớn trong rừng, điều này cũng thúc đẩy các loài dây leo có thể sinh sôi nảy nở và chèn ép các loài cây gỗ và có thể trở thành các thảm thực vật chiếm ưu thế trong hệ sinh thái rừng [27].

Tái sinh tự nhiên là một trong những nhân tố quan trọng để đẩy nhanh quá trình phục hồi cấu trúc, tổ thành loài cũng như năng suất và chất lượng rừng trong những khu vực bị suy thoái. Tuy nhiên, sự thành công của quá trình tái sinh tự nhiên có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều nhân tố như: Cạnh tranh từ thảm thực vật không mong muốn,

động vật ăn hạt, thiếu nguồn hạt giống do khả năng phát tán hạt giống bị hạn chế, tỷ lệ nảy mầm kém của hạt giống... [8, 28, 50].

Trong những hệ sinh thái rừng nơi mà tái sinh tự nhiên của các loài cây gỗ có giá trị cao bị thiếu hoặc rất thưa thớt, trồng làm giàu rừng có thể được xem như là một trong những cách tiếp cận tiềm năng để trồng bổ sung vào những loài cây mục đích [10, 37]. Làm giàu rừng được định nghĩa là các biện pháp kỹ thuật lâm sinh kết hợp giữa việc nuôi dưỡng rừng hiện có và trồng bổ sung những loài cây mục đích với số lượng nhất định, đồng thời giữ lại các loài cây mục đích có sẵn trong rừng tự nhiên bao gồm cả các cây tái sinh. Làm giàu rừng đã được chứng minh là một trong những cách tiếp cận vừa thân thiện với đa dạng sinh học vừa có thể nâng cao được giá trị rừng nhờ việc bổ sung các loài cây gỗ hoặc lâm sản ngoài gỗ có giá trị kinh tế cao [31, 41, 45].

Trồng rừng dưới tán đã được áp dụng rộng rãi trên toàn thế giới để cải thiện mật độ của các loài cây mục tiêu hoặc các loài cây có giá trị bảo tồn trong các hệ sinh thái rừng bị suy thoái [1, 22, 34]. Phương pháp này cũng có thể được áp dụng để phục hồi rừng thứ sinh nghèo hoặc các khu vực bị suy thoái nơi mà khả năng tái sinh tự nhiên của các loài cây mục đích không đủ, để trồng bổ sung vào các loài đã biến mất do khai thác quá mức hoặc để thiết lập các loài cây mà không có khả năng tồn tại và phát triển ở trong điều kiện khắc nghiệt [1]. Có nhiều phương pháp tiếp cận khác nhau có thể được sử dụng trong trồng rừng dưới tán như trồng theo lối trồng [44, 46], trồng theo hàng dưới tán rừng [1], hoặc trồng theo băng dưới tán rừng [26, 34]. Tuy nhiên, nguyên tắc sinh

thái của việc trồng rừng dưới tán là tạo ra điều kiện ánh sáng thích hợp xung quanh cây con được trồng bằng việc loại bỏ bớt sự cạnh tranh về không gian dinh dưỡng với các loài cây ở tầng cây cao, cũng như tạo điều kiện môi trường thuận lợi cho quá trình tái sinh tự nhiên của các loài cây bản địa có giá trị [19, 37]. Việc trồng dưới tán rừng đòi hỏi đầu tư tài chính cao [11, 21, 44], trong khi đó sự thành công của nó phụ thuộc vào nhiều nhân tố. Do đó, hiểu biết được các nhân tố ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán là rất quan trọng, từ đó làm cơ sở đề xuất các giải pháp kỹ thuật lâm sinh thích hợp để phục hồi hệ sinh thái rừng bị suy thoái.

## **2. Phương pháp nghiên cứu**

Để thực hiện thu thập thông tin về các yếu tố ảnh hưởng tới tỷ lệ sống và sự sinh trưởng của các loài cây được trồng làm giàu rừng, tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu tài liệu có sẵn. Mục tiêu của phương pháp này là tổng hợp các kết quả nghiên cứu của các tác giả khác nhau về chủ đề này, phân tích và hệ thống hoá các nhân tố có tác động đến sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán rừng từ đó xác định mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố.

Phạm vi nghiên cứu bao gồm các tài liệu được xuất bản trong các tạp chí khoa học uy tín, sách, báo cáo khoa học và các nguồn tài liệu đáng tin cậy trong và ngoài nước liên quan đến trồng rừng dưới tán. Các tài liệu được tác giả thu thập và phân tích là các tài liệu có các thông tin liên quan đến trồng rừng dưới tán/làm giàu rừng, các nhân tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cây trồng, sự cạnh

tranh của thực vật, tái sinh tự nhiên,...

Phương pháp thu thập dữ liệu bao gồm tìm kiếm tài liệu liên quan được công bố từ năm 1990 đến 2024 trên các cơ sở dữ liệu khoa học như Google Scholar, ScienceDirect, Elsevier, ResearchGate,... Phương pháp phân tích dữ liệu bao gồm:

- Phân tích nội dung các tài liệu được lựa chọn để xác định các yếu tố ảnh hưởng tới sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán rừng;
- Phân loại các yếu tố có ảnh hưởng đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của cây trồng;
- Tổng hợp các kết quả nghiên cứu của các tác giả khác nhau về từng yếu tố ảnh hưởng;
- Xác định những điểm tương đồng và khác biệt trong các kết quả nghiên cứu của các tác giả khác nhau;
- Đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố tới sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của cây trồng.

## **3. Tổng quan tài liệu và thảo luận**

### ***3.1. Điều kiện ánh sáng và sự cạnh tranh từ thảm thực vật xung quanh***

Sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán rừng phụ thuộc rất lớn vào độ tàn che của tầng cây cao, bởi vì độ tàn che ảnh hưởng rất lớn đến cường độ ánh sáng dưới tán rừng [12, 19, 20, 26, 39, 42], cũng như ảnh hưởng đến sự cạnh tranh dinh dưỡng của các loài trong quần xã thực vật. Cường độ ánh sáng dưới tán rừng phụ thuộc rất lớn vào kích thước các khoảng trống trong rừng [6]. Nếu khoảng trống là quá lớn sẽ dẫn đến quá nhiều ánh sáng, do đó có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến tỷ lệ sống và sinh

## Nghiên cứu

trường của các loài cây được trồng (các loài cây ưa bóng giai đoạn đầu) [5, 18]. Bên cạnh đó, khoảng trống lớn sẽ tạo điều kiện lý tưởng cho loài dây leo, bụi rậm và các loài cây tiên phong ưa sáng sinh trưởng nhanh phát triển và những loài cây này sẽ chèn ép không gian dinh dưỡng của các loài cây được trồng [16]. Tuy nhiên, nếu khoảng trống được tạo ra quá bé thì cây xung quanh sẽ chèn ép và ức chế sinh trưởng của cây con được trồng [5]. Nhiều nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, mức độ ánh sáng vừa phải có thể thúc đẩy sinh trưởng chiều cao của cây con được trồng. Ví dụ, theo nghiên cứu của Lhotka và Loewenstein (2008), chiều cao của hai loài cây được trồng là *Liriodendron tulipifera L.* và *Quercus pagoda Raf* có tốc độ sinh trưởng tốt khi được trồng dưới điều kiện độ tàn che của tầng cây cao biến động từ 64 - 92 %. Tuy nhiên, cường độ ánh sáng như thế nào là phù hợp phụ thuộc vào đặc điểm sinh thái học của từng loài cây, giai đoạn sinh trưởng và khả năng phản ứng của chúng với sự thay đổi về môi trường.

Sự sinh trưởng và phát triển của cây con được trồng dưới tán rừng phụ thuộc vào khả năng của chúng để tiếp cận được các nguồn tài nguyên như ánh sáng, nước và dinh dưỡng trong đất. Sự thành công của từng cây trong việc tiếp cận các tài nguyên này phụ thuộc vào mức độ cạnh tranh từ các cây lân cận [49]. Trong tự nhiên, việc duy trì độ tàn che trong những khu rừng sau khai thác có thể tạo ra những điều kiện môi trường thuận lợi cho quá trình tái sinh của các loài cây gỗ bản địa chịu bóng [32], từ đó cải thiện tổ thành loài, cấu trúc rừng cũng như góp phần cải thiện tính đa dạng sinh học [3, 9, 13]. Bên

cạnh đó, độ tàn che cũng có thể tạo ra điều kiện môi trường tối ưu cho sự sinh trưởng và phát triển của các loài cây được trồng dưới tán rừng, bởi vì tán cây đóng một vai trò quan trọng trong việc cải thiện điều kiện vi khí hậu và kiểm soát sự sinh sôi nảy nở của các loài thảm thực vật ưa sáng mà cạnh tranh trực tiếp với cây trồng [2, 36, 40]. Tuy nhiên, vấn đề đặt ra là, cây rừng sẽ tiếp tục sinh trưởng và phát triển theo thời gian, tán của chúng ngày càng mở rộng, điều này sẽ ức chế khả năng quang hợp của các loài cây con mới trồng, từ đó làm giảm sự sinh trưởng và phát triển của cây được trồng. Trong tự nhiên, nếu thiếu đi các biện pháp can thiệp của con người, hầu hết các tán cây rừng sẽ tồn tại qua nhiều thập kỷ trước khi các khoảng trống tự nhiên được hình thành do cây chết hoặc do cành to gãy [14]. Do đó, áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh là cần thiết để điều tiết độ tàn che tạo điều kiện thuận lợi cho cây con được trồng tiếp cận với ánh sáng, nhờ đó cải thiện được điều kiện sinh trưởng và phát triển [7, 15, 23, 37].

Như vậy có thể thấy rằng, sự cạnh tranh của thực vật là một trong những quá trình sinh thái quan trọng của hệ sinh thái rừng. Mặc dù độ tàn che của thảm thực vật rừng xung quanh ban đầu có thể tạo điều kiện môi trường thuận lợi sự sinh trưởng và phát triển của cây được trồng, nhưng theo thời gian thảm thực vật rừng xung quanh sẽ nhanh chóng chuyển thành đối thủ cạnh tranh với các loài cây được trồng. Điều này có nghĩa rằng, khó có thể hình thành mối quan hệ hai bên cùng có lợi giữa cây được trồng dưới tán và thảm thực vật có sẵn nếu thiếu đi các biện pháp can thiệp của con người. Do đó, việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh

nhằm tạo ra sự cân bằng giữa cây được trồng và thảm thực vật xung quanh là vô cùng quan trọng quyết định đến sự thành công của hoạt động phục hồi rừng bằng trồng rừng dưới tán.

### **3.2. Tỉa thưa tầng cây cao**

Nhiều nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng của việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh (cụ thể là tỉa thưa tầng cây cao) đối với sinh trưởng của các loài cây được trồng dưới tán rừng. Nghiên cứu của Otsamo (1998) đã chỉ ra rằng việc tỉa thưa độ tàn che của tầng cây cao của các loài cây sinh trưởng nhanh đã giúp cải thiện tỷ lệ sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán rừng trong các thí nghiệm tại Indonesia [33]. Tương tự, một nghiên cứu ở miền Nam Trung Quốc, Yuan và cộng sự (2013) cũng phát hiện ra rằng việc tỉa thưa một số lượng cây ở tầng cao có thể làm tăng sự tái sinh của các loài cây bản địa có giá trị cao, đồng thời thúc đẩy sự phát triển của các cây con được trồng dưới tán rừng [51]. Frank và cộng sự (2018) cũng báo cáo rằng sự phát triển các loài cây rừng được trồng dưới tán rừng có thể được cải thiện đáng kể thông qua việc tỉa bỏ cây ở tầng giữa hoặc độ tàn che ở tầng cây cao [15]. Tuy nhiên, trong quá trình tỉa thưa cũng có thể gây tổn thương thậm chí gây ra một tỷ lệ chết đáng kể của các loài cây được trồng dưới tán nếu biện pháp kỹ thuật là không thích hợp [47]. Bên cạnh đó, việc mở tán tầng cây cao tạo ra khoảng trống quá lớn sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc tái sinh của các loài cây tiên phong ưa sáng sinh trưởng nhanh. Các loài cây này sẽ chèn ép cây trồng chính cho điều kiện ánh sáng, dinh dưỡng và nước [38].

### **3.3. Lựa chọn loài cây và phương thức trồng**

Sự lựa chọn loài cây trồng thích hợp cũng được xem như là chìa khoá quyết định đến sự thành công hay thất bại của công tác trồng rừng, điều này đòi hỏi một sự hiểu biết về yêu cầu sinh thái của mỗi loài cây được chọn cũng như điều kiện lập địa nơi trồng [14, 31]. Bởi vì các loài cây rừng thường khác nhau đáng kể về khả năng của chúng để sinh trưởng và phát triển dưới bóng râm cũng như khoảng thời gian cần che nắng trước khi chúng có khả năng sinh trưởng và phát triển dưới ánh sáng mặt trời hoàn toàn [29]. Việc sử dụng loài cây trồng khác nhau dẫn đến sự khác nhau đáng kể trong cấu trúc và tổ thành rừng bởi vì các loài cây rừng thường khác nhau về khả năng thu hút các nhân tố phát tán hạt giống (như chim, động vật ăn hạt,...) [30] và khác nhau trong cấu trúc tầng tán, từ đó ảnh hưởng đến điều kiện ánh sáng, nhiệt độ và độ ẩm dưới tán rừng [35].

Phương thức trồng cũng là một trong những nhân tố quyết định đến sự thành công của trồng rừng dưới tán. Trồng rừng dưới tán trên thế giới thường được áp dụng nhiều phương thức trồng khác nhau như trồng rừng theo băng, theo hàng, hoặc trồng trong các lỗ trống dưới tán rừng. Từ trước đến nay, nghiên cứu về ảnh hưởng của các phương thức trồng nên sự sinh trưởng của cây con được trồng dưới tán cũng đã được quan tâm. Ví dụ, nghiên cứu của Adjers và cộng sự (1995) đã chỉ ra rằng, hướng và chiều rộng của băng trồng rừng không ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây con được trồng [1]. Cường độ ánh sáng được tạo ra ở các băng trồng rừng phụ thuộc chủ yếu vào hướng

## **Nghiên cứu**

và chiều rộng băng cũng như chiều cao của tầng cây cao xung quanh [1, 31, 37]. So sánh với phương thức trồng rừng theo băng thì trồng rừng trong khoảng trống mang lại nhiều lợi ích hơn bởi vì nó tương đồng với động thái khoảng trống trong rừng tự nhiên [10].

### **3.4. Mật độ trồng rừng**

Sự khác nhau trong mật độ trồng rừng cũng là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của các loài cây được trồng dưới tán. Khi mật độ tăng lên, sự cạnh tranh về ánh sáng và chất dinh dưỡng tăng lên, do đó cây trồng thường có xu hướng phát triển về chiều cao mạnh hơn. Ngược lại, khoảng cách giữa các loài cây càng rộng thì càng ít cạnh tranh dinh dưỡng và các yếu tố tự nhiên, điều này dẫn đến cây thấp hơn và có xu hướng phát triển nhiều cành nhánh hơn. Việc xác định được mật độ thích hợp cho trồng rừng dưới tán phụ thuộc vào đặc điểm sinh thái của từng loài cây trồng cũng như mức độ cạnh tranh, che bóng của tầng cây cao. Ví dụ, khi nghiên cứu về ảnh hưởng của mật độ đến sinh trưởng của cây Chò xanh khi được trồng dưới tán rừng tại Việt Nam, sau 4,5 năm trồng kết quả cho thấy mật độ trồng 1.111 cây/ha là thích hợp nhất cho sinh trưởng cả về đường kính và chiều cao của cây Chò xanh [48].

### **3.5. Bón phân**

Phân bón đã được chứng minh là một trong những yếu tố quan trọng hàng đầu góp phần vào việc nâng cao năng suất, sản lượng và chất lượng của rừng trồng [48]. Bón phân giúp tăng năng suất, rút ngắn chu kỳ kinh doanh và đáp ứng nhu cầu về nguyên liệu cho chế biến gỗ với

quy mô lớn. Tuy nhiên, việc xác định liều lượng phân bón thích hợp phụ thuộc rất nhiều vào hàm lượng dinh dưỡng sẵn có trong đất. Ví dụ, theo nghiên cứu của Trinh và cộng sự (2018) [48] chỉ ra rằng bón lót 300 g NPK (5:10:3)/ héc là phù hợp cho trồng rừng thâm canh, với tỷ lệ sinh trưởng đường kính gốc của cây Chò xanh đạt 3,86 cm, chiều cao vút ngọn 3,55 m và tỷ lệ sống đạt trên 75 % trong thí nghiệm trồng dưới tán. Trong trồng rừng dưới tán với quy mô lớn, việc bón phân cho cây trồng thường yêu cầu mức độ đầu tư cao, điều này có thể ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của trồng rừng dưới tán.

### **3.6. Tiêu chuẩn cây con**

Tiêu chuẩn cây con đem trồng cũng ảnh hưởng đến tỷ lệ sinh trưởng và tỷ lệ sống của chúng khi được trồng dưới tán rừng. Nếu cây con được trồng quá thấp, cây trồng sẽ bị cạnh tranh và chèn ép từ cây bụi và những thảm thực vật không mong muốn, từ đó ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây con. Nếu cây con đem trồng quá lớn, sẽ tốn nhiều chi phí cho việc vận chuyển cây trồng lên hiện trường trồng rừng, từ đó ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của trồng rừng dưới tán. Tiêu chuẩn cây con được sử dụng cho trồng rừng dưới tán thường đáp ứng các tiêu chuẩn sau: Cây con có bầu, thân thẳng đã hóa gỗ, chiều cao trung bình từ 0,5 - 1 m, có bộ rễ phát triển, tán cân đối, không sâu bệnh và cụt ngọn.

### **3.7. Chi phí xây dựng và duy trì cao**

Trồng rừng dưới tán được xem như là một giải pháp quan trọng để nâng cao năng suất rừng và chất lượng rừng nhờ việc bổ sung các loài cây gỗ có giá trị kinh tế hoặc trồng bổ sung các loài cây

lâm sản ngoài gỗ có giá trị cao dưới tán rừng [31, 41, 43, 45]. Việc đánh giá hiệu quả kinh tế của trồng rừng dưới tán cũng đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Korpelainen và cộng sự (1995) nhận thấy rằng trồng rừng dưới tán có thể là một lựa chọn hấp dẫn về mặt kinh tế do giá trị gỗ cao của các loài cây rừng nhiệt đới. Schulze và cộng sự (1994) [45] cho thấy rằng việc trồng bổ sung các loài cây ăn quả dưới tán rừng cũng cho thấy tính khả thi về mặt kinh tế cũng như sinh thái. Tuy nhiên, thực tế cho thấy rằng, chi phí xây dựng và duy trì của trồng rừng dưới tán là khá cao, bao gồm chi phí vật tư (cây giống, phân bón,...) và chi phí nhân công (nhân công cho trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng). Bên cạnh đó, chu kỳ kinh doanh của các loài cây gỗ rừng thường khá lâu (thường từ 30 - 50 năm), do đó chưa có căn cứ đánh giá chính xác được hiệu quả kinh tế của nó do có nhiều rủi ro trong quá trình sản xuất kinh doanh như cháy rừng, gió bão, sâu bệnh,... Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thiết kế để đánh giá hiệu quả kinh tế của các hoạt động làm giàu rừng thông qua việc trồng cây gỗ có giá trị dưới tán rừng, tuy nhiên các nghiên cứu chỉ đánh giá trong giai đoạn đầu sau khi trồng (tuổi cây từ 2 - 6 năm sau khi trồng) [1, 25, 31, 44].

#### **4. Kết luận**

Việc đánh giá tổng quan kiến thức về các nghiên cứu về các nhân tố ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của các loài cây được trồng dưới tán rừng đã cung cấp những cơ sở dữ liệu, kho kiến thức vô cùng có giá trị, giúp các nhà quản lý lâm nghiệp, nhà hoạch định chính sách, các nhà khoa học lâm nghiệp sử dụng

làm nền tảng cho việc xây dựng hệ thống hướng dẫn kỹ thuật lâm sinh tổng hợp để phục hồi hệ sinh thái rừng nhiệt đới bị suy thoái. Tổng quan tài liệu cho thấy rằng sự sinh trưởng và phát triển của các cây con được trồng dưới tán rừng phụ thuộc vào nhiều nhân tố môi trường như điều kiện ánh sáng dưới tán rừng và sự cạnh tranh từ thảm thực vật xung quanh. Bên cạnh đó, tổng quan tài liệu cũng nhấn mạnh được tầm quan trọng của việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh từ việc lựa chọn loài cây trồng thích hợp, phương thức trồng, mật độ trồng, bón phân cũng như các biện pháp kỹ thuật tác động sau khi trồng (tỉa thưa) nhằm giảm sự cạnh tranh với tầng cây cao, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho cây được trồng dưới tán sinh trưởng và phát triển tốt. Thông tin cung cấp trong bài báo này nhấn mạnh tầm quan trọng của các nghiên cứu tiếp theo liên quan đến việc áp dụng hệ thống các giải pháp lâm sinh tổng hợp để tạo ra sự cân bằng giữa loài cây được trồng và thảm thực vật rừng sẵn có nhằm nâng cao năng suất và chất lượng rừng và cải thiện đa dạng sinh học trong những hệ sinh thái rừng bị suy thoái.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Adjers, G., Hadenggan, S., Kuusipalo, J., Nuryanto, K. & Vesa, L., (1995). *Enrichment planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: Effect of width, direction and maintenance method of planting line on selected Shorea species*. Forest Ecology and Management, 73, 259 - 270.
- [2]. Ashton, P. M. S., Gamage, S., Gunatilleke, I., Gunatilleke, C. V. S., (1997). *Restoration of a Sri Lankan rainforest: Using Caribbean pine Pinus caribaea as a nurse for establishing late-successional tree species*. J. Appl. Ecol., 915 - 925.

- [3]. Baker, S. C., Spies, T. A., Wardlaw, T. J., Balmer, J., Franklin, J. F. & Jordan, G. J., (2013). *The harvested side of edges: Effect of retained forests on the re-establishment of biodiversity in adjacent harvested areas*. Forest Ecology and Management, 302, 107 - 121.
- [4]. Baynes, J., Herbohn, J., Chazdon, R. L., Nguyen, H., Firn, J., Gregorio, N. & Lamb, D., (2016). *Effects of fragmentation and landscape variation on tree diversity in post-logging regrowth forests of the Southern Philippines*. Biodiversity and Conservation, 25, 923 - 941.
- [5]. Bebbler, D., Brown, N., Speight, M., Moura-Costa, P. & Wai, Y. S., (2002). *Spatial structure of light and dipterocarp seedling growth in a tropical secondary forest*. Forest Ecology and Management, 157, 65 - 75.
- [6]. Canham, C. D., Denslow, J. S., Platt, W. J., Runkle, J. R., Spies, T. A., White, P. S., (1990). *Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests*. Can. J. For. Res., 20, 620 - 631.
- [7]. Comeau, P. G., Filipescu, C. N., Kabzems, R., Delong, C., (2009). *Corrigendum to: Growth of white spruce underplanted beneath spaced and unspaced aspen stands in northeastern BC- 10 year results*. Forest Ecol. Manag., 257, 1629 - 1636.
- [8]. Corlett, R. T., (1998). *Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) Region*. Biological Reviews, 73, 413 - 448.
- [9]. Curzon, M. T., D'amato, A. W., Palik, B. J., (2017). *Early regeneration response to aggregated overstory and harvest residue retention in Populus tremuloides (Michx.)-dominated forests*. New forest, 48, 719 - 734.
- [10]. Denslow, J. S., (1995). *Disturbance and diversity in tropical rain forests: The density effect*. Ecological Applications, 5, 962 - 968.
- [11]. Doucet, J.-L., Daïnou, K., Ligot, G., Ouédraogo, D.-Y., Bourland, N., Ward, S. E., Tekam, P., Lagoute, P., Fayolle, A., (2016). *Enrichment of Central African logged forests with high-value tree species: Testing a new approach to regenerating degraded forests*. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 12, 83 - 95.
- [12]. Dumais, D., Larouche, C., Raymond, P., Bédard, S. & Lambert, M.-C., (2019). *Survival and growth dynamics of red spruce seedlings planted under different forest cover densities and types*. New Forests, 50, 573 - 592.
- [13]. Fedrowitz, K., Koricheva, J., Baker, S. C., Lindenmayer, D. B., Palik, B., Rosenthal, R., Beese, W., Franklin, J. F., Kouki, J., Macdonald, E., (2014). *Can retention forestry help conserve biodiversity? A meta-analysis*. J. Appl. Ecol., 51, 1669 - 1679.
- [14]. Forbes, A. S., Norton, D. A., Carswell, F. E., (2016). *Artificial canopy gaps accelerate restoration within an exotic Pinus radiata plantation*. Restor. Ecol., 24, 336 - 345.
- [15]. Frank, G., Rathfon, R. & Saunders, M. J. F., (2018). *Ten-year responses of underplanted Northern red oak to silvicultural treatments, herbivore exclusion, and fertilization*. Forests, 9, 571.
- [16]. Fredericksen, T. S., Mostacedo, B., (2000). *Regeneration of timber species following selection logging in a Bolivian tropical dry forest*. Forest Ecol. Manag. 131, 47 - 55.
- [17]. Giday, K., Aerts, R., Muys, B., Troyo-Diéguez, E. & Azadi, H., (2019). *The effect of shade levels on the survival and growth of planted trees in dry afro-montane forest: Implications for restoration success*. Journal of Arid Environments, 170, 103992.
- [18]. Girma, A., Mosandl, R., El Kateb, H. & Masresha, F., (2010). *Restoration of degraded secondary forest with native species: A case study in the highland of Ethiopia*. Scandinavian Journal of Forest Research, 25, 86 - 91.

- [19]. Hartshorn, G. S., (1989). *Application of gap theory to tropical forest management: natural regeneration on strip clear-cuts in the Peruvian Amazon*. Ecology, 70, 567 - 576.
- [20]. Jennings, S., Brown, N. & Sheil, D., (1999). *Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures*. Forestry, 72, 59 - 74.
- [21]. Keefe, K., Alavalapati, J. & Pinheiro, C., (2012). *Is enrichment planting worth its costs? A financial cost - benefit analysis*. Forest Policy and Economics, 23, 10 - 16.
- [22]. Kettle, C. J., (2010). *Ecological considerations for using dipterocarps for restoration of lowland rainforest in Southeast Asia*. Biodiversity and Conservation, 19, 1137 - 1151.
- [23]. Knapp, B. O., Wang, G. G., Walker, J. L. & Hu, H., (2016). *Using silvicultural practices to regulate competition, resource availability, and growing conditions for Pinus palustris seedlings underplanted in Pinus taeda forests*. Canadian Journal of Forest Research, 46, 902 - 913.
- [24]. Kobayashi, S., (2001). *Rehabilitation of degraded tropical forest ecosystems*. Workshop Proceedings, 2-4 November 1999, Bogor, Indonesia, Cifor.
- [25]. Lopes, J.C.A., Jennings, S. & Matni, N., (2008). *Planting mahogany in canopy gaps created by commercial harvesting*. Forest Ecology and Management, 255, 300 - 307.
- [26]. Magnoux, A., Cogliastro, A. & Paquette, A., (2018). *Growth of planted seedlings inside protective sleeves under strip openings of different widths in a post-agricultural forest*. New Forests, 49, 279 - 296.
- [27]. Marshall, A. R., Coates, M. A., Archer, J., Kivambe, E., Mnendendo, H., Mtoka, S., Mwakisoma, R., De Figueiredo, R. J. L. & Njilima, F. M., (2017). *Liana cutting for restoring tropical forests: a rare palaeo tropical trial*. African Journal of Ecology, 55, 282 - 297.
- [28]. Martínez, D. & García, D., (2017). *Role of avian seed dispersers in tree recruitment in woodland pastures*. Ecosystems, 20, 616 - 629.
- [29]. Mcnamara, S., Tinh, D. V., Erskine, P. D., Lamb, D., Yates, D. & Brown, S., (2006). *Rehabilitating degraded forest land in central Vietnam with mixed native species plantings*. Forest Ecology and Management, 233, 358 - 365.
- [30]. Mitra, S. S. & Sheldon, F. H., (1993). *Use of an exotic tree plantation by Bornean lowland forest birds*. The Auk, 110(3), 529 - 540.
- [31]. Montagnini, F., Eibl, B., Grance, L., Maiocco, D. & Nozzi, D., (1997). *Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina*. Forest Ecology and Management, 99, 237 - 246.
- [32]. Newsome, T. A., Heineman, J. L., Nemec, A. F. L., Comeau, P. G., Arsenault, A., Waterhouse, M., (2010). *Ten-year regeneration responses to varying levels of overstorey retention in two productive southern British Columbia ecosystems*. Forest Ecol. Manag., 260, 132 - 145.
- [33]. Otsamo, R., (1998). *Removal of Acacia mangium overstorey increased growth of underplanted Anisoptera marginata (Dipterocarpaceae) on an Imperata cylindrica grassland site in South Kalimantan, Indonesia*. New Forests, 16, 71 - 80.
- [34]. Paquette, A., Bouchard, A. & Cogliastro, A., (2006). *Survival and growth of under-planted trees: a meta-analysis across four biomes*. Ecological Applications, 16, 1575 - 1589.
- [35]. Parrotta, J. A., (1993). *Secondary forest regeneration on degraded tropical lands*. In Lieth H. & Lohmann M. (eds) Restoration of Tropical Forest Ecosystems. Tasks for vegetation science, vol 30. Dordrecht: Springer, pp. 63 - 73.

## Nghiên cứu

- [36]. Pedraza, R., Williams-Linera, G., (2003). *Evaluation of native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest*. *New Forest*, 26, 83 - 99.
- [37]. Peña-Claros, M., Boot, R. G., Dorado-Lora, J. & Zonta, A., (2002). *Enrichment planting of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: Effect of cutting line width on survival, growth and crown traits*. *Forest Ecology and Management*, 161, 159 - 168.
- [38]. Phan, M. Q. (2020). *Assessing the potential of enrichment planting in logged tropical rainforest in north Queensland Australia, to increase timber production: Implications for forest management and restoration*. Doctoral dissertation, University of the Sunshine Coast, Queensland.
- [39]. Pinchot, C. C., Schlarbaum, S. E., Clark, S. L., Saxton, A. M., Sharp, A. M., Schweitzer, C. J. & Hebard, F. V., (2017). *Growth, survival, and competitive ability of chestnut (*Castanea Mill.*) seedlings planted across a gradient of light levels*. *New Forests*, 48, 491 - 512.
- [40]. Ramírez-Bamonde, E., Sánchez-Velásquez, L., Andrade-Torres, A., (2005). *Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments*. *New Forest*, 30, 95 - 101.
- [41]. Ricker, M., Mendelsohn, R. O., Daly, D. C. & Angeles, G., (1999). *Enriching the rainforest with native fruit trees: An ecological and economic analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico)*. *Ecological Economics*, 31, 439 - 448.
- [42]. Romell, E., Hallsby, G., Karlsson, A. & Garcia, C., (2008). *Artificial canopy gaps in a *Macaranga* spp. dominated secondary tropical rain forest - effects on survival and above ground increment of four under - planted dipterocarp species*. *Forest Ecology and Management*, 255, 1452 - 1460.
- [43]. Ruslandi., Romero, C. & Putz, F., (2017). *Financial viability and carbon payment potential of large-scale silvicultural intensification in logged dipterocarp forests in Indonesia*. *Forest Policy and Economics*, 85, 95 - 102.
- [44]. Schulze, M., (2008). *Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon*. *Forest Ecology and Management*, 255, 866 - 879.
- [45]. Schulze, P. C., Leighton, M. & Peart, D. R., (1994). *Enrichment planting in selectively logged rainforest: a combined ecological and economic analysis*. *Ecological Applications*, 4, 581 - 592.
- [46]. Schwartz, G., Pereira, P. C., Siviero, M. A., Pereira, J. F., Ruschel, A. R. & Yared, J. A., (2017). *Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon*. *Forest Ecology and Management*, 390, 166 - 172.
- [47]. Simpson, J.; Osborne, D., (2006). *Performance of seven hardwood species underplanted to *Pinuselliottii* in South - East Queensland*. *For. Ecol. Manag.* 233, 303 - 308.
- [48]. Trinh, Đ. C., Dũng, L. T., Tiệp, H. V., Chiên, P. Đ., & Hùng, T. V., (2018). *Ảnh hưởng của chiều rộng băng chặt, mật độ trồng và phân bón đến sinh trưởng cây chò xanh (*Terminalia myriocarpa*) tại vùng Tây Bắc*. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*.
- [49]. Wilson, S. D. & Tilman, D., (1991). *Component of plant competition along an experimental gradient of nitrogen availability*. *Ecology*, 72, 1050 - 1065.
- [50]. Wunderle Jr, J. M., (1997). *The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands*. *Forest Ecology and Management*, 99, 223 - 235.
- [51]. Yuan, S. F., Ren, H., Liu, N., Wang, J., Guo, Q. F., (2013). *Can thinning of overstorey trees and planting of native tree saplings increase the establishment of native trees in exotic *Acacia* plantations in south China?* *J. Trop. For. Sci.*, 79 - 95.