

VAI TRÒ CỦA PHỔ ÁNH SÁNG ĐỎ VÀ XANH ĐỐI VỚI SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN CỦA CÂY CON GIAI ĐOẠN VƯỜN ƯƠM

Đinh Thị Thu Lê^{1*}, Vũ Thị Hằng², Bùi Thị Hải Hòa¹, Vũ Kim Thoa¹

*Tác giả liên hệ, Email: thulecns@hou.edu.vn. ORCID: 0009-0003-4992-1986

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 03/03/2026

Ngày phản biện đánh giá: 25/05/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 25/06/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1320

Tóm tắt: Ánh sáng đỏ và xanh có vai trò quan trọng đối với sự sinh trưởng của cây con trong giai đoạn vườn ươm, một trong những yếu tố then chốt quyết định năng suất và chất lượng nông sản. Kết quả tổng hợp cho thấy ánh sáng đỏ đóng vai trò chủ đạo trong việc thúc đẩy quang hợp, gia tăng sinh khối rễ và chồi thông qua sự điều hòa của hệ sắc tố phytochrome. Bên cạnh đó, ánh sáng xanh giúp điều tiết hình thái cây con theo hướng nhỏ gọn, tăng cường tích lũy các chất chuyển hóa thứ cấp và nâng cao khả năng chống chịu stress. Tuy nhiên, việc sử dụng đơn độc hoặc không cân đối các phổ ánh sáng này có thể dẫn đến những bất lợi về hình thái như cây cao vống hoặc quá lùn, vốn có thể không duy trì được ưu thế khi chuyển ra môi trường thực địa. Tại Việt Nam, các thực nghiệm trên hoa, rau và cây được liệu khẳng định rằng việc kết hợp tỷ lệ đỏ: xanh tối ưu là giải pháp hiệu quả để cải thiện chỉ tiêu sinh lý và năng suất thực thu. Nghiên cứu kết luận rằng tích hợp công nghệ LED tùy chỉnh quang phổ, phối hợp linh hoạt với các bước sóng khác và áp dụng nông nghiệp thông minh là hướng đi tất yếu để tối ưu hóa chất lượng cây giống và đảm bảo an ninh lương thực.

Từ khóa: ánh sáng đỏ, ánh sáng xanh, LED, cây con, vườn ươm

I. Mở đầu

Nông nghiệp hiện đại đang phải đối mặt với nhu cầu ngày càng tăng về việc sản xuất cây trồng chất lượng cao, đồng đều, và bền vững, bất chấp các thách thức từ biến đổi khí hậu. Trong bối cảnh này, vườn ươm đóng vai trò then chốt, quyết định chất lượng cây con phục vụ sản xuất. Việc tạo ra các cây con khỏe, có nhiều đặc

tính tốt là yếu tố tiên quyết để đảm bảo năng suất sau này.

Ánh sáng là yếu tố môi trường không thể thiếu, chi phối hầu hết các quá trình sinh lý thực vật, từ quang hợp đến các phản ứng sinh hóa nội bào. Tuy nhiên, trong môi trường nhà lưới hoặc nhà kính truyền thống, cây con thường gặp phải tình trạng cường độ ánh sáng yếu hoặc quang

¹ Trường Đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

² Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, TP.Hồ Chí Minh, Việt Nam

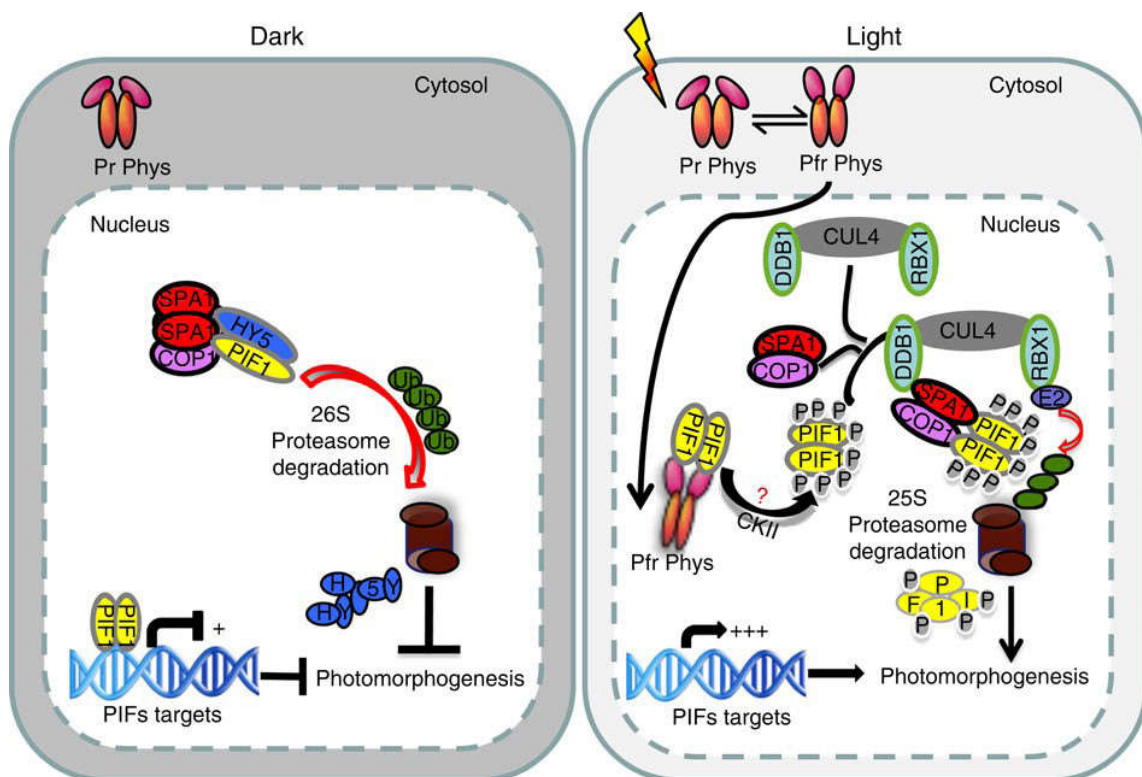
phổ không tối ưu, đặc biệt là vào mùa đông hoặc những ngày âm u. Sự phát triển của công nghệ ánh sáng LED đã mang lại một giải pháp đột phá, cho phép tùy chỉnh chính xác quang phổ, cường độ, và chu kỳ chiếu sáng nhằm tối ưu hóa sự phát triển của cây trồng, đặc biệt là ở giai đoạn cây con nhạy cảm (Massa và cộng sự, 2008).

Tuy nhiên, tác động của ánh sáng đỏ và xanh có thể thay đổi tùy thuộc vào cây trồng cụ thể, giai đoạn phát triển, và sự tương tác của nó với các điều kiện môi trường khác trong vườn ươm. Cụ thể, nghiên cứu đã chỉ ra rằng ánh sáng đỏ thúc đẩy sự kéo dài và diện tích bề mặt lá lớn hơn, có thể tăng cường khả năng hấp thụ ánh sáng nhưng có thể làm cây yếu hơn nếu không được cân bằng thích

hợp (Johkan và cộng sự, 2010). Ngược lại, cây con tiếp xúc với tỷ lệ ánh sáng xanh cao hơn có xu hướng phát triển nhỏ gọn, đặc trưng bởi thân ngắn hơn và lá dày hơn, có lợi cho việc chuyển chậu và khả năng sinh triển của cây (Wollaeger & Runkle, 2015). Sự tương tác giữa các phổ ánh sáng không chỉ ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng mà còn tác động đến khả năng thích nghi của cây con. Điều này nhấn mạnh sự cần thiết của việc chiếu sáng được thiết kế riêng cho vườn ươm để tối ưu hóa chất lượng cây con. Hơn thế nữa, việc chuyển giao các thông số quang phổ tối ưu từ phòng thí nghiệm sang điều kiện khí hậu thực tiễn tại vườn ươm Việt Nam đòi hỏi một sự tổng hợp và tinh chỉnh có hệ thống.

II. Cơ sở sinh lý

2.1. Tác động của ánh sáng đỏ



Hình 1. Tác động của ánh sáng tới sự điều hòa của PIF1 (Zhu và cộng sự, 2015)

Ánh sáng đỏ đóng vai trò chính cho quá trình quang hợp. Hiệu quả của ánh sáng đối với quang hợp được thể hiện qua hoạt động của phytochrome. Phytochrome tồn tại dưới hai trạng thái chuyển đổi thuận nghịch: dạng hấp thụ ánh sáng đỏ (Pr) và dạng hấp thụ ánh sáng đỏ xa (Pfr). Ánh sáng đỏ dồi dào từ đèn LED kích hoạt sự chuyển hóa Pr thành Pfr, tạo ra các tín hiệu ức chế sự vươn dài của tế bào lông, giúp thân cây cứng cáp. Tuy nhiên, việc chiếu sáng đỏ đơn sắc hoặc với cường độ quá lớn mà thiếu các bước sóng khác thường dẫn đến hiện tượng lá cây xuất hiện các biểu hiện bất thường như cuộn gập, suy giảm độ dẫn khí khổng và làm hỏng bộ máy quang hóa (McCree, 1972).

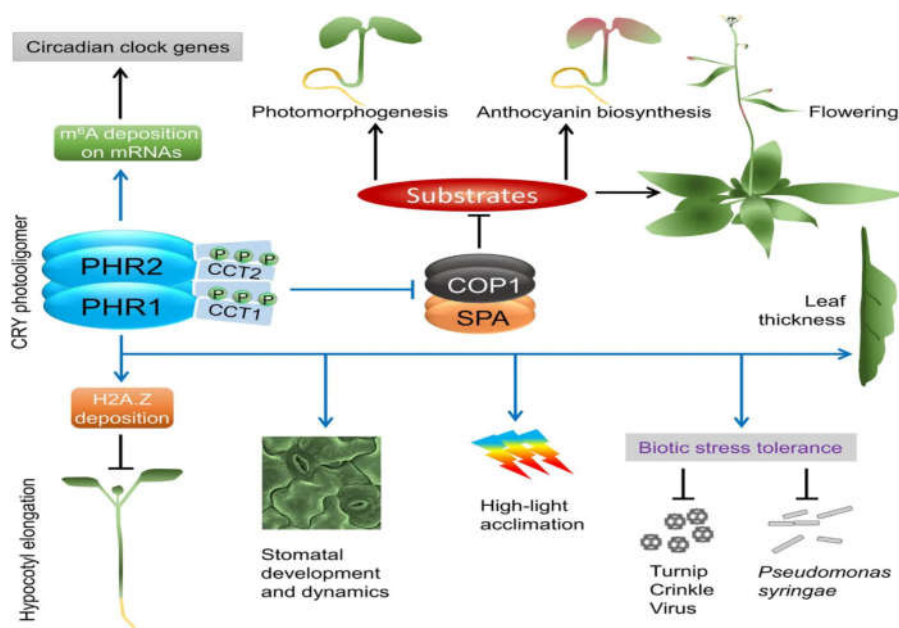
Ngoài việc cung cấp năng lượng cho quang hợp, ánh sáng đỏ còn đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm soát các chức năng của lục lạp, sự phát triển của thân, cuống lá và hệ thống sinh sản (Li và cộng sự, 2020).

Bên cạnh đó, ánh sáng đỏ ảnh hưởng gián tiếp đến sự phát triển của hệ rễ thông qua sự điều hòa của phytochrome. Sự tích lũy chất hữu cơ nhanh chóng do quang hợp

hiệu quả cung cấp nguồn carbohydrate dồi dào, hỗ trợ sự phát triển mạnh mẽ của rễ, cải thiện khả năng hấp thụ nước và dinh dưỡng của cây con (Van Gelderen và cộng sự, 2018).

2.2. Tác động của ánh sáng xanh

Vai trò của ánh sáng xanh không chỉ dừng lại ở việc điều tiết sinh trưởng đơn thuần, mà còn ảnh hưởng đáng kể đến các phản ứng sinh lý của cây con đối với các tác nhân gây stress từ môi trường. Ánh sáng xanh hoạt động thông qua một hệ thống quang thụ thể riêng biệt bao gồm cryptochrome, phototropin và họ protein zeaxanthin. Các thụ thể này chịu trách nhiệm trực tiếp trong việc điều khiển sự mở khí khổng, tối ưu hóa sự trao đổi khí CO₂, từ đó gia tăng công suất quang hợp ở lá non. Phản ứng bảo vệ tự nhiên của thực vật đối với stress quang học này là việc kích hoạt hàng loạt các gen mã hóa cho con đường sinh tổng hợp phenylpropanoid, dẫn đến sự tích lũy ồ ạt của các chất chống oxy hóa như anthocyanin, flavonoid, hợp chất phenolic, và vitamin C (Ali và cộng sự, 2025).



Hình 2. Tổng quan về tín hiệu cryptochrome ở Arabidopsis (Ponnu và cộng sự, 2022)

Ánh sáng xanh đã được chứng minh là giúp tăng cường sự tích lũy các chất chuyển hóa thứ cấp. Điều này giúp cây nâng cao khả năng kháng sâu bệnh, từ đó cải thiện sức khỏe tổng thể và tính bền vững trong các hệ thống sản xuất (Su và cộng sự, 2025).

Ngoài ra, chất lượng quang phổ ánh sáng còn có khả năng điều khiển sự biểu hiện của các gen đáp ứng stress, giúp tăng khả năng thích nghi của cây trồng trong các điều kiện môi trường không tối ưu (Melo và cộng sự, 2025). Điều này nhấn mạnh một yêu cầu tất yếu đối với người trồng: không chỉ cần xem xét các tác động sơ cấp của ánh sáng lên sự tăng trưởng, mà còn phải quan tâm đến những hệ quả rộng hơn của chất lượng ánh sáng đối với sức sống và năng suất của cây trồng.

Bằng cách lồng ghép ánh sáng xanh vào chế độ chiếu sáng một cách khoa học, có thể nuôi được những lô cây con không chỉ phát triển mạnh mà còn có khả năng chống chịu tốt hơn trước các thách thức từ môi trường.

2.3. Tích hợp của ánh sáng đỏ, xanh

Sự tương tác giữa ánh sáng đỏ và ánh sáng xanh còn có khả năng điều khiển quá trình phân bổ nguồn lực nội bào, từ đó tác động không chỉ đến các khả năng sinh trưởng mà còn đến trạng thái sinh lý và năng suất của cây con. Li và cộng sự, (2020) nhấn mạnh rằng việc kết hợp ánh sáng đỏ và xanh làm thay đổi quá trình phát sinh hình thái và quang hợp thông qua việc tác động lên giải phẫu lá và hoạt động của các enzyme trong chu trình Calvin. Thêm vào đó, ở cấp độ phân tử, ánh sáng đỏ làm tăng biểu hiện của các gen *CaGRF* và *CaARF*, nhưng nếu thiếu sự điều hòa từ ánh sáng xanh thông qua

gen *CaRAX*, sự phát triển của lá sẽ bị mất cân bằng (Gai và cộng sự, 2025).

Một phổ ánh sáng cân bằng bao gồm cả các bước sóng đỏ và xanh đã được chứng minh là có khả năng tối ưu hóa hàm lượng diệp lục, dẫn đến tăng cường hiệu suất quang hợp và thúc đẩy sự tích lũy sinh khối (Wollaeger & Runkle, 2015). Ngược lại, việc dư thừa ánh sáng đỏ, mặc dù kích thích sự mở rộng diện tích lá, nhưng có thể dẫn đến hiện tượng vồng thân, làm suy giảm tính toàn vẹn về mặt cấu trúc và khiến cây trở nên nhạy cảm hơn trước các tác nhân gây stress từ môi trường (Kusuma & Bugbee, 2023). Do đó, việc nắm vững các yêu cầu cụ thể về ánh sáng đối với từng loài thực vật và từng giai đoạn phát triển là điều tiên quyết để xây dựng các chiến lược chiếu sáng hiệu quả, nhằm tối đa hóa cả sự tăng trưởng lẫn khả năng chống chịu điều kiện môi trường trong sản xuất. Phương pháp điều khiển ánh sáng này cuối cùng sẽ tạo ra những cây con khỏe mạnh hơn, đáp ứng tốt các yêu cầu về chuyển chậu và tối ưu hóa các chỉ tiêu về năng suất cuối cùng.

Ngoài ra, việc tích hợp các phổ ánh sáng khác nhau trong các giai đoạn sinh trưởng trọng yếu - chẳng hạn như giai đoạn hồi phục của cây con sau ghép - đã được ghi nhận là giúp cải thiện khả năng chống chịu cú sốc chuyển chậu, từ đó nâng cao chất lượng tổng thể và tiềm năng năng suất. Bằng cách áp dụng các chiến lược chiếu sáng toàn diện như vậy, nhà sản xuất có thể nuôi dưỡng các lô cây con không chỉ khỏe mạnh mà còn có khả năng thích nghi tốt hơn với các thách thức từ môi trường, cuối cùng dẫn đến việc tăng năng suất trong canh tác.

Bên cạnh những lợi ích về mặt sinh lý của ánh sáng đỏ và xanh, những tiến bộ gần đây trong công nghệ chiếu sáng nhân tạo, điển hình là đèn LED, đã tạo nên một cuộc cách mạng trong chiến lược nuôi trồng cây con. Công nghệ này cung cấp các phổ ánh sáng tùy chỉnh theo nhu cầu cụ thể của từng loài thực vật với hiệu suất năng lượng cao.

Ví dụ, các nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc sử dụng LED chuyển đổi bằng bột huỳnh quang có thể tối ưu hóa chất lượng ánh sáng trong khi giảm đáng kể lượng điện năng tiêu thụ. Nhờ đó, quá trình sinh trưởng và phát triển của cây con được tăng cường mà không làm phát sinh chi phí vận hành quá cao (Soltanifar & Zhong, 2022). Phương pháp đổi mới này không chỉ hỗ trợ việc cải thiện tích lũy sinh khối mà còn phù hợp với nhu cầu ngày càng tăng về các thực hành nông nghiệp bền vững trong bối cảnh thách thức an ninh lương thực toàn cầu (Teker và cộng sự, 2023).

Hơn nữa, việc tích hợp các công nghệ nông nghiệp thông minh nhằm tự động hóa quá trình chiếu sáng có thể nâng cao hơn nữa khả năng thích nghi của cây con. Điều này đảm bảo cây luôn nhận được điều kiện ánh sáng tối ưu trong suốt chu kỳ sinh trưởng - yếu tố cốt lõi để hình thành khả năng chống chịu trước các tác nhân gây stress từ môi trường và tối đa hóa tiềm năng năng suất. Do đó, bằng cách tận dụng những tiến bộ công nghệ này, người trồng có thể canh tác được những lô cây con không chỉ khỏe mạnh mà còn được chuẩn bị tốt hơn trước những biến số phức tạp của môi trường nông nghiệp hiện đại.

III. Thách thức và khó khăn trong việc ứng dụng chiếu ánh sáng đỏ và xanh ở giai đoạn vườn ươm

Năm 2016, Riikonen chỉ ra rằng, khi cây con tiếp xúc với tỷ lệ ánh sáng xanh cao hơn thường có xu hướng phát triển lá dày hơn và tăng nồng độ diệp lục, từ đó nâng cao hiệu suất quang hợp và khả năng chống chịu. Tuy nhiên, những ưu thế về hình thái này có thể không duy trì ổn định sau khi cây con được chuyển trồng ra thực địa, nơi các yếu tố môi trường có thể làm thay đổi quỹ đạo tăng trưởng của chúng. Do đó, mặc dù việc tối ưu hóa các điều kiện ánh sáng tại vườn ươm là vô cùng quan trọng, nhưng việc tìm hiểu các tác động dài hạn của những phương pháp xử lý này đối với hiệu suất thực địa vẫn là một lĩnh vực then chốt cần được nghiên cứu thêm.

Mặc dù việc tối ưu hóa quang phổ trong môi trường kiểm soát mang lại nhiều kết quả khả quan, cây con khi chuyển ra thực địa vẫn đối mặt với những bất thường về mặt hình thái và sự bất tương thích trong sinh trưởng giai đoạn sau. Về mặt hình thái, sự mất cân bằng giữa các vùng ánh sáng đơn sắc dễ dẫn đến các dị hình bất lợi: tỷ lệ ánh sáng đỏ cao kích hoạt phản ứng “tránh bóng râm” khiến thân cây dưa chuột bị vóng dài (Wang và cộng sự, 2024), trong khi hàm lượng ánh sáng xanh lớn lại gây ra hiện tượng rụng đốt, làm lùn cây trên các đối tượng như ớt chuông và dâu tây (Gai và cộng sự, 2025; Ruiz-Nieto và cộng sự, 2024). Đáng chú ý, hiệu ứng nhớ của phổ ánh sáng ở giai đoạn vườn ươm có thể tác động mạnh đến khả năng sinh trưởng, ra hoa và năng suất của cây sau khi chuyển đổi sang điều kiện ánh sáng

thực địa. Do đó, một công thức phổ tối ưu cho chất lượng hình thái cây con không đồng nghĩa với việc sẽ đảm bảo năng suất thu hoạch cuối cùng tối đa (Chen và cộng sự, 2025; Wang và cộng sự, 2024; Ruiz-Nieto và cộng sự, 2024).

Bảng 1. Tổng hợp đáp ứng quang phổ LED của một số đối tượng cây trồng tại Việt Nam

Đối tượng cây trồng	Tác giả & năm	Công thức quang phổ tối ưu	Cơ chế sinh lý/ Đặc tính hình thái đạt được
Lan Hồ điệp (<i>Phalaenopsis</i>)	Lương và cộng sự, 2019	Tỷ lệ đỏ : xanh 1:1	Phù hợp với cơ chế tiến hóa chịu bóng; duy trì sự phát triển cân đối và đồng đều của diện tích lá.
Lan kim tuyến (<i>Anoectochilus roxburghii</i>)	Do và cộng sự, 2020	Tỷ lệ đỏ : xanh 4:1	LED đỏ + xanh làm tăng hàm lượng flavonoid cao hơn đèn huỳnh quang
Tảo xoắn Spirulina (<i>Arthrospira platensis</i>)	Nguyễn và cộng sự, 2021	LED đỏ (đỉnh 660 nm) và đèn LED xanh (đỉnh 460 nm)	Spirulina dưới LED đỏ làm tăng phycocyanin và chlorophyll 5-8% trong một số giai đoạn
Cây dược liệu Cỏ lười rần (<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam)	Le và cộng sự, 2022	LED xanh dương đơn (450 nm) và LED đỏ (660 nm)	LED xanh dương có tác động tích cực nhất đến tăng sinh khối khô, kích thích tích lũy sucrose, tinh bột, tổng lượng phenolic và flavonoid cao hơn LED đỏ ở cây Cỏ lười rần
Hoa cúc (các giống Pha lê, Kim cương)	Đỗ và cộng sự, 2022	Tỷ lệ đỏ : xanh 7:3	Tối ưu hóa năng lượng cho cây ưa sáng, kích thích hệ số nhân chồi và kéo dài rễ nhanh chóng
Xà lách (<i>Lactuca sativa</i> L.)	Trần và cộng sự, 2022	LED đỏ (620-730 nm), LED xanh (425-475 nm)	LED đỏ đạt năng suất cực đại 260 g/cây. LED xanh sử dụng giàn nâng cải thiện năng suất đạt 204,3 g/cây. Hàm lượng nitrat được kiểm soát an toàn (1050-1250 mg/kg)
Hoa thu hải đường (<i>Begonia tuberhybrida</i> Voss)	Bui và cộng sự, 2023	LED đơn sắc đỏ	LED đỏ đơn sắc cho chiều cao chồi vượt trội (6,13 cm) và đạt tỷ lệ phát sinh phôi soma cao nhất (64,71%).
Cây Thạch斛 thiết bì (<i>Dendrobium officinale</i>)	Trinh và cộng sự, 2023	Tỷ lệ đỏ : xanh 9:1	LED đỏ và xanh dương đã có tác động tích cực đến sự sinh trưởng và tích lũy các hợp chất phenol ở cây con
Tảo xanh Dunaliella salina	Nguyen và Tran, 2023		LED đỏ cho năng suất β-carotene trên thể tích cao nhất; LED xanh cho tích lũy β-carotene/cell cao nhất
Cải bẹ xanh ((<i>Brassica juncea</i> L.)	Pham và cộng sự, 2024	Đỏ: xanh lam : xanh lá (41:18:41)	Kéo dài thời gian chiếu LED làm giảm protein nhưng tăng vitamin C, cao nhất khi chiếu thêm 6 giờ (vitamin C tăng ~2,6 lần so với không LED)

IV. Một số nghiên cứu về ánh sáng đỏ, xanh đối với cây trồng tại Việt Nam

Tại Việt Nam, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào ứng dụng đèn LED đỏ/xanh trong sản xuất cây giống hoa, rau, cây dược liệu và một số cây trồng khác.

Đối tượng cây trồng	Tác giả & năm	Công thức quang phổ tối ưu	Cơ chế sinh lý/ Đặc tính hình thái đạt được
Xà lách sồi xanh (<i>Lactuca sativa</i>)	Nguyễn và cộng sự, 2024	Đỏ: xanh lam: xanh lá (57:17:26)	Tăng cường khả năng đâm xuyên của photon qua các tầng tán (nhờ ánh sáng xanh lá), tối ưu hóa diện tích quang hợp tổng thể và năng suất thực thu.

Các nghiên cứu trong nước cho thấy xu hướng chung là tập trung vào việc tìm kiếm tỷ lệ đỏ: xanh tối ưu cho từng loại cây trồng cụ thể. Kết quả đồng nhất với các nghiên cứu quốc tế rằng ánh sáng đỏ là thành phần chính cho sinh khối, nhưng ánh sáng xanh là không thể thiếu để đạt được chất lượng hình thái tốt nhất cho cây con xuất vườn. Các nghiên cứu này không chỉ khẳng định cơ sở khoa học đã được công bố mà còn cung cấp dữ liệu thực nghiệm quan trọng, phục vụ cho việc xây dựng các quy trình canh tác LED chính xác, phù hợp với điều kiện kinh tế và sinh thái tại Việt Nam.

V. Kết luận

Tóm lại, việc điều khiển ánh sáng phù hợp không chỉ giới hạn ở sự phát triển tức thời của cây con, mà còn ảnh hưởng đến năng suất cây trồng lâu dài và tính bền vững trong các hệ thống nông nghiệp đa dạng. Bằng cách tối ưu hóa điều kiện ánh sáng trong giai đoạn cây con tại vườn ươm có thể giúp tăng cường cấu trúc rễ và khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng của cây, điều này rất quan trọng đối với sự thích nghi của chúng với các loại đất và điều kiện khí hậu khác nhau (Ghimire và cộng sự, 2025). Nền tảng vững chắc này không chỉ hỗ trợ năng suất cao hơn mà còn thúc đẩy khả năng chống chịu trước các tác động môi trường trong tương lai như hạn hán hoặc thiếu hụt chất dinh dưỡng. Thêm

vào đó, việc tích hợp nông nghiệp công nghệ cao, sử dụng phân tích dữ liệu và trí tuệ nhân tạo để theo dõi và điều chỉnh độ chiếu sáng trong thời gian thực, có thể tinh chỉnh hơn nữa các chiến lược này, đảm bảo cây con nhận được quang phổ ánh sáng tối ưu nhất khi cần thiết (Rawte & Saxena, 2025). Những tiến bộ như vậy có thể đóng vai trò quan trọng trong việc giải quyết các thách thức toàn cầu về an ninh lương thực, mở đường cho các phương thức canh tác có năng suất cao và khả năng thích ứng tốt hơn.

Tài liệu tham khảo

Ali, A., Jeong, S. J., Zhen, S., Cocetta, G., Masabni, J., & Niu, G. (2025). Blue light modulates the interactive effects of far-red light and day-night temperature difference on the growth, morphology and physiology of arugula and lettuce. *Frontiers in Plant Science*, 16, Article 1721040. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1721040>

Bui, V. T. V., Hoang, T. T., Le, T. B., Hoang, D. K., Nguyen, T. N. M., Vu, Q. L., Do, M. C., Nguyen, B. N., Hoang, T. N. P., Ngo, Q. B., & Duong, T. N. (2023). Stem elongation and somatic embryogenesis under red light-emitting diode and subsequent growth of tuberous begonias (*Begonia × tuberhybrida* Voss) plantlets on medium containing cobalt nanoparticles. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 154(1), 69-82. <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02519-1>

- Chen, W. L., Chang, C. Y., & Chen, T. G. (2025). Optimizing LED lighting spectra and daily light integral for enhanced lisianthus seedling growth in vertical nurseries. *HortScience*, 60(11), 2161-2168. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18862-25>
- Đỗ, T. G., Hoàng, T. H., Đỗ, T. P., Phạm, B. N., Nguyễn, V. T., Phan, T. L. A., Nguyễn, T. T., Hoàng, T. T. L., Đinh, T. T., Nguyễn, T. H. H., Nguyễn, T. T. H., Chu, H. H., & Phan, H. K. (2022). Nghiên cứu ứng dụng ánh sáng LED trong sản xuất cây giống một số loại hoa cúc tại Hà Nội. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam*. [https://doi.org/10.31276/VJST.64\(12\).48-53](https://doi.org/10.31276/VJST.64(12).48-53)
- Do, T. G., Phan, H. K., Phạm, B. N., Ly, K. L., Nguyen, K. H., Phan, T. L. A., Nguyen, T. T., Nguyen, T. T. H., Tran, D. K., & Chu, H. H. (2020). LED lights promote growth and flavonoid accumulation of *Anoectochilus roxburghii* and are linked to the enhanced expression of several related genes. *Plants*, 9(10), Article 1344. <https://doi.org/10.3390/plants9101344>
- Gai, S., Su, L., Tang, C., Xia, M., & Zhou, Z. (2025). The antagonistic effects of red and blue light radiation on leaf and stem development of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *Plant Science*, 351, 112338. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2024.112338>
- Ghimire, D., Gyawali, P., & Gyawali, S. (2025). *Cultivating Resilience: Integrating Sustainability, Technology, and Equity for Climate-Resilient Agriculture and Global Food Security*. <https://doi.org/10.3126/gpbss.v1i1.85699>
- Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S., & Yoshihara, T. (2010). Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience*, 45(12), 1809-1814. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.12.1809>
- Kusuma, P., & Bugbee, B. (2023). On the contrasting morphological response to far-red at high and low photon fluxes. *Frontiers in Plant Science*, 14, Article 1185622. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1185622>
- Le, A. T., Yu, J.-K., Han, G.-D., Do, T. K., & Chung, Y.-S. (2022). Potential use of colored LED lights to increase the production of bioactive metabolites *Hedyotis corymbosa* (L.) Lam. *Plants*, 11(15), Article 2054. <https://doi.org/10.3390/plants11152054>
- Li, Y., Xin, G., Liu, C., Shi, Q., Yang, F., & Wei, M. (2020). Effects of red and blue light on leaf anatomy, CO₂ assimilation and the photosynthetic electron transport capacity of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *BMC Plant Biology*, 20(1), Article 318. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02523-z>
- Lương T. H., Lê Q. T., & Vũ T. P. (2019). Nghiên cứu ảnh hưởng của đèn LED đến sinh trưởng và phát triển của lan Hồ điệp ở giai đoạn chăm sóc cây trong nhà lưới. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp*, 30(4), 101-109.
- Massa, G. D., Kim, H. H., Wheeler, R. M., & Mitchell, C. A. (2008). Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience*, 43(7), 1951-1956. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.7.1951>
- McCree, K. J. (1972). The action spectra, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology*, 9, 191-216. [https://doi.org/10.1016/0002-1571\(71\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0002-1571(71)90022-7)Get rights and content

- Melo, P. H. R., Costa, E., Silva, G. P. V., Bortolheiro, F. P. de A. P., Dantas, T., Binotti, F. F. S., Vendruscolo, E. P., Vieira, G. H. C., Andrade, L. H. da C., & Lima, S. M. (2025). Direct and indirect blue light supplementation on growth, pigments, and gas exchange of young arugula plants. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. <https://doi.org/10.15835/nbha53414730>
- Nguyễn, Đ. B., Phí, T. C. M., Kim, A. T., Nguyễn, T. H., & Vũ, L. D. H. (2021). Nghiên cứu ứng dụng đèn LEDs để kéo dài thời gian nuôi tảo xoắn *Spirulina (Arthrospira platensis)* ở miền Bắc Việt Nam. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 63(7), 57-64. [https://doi.org/10.31276/VJST.63\(7\).57-64](https://doi.org/10.31276/VJST.63(7).57-64)
- Nguyễn, T. P. D., Vũ, N. L., & Trần, A. T. (2024). Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đèn LED đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất cây xà lách sồi xanh (Green oakleaf - *Lactuca sativa* var. *crispa*). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 22(4), 430-438. <https://vie.vjas.vn/index.php/vjasvn/article/view/1309>
- Pham, V. Q., Pham, M. T., Nguyen, V. T., Nguyen, V. P., Nguyen, D. K. D., Vo, X. H., Nguyen Thi, T. H., & Duong, V. N. (2023). The effect of LED lighting durations on growth, yield and quality of mustard (*Brassica juncea* L.) under greenhouse condition. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(23), 200-208. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i234211>
- Ponnu, J., & Hoecker, U. (2022). Signaling mechanisms by *Arabidopsis* cryptochromes. *Frontiers in Plant Science*, 13, Article 844714. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.844714>
- Rawte, S., & Saxena, R. R. (2025). Tackling Agriculture's Modern Struggles. *Journal of Experimental Agriculture International*, 47(5), 1-8. <https://doi.org/10.9734/jeai/2025/v47i53391>
- Riikonen, J. (2016). Pre-cultivation of Scots pine and Norway spruce transplant seedlings under four different light spectra did not affect their field performance. *New Forests*, 47(4), 607-619. <https://doi.org/10.1007/S11056-016-9533-9>
- Ruiz-Nieto, J. E., Mireles-Arriaga, A. I., Hernández-Ruiz, J., Laguna-Estrada, M. I., López-Núñez, A. R., & Zárate-Castrejón, J. L. (2024). Strawberry (*Fragaria ananassa*) seedlings formation under different intensities of violet, blue and red LED light. *Agronomía Mesoamericana*, 35, Article 54103. <https://doi.org/10.15517/am.2024.54103>
- Soltanifar, M., & Zhong, X. (2022). Affordable phosphor-converted LEDs with specific light quality facilitate the tobacco seedling growth with low energy consumption in Industrial Seedling Raising. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 235, 112564. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2022.112564>
- Su, Q., Park, Y. G., Kambale, R. D., Adelberg, J., Karthikeyan, R., & Jeong, B. R. (2025). *Advancing Light-Mediated Technology in Plant Growth and Development: The Role of Blue Light*. [Preprint]. <https://doi.org/10.20944/preprints202505.0629.v1>
- Teker, S., Teker, D., & Orman, I. (2023). Sustainability of agriculture: Agritech practices. *Journal of Global Strategic Management*. <https://doi.org/10.20460/jgsm.2024.331>

- Trần, T. T. A., Hồ, V. T., Trịnh, T. H., & Ngô, T. K. A. (2022). Ảnh hưởng của dinh dưỡng và ánh sáng đèn LED lên sinh trưởng của xà lách lolo và xà lách green oak leaf thủy canh. *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, 22(1), 54-64. <https://journal.huit.edu.vn/journal/journal/single/3503>
- Tran-Nguyen, Q. A., Tran, T. T. V., & Trinh-Dang, M. (2023). Effects of light on the growth and beta-carotene accumulation in the green algae *Dunaliella salina*. *Asian Journal of Biology*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.9734/ajob/2023/v18i1332>
- Trinh, T. H., Nguyen, T. T. H., Nguyen, T. T. T., Do, D. G., Tran, T. T., Hoang, T. T., Hoang, D. K., Nguyen, T. N. M., & Duong, T. N. (2023). Influence of LED light, salicylic acid and yeast extract on growth and phenolic content of *Dendrobium officinale* plantlets. *Asian Journal of Plant Sciences*, 22(1), 13-24. <https://doi.org/10.3923/ajps.2023.13.24>
- Van Gelderen, K., Kang, C., & Pierik, R. (2018). Light signaling, root development, and plasticity. *Plant Physiology*, 176(2), 1049-1060. <https://doi.org/10.1104/pp.17.01079>
- Wang, T., Sun, Q., Zheng, Y., Xu, Y., Liu, B., & Li, Q. (2024). Effects of red and blue light on the growth, photosynthesis, and subsequent growth under fluctuating light of cucumber seedlings. *Plants*, 13(12), 1668. <https://doi.org/10.3390/plants13121668>
- Wollaeger, H. M., & Runkle, E. S. (2015). Growth and acclimation of impatiens, salvia, petunia, and tomato seedlings to blue and red light. *HortScience*, 50(4), 522-529. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.4.522>
- Zhu, L., Bu, Q., Xu, X., Paik, I., Huang, X., Hoecker, U., Deng, X. W., & Huq, E. (2015). CUL4 forms an E3 ligase with COP1 and SPA to promote light-induced degradation of PIF1. *Nature Communications*, 6, 7245. <https://doi.org/10.1038/ncomms8245>

IMPACTS OF RED AND BLUE LIGHT SPECTRA ON SEEDLING GROWTH AND MORPHOGENESIS DURING THE NURSERY PHASE

Dinh Thi Thu Le¹, Vu Thi Hang², Bui Thi Hai Hoa¹ Vu Kim Thoa¹

Abstract: *Red and blue light play a crucial role in the growth of seedlings during the nursery stage, a key factor determining the yield and quality of agricultural products. Synthesized results indicate that red light plays a dominant role in promoting photosynthesis and increasing root and shoot biomass through the regulation of the phytochrome system. Meanwhile, blue light helps regulate seedling morphology towards a compact form, enhances the accumulation of secondary metabolites, and improves stress resistance. However, the sole or imbalanced use of these light spectra can lead to morphological disadvantages, such as elongated or stunted growth, which may fail to maintain their advantages when transplanted to field conditions. In Vietnam, experiments on chrysanthemums, phalaenopsis orchids, and lettuce confirm that combining an optimal red:blue ratio is an effective solution to improve physiological parameters and actual yield. The study concludes that integrating customized spectrum LED technology, flexible blending with other wavelengths, and applying smart agriculture are inevitable directions to optimize seedling quality and ensure food security.*

Keywords: *Red light, blue light, LED, seedlings, nursery*

¹ Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam

² Nguyen Tat Thanh University, HoChiMinh, Vietnam