

ẢNH HƯỞNG CỦA CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG ĐÈN LED ĐẾN SINH TRƯỞNG, SINH LÝ VÀ NĂNG SUẤT CỦA XÀ LÁCH SỎI XANH (GREEN OAKLEAF - *Lactuca sativa* var. *crispa*)

Nguyễn Thị Phương Dung*, Vũ Ngọc Lan, Trần Anh Tuấn

Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ntpdung@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 27.02.2024

Ngày chấp nhận đăng: 12.04.2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành nhằm tìm ra cường độ ánh sáng đèn LED tối ưu trồng rau xà lách sỏi xanh thủy canh trong nhà, góp phần đảm bảo cung cấp nguồn rau an toàn cho người sử dụng và tối ưu hóa điện năng tiêu thụ. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) và 3 lần lặp lại. Đánh giá ảnh hưởng của 4 cường độ ánh sáng (90, 130, 160, 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) chiếu bởi đèn LED (Light Emitting Diode), chứa ánh sáng phổ đỏ, xanh lam và xanh lá cây (tỉ lệ quang phổ: $R_{660}/B_{450}/G_{550} = 57/17/26$) đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất cây xà lách sỏi xanh trên hệ thống thủy canh hồi lưu đã được thực hiện. Kết quả cho thấy, chiều cao cây, số lá, hàm lượng sắc tố quang hợp, diện tích lá, độ dày lá, các thông số về cấu trúc rễ, độ Brix và năng suất tăng khi cường độ ánh sáng tăng. So sánh giữa các cường độ ánh sáng, cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cho các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất (2,692 kg/m^2) của cây xà lách sỏi xanh đạt giá trị cao nhất.

Từ khóa: Cường độ ánh sáng, LED, sinh trưởng, sinh lý, năng suất, xà lách.

Effect of LED Light Intensity on Growth, Physiology and Yield of Green Oakleaf Lettuce (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)

ABSTRACT

Lettuce is high nutritional plant. Research was conducted to find the optimal LED light intensity for indoor hydroponic green oakleaf lettuce cultivation, contributing to ensuring the supply of safe vegetables for consumers and optimizing power consumption. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. Evaluating the effects of four different light intensities (90-130-160-190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) (under a combination of red, blue and green LEDs, spectral ratio: $R_{660}/B_{450}/G_{550} = 57/17/26$) on growth, physiology and yield of hydroponic cultivated green oakleaf lettuce indoor was performed. The results showed plant height, leaf number, photosynthetic pigment content, leaf area, leaf thickness, root parameters, Brix and yield increased as light intensity increased. Among the lighting treatments, 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ treatment had the best effect on the growth and yield of green oakleaf lettuce.

Keywords: LED, light intensity, green oakleaf lettuce, growth, physiology, yield.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ánh sáng là yếu tố môi trường có khả năng được kiểm soát cùng với điều kiện ngoại cảnh khác như nhiệt độ, độ ẩm và dinh dưỡng... trong sản xuất nông nghiệp. Sử dụng ánh sáng nhân tạo cho cây với các mục đích khác nhau ngày càng được ứng dụng rộng rãi trên thế giới cũng như ở Việt Nam nhằm nâng cao năng suất, chất lượng cây trồng cũng như điều khiển ra hoa, ra

quả trái vụ. Ngoài những nguồn sáng truyền thống như đèn sợi đốt, đèn halogen, đèn natri cao áp, đèn huỳnh quang thì hiện nay công nghệ chiếu sáng bằng đèn LED đang dần chiếm ưu thế với những tính năng và ưu điểm vượt trội (Xu, 2019; Pattison & cs., 2018). Khi sử dụng ánh sáng nhân tạo cho cây trồng rất cần lưu ý đến bước sóng (phổ), cường độ (chất lượng) và đúng giai đoạn chiếu sáng. Trong những năm gần đây, nghiên cứu trong nước đã đạt được một

số kết quả nhất định về sử dụng ánh sáng đèn LED cho cây trồng như làm tăng năng suất cây cải bó xôi gấp hai lần, đồng thời tăng hàm lượng các chất dinh dưỡng, vitamin, khoáng chất (Nguyễn Thị Phương Dung & cs., 2021; Nguyễn & cs., 2019, Nguyễn Thị Phương Dung & cs., 2022), tăng năng suất của xà lách trồng thủy canh (Phan Ngọc Nhí & cs., 2019; Phan Ngọc Nhí & cs., 2016; Nguyễn Thị Thủy & cs., 2019), tăng năng suất và ức chế ra hoa cây rau tía tô xanh (Nguyễn Quang Thạch & cs., 2017). Tuy nhiên những nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào ảnh hưởng của cường độ ánh sáng khi phối hợp ánh sáng đỏ và xanh lam. Trong khi đó, ánh sáng xanh lá cây cũng có vai trò tích cực với cây trồng. Ánh sáng xanh lá cây tham gia vào quá trình quang hợp thông qua protein tiếp nhận sắc tố quang hợp như phytochromes và cryptochromes, vì vậy nó ảnh hưởng đến sự tăng trưởng và phát triển của cây. Có dẫn chứng cho rằng nó có vai trò quan trọng trong sự hấp thụ ánh sáng tương tự như ánh sáng xanh lam (Cui & cs., 2009, Bantis & cs., 2018). Ánh sáng màu xanh lam và màu đỏ được hấp thụ hiệu quả gần bề mặt, trong khi ánh sáng xanh lá cây góp phần nhiều hơn vào quá trình quang hợp ở các lớp sâu hơn của lá, bởi làm giảm hiệu ứng tiêu cực tiềm ẩn bởi gradient ánh sáng bên trong lá (Brodersen & Vogelmann, 2010). Những nghiên cứu mới đây về chiếu sáng bổ sung các tỉ lệ khác nhau của ánh sáng xanh lá cây cho cây xà lách cũng đã được nghiên cứu (Nakonechnaya & cs., 2023) nhưng lại chưa đề cập đến các cường độ khác nhau khi sử dụng phổ ánh sáng này.

Trồng rau trong nhà bằng phương pháp thủy canh kết hợp sử dụng đèn LED sẽ tận dụng được không gian, cung cấp rau tươi cho bữa ăn hàng ngày, bên cạnh đó còn mang lại tính thẩm mỹ, giải trí và đặc biệt còn cải thiện, nâng cấp môi trường sống cho người tăng gia. Ở Việt Nam, những nghiên cứu về việc sử dụng ánh sáng đèn LED cho cây rau trồng trong nhà chưa nhiều. Trước hiện trạng việc canh tác các loại rau ăn lá hàng ngày không an toàn do đất, nước tưới còn tồn dư quá nhiều thuốc bảo vệ thực vật, đạm hóa học, các chất kích thích sinh trưởng... gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức

khỏe con người (Trần Thị Ba & cs., 2016). Trong khi đó, rau xà lách đã là một thực phẩm được ưa thích trong bữa ăn hàng ngày của nhiều gia đình và thường được sử dụng tươi sống, làm các món trộn, salad. Rau xà lách ăn tươi giàu dinh dưỡng và đặc biệt tốt cho sức khỏe. Trong rau xà lách có đầy đủ các thành phần dinh dưỡng gồm: năng lượng, carbohydrate, nước, chất đạm, chất xơ, chất béo; ngoài ra còn có rất nhiều loại vitamin (A, C, E, K), cùng khoáng chất, chất điện giải quan trọng như: sắt, mangan, đồng, canxi, magie, kali (Shi & cs., 2022). Ăn rau xà lách hàng ngày không chỉ tốt cho sức khỏe con người mà xà lách còn được lựa chọn là thực phẩm trong các chế độ ăn kiêng, giảm cân... Trước những lợi ích mà rau xà lách mang lại và nhu cầu nâng cao hiệu quả sử dụng đèn LED trong trồng rau bằng phương pháp thủy canh thì vấn đề nghiên cứu cường độ chiếu sáng của đèn LED cho rau xà lách trồng thủy canh nhằm tối ưu hóa điện năng, nâng cao năng suất, chất lượng cây rau xà lách trồng trong nhà là điều rất cần thiết.

Vì vậy, nghiên cứu được tiến hành nhằm tìm ra cường độ ánh sáng đèn LED tối ưu trồng rau xà lách sồi xanh thủy canh, góp phần đảm bảo cung cấp nguồn rau an toàn cho người sử dụng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Nghiên cứu được thực hiện trên giống xà lách sồi xanh (green oakleaf - *Lactuca sativa* var. *crispa*), là giống xà lách chịu nhiệt, có hình lá dài, mềm, dạng lá gấp khúc như lá sồi do công ty THNN Farm Seed cung cấp.

Dung dịch dinh dưỡng sử dụng trong thí nghiệm do Viện Sinh học Nông nghiệp, Học viện Nông nghiệp Việt Nam nghiên cứu và cải tiến trên cơ sở của dung dịch dinh dưỡng Hoagland & Arnon (1950), có thành phần dinh dưỡng được tính theo nồng độ ppm trong 1 lít dung dịch như sau: N (NO_3^-) (165); N (NH_4^+) (15); P (50); K (210); Mg (45); Ca (190); S (74,364); Fe (4); Zn (0,1); B (0,5); Mn (0,5); Cu (0,1); Mo (0,05); Na (0,024); Si (0,049). Dung dịch dinh dưỡng được kiểm tra độ pH, EC định kì 3 ngày một lần

Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đèn led đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất của xà lách sồi xanh (green oakleaf - *Lactuca sativa* var. *crispa*)

(pH: 5,5-6,5; EC: 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) và sẽ được bổ sung, điều chỉnh khi hàm lượng pH, EC nằm ngoài ngưỡng hiệu quả.

Đèn LED được sản xuất và cung cấp bởi công ty Cổ phần Bóng đèn Phích nước Rạng Đông. Cường độ ánh sáng được đo bằng thiết bị chuyên dụng (UPRtek PG100N Handheld Spectral PAR meter).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Đèn LED có chứa phổ ánh sáng đỏ, xanh lam và xanh lá cây với tỉ lệ quang phổ là: $R_{660}/B_{450}/G_{550} = 57/17/26$. Hệ thống thủy canh hồi lưu có gắn đèn LED, được đặt riêng trong phòng có điều hòa, điều kiện phòng được duy trì (nhiệt độ 23°C, ẩm độ 70%). Mỗi giá đỡ hệ thống thủy canh với 4 giàn trên mỗi giá, được gắn các bóng đèn LED với 4 cường độ ánh sáng (90; 130; 160 và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$), khoảng từ đèn LED đến mặt hộp thủy canh là 38cm. Mỗi giàn với 5 hộp dung dịch thủy canh đặt song song, 9 rọ trên một hộp, 1 cây/rọ, tương ứng 45 cây/giàn/1 công thức. Khoảng cách giữa cây cách cây là 15cm, giữa giàn cách giàn là 22cm. Cây xà lách sồi xanh được một tuần tuổi, tính từ khi mọc sau gieo hạt được đưa lên giàn nuôi (cây có chiều cao 5cm, 3 lá và rễ chùm). Cây được nuôi trồng ở điều kiện 14 giờ sáng/10 giờ tối. Thời gian thu hoạch là 28 ngày, kể từ sau ngày khi chuyển lên giàn thủy canh. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) và 3 lần lặp lại.

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Chiều cao cây (cm) được đo từ gốc (sát mặt giá thể) đến vót lá cao nhất, định kỳ 7 ngày/lần đo (lấy ngẫu nhiên 10 cây/công thức/lần nhắc lại), sau đó tính giá trị trung bình.

Số lá/cây (lá) được tính từ lá thật đầu tiên, lá được đo đếm 7 ngày/lần (lấy ngẫu nhiên 10 cây/công thức/lần nhắc lại), sau đó tính giá trị trung bình.

Diện tích lá được tính theo dm^2 lá/ m^2 diện tích trồng.

Độ dày lá được tính trung bình của 30 mẫu (cho mỗi công thức), mẫu cắt ở vị trí giữa lá bằng dao lam. Mẫu được nhỏ axit lactic khi quan sát

dưới kính hiển vi quang học (Nikon Eclipse 80i, Japan) có gắn trắc vi vật kính và được chụp ảnh. Độ dày lá được tính bằng phần mềm ImageJ (National Institutes of Health, USA).

Hàm lượng các sắc tố quang hợp được tính theo phương pháp của Arnon (1949).

Cấu trúc bộ rễ được xác định qua các thông số như tổng chiều dài, tổng thể tích, đường kính trung bình, diện tích bề mặt, nhờ sử dụng máy scan Epson perfection V700 Photo và phần mềm WinRHIZO Pro.

Khối lượng thân lá (g/cây) được xác định bằng cách cân khối lượng tươi của toàn bộ thân lá (lấy ngẫu nhiên 10 cây/công thức/lần nhắc lại), sau đó tính giá trị trung bình.

2.2.3. Xử lý số liệu

Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và phần mềm IRRISTAT 5.0. Phân tích phương sai ANOVA để đánh giá sự khác biệt của các công thức thí nghiệm. Kiểm định Duncan được sử dụng để so sánh các giá trị trung bình ở độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến các chỉ tiêu sinh trưởng của xà lách sồi xanh

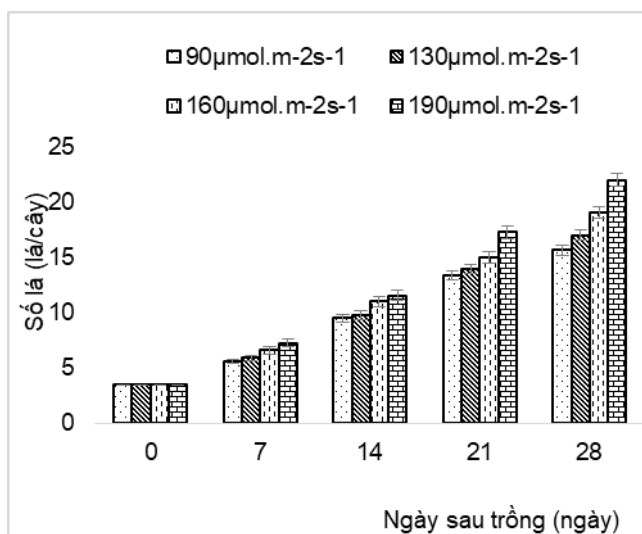
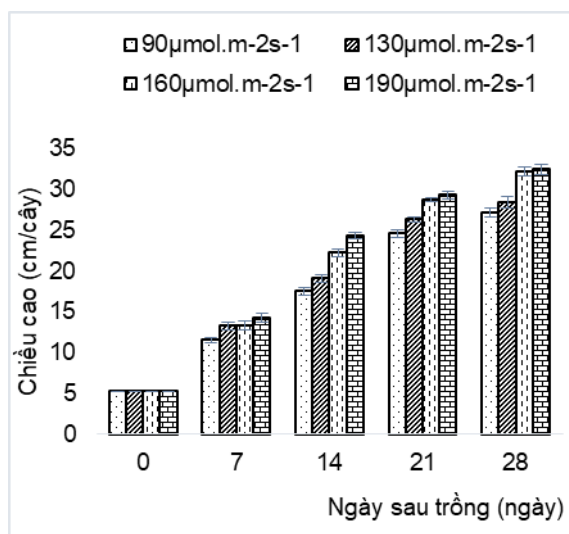
3.1.1. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến động thái tăng trưởng chiều cao cây và số lá của xà lách sồi xanh

Chiều cao, số lá của cây chịu ảnh hưởng của các yếu tố dinh dưỡng, nhiệt độ, ánh sáng, giống... là chỉ tiêu cơ bản thể hiện khả năng sinh trưởng, phát triển của cây và đóng góp vào việc hình thành nên năng suất của cây trồng.

Chiều cao cây có xu hướng tăng dần và tăng hơn gấp 2 lần sau 7 ngày trồng. Đến giai đoạn 14 NST chiều cao cây có sự tăng trưởng khác nhau ở các công thức, ở cường độ 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ chiều cao tăng chậm hơn so với giai đoạn trước đó. Trong khi đó, ở hai cường độ 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ thì chiều cao cây tăng mạnh hơn giai đoạn 7 NST. Giai đoạn 21 NST tốc độ tăng trưởng chiều cao ở cường độ 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$

nhanh hơn so với giai đoạn trước đó. Ở tuần cuối cùng trước khi thu hoạch, chiều cao cây ở tất cả các cường độ đều tăng ở mức chậm hơn so với những giai đoạn trước. Chiều cao cây cuối cùng ở cường độ $160 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ là lớn nhất, đạt hơn 30cm và cao hơn so với các công thức cường độ còn lại, tuy nhiên chiều cao giữa hai công thức này sai khác không có ý nghĩa thống kê (Hình 1A).

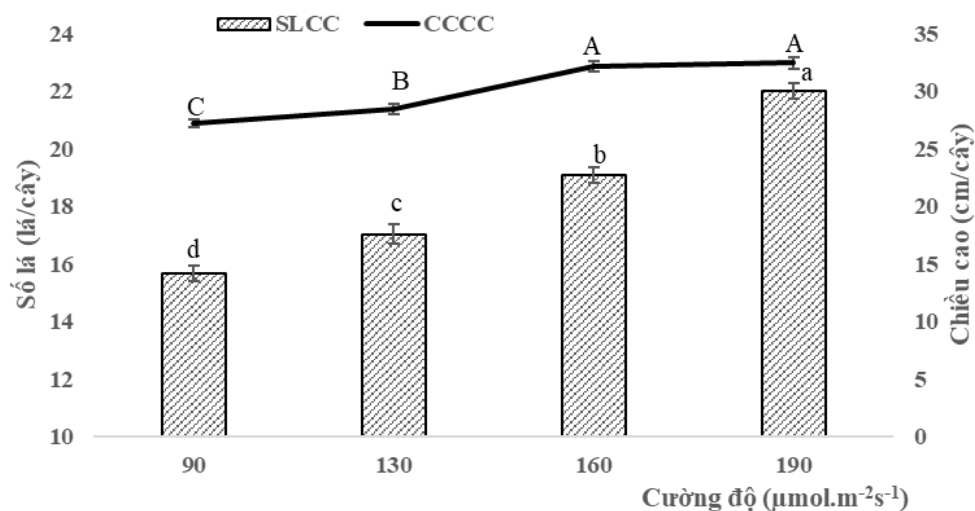
Số lá giai đoạn đầu sau trồng ở cả 4 mức cường độ ánh sáng đều tăng chậm. Từ 14 NST đến 21 NST số lá tăng trưởng nhanh ở tất cả các công thức. Ở cường độ $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, số lá tăng chậm hơn so với các công thức có cường độ khác. Số lá ở cường độ $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ tăng mạnh nhất ở giai đoạn 14 NST, 21 NST và luôn có giá trị cao nhất ở tất cả các giai đoạn, sự sai khác là có ý nghĩa thống kê (Hình 1B).



(A)

(B)

Hình 1. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến động thái tăng trưởng chiều cao cây (A) và số lá (B) của xà lách sồi xanh



Ghi chú: SLCC: Số lá cuối cùng, CCCC: Chiều cao cuối cùng.

Hình 2. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến chiều cao cây và số lá cuối cùng của xà lách sồi xanh (28 NST)

3.1.2. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến chiều cao cây và số lá cuối cùng của xà lách sồi xanh

Giá trị chiều cao cây cuối cùng và số lá cuối cùng tại thời điểm thu hoạch là yếu tố quyết định về năng suất, mẫu mã sản phẩm. Trong tất cả các cường độ thí nghiệm thì công thức cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ có chiều cao cuối cùng và số lá cuối cùng cao hơn tất cả các công thức còn lại. Sự sai khác là có ý nghĩa thống kê (Hình 2). Kết quả về chiều cao và số lá trong nghiên cứu này cũng tương tự như công bố trước đây của Proietti & cs. (2004) trên cây cải bó xôi, của Nguyễn Thị Thủy & cs. (2019) trên cây xà lách, Nguyễn Thị Phương Dung & cs. (2020) với cây cải bó xôi.

3.2. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến các chỉ tiêu sinh sinh lý của xà lách sồi xanh

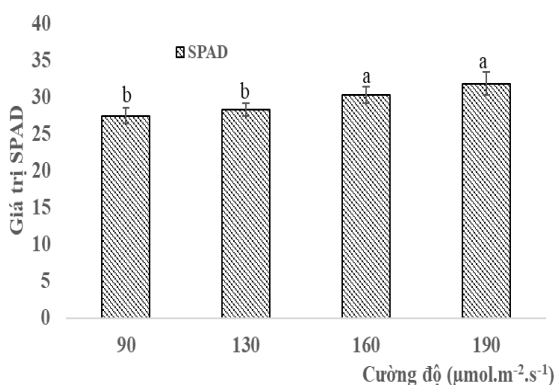
3.2.1. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến chỉ số SPAD và hàm lượng sắc tố quang hợp của xà lách sồi xanh

Chỉ số SPAD không có sự sai khác ở các công thức cường độ 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, nhưng có sự sai khác giữa hai nhóm cường độ này; giá trị SPAD cao hơn ở nhóm cường độ 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Hình 3A). Hàm lượng chlorophyll (chl) tổng số, chla, caroten cũng không có sự sai khác ở công thức 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, chỉ có sự sai

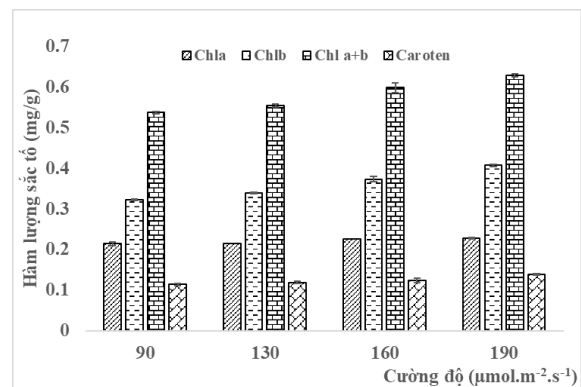
khác về hàm lượng chl của hai nhóm công thức 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Hình 3B). Kết quả nghiên cứu về sắc tố quang hợp này tương tự với kết quả đã công bố của Yao & cs. (2017) trên con cây cải dầu, Nguyen & cs. (2019) trên cây *Spinacia oleracea* L.

3.2.2. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến diện tích lá, độ dày lá và độ Brix trong lá của xà lách sồi xanh

Diện tích lá và độ dày lá có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng quang hợp, quá trình thoát hơi nước của cây trồng và do đó quyết định đến năng suất cây, đặc biệt là đối với rau ăn lá. Diện tích lá tối ưu luôn là yếu tố được quan tâm trong trồng trọt. Với rau xà lách là loại cây ăn lá thì diện tích và độ dày lá là những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hiệu quả kinh tế. Diện tích lá như nhau nhưng lá dày hơn sẽ cho năng suất cao hơn. Diện tích lá trung bình của cây ở cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ là lớn nhất, đạt gần 4,5 $\text{dm}^2/\text{cây}$, sau đó đến cường độ 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, thấp nhất là cường độ 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ đạt gần 3,5 $\text{dm}^2/\text{cây}$. Giữa các công thức có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95% (Hình 4A). Tương tự với độ dày lá, cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cũng là công thức cho độ dày lá lớn nhất (gần 360 μm), trong khi đó ở cường độ 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ độ dày lá chỉ đạt khoảng 320 μm (Hình 4B). Độ Brix không có sự sai khác giữa hai công thức cường độ 160 và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, nhưng sai khác giữa hai công thức cường độ còn lại (Hình 4C).

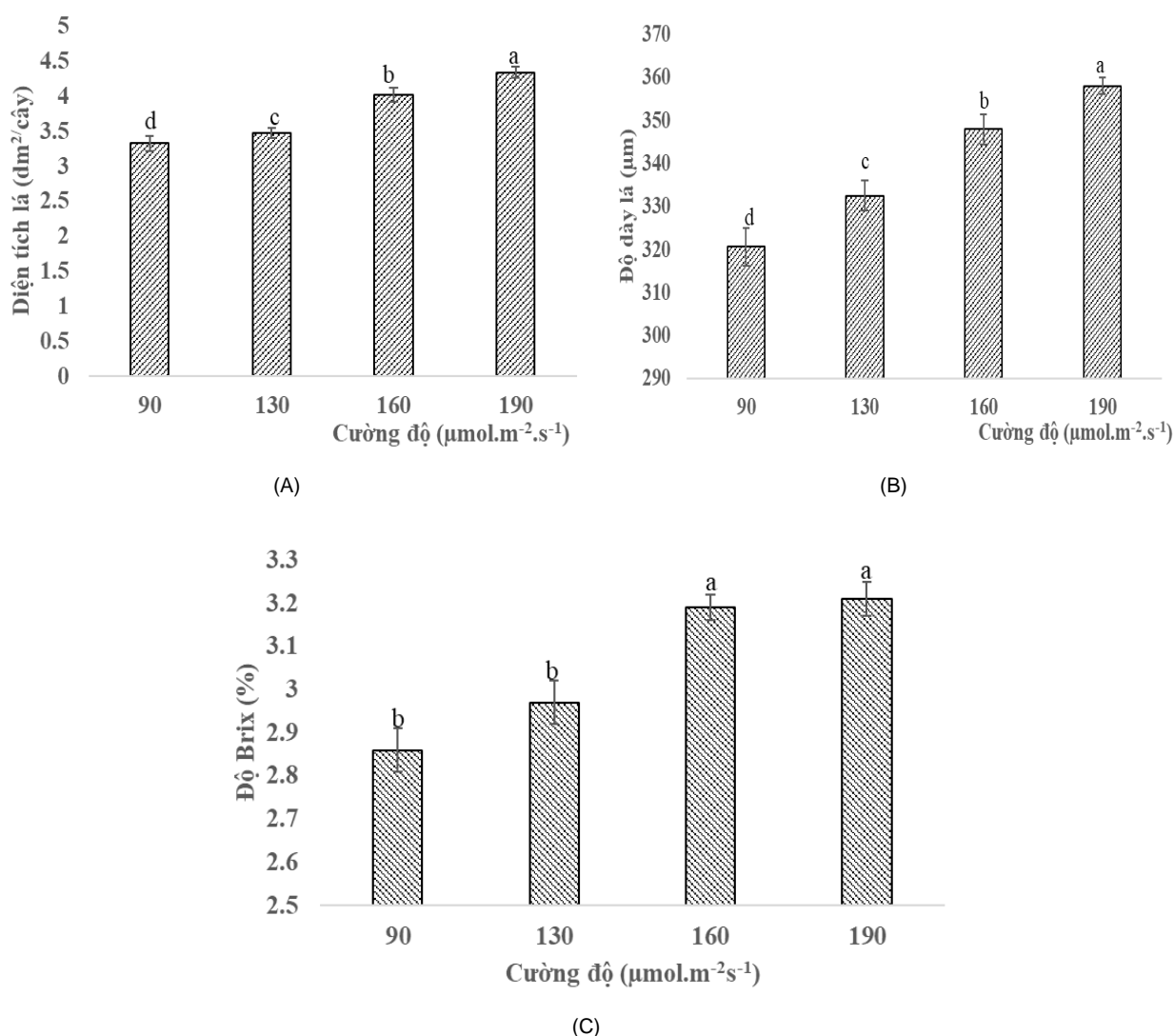


(A)



(B)

Hình 3. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến chỉ số SPAD (A) và hàm lượng sắc tố quang hợp trong lá (B) của xà lách sồi xanh



Hình 4. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến diện tích lá (A), độ dày lá (B) và độ Brix trong lá (C) của xà lách sồi xanh

Bảng 1. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến cấu trúc bộ rễ của xà lách sồi xanh

Cường độ ánh sáng (µmol.m ⁻² .s ⁻¹)	Tổng chiều dài (cm)	Diện tích bề mặt (cm ²)	Đường kính trung bình (mm)	Thể tích trung bình (cm ³)
60	1092,689 ^d	110,987 ^d	0,2134 ^d	0,753 ^d
130	1386,984 ^c	123,894 ^c	0,2457 ^c	0,861 ^c
160	1566,278 ^b	135,916 ^b	0,2646 ^b	0,946 ^b
190	1867,245 ^a	148,523 ^a	0,3012 ^a	1,236 ^a
LSD _{0,05}	175,231	11,815	0,0152	0,083
CV%	16,12	8,56	9,24	6,48

Ghi chú: Những trị số trong cùng 1 cột có cùng 1 chữ cái là không có sự sai khác ở mức ý nghĩa P < 5%.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng tương tự như nghiên cứu trước đây của Proietti & cs.

(2004) trên cây cải bó xôi, nghiên cứu của Nguyễn Thị Thủy & cs. (2019) trên cây rau xà lách.

3.2.3. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến cấu trúc bộ rễ của xà lách sồi xanh

Tất cả các chỉ tiêu về cấu trúc bộ rễ đều cho thấy sự khác biệt giữa 4 công thức cường độ. Tất cả các thông số như tổng chiều dài, diện tích bề mặt, đường kính trung bình và thể tích trung bình đều đạt các giá trị cao nhất ở cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và giảm dần theo thứ tự 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ > 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ > 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ > 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Bảng 1, Hình 5). Kết quả về cấu trúc của bộ rễ này trùng khớp với công bố của Kang & cs. (2013) trên cây xà lách, Nguyễn Thị Phương Dung & cs. (2020) trên cây cải bó xôi và cũng tương đồng với nghiên cứu của Ma & cs. (2018) trên cây đậu tương.

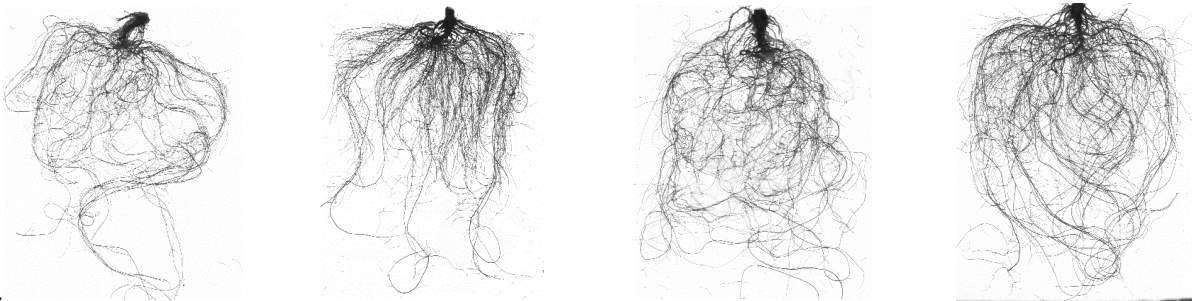
3.3. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến năng suất của xà lách sồi xanh

Khối lượng rễ, khối lượng thân lá, năng suất lý thuyết và năng suất thực thu có sự sai khác giữa cả 4 công thức cường độ có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 95% (Bảng 2). Tương quan sinh trưởng thân lá đã cho thấy, với cường độ ánh sáng càng cao thì sự phát triển của rễ

càng lớn hơn và do đó thúc đẩy sự phát triển thân lá tương ứng. Trong 4 cường độ nghiên cứu, công thức cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cho khối lượng rễ, khối lượng thân lá và năng suất thực thu là cao nhất (2,692 kg/m^2), tiếp đến là 160 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (2,404 kg/m^2), 130 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (1,834 kg/m^2) và 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (1,152 kg/m^2). Kết quả về năng suất ở nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Gerovac & cs. (2016) trên một số cây họ cải ở các cường độ khác nhau và nghiên cứu của Nguyễn Thị Phương Dung & cs. (2020) trên cây cải bó xôi.

4. KẾT LUẬN

Cây xà lách lá sồi xanh *Lactuca sativa* var. *crispa* trồng thủy canh trong nhà được chiếu sáng bằng đèn LED có tỉ lệ các phổ ánh sáng tương ứng đỏ: xanh lam: xanh lá cây ($R_{660}/B_{450}/G_{550}$) là 57:17:26 với 4 cường độ khác nhau đã cho các chỉ tiêu về sinh trưởng (chiều cao cây, số lá), các chỉ tiêu sinh lý (chỉ số SPAD, hàm lượng sắc tố quang hợp, diện tích lá, độ dày lá, độ Brix) và năng suất thực thu cao nhất ở cường độ 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.



Hình 5. Rễ cây xà lách sồi xanh sau 28 ngày trồng theo thứ tự cường độ tăng dần từ trái qua phải (60; 130; 160 và 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Bảng 2. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến năng suất xà lách sồi xanh

Cường độ ánh sáng ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Khối lượng rễ (g/cây)	Khối lượng thân lá (g/cây)	Năng suất lý thuyết (kg/m^2)	Năng suất thực tế (kg/m^2)
60	0,523 ^d	14,85 ^d	1,247	1,152 ^d
130	1,200 ^c	23,12 ^c	1,942	1,834 ^c
160	3,140 ^b	30,16 ^b	2,533	2,404 ^b
190	3,617 ^a	33,41 ^a	2,806	2,692 ^a
<i>LSD</i> _{0,05}	0,45	0,65		0,23
<i>CV</i> %	4,2	3,88		4,96

Ghi chú: Những trị số trong cùng 1 cột có cùng 1 chữ cái là không có sự sai khác ở mức ý nghĩa $P < 5\%$.



Ghi chú: Giai đoạn khi cây mới được chuyển lên giàn thủy canh (A); Cây giai đoạn thu hoạch 28NST (B); Cây ở cường độ $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 25NST (C); Cây tại thời điểm thu hoạch ở các cường độ ánh sáng khác nhau (D).

Hình 6. Hệ thống thủy canh trồng xà lách sồi xanh

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arnon D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24(1): 1-15..
- Bantis F., Smirnakou S., Ouzounis T., Koukounaras A., Ntagkas N. & Radoglou K. (2018). Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light-emitting diodes (LEDs). *Scientia horticulturae*. 235: 437-451.
- Brodersen C.R. & Vogelmann T.C. (2010). Do changes in light direction affect absorption profiles in leaves? *Functional Plant Biology*. 37: 403-412.
- Cui J., Ma Z., Xu Z., Zhang H., Chang T. & Liu H. (2009). Effects of supplemental lighting with different light qualities on growth and physiological characteristics of cucumber, pepper and tomato seedlings. *Acta Horticulturae Sinica*. 36: 663-670.
- Gerovac J.R., Craver J.K., Boldt J.K. & Lopez R.G. (2016). Light intensity and quality from sole-source light-emitting diodes impact growth, morphology, and nutrient content of *Brassica microgreens*. *HortScience*. 51: 497-503.
- Kang J.H., Krishnakumar S., Atulba S.L.S., Jeong B.R. & Hwang S.J. (2013). Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system. *Horticulture, Environment and Biotechnology*. 54: 501-509.
- Ma Z., Nian H., Luo S., Ma Q., Cheng Y. & Mu Y. (2018). Growth responses of soybean (*Glycine max* L.) seedlings as affected by monochromatic or mixture radiation provided by light-emitting diode. *IFAC-PapersOnLine*. 51: 770-777.
- Nakonechnaya O.V., Kholin A.S., Subbotin E.P., Burkovskaya E.V., Khrolenko Y.A., Gafitskaya I.V. & Kulchin Y. N. (2023). The Influence of LED Lights of Different Spectra on the Development of *Lactuca sativa*. *Biology Bulletin*. 50(3): 371-378.
- Nguyễn Quang Thạch, Nguyễn Thị Quỳnh, Nguyễn Thị Phương Dung & Nguyễn Thị Thanh Hương (2017). Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ chiếu sáng bằng đèn LED đến sinh trưởng phát triển, năng suất và ra hoa của cây tía tô xanh Hàn Quốc (*Perilla frutescens* (L.) Britton) trồng thủy canh trong nhà. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 24: 38-46.
- Nguyen T.P.D., Tran T.T.H., & Nguyen Q.T. (2019). Effects of light intensity on the growth, photosynthesis and leaf microstructure of hydroponic cultivated spinach (*Spinacia oleracea* L.) under a combination of red and blue LEDs in house. *International Journal of Agricultural Technology*. 15(1): 75-90.

Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đèn led đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất của xà lách sồi xanh (green oakleaf - *Lactuca sativa* var. *crispa*)

- Nguyen Thi Phuong Dung, Jang D.C., Tran T.T.H., Nguyen Q.T., Kim I.S., Hoang T.L.H., & Vu N.T. (2021). Influence of green light added with red and blue LEDs on the growth, leaf microstructure and quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Agronomy*. 11(9): 1724.
- Nguyễn Thị Phương Dung, Trần Thị Thanh Huyền, Nguyễn Thị Thủy & Nguyễn Quang Thạch (2020). Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng chiếu bằng đèn LED đến sinh trưởng của cây cải bó xôi (*Spinacia oleracea* L.) trồng thủy canh. Báo cáo khoa học về Nghiên cứu và giảng dạy sinh học ở Việt nam - Hội nghị khoa học Quốc gia lần thứ 4. Tr. 554-562.
- Nguyen Thi Phuong Dung, Vu N.T., Nguyen Q.T., Tran T.T.H. & Cao P.B. (2022). Growth and quality of hydroponic cultivated spinach (*Spinacia oleracea* L.) affected by the light intensity of red and blue LEDs. *Sains Malaysiana*. 51(2): 473-483.
- Nguyễn Thị Thủy, Vũ Thị Hằng, Doãn Văn Huy, Bùi Mạnh Thường & Nguyễn Quang Thạch (2019). Ảnh hưởng của ánh sáng đèn LED đến sinh trưởng và năng suất của rau xà lách (*Lactuca sativa*) và rau cải bẹ (*Brassica juncea*) trồng thủy canh. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 12: 22-29.
- Pattison P.M., Hansen M. & Tsao J.Y. (2018). LED lighting efficacy: status and directions, *Comptes Rendus Physique*. 19(3): 134-145.
- Phan Ngọc Nhí, Ngô Thị Mỹ Hà, Nguyễn Thị Kiều Khuyên, Tống Thị Sa Non, Võ Thị Bích Thủy & Trần Thị Ba (2016). Ảnh hưởng của đèn LED và thời gian chiếu sáng đến sự sinh trưởng và năng suất xà lách thủy canh. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần, Số chuyên đề: Nông nghiệp*. 3: 170-178.
- Phan Ngọc Nhí, Trần Thị Ba, Võ Thị Bích Thủy, Mai Phúc Thanh, Nguyễn Phương Uyên & Nguyễn Thị Anh Thư (2019). Ảnh hưởng của thời gian chiếu bổ sung đèn LED đến sinh trưởng và năng suất xà lách trồng thủy canh nhiều tầng trong nhà lưới. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ nông nghiệp Việt Nam*. 5(102): 43-48.
- Proietti S., Moscatello S., Colla G. & Battistelli Y. (2004). The effect of growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) at two light intensities on the amounts of oxalate, ascorbate and nitrate in their leaves. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79: 606-609.
- Shi M., Gu J., Wu H., Rauf A., Emran T. B., Khan Z., Mitra S., Aljohani A.S.M, Alhumaydhi F.A., Al-Awthan Y.S., Bahattab O., Thiruvengadam M. & Suleria H.A. (2022). Phytochemicals, nutrition, metabolism, bioavailability, and health benefits in lettuce. A comprehensive review. *Antioxidants*. 11(6): 1158.
- Trần Thị Ba, Võ Thị Bích Thủy & Võ Thị Hồng Như (2016). Khảo sát sự sinh trưởng và năng suất của rau xà lách thủy canh trên giá thể bông gòn lọc nước hồ cá. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Nông nghiệp*. 3: 258-265.
- Xu Y. (2019). Nature and source of light for plant factory. *Plant Factory Using Artificial Light*, Elsevier. pp. 47-69.
- Yao X.Y., Liu X.Y., Xu Z.G. & Jiao X.L. (2017). Effects of light intensity on leaf microstructure and growth of rape seedlings cultivated under a combination of red and blue LEDs. *Journal of Integrative Agriculture*. 16: 97-105.