

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

Nguyễn Thị Phương Dung^{1,*}, Trần Thị Thanh Huyền²,
Nguyễn Thị Thủy¹, Nguyễn Quang Thạch¹

Tóm tắt: Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của 4 cường độ ánh sáng (I1-I2-I3-I4: 90-140-190-240 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) chiếu bởi đèn LED ánh sáng đỏ-xanh (tỉ lệ quang phổ: R660/B450 = 4/1) đến cây cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu. Kết quả cho thấy, chiều cao cây, số lá, các thông số về kích thước rễ tăng khi cường độ ánh sáng tăng, tuy nhiên không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa I3 và I4. Năng suất cá thể sai khác có nghĩa thống kê giữa 4 công thức, cao nhất ở công thức I3 và giảm dần theo thứ tự I3>I4>I2>I1. Khi tăng cường độ ánh sáng thì chỉ số diện tích lá tăng theo, công thức xử lí ánh sáng ở cường độ I3 cho LAI cao nhất và giảm dần theo thứ tự I3> I4> I2> I1. Trong các công thức chiếu sáng thực nghiệm thì công thức 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ có ảnh hưởng tốt đến sinh trưởng, năng suất cây cải bó xôi trồng thủy canh.

Từ khóa: *Spinacia oleracea*, cải bó xôi, chiều cao cây, chiều dài rễ, cường độ ánh sáng, năng suất cá thể, số lá, thể tích rễ.

1. MỞ ĐẦU

Nền nông nghiệp với môi trường được kiểm soát (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, chất dinh dưỡng,...) hiện đang phát triển một cách nhanh chóng với mục đích giải quyết vấn đề thiếu hụt nguồn thực phẩm, sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên và tháo gỡ các vấn đề về tác động của nông nghiệp đến môi trường (Miyagi et al., 2017; Kozai, 2018).

Công nghệ chiếu sáng bằng đèn LED được xem như nguồn chiếu sáng mới cho kỹ thuật trồng cây trong nhà với những ưu điểm vượt trội như tuổi thọ cao, kích thước nhỏ, có thể tạo ra các phổ ánh sáng đơn sắc phù hợp cho cây trồng... Bên cạnh đó, khoảng 90% ánh sáng hấp thụ bởi lá cây thuộc vùng ánh sáng màu xanh lam hoặc đỏ (Terashima et al., 2009). Do đó, sự sinh trưởng phát triển của cây bị ảnh hưởng đáng kể bởi hai vùng ánh sáng này (Chen et al., 2014). Các nghiên cứu trước đây cũng chỉ ra rằng, sự kết hợp giữa ánh sáng đèn LED màu đỏ và màu xanh theo tỉ lệ 1:1 có thể làm tăng khối lượng tươi và khô ở nhiều loài thực vật như *Lilium* và cà chua (XiaoYing et al., 2011; Lian et al., 2002).

Trong khi đó, rau xanh là nguồn thực phẩm quan trọng trong việc bổ sung dinh dưỡng thiết yếu cho con người mỗi ngày. Một số loại rau còn được xem như loại thực phẩm chức năng, được sử dụng như dược liệu quý giúp tăng cường sức khỏe và ngăn ngừa bệnh tật. Rau cải bó xôi (*Spinacia oleracea* L.) là loại cây được lựa chọn trồng trong nhà

¹Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

*Email: ntpdung@vnua.edu.vn

kính và cả trong các hệ thống trồng cây thương phẩm vì nó cho phép sản xuất nhiều chu kỳ ngắn hạn trong năm, lợi nhuận kinh tế nhanh hơn nhiều so với một số loại rau ăn lá khác (Lu & Shimamura, 2018). Đây cũng là loại rau có giá trị dinh dưỡng cao, nhiều vitamin thiết yếu như: A, K, D, E, khoáng chất Fe, P, Ca... và nguồn axit béo thực vật omega 3 dồi dào (Ko et al., 2014). Cây cải bó xôi hứa hẹn sẽ mang lại nhiều tiềm năng trong phát triển sản xuất rau tại Việt Nam. Chính bởi thế, việc kiểm soát các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sinh trưởng, năng suất, phẩm chất cũng như việc trồng rau theo hướng mới như: trồng rau không dùng đất, không cần tưới, không cần sử dụng ánh sáng mặt trời và xây dựng mô hình sản xuất quy mô khép kín nhằm đảm bảo nhu cầu rau sạch, rau an toàn là yêu cầu cấp thiết hiện nay và cũng là mục tiêu chính trong nghiên cứu này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên giống cải bó xôi F1 chịu nhiệt PD512 (Phú Điền). Dung dịch dinh dưỡng sử dụng trong thí nghiệm được kí hiệu: SH3, do Viện Sinh học Nông nghiệp - Học viện Nông nghiệp Việt Nam nghiên cứu và cải biến trên cơ sở của dung dịch dinh dưỡng Hoagland & Arnon (1950).

Một số vật liệu, thiết bị khác được sử dụng như: rọ nhựa, máy đo EC, máy đo pH, máy scan rẽ, hệ thống pipet, cốc đong. Dung dịch dinh dưỡng được kiểm tra độ pH và EC định kì 3 ngày một lần (pH: 5,5 - 6,5; EC: 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) và được bổ sung hoặc thay thế khi hàm lượng pH, EC vượt khỏi ngưỡng.

Các 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 ánh sáng đỏ và xanh được sử dụng với tỉ lệ quang phổ là: R660/B450 = 4/1. Hệ thống thủy canh hồi lưu có gắn đèn LED. Mỗi giá đỡ hệ thống thủy canh với 4 giàn trên mỗi giá, được gắn các bóng đèn LED với cường độ lần lượt là 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 140 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 240 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Mỗi giàn với 5 ống dung dịch thủy canh song song, 9 rọ trên một ống, 2 cây/rọ, tức 90 cây/giàn tương ứng với 1 công thức và 1 ô thí nghiệm. Khoảng cách giữa các cây là 15 cm, giữa các giàn là 22 cm. Cây được trồng ở điều kiện 12 giờ sáng/12 giờ tối. Thời gian thu hoạch là 40 ngày sau khi gieo và lặp lại 3 lần cho mỗi thí nghiệm.

$$I1: 90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1} \pm 10 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$$

$$I2: 140 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1} \pm 10 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$$

$$I3: 190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1} \pm 10 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$$

$$I4: 240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1} \pm 10 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$$

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

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

Chỉ số diện tích lá (LAI - Leaf area index) được tính theo m^2 lá/ m^2 diện tích trồng.

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

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

Thông số an toàn dựa trên chỉ tiêu vi sinh vật, xác định thông qua sự hiện diện của vi khuẩn *E. coli* và *Salmonella*, được phát hiện bằng phương pháp phân lập vi khuẩn, tại Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ sinh học thú y (VILAS 618 và LAS-NN54), Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

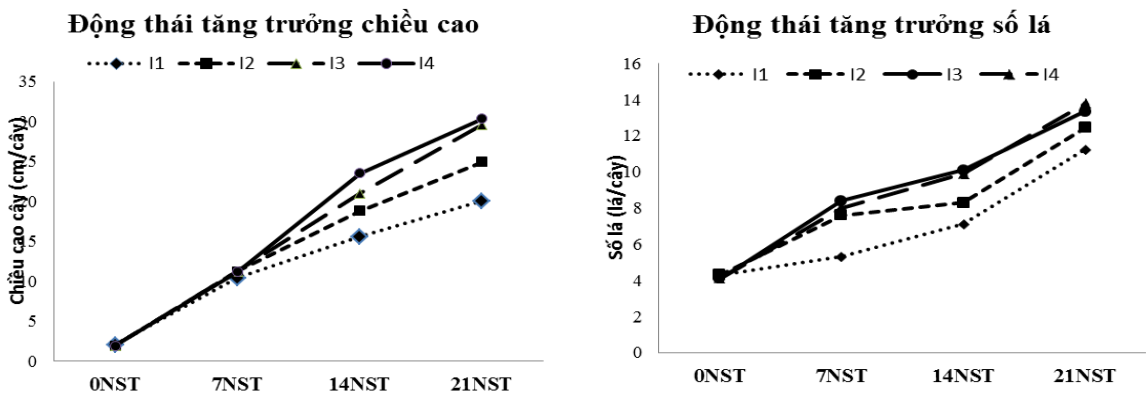
2.2.3. Xử lý số liệu

Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và phần mềm R. 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. Động thái tăng trưởng chiều cao và số lá

Chiều cao, số lá trên cây là những chỉ tiêu quan trọng phản ánh trung thực quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng trong điều kiện nhất định. Chúng liên quan đến khả năng chống đổ của cây, được quyết định một phần bởi bản chất di truyền của giống, điều kiện dinh dưỡng, từ đó ảnh hưởng không nhỏ đến năng suất của cây trồng.



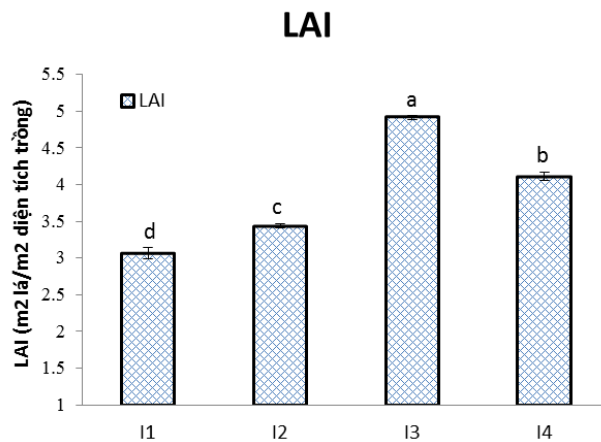
Hình 1. Đồ thị tốc độ tăng trưởng chiều cao và số lá cây cải bó xôi trồng thủy canh 21 ngày sau trồng (21NST)

Công thức: I1: $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I2: $140 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I3: $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I4: $240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Để dàng nhận thấy, trong các công thức nghiên cứu chiều cao cây tăng dần khi cường độ ánh sáng tăng. Cây cải bó xôi đạt chiều cao lớn nhất tại cường độ I4 và thấp nhất ở cường độ I1. Trong khoảng cường độ được nghiên cứu (90 - 140 - 190 - 240 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$), mức độ tăng chiều cao cây gần như đạt tuyến tính theo cường độ. Tuy nhiên tốc độ tăng trưởng số lá có khác so với tốc độ sinh trưởng chiều cao. Cây cải bó xôi có số lá tại thời điểm thu hoạch cao nhất ở mức cường độ I3 và dường như không có sự khác biệt giữa I3 và I4. Mức độ tăng trưởng số lá chậm nhất vẫn là ở công thức cường độ I1 sau đó là I2 (Hình 1).

3.2. Chỉ số diện tích lá

Chỉ số diện tích lá là thông số có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thoát hơi nước và quang hợp ở thực vật, do đó quyết định đến năng suất cây trồng, đặc biệt là đối với rau ăn lá. Nếu chỉ số diện tích lá quá thấp, cây không hấp thụ được đủ năng lượng ánh sáng cho quang hợp, ngược lại nếu chỉ số này quá cao có thể dẫn đến hiện tượng lấp đờ.



Hình 2. Biểu đồ chỉ số diện tích lá (LAI) của cây cải bó xôi trồng thủy canh ở các cường độ ánh sáng khác nhau (21NST)

Công thức: I1: 90 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I2: 140 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I3: 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I4: 240 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Trong kết quả này của chúng tôi, công thức xử lý ánh sáng ở cường độ I3 cho LAI cao nhất và giảm dần theo thứ tự I3 > I4 > I2 > I1. Sự sai khác ở đây là có ý nghĩa thống kê. Như vậy, khi tăng cường độ ánh sáng thì chỉ số diện tích lá tăng theo, tuy nhiên LAI chỉ tăng đến khi cường độ đạt 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, còn khi cường độ ánh sáng đạt 240 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ thì LAI không tăng mà thậm chí thấp hơn. Quan sát này của chúng tôi cũng có nét tương đồng với nghiên cứu của Proietti et al., (2004) cũng trên cây cải bó xôi trồng trong buồng sinh trưởng với phổ ánh sáng 400-700 nm, ở hai mức cường độ khác nhau (200 và 800 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Trong đó, diện tích lá (LA) đã tăng từ 52 lên 123 ($\text{cm}^2/\text{cây}$) tương ứng ở hai cường độ trên.

3.3. Đặc điểm cấu trúc bộ rễ

Rễ cây là bộ phận quan trọng giúp cây có thể lấy nước và các chất khoáng hòa tan để cây thực hiện các quá trình sinh lí, trao đổi chất. Các thông số về kích thước của bộ rễ như chiều dài rễ, diện tích rễ hay thể tích rễ... phản ánh khả năng sinh trưởng của cây. Kết quả

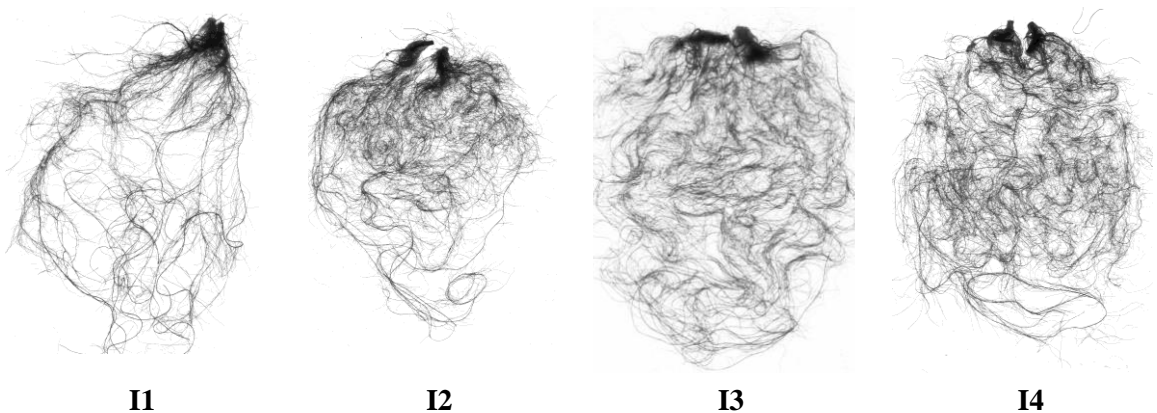
về ảnh hưởng của các cường độ chiếu sáng khác nhau đến cấu trúc bộ rễ của cây cải bó xôi trồng thủy canh được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của các cường độ ánh sáng khác nhau đến cấu trúc bộ rễ cây cải bó xôi trồng thủy canh trong nhà (21 NST)

Công thức ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Tổng chiều dài rễ (cm)	Diện tích theo mặt phẳng (cm^2)	Tổng diện tích bề mặt (cm^2)	Đường kính trung bình (mm)	Thể tích rễ (cm^3)
90 (I1)	1514,5 ^b	30,4 ^b	95,6 ^b	0,201 ^c	0,971 ^c
140 (I2)	2029,2 ^{ab}	50,2 ^a	132,2 ^{ab}	0,248 ^{ab}	1,849 ^b
190 (I3)	2071,4 ^{ab}	52,5 ^a	175,0 ^a	0,289 ^a	2,385 ^a
240 (I4)	2202,9 ^a	52,0 ^a	166,7 ^a	0,235 ^{ab}	1,970 ^{ab}
CV%	13,9	13,8	11,6	9,4	12,87
LSD5%	586,4	17,2	44,4	0,043	0,434

Những trị số trong cùng 1 cột có cùng 1 chữ cái là không có sự sai khác ở mức ý nghĩa $P < 5\%$, theo phân mềm R.

Ở tất cả các thông số về đặc điểm rễ: diện tích tính theo mặt phẳng, tổng diện tích bề mặt, đường kính trung bình và thể tích trung bình là cao nhất ở cường độ ánh sáng I3, thấp nhất là công thức cường độ I1, chỉ trừ chiều dài rễ cao nhất ở công thức với cường độ I4. Xét tổng thể, giữa 3 công thức cường độ I2, I3, I4 sự khác nhau về các thông số chiều dài rễ, diện tích tính theo mặt phẳng, tổng diện tích bề mặt là không có ý nghĩa về mặt thống kê. Thể tích rễ giữa 3 công thức I1, I2, I3 khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%, nhưng không có sự sai khác giữa I3 và I4. Như vậy, có thể thấy rằng kích thước rễ tăng khi cường độ ánh sáng tăng và thể hiện rõ nhất ở thể tích rễ. Mặc dù vậy, khi tăng đến cường độ I4 thì các kích thước của rễ hầu như không tăng và không tìm thấy sự khác biệt giữa I3 và I4, trừ đường kính trung bình như đã nói ở trên (Bảng 1, Hình 3).



Hình 3. Đặc điểm cấu trúc bộ rễ cây cải bó xôi trồng thủy canh trong nhà ở các cường độ ánh sáng khác nhau (21 NST)

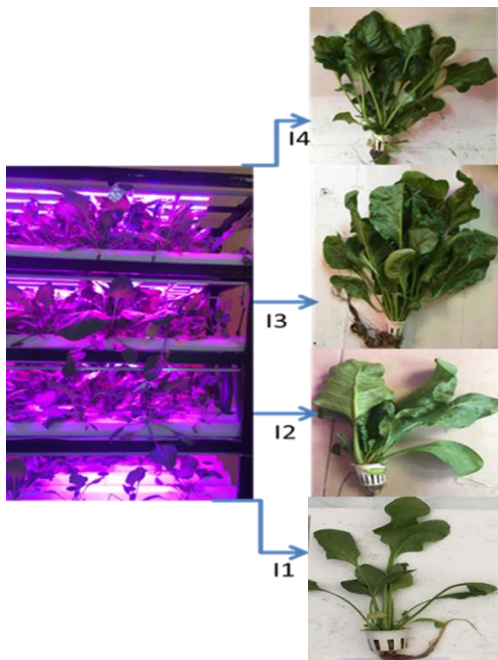
Công thức: I1: $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I2: $140 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I3: $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I4: $240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Kết quả của chúng tôi có đồng nhất với nghiên cứu của Kang et al., (2013) trên cây xà lách với chiều dài rễ lớn nhất ở cường độ $290 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, thấp nhất ở cường độ 200

$\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Tuy nhiên, công thức ở cường độ ánh sáng $290 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ sai khác không có ý nghĩa thống kê so với công thức ở 2 cường độ 230 và $260 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Đồng thời nghiên cứu cũng có nét tương đồng với nghiên cứu của Ma et al., (2018) trên cây đậu tương. Trong đó, chiều dài rễ, thể tích, diện tích bề mặt rễ và trọng lượng khô rễ được tăng lên ở các công thức xử lý ánh sáng kết hợp màu đỏ và màu xanh so với công thức chỉ có ánh sáng trắng hoặc xanh. Chiều dài rễ cao nhất được quan sát thấy trong công thức kết hợp ánh sáng đỏ và xanh với tỉ lệ 5:1. Chiều dài rễ, diện tích bề mặt rễ và đường kính trung bình của rễ tăng lên dưới tác động của ánh sáng hỗn hợp, điều này tương tự với kết quả của Yong et al., (2014). Quan sát này chỉ ra rằng cường độ ánh sáng cũng có thể điều chỉnh cảm ứng của rễ. Cường độ ánh sáng tốt nhất đối với mỗi loại cây trồng khác nhau là khác nhau.

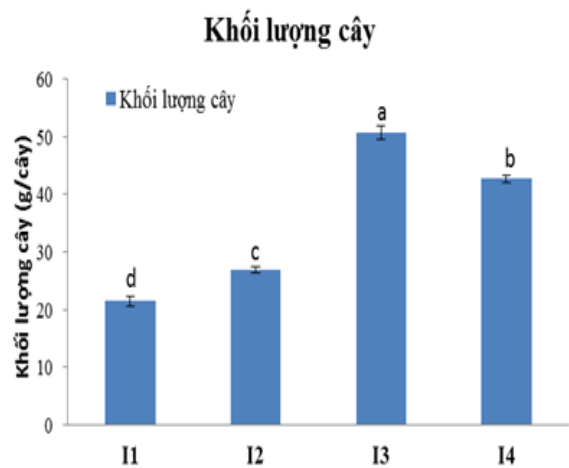
3.5. Năng suất cá thể

Khối lượng tươi của cây cải bó xôi trồng ở 4 cường độ ánh sáng khác nhau có ý nghĩa thống kê. Cao nhất là công thức I3 sau đó là I4, I2 và I1. Trong đó, công thức I3 và I4 cao gấp hơn 2 lần I1 (Hình 4, Hình 5). Kết quả này của chúng tôi có điểm tương đồng với nghiên cứu trước đây của Fan et al., (2013) trên cây cà chua con. Công thức $300 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ và $550 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cho năng suất cá thể cây cà chua cao như nhau về mặt thống kê và cao hơn các công thức còn lại.



Hình 4. Hình ảnh cây cải bó xôi trồng thủy canh ở các cường độ ánh sáng khác nhau (21NST)

Công thức: I1: $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I2: $140 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I3: $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I4: $240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.



Hình 5. Biểu đồ năng suất cá thể của cây cải bó xôi trồng thủy canh ở các cường độ ánh sáng khác nhau (21NST)

Công thức: I1: $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I2: $140 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I3: $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I4: $240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Kết quả này cũng đồng nhất với báo cáo trước đây của Gerovac et al., (2016), khi khối lượng tươi và phần trăm khối lượng khô của tất cả các loài *Brassica* nghiên cứu (su hào tím, cải mizuna và mù tạt) có xu hướng tăng khi cường độ ánh sáng tăng. Cụ thể, khối lượng tươi của mù tạt được trồng theo tỉ lệ ánh sáng R74: G18: B8 và R84: FR7: B9 tăng lần lượt 34% và 19%, khi cường độ ánh sáng tăng từ $105 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ lên $315 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Ngoài ra, khối lượng tươi của cải mizuna tăng 15% khi cường độ ánh sáng tăng từ $105 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ lên $315 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Như vậy kết quả của nghiên cứu cho thấy, việc điều khiển các điều kiện ánh sáng xung quanh bằng đèn LED có thể được thực hiện để cải thiện năng suất, chất lượng dinh dưỡng của rau lá được trồng dưới ánh sáng nhân tạo. Tuy nhiên, mỗi loại cây trồng sinh trưởng tối ưu dưới một ngưỡng cường độ nhất định. Trong số các khoảng cường độ này, cường độ ánh sáng $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ tỏ ra là có hiệu quả tốt nhất cho việc hình thành năng suất của rau cải bó xôi thủy canh.

3.4. Vi sinh vật

Bảng 2. Sự hiện diện của các vi sinh vật trong cây cải bó xôi trồng thủy canh ở các cường độ ánh sáng khác nhau (21NST)

Công thức	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>
I1, I2, I3, I4	Không phát hiện	Không phát hiện

Công thức: I1: $90 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I2: $140 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I3: $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, I4: $240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Rau cải bó xôi có thể ăn sống, vì vậy vấn đề an toàn thực phẩm là rất quan trọng. Nhóm vi khuẩn *E. coli* gây viêm đại tràng xuất huyết đường ruột và hầu hết *Salmonella* gây tiêu chảy kéo dài. Những vi khuẩn này gây bệnh đường tiêu hóa khi ăn phải rau quả không sạch. Không những thế, nhóm vi khuẩn này cũng lây trực tiếp từ người sang người khác qua tay hoặc vật nhiễm phân. Kết quả của chúng tôi cho thấy rau cải bó xôi hoàn toàn không bị nhiễm hai loại vi khuẩn gây bệnh này. Những kết quả này của chúng tôi cũng tương đồng với những nghiên cứu trước đây của Nguyễn Quang Thạch và nnk. (2017) trên cây tía tô xanh Hàn Quốc trồng thủy canh dưới ánh sáng đèn LED. Trong đó, nhóm vi khuẩn *E.coli*, *Salmonella*, trứng giun cũng không được tìm thấy trong các mẫu tía tô thủy canh, chỉ phát hiện *Coliforms* ($1,36 \times 100$ (CFU/g) nhưng hàm lượng này hoàn toàn nằm trong giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn Việt Nam (2×10^2 (CFU/g)).

4. KẾT LUẬN

Cây cải bó xôi trồng thủy canh sinh trưởng tốt hơn khi cường độ ánh sáng tăng, thể hiện qua các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều cao cây, số lá, diện tích lá), cấu trúc rễ cũng như năng suất. Tuy nhiên, ở cường độ I3 ($190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) cho năng suất cá thể cao hơn so với I4 ($240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Trong nghiên cứu này, cường độ ánh sáng $190 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cho hiệu quả hơn cường độ ánh sáng $240 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ở cùng một điều kiện thí nghiệm.

Cây cải bó xôi trồng theo kỹ thuật trên không nhiễm *E. coli* và *Salmonella* là những vi sinh vật gây bệnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chen X. L., Guo W. Z., Xue X. Z., Wang L. C. & Qiao X. J., 2014. Growth and quality responses of 'Green Oak Leaf' lettuce as affected by monochromic or mixed radiation provided by fluorescent lamp (FL) and light-emitting diode (LED). *Scientia Horticulturae*, 172: 168-175.
- Fan X. X., Xu Z. G., Liu X. Y., Tang C. M., Wang L. W. & Han X. L., 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae*, 153: 50-55.
- 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.
- Hoagland D. R., and Arnon D. I., 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California agricultural experiment station, 347(2nd edit).
- 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.
- Ko S. H., Park J. H., Kim S. Y., Lee S. W., Chun S. S. & Park E., 2014. Antioxidant effects of spinach (*Spinacia oleracea* L.) supplementation in hyperlipidemic rats. *Preventive nutrition and food science*, 19 (1): 19.
- Kozai T., 2018. Current Status of Plant Factories with Artificial Lighting (PFALs) and Smart PFALs. *Smart Plant Factory*. Springer.
- Lian M. L., Murthy H. & Paek K. Y., 2002. Effects of light emitting diodes (LEDs) on the in vitro induction and growth of bulblets of Lilium oriental hybrid 'Pesaro'. *Scientia Horticulturae*, 94: 365-370.
- Lu N. & Shimamura S., 2018. Protocols, Issues and Potential Improvements of Current Cultivation Systems. *Smart Plant Factory*. Springer.
- Ma Z., Nian H., Luo S., Ma Q., Cheng Y. & Mu, Y., 2018. Growth responses of soybean (*Glycine max* L.) seedlings as affected by monochromic or mixture radiation provided by light-emitting diode. *IFAC-PapersOnLine*, 51: 770-777.
- Miyagi A., Uchimiya H. & Kawai-Yamada M. 2017. Synergistic effects of light quality, carbon dioxide and nutrients on metabolite compositions of head lettuce under artificial growth conditions mimicking a plant factory. *Food chemistry*, 218: 561-568.
- 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 & PTNT*, 24: 38 - 46.
- Nguyen T., Tran T. & Nguyen Q., 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: 75-90.
- Phan Ngọc Nhí, Ngô Thị Mỹ Hà, Nguyễn Thị Kiều Khuyên & Tống Thị Sa Non, 2016. Ảnh hưởng của loại 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 Thơ*, 170-178.

- 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.
- Terashima I., Fujita T., Inoue T., Chow W. S. & Oguchi R., 2009. Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: revisiting the enigmatic question of why leaves are green. *Plant and cell physiology*, 50: 684-697.
- Xiaoying L., Shirong G., Zhigang X., Xuelei J. & Tezuka T., 2011. Regulation of chloroplast ultrastructure, cross-section anatomy of leaves, and morphology of stomata of cherry tomato by different light irradiations of light-emitting diodes. *HortScience*, 46: 217-221.
- Yong Z., Zhi-Lan Y., Feng Y., Li-Jun Z., Shao-Xian N. & Wen-Yu, Y., 2014. Effects of different light qualities on morphological and photosynthetic physiological parameters of soybean seedlings. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 36(3).

EFFECTS OF RED AND BLUE LED LIGHTS AT VARIED INTENSITIES ON INDOOR, HYDROPONIC SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) GROWTH

Nguyen Thi Phuong Dung^{1,*}, Tran Thi Thanh Huyen²,
Nguyen Thi Thuy¹, Nguyen Quang Thach¹

Abstract: In this study, the effect of four different light intensities (I1-I2-I3-I4: 90-140-190-240 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) (under a combination of red and blue LEDs, spectral ratio: R660/B450 = 4/1) on indoor, hydroponic-cultivated spinach was investigated. The results showed that plant height, leaf number and root parameters increased as light intensity increased. However, there was no difference between I3 and I4 treatments in these parameters. Individual productivity was the highest in the I3 treatment and decreased in the order of I3 > I4 > I2 > I1. Our results suggest that light intensity of 190 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ may be appropriate intensity for growing spinach under research conditions.

Keywords: *Spinacia oleracea*, Individual productivity, light intensity, number of leaves, plant height, root length, root volume.

¹Vietnam National University of Agriculture

²Hanoi National University of Education

*Email: ntpdung@vnua.edu.vn