

ẢNH HƯỞNG CỦA ÁNH SÁNG XANH LỚ ĐẾN SỰ TĂNG TRƯỞNG VÀ TÍCH LŨY FLAVONOID CỦA CÂY HÚNG QUẾ (*Ocimum basilicum* L.) *In Vitro*

Nguyễn Thị Thu Thảo¹, Trần Hoài Nguyên¹, Đỗ Thường Kiệt^{1,2}, Phan Ngô Hoang^{1*}

¹*Khoa Sinh học - Công nghệ sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM*
²*TT Nghiên cứu Ứng dụng Công nghệ cao trong Nông nghiệp, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên*

*Tác giả liên hệ: pnhoang@hcmus.edu.vn

Ngày nhận bài: 24.10.2019

Ngày chấp nhận đăng: 02.04.2020

TÓM TẮT

Cây Húng quế là một loại rau gia vị và dược liệu được trồng phổ biến ở Việt Nam, các hợp chất tạo mùi vị của cây này như phenolics và flavonoid được quan tâm. Nghiên cứu so sánh việc tăng trưởng của cây Húng quế *in vitro* dưới ánh sáng xanh lơ gồm LED 440, 450 hoặc 460nm với đèn huỳnh quang để tìm hiểu sự thay đổi hình thái, sinh khối cây, trao đổi khí trong quang hợp, hàm lượng sắc tố, đường, tinh bột và tích lũy flavonoid ở lá sau 4 tuần. Kết quả, các cây tăng trưởng dưới đèn huỳnh quang hoặc LED 450nm có lóng thân ngắn, nhưng số lá và tổng diện tích lá cao hơn so với cây tăng trưởng dưới LED 440 hay 460nm; sinh khối khô tích lũy ở rễ của tất cả các cây dưới LED xanh đều giảm so với đối chứng. Ánh sáng LED 440 hay 460nm thúc đẩy gia tăng sinh khối khô của thân, trong khi ánh sáng xanh 450nm lại giúp tích lũy sinh khối trong lá. Cường độ quang hợp của lá, hàm lượng chlorophyll a, đường, tinh bột và hàm lượng hợp chất phenol trong lá các cây dưới ánh sáng xanh lơ (440, 450 và 460nm) đều giảm so với đối chứng. Tuy nhiên, ánh sáng 450nm giúp duy trì tỷ lệ chlorophyll a/b, carotenoid và flavonoid trong lá khá cao tương đương so với đối chứng.

Từ khóa: Flavonoid, hợp chất phenol, LED xanh, *Ocimum basilicum* L., quang hợp.

The Effects of Blue Led Light on the Growth and Flavonoid Accumulation of Basil (*Ocimum basilicum* L.) *In Vitro*

ABSTRACT

Basil is widely cultivated in Vietnam and mostly used for spice and medicinal purposes. In this study, *in vitro* basil plants were cultivated under three blue LED light conditions (440, 450, and 460nm, respectively) by using fluorescent lamps as the control. After four weeks, the morphology, biomass, gas exchange in photosynthesis, chlorophyll, total sucrose, starch, phenol compounds and total flavonoid content of the plants were determined. Under the fluorescent light or blue LED of 450nm, the stem height was lower, but the number of leaves was greater, and the total leaf area was higher than those of plants grown under blue LEDs (440 and 460nm). Root dry mass percentage of the plants under blue LEDs decreased compared to that of the control. Blue LED at 440 and 460nm increased the percentage of stem dry mass, whereas blue LED light (450nm) increased the percentage of leaves dry mass. Monochromatic blue light reduced photosynthetic rate, chlorophyll a, sucrose, starch, and phenol compounds content of leaves. However, blue LED light (450nm) maintained the carotenoid and flavonoid contents, chlorophyll a/b ratio in leaves which were rather high in comparison with the fluorescent light of the control.

Keywords: Blue LED, Flavonoids, *Ocimum basilicum* L., phenol compounds, photosynthesis.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây Húng quế (*Ocimum basilicum* L.) có nguồn gốc từ châu Á và châu Phi, ngày nay được trồng phổ biến ở Việt Nam như một loại rau gia

vị. Theo các bài thuốc đông y, những hợp chất thứ cấp như phenol, flavonoid ở loại cây này có ý nghĩa rất cao trong điều trị viêm, ung thư... (Đỗ Tất Lợi, 2004; Cardoso & cs., 2017; Trettel & cs., 2017). Hợp chất thứ cấp thực vật được tổng

hợp từ năng lượng và tiền chất của các quá trình biến dưỡng sơ cấp, đặc biệt, những sản phẩm có nguồn gốc từ quá trình quang hợp. Ánh sáng xanh lơ (bước sóng từ 400-500nm) vừa là nguồn năng lượng cho hoạt động quang hợp, vừa đóng vai trò tín hiệu cho các cử động và quá trình quang phát sinh hình thái của thực vật (Lin & cs., 2013; Bùi Trang Việt, 2016). Việc nghiên cứu tác động của ánh sáng xanh lơ lên quá trình quang hợp, sự tổng hợp các sản phẩm sơ cấp và thứ cấp ngày nay rất được quan tâm bên cạnh một số công bố liên quan trong lĩnh vực này trên vài đối tượng. Tuy nhiên, cho đến gần đây, các nghiên cứu chỉ dừng ở việc tìm hiểu hiệu ứng phối hợp của ánh sáng xanh lơ và đỏ ở các tỷ lệ khác nhau trên thực vật (Pennisi & cs., 2019; Carvalho & cs., 2016; Jensen & cs., 2018; Piovene & cs., 2015; Naznin & cs., 2019). Trong khi đó, vai trò đặc hiệu của ánh sáng xanh lơ ở các bước sóng riêng lẻ khác nhau trên các quá trình sinh lý của thực vật vẫn chưa được làm rõ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm hiểu tác động của ánh sáng LED xanh ở các bước sóng khác nhau lên những biểu hiện hình thái, hoạt động quang hợp, sự tích lũy một số sản phẩm biến dưỡng sơ cấp và thứ cấp ở cây Húng quế *in vitro*.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Cây Húng quế (*Ocimum basilicum* L.) *in vitro* 2 tuần tuổi có nguồn gốc từ hạt, tăng trưởng trên môi trường MS (Murashige & Skoog, 1962) với đa lượng giảm 50%, đường 30 g/L, agar 6 g/L, ở phòng nuôi cấy: 27 ± 2°C, ẩm độ 65 ± 5%, đèn huỳnh quang, cường độ ánh sáng 50 μmol photon/m²/giây, quang kì 12/12 giờ.

2.2. Phương pháp

Khảo sát ảnh hưởng của ánh sáng LED xanh lên cây in vitro. Cây Húng quế *in vitro* 2 tuần tuổi được theo dõi tăng trưởng dưới các nguồn sáng huỳnh quang (đối chứng) hoặc LED xanh ở các bước sóng 440, 450 hoặc 460nm, cường độ ánh sáng 50μmol photon/m²/giây, quang kì 12/12 giờ. Hình thái cây, khối lượng

tươi và khô (KLT, KLK), hàm lượng đường, tinh bột, phenol tổng số và flavonoid trong lá được xác định sau 4 tuần.

Xác định cường độ quang hợp của lá. Các lá ở vị trí thứ 1 (tính từ gốc) của cây *in vitro* sau 4 tuần tăng trưởng dưới các điều kiện chiếu sáng khác nhau được cô lập và xác định cường độ quang hợp bằng máy đo oxygen (nguồn sáng LED trắng, cường độ 50μmol photon/m²/giây, ở nhiệt độ 27°C). Cường độ quang hợp được tính dựa trên sự gia tăng lượng oxygen trong buồng đo theo thời gian (μmol O₂/cm²/phút).

Ly trích và xác định hàm lượng sắc tố: 0,05g lá tươi được nghiền trong 10mL aceton, vortex (1 phút) và ly tâm 4.000 vòng/phút (10 phút), thu dịch nổi; lặp lại 2 lần. Tổng dịch trích được giữ lạnh ở 4°C trong điều kiện tối và xác định mật độ quang ở các bước sóng 470, 646 và 663nm (Spectrophotometer UV-VIS12, MRC), hàm lượng sắc tố trong lá (mg/g_{TLT}) được tính theo công thức của Welburn (1994):

Hàm lượng chlorophyll a (C_a) = 12,21.A663 - 2,81.A646

Hàm lượng chlorophyll b (C_b) = 20,13.A646 - 5,03.A663

Hàm lượng carotene tổng cộng C_{Car} = (1000.A470 - 3,27.C_a - 104.C_b)/198

Trong đó, A663, A646, A470 là các chỉ số OD đo được bằng máy quang phổ trong 10mL dịch chứa sắc tố.

Ly trích, định lượng đường và tinh bột trong lá: 0,05g lá tươi được nghiền trong 20mL ethanol tuyệt đối, đun cách thủy 15 phút và ly tâm với tốc độ 4.000 vòng/phút (5 phút), thu dịch nổi. Phần lắng sau khi ly tâm được lặp lại 2 lần các bước: hòa với 20mL ethanol 80%, đun cách thủy 15 phút, ly tâm 4.000 vòng/phút (5 phút) và thu dịch nổi. Toàn bộ dịch trích được cô cạn, sau đó được thêm nước cất để đủ 50mL. Lấy 1mL dịch pha loãng được thực hiện phản ứng màu với 1mL phenol 5%, 5mL acid sulfuric và đo mật độ quang ở bước sóng 490nm. Hàm lượng đường tổng số (mg/g_{KLK}) trong mẫu được xác định dựa trên đường chuẩn sucrose.

Phần lắng (cặn) sau khi ly tâm (trong phương pháp ly trích đường nêu trên) được sấy

khô ở 70°C, thêm 2mL nước cất và đun cách thủy 15 phút. Hỗn hợp được thêm 2mL HClO₄ 7,2N, vortex, đun cách thủy 15 phút. Sau đó, hỗn hợp được thêm nước cất cho đủ 10mL, ly tâm 4.000 vòng/phút (5 phút) và thu dịch nổi. Phần bã tiếp tục được bổ sung 2mL HClO₄ 4,6N và lặp lại các bước đun cách thủy, ly tâm như trên. Toàn bộ dịch trích được cô cạn còn 5mL, thêm nước cất cho đủ 50mL. Sử dụng 1mL dịch pha loãng này để thực hiện phản ứng màu với 1mL phenol 5% và 5mL axit sulfuric đậm đặc; đo mật độ quang ở bước sóng 490nm. Hàm lượng tinh bột trong mẫu được xác định bằng cách so sánh với đường chuẩn glucose (Coombs & cs., 1987).

Ly trích và định lượng phenol tổng số trong lá: Dùng 0,05g lá tươi được nghiền trong 1mL methanol 70%, đun cách thủy 10 phút ở 70°C, ly tâm 4.000 vòng/phút (5 phút), thu dịch nổi. Phần lắng (cặn) được giữ lại và lặp lại sự ly trích 2 lần. Tổng dịch nổi được định mức 50mL bằng methanol 70%. Sử dụng 0,4mL dịch trích và bổ sung 1mL Folin 10%, 1mL nước cất, 1,6mL Na₂CO₃ 7,5%, ủ hỗn hợp trong tối (30 phút) và đo mật độ quang ở bước sóng 765nm. Hàm lượng phenol tổng số trong mẫu được xác định dựa trên đường chuẩn axit galic (Baba & Malik, 2015).

Ly trích và định lượng flavonoid tổng số: Mẫu lá được sấy khô hoàn toàn và bảo quản trong bình hút ẩm, lấy 0,01g lá khô nghiền trong

1mL ethanol 80%, gia nhiệt bằng lò vi sóng từ 3 đến 5 giây (60–65°C), ly tâm 4.000 vòng/phút (5 phút), thu dịch nổi. Phần lắng (cặn) được lặp lại sự ly trích 2 lần. Tất cả dịch trích được chuyển qua đĩa petri và cô cạn, cặn được hòa tan trong 10mL methanol tuyệt đối. Lượng flavonoid trong mẫu được thể hiện thông qua giá trị OD ở bước sóng 257nm (Victório & cs., 2009).

Xử lý số liệu: Tất cả các thí nghiệm được lặp lại với 5 mẫu/ thí nghiệm. Số liệu ghi nhận từ các thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm Microsoft Office Excel 2010 và thống kê bằng chương trình SPSS 20.0 cho Windows. Sự phân hạng, chia nhóm theo công thức Duncan dựa trên những khác biệt có ý nghĩa ở mức p = 0,05 (p: probability) được biểu hiện bằng các mẫu tự khác nhau kèm theo sau số trung bình.

3. KẾT QUẢ

3.1. Ảnh hưởng của ánh sáng LED xanh lên sự tăng trưởng cây Húng quế *in vitro*

Về hình thái, cây Húng quế *in vitro* tăng trưởng dưới ánh sáng huỳnh quang và ánh sáng xanh 450nm có thân thấp hơn, nhưng số lá/cây nhiều và tổng diện tích lá lớn hơn rõ rệt so với nhóm cây dưới ánh sáng xanh 440 và 460nm (Bảng 1, Hình 1).



Hình 1. Cây Húng quế *in vitro* sau 4 tuần tăng trưởng dưới các nguồn sáng huỳnh quang (A), LED xanh 440 (B), 450 (C) và 460nm (D)

Bảng 1. Chiều cao cây, số cặp lá và tổng diện tích lá cây sau 4 tuần

Nghiệm thức	Chiều cao cây (cm)	Số cặp lá	Tổng diện tích lá (cm ²)
Huỳnh quang	4,5 ^{bc} ± 0,4	5,0 ^a ± 0,0	9,5 ^a ± 0,0
Xanh _{440nm}	8,3 ^a ± 0,4	4,0 ^b ± 0,0	6,2 ^b ± 0,0
Xanh _{450nm}	4,5 ^c ± 0,5	5,0 ^a ± 0,0	10,4 ^a ± 0,2
Xanh _{460nm}	8,0 ^a ± 0,0	4,0 ^b ± 0,0	7,3 ^b ± 0,2

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

Bảng 2. Khối lượng tươi cây Húng quế *in vitro* sau 4 tuần

Nghiệm thức	Khối lượng tươi (mg)			
	Rễ	Thân	Lá	Cả cây
Huỳnh quang	99,0 ^a ± 9,2	52,8 ^a ± 4,6	162,0 ^a ± 9,3	313,8 ^a ± 17,4
Xanh _{440nm}	37,7 ^b ± 3,7	59,5 ^a ± 5,2	100,6 ^b ± 4,8	197,8 ^b ± 13,1
Xanh _{450nm}	31,0 ^b ± 3,2	27,0 ^b ± 3,7	94,1 ^b ± 7,1	152,2 ^c ± 16,0
Xanh _{460nm}	23,3 ^b ± 3,3	53,6 ^a ± 3,9	103,3 ^b ± 9,3	180,3 ^{bc} ± 16,3

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

Bảng 3. Khối lượng khô cây Húng quế *in vitro* sau 4 tuần

Nghiệm thức	Khối lượng khô (mg)			
	Rễ	Thân	Lá	cả cây
Huỳnh quang	10,9 ^a ± 1,2	10,2 ^a ± 0,7	28,1 ^a ± 1,3	49,2 ^a ± 2,6
Xanh _{440nm}	4,2 ^b ± 0,4	8,6 ^{ab} ± 0,4	15,0 ^b ± 0,9	27,7 ^b ± 1,4
Xanh _{450nm}	3,6 ^b ± 0,3	4,6 ^c ± 0,5	14,0 ^b ± 1,0	22,2 ^b ± 1,6
Xanh _{460nm}	3,3 ^b ± 0,4	8,1 ^b ± 0,8	14,9 ^b ± 1,7	26,8 ^b ± 2,8

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

Bảng 4. Tỷ lệ phần trăm sinh khối khô của rễ, thân, lá so với cả cây sau 4 tuần

Nghiệm thức	Phần trăm sinh khối khô (%)		
	Rễ	Thân	Lá
Huỳnh quang	21,9 ^a ± 1,5	20,8 ^b ± 1,2	57,3 ^b ± 1,8
Xanh _{440nm}	14,9 ^b ± 1,2	31,2 ^a ± 1,2	53,9 ^b ± 1,4
Xanh _{450nm}	16,3 ^b ± 1,1	20,8 ^b ± 1,1	63,0 ^a ± 1,1
Xanh _{460nm}	12,4 ^b ± 0,6	31,0 ^a ± 0,7	56,7 ^b ± 0,9

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

Sau 4 tuần, khối lượng tươi và khô của các cây tăng trưởng dưới ánh sáng xanh ở các bước sóng khác nhau đều giảm so với các cây dưới ánh sáng huỳnh quang ở cùng cường độ 50μmol photon/m²/giây (Bảng 2 và 3). Dưới ánh sáng xanh ở tất cả các bước sóng, các cây đều giảm khối

lượng và tỷ lệ sinh khối khô của rễ so với đối chứng huỳnh quang. Ánh sáng LED xanh 440 và 460nm thúc đẩy sự tăng mạnh khối lượng khô của thân, trong khi ánh sáng LED xanh 450nm giúp tăng mạnh phần trăm khối lượng khô của lá so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 2, 3 và 4).

Ảnh hưởng của ánh sáng xanh lơ đến sự tăng trưởng và tích lũy flavonoid của cây húng quế (*Ocimum basilicum* L.) *in vitro*

3.2. Ảnh hưởng của ánh sáng LED xanh trên quang hợp của lá cây Húng quế *in vitro*

Các lá ở vị trí thứ 1 (tính từ gốc), sau 4 tuần tăng trưởng dưới ánh sáng xanh 440, 450 hay 460nm có cường độ quang hợp tương đương nhau và đều giảm mạnh so với đối chứng (Bảng 5).

Hàm lượng chlorophyll a trong lá cây sau 4 tuần tăng trưởng dưới các ánh sáng xanh đều giảm so với lá của cây dưới đèn huỳnh quang. Đặc biệt, lá của các cây dưới ánh sáng LED xanh 450nm có hàm lượng chlorophyll a giảm mạnh nhưng hàm lượng carotenoid và tỷ lệ chlorophyll a/b vẫn được duy trì tương đương so với đối chứng. Trong khi đó, hàm lượng carotenoid và tỷ lệ chlorophyll a/b trong lá của

cây dưới ánh sáng LED xanh 440 hay 460nm lại giảm so với đối chứng (Bảng 6).

3.3. Ảnh hưởng của ánh sáng LED xanh lên sự tích lũy các hợp chất sơ cấp và thứ cấp ở lá

Hàm lượng đường và tinh bột trong lá của cây sau 4 tuần tăng trưởng dưới đèn huỳnh quang (đối chứng) đều cao hơn so với các cây dưới ánh sáng LED xanh. Dưới ánh sáng LED 450nm, các cây có hàm lượng phenol tổng số trong lá giảm nhưng hàm lượng flavonoid cao tương đương so với cây đối chứng. Trong khi đó, dưới LED 440 hay 460nm lại làm giảm cả hàm lượng phenol tổng số và flavonoid trong lá so với đối chứng (Bảng 7).

Bảng 5. Cường độ quang hợp của lá cây Húng quế *in vitro* sau 4 tuần

Nghiệm thức	Cường độ quang hợp ($\mu\text{mol O}_2/\text{m}^2/\text{giờ}$)
Huỳnh quang	5,5 ^a ± 0,7
Xanh 440nm	2,5 ^b ± 0,3
Xanh 450nm	1,4 ^b ± 0,3
Xanh 460nm	2,0 ^b ± 0,3

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

Bảng 6. Hàm lượng sắc tố và tỷ lệ chlorophyll a/b trong lá cây sau 4 tuần

Nghiệm thức	Hàm lượng sắc tố (mg/g TLT)			Tỷ lệ Chlorophyll a/b
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoid	
Huỳnh quang	14,76 ^a ± 0,24	1,64 ^{ab} ± 0,01	4,56 ^a ± 0,09	8,97 ^a ± 0,11
Xanh 440nm	11,93 ^c ± 0,12	1,66 ^{ab} ± 0,02	4,14 ^b ± 0,10	7,19 ^b ± 0,08
Xanh 450nm	13,63 ^b ± 0,11	1,52 ^b ± 0,05	4,54 ^a ± 0,11	9,03 ^a ± 0,27
Xanh 460nm	11,91 ^c ± 0,08	1,75 ^a ± 0,05	4,14 ^b ± 0,21	6,83 ^b ± 0,17

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

Bảng 7. Hàm lượng đường, tinh bột, phenol tổng số và flavonoid trong lá sau 4 tuần

Nghiệm thức	Hàm lượng (mg/g TLT)		Hàm lượng phenol tổng số ($\mu\text{g/g TLT}$)	Flavonoid (giá trị OD ₂₅₇)
	Đường	Tinh bột		
Huỳnh quang	23,75 ^a ± 2,64	99,31 ^a ± 7,56	30,03 ^a ± 2,24	0,96 ^a ± 0,08
Xanh 440nm	16,03 ^b ± 0,38	41,38 ^c ± 3,45	16,00 ^b ± 1,61	0,75 ^b ± 0,04
Xanh 450nm	19,38 ^b ± 1,06	70,01 ^b ± 5,45	19,17 ^b ± 1,67	0,85 ^{ab} ± 0,04
Xanh 460nm	18,30 ^b ± 0,34	56,47 ^c ± 5,55	16,14 ^b ± 2,42	0,80 ^b ± 0,04

Ghi chú: Các số trung bình trong các cột với các mẫu tự khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

4. THẢO LUẬN

Về mặt hình thái, cây Húng quế *in vitro* sau 4 tuần tăng trưởng dưới LED xanh ở các bước sóng 440, 450, 460nm đều có những biểu hiện khác biệt và có thể phân thành hai nhóm: nhóm cây dưới ánh sáng 450nm có kiểu tăng trưởng tương tự các cây đối chứng và nhóm có thân cao hơn, ít cặp lá, tổng diện tích lá nhỏ (dưới ánh sáng 440 và 460nm) (Hình 1 và Bảng 1). Theo công bố từ một số nghiên cứu cho thấy ánh sáng xanh 450nm có tác động cản sự kéo dài lông ở cây hoa cúc (Shimizu & cs., 2006); ở *Sinapsis alba*, khi xử lý ánh sáng xanh từ 0,75-2 ngày hoặc bổ sung ánh sáng xanh ở 16 μ mol photon/m²/giây, trong 11 ngày vào điều kiện đèn cao áp sodium (cường độ 280 μ mol photon/m²/giây) đã gây cản mạnh sự kéo dài lông thân cây mầm (Casal & Smith, 1989). Trong nghiên cứu này, dưới ánh sáng 450nm, các cây Húng quế có lông thân ngắn, nhiều lá tương tự đối chứng, trong khi dưới nguồn sáng 440 hay 460nm, các cây có xu hướng kéo dài lông thân và số lá ít hơn.

Về sinh khối, so với ánh sáng huỳnh quang, ánh sáng xanh ở các bước sóng 440, 450 và 460nm đều làm giảm khối lượng tươi và khô (giảm khoảng 50%) của toàn cây, đặc biệt là sự sụt giảm mạnh sinh khối của rễ (từ 63% đến 77%). Theo Takemiya & cs. (2005), ở *Arabidopsis alba*, ánh sáng xanh 470 ở cường độ 0,1 μ mol photon/m²/giây đã tương tác với các thể nhận ánh sáng phototropin 1 và 5 để giúp cây gia tăng sinh khối (Suetsugu & cs., 2014). Phototropin thường được tạo ra nhiều ở tế bào khí khổng giúp thực vật đáp ứng với ánh sáng xanh điều tiết độ mở khí khổng. Ở cây đậu, trong khoảng bước sóng 275 đến 459nm với cường độ thấp từ 0,18 đến 1 μ mol photon/m²/giây giúp bão hòa độ mở khí khổng. Eisinger & cs. (2000) cho rằng, tùy loại bước sóng, hiệu ứng này có thể khác nhau về ngưỡng tác động. Ở Húng quế, các cây chịu ảnh hưởng của ánh sáng 440 và 460nm gia tăng tỷ lệ chất khô hoặc giảm mạnh sự trữ nước trong thân, trong khi hiện tượng này lại xảy ra ở lá đối với các cây chịu tác động từ nguồn ánh sáng 450nm. Kết quả này cho thấy, có thể ánh sáng xanh 450nm làm mất nước nhanh ở lá thông qua sự mở khí khổng nhiều hơn

so với các cây dưới nguồn ánh sáng xanh khác. Nghiệm thức ánh sáng xanh 440 hay 460nm, tỷ lệ chất khô ở thân cao hơn ánh sáng xanh 450nm và đối chứng, như thế ánh sáng xanh 450nm có tác động giúp tích lũy vật chất trong lá, trong khi nhóm ánh sáng xanh còn lại có xu hướng giúp hợp chất hữu cơ, chất thô tổng cộng dịch chuyển và tích trữ trong thân cây. Tác động khác nhau của ánh sáng xanh lên sự tích lũy sinh khối khô như đã nêu trên hoàn toàn phù hợp với sự biến đổi hình thái của cây khi tăng trưởng dưới ánh sáng ở các bước sóng khác nhau (440, 450 hoặc 460nm).

Sản phẩm quang hợp là một trong những yếu tố quyết định hiệu suất tăng trưởng và phát triển ở thực vật. Ở thực vật bậc cao, ánh sáng đỏ, xanh lơ ảnh hưởng đến quá trình quang hợp rõ rệt nhất. Sắc tố đóng vai trò quan trọng trong khả năng hấp thu chọn lọc ánh sáng, do đó ánh sáng sẽ không trực tiếp được chlorophyll a hấp thu để phóng thích điện tử (e-) vào chuỗi quang hợp mà được hệ thống sắc tố phụ trong phức hợp nhận ánh sáng hấp thu để năng lượng ánh sáng giảm dần khi đi qua hệ thống lọc của sắc tố (Bùi Trang Việt, 2016). Cây Húng quế sau 4 tuần tăng trưởng trong điều kiện chỉ có ánh sáng đơn sắc xanh đều có cường độ quang hợp giảm so với cây dưới đèn huỳnh quang, sự giảm hàm lượng chlorophyll a trong lá của cây dưới ánh sáng đơn sắc xanh cùng với sự thiếu các ánh sáng với bước sóng khác (đặc biệt là ánh sáng đỏ) có thể là nguyên nhân dẫn đến sự giảm cường độ quang hợp của lá. Trong khi đó, ánh sáng xanh 450nm lại giúp duy trì hàm lượng carotenoid và tỷ lệ chlorophyll a/b không giảm so với huỳnh quang, như vậy trong điều kiện ánh sáng với cường độ thấp, cây tăng trưởng dưới ánh sáng 450nm có khả năng thích nghi tốt hơn các cây dưới ánh sáng 440 hay 460nm.

Trong nghiên cứu này, cây Húng quế *in vitro* dưới ánh sáng huỳnh quang có hàm lượng đường và tinh bột cao hơn các cây tăng trưởng dưới ánh sáng LED xanh, tương tự như giá trị sinh khối. Do bị giảm hàm lượng chlorophyll a ở cây dưới tác động của nguồn sáng LED xanh trong thời gian dài dẫn đến sự giảm cường độ quang hợp của lá là nguyên nhân dẫn đến sự

thiếu hụt năng lượng và cơ chất cho quá trình sinh tổng hợp, tích lũy đường và tinh bột ở lá của cây. Wang & cs (2016) cũng ghi nhận được kết quả tương tự khi nghiên cứu tác động của ánh sáng đơn sắc xanh và đỏ trên cây xà lách *Lactuca sativa*.

Theo Roberts & Paul (2016), sự thay đổi chất lượng nguồn sáng ảnh hưởng đến sự phát triển, hình thái, sinh lý và sự tổng hợp các hợp chất thứ cấp. Đối với cây Húng quế *in vitro*, ánh sáng xanh 440 hay 460nm làm giảm hàm lượng phenol tổng số và flavonoid trong lá so với các cây tăng trưởng dưới ánh sáng huỳnh quang. Ánh sáng xanh 450nm tuy làm giảm hàm lượng phenol tổng số nhưng lại duy trì hàm lượng flavonoid ở mức cao trong lá tương đương so với cây dưới ánh sáng huỳnh quang. Như vậy, ánh sáng xanh 450nm có vai trò duy trì sự tổng hợp và tích lũy flavonoid, sự tích lũy flavonoid giúp lá được bảo vệ, tăng sự thích nghi trong điều kiện chỉ có ánh sáng xanh 450nm trong một thời gian dài. Kết quả tương tự với các nghiên cứu trước đây ở cây Trường sinh (Nascimento & cs., 2012), cây Đậu Đũa và Đậu Cove (Khatab & El-Khawas, 2007).

5. KẾT LUẬN

Các cây tăng trưởng dưới ánh sáng huỳnh quang và LED xanh 450nm không tăng chiều cao cây nhưng vẫn ổn định số lá và tổng diện tích lá so với các cây dưới LED 440 và 460nm. Tỷ lệ sinh khối khô ở rễ giảm so với đối chứng nhưng các cây dưới ánh sáng xanh 440 và 460nm có phần trăm sinh khối khô ở thân tăng cao; ngược lại các cây dưới ánh sáng 450nm lại tập trung gia tăng tỷ lệ sinh khối khô ở lá. Ánh sáng LED xanh làm giảm cường độ quang hợp lá, giảm hàm lượng chlorophyll a, đường tổng số, tinh bột tổng số, và lượng phenol tổng số trong lá so với đối chứng. Tuy nhiên, ánh sáng 450nm giúp duy trì hàm lượng carotenoid, tỷ lệ chlorophyll a/b, hàm lượng flavonoid trong lá cao tương đương với cây đối chứng. Từ các kết quả trên, ánh sáng LED xanh 450nm được xem là đóng vai trò quan trọng trong sự tập trung

năng lượng phát triển bộ lá và trong sự tích lũy flavonoid của lá ở cây Húng quế *in vitro*.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn nguồn kinh phí hỗ trợ từ đề tài C2017-18-13 do ĐHQG-HCM cấp; các phòng thí nghiệm tại Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng Công nghệ cao trong Nông nghiệp (RCHAA) và phòng thí nghiệm Sinh lý thực vật, Khoa Sinh học - Công nghệ sinh học thuộc Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Baba S. A. & Malik S. A. (2015). Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *Journal of Taibah University for Science*. 9: 449-454.
- Bùi Trang Việt (2016). Sinh lý thực vật đại cương. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh. 753tr.
- Casal J. & Smith H. (1989). Effects of blue light pretreatments on internode extension growth in mustard seedlings after the transition to darkness: Analysis of the interaction with phytochrome. *Journal of Experimental Botany*. 40(217): 893-899.
- Carvalho S.D., Schwieterman M.L., Abrahan C.E., Colquhoun T.A. & Folta K.M. (2016). Light quality dependent changes in morphology, antioxidant capacity, and volatile production in sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Frontiers in plant science*. 7: 1328.
- Cardoso N.N.R., Alviano C.S., Blank A.F., Arrigoni-Blank M.D.F., Romanos M.T.V., Cunha M.M.L., Silva A.J.R.D. & Alviano D.S. (2017). Anticryptococcal activity of ethanol crude extract and hexane fraction from *Ocimum basilicum* var. Maria bonita: mechanisms of action and synergism with amphotericin B and *Ocimum basilicum* essential oil. *Pharmaceutical Biology*. 55(1): 1380-1388.
- Coombs J., Hind G., Leegood R.C., Tieszen L.L. & Vonshak A. (1987). Techniques in bioproductivity and photosynthesis. In: Measurement of starch and sucrose in leaves. Pergamon press. 169p.
- Đỗ Tất Lợi (2004). Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam. Nhà xuất bản Y học, Hà Nội. 1274tr.
- Eisinger W., Swartz T.E., Bogomolni R.A. & Taiz L. (2000). The ultraviolet action spectrum for stomatal opening in broad bean. *Plant Physiology*. 122(1): 99-106.

- Jensen N.B., Clausen M.R. & Kjaer K.H. (2018). Spectral quality of supplemental LED grow light permanently alters stomatal functioning and chilling tolerance in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Scientia Horticulturae*. 227: 38-47.
- Khatab H. & El-Khawas S. (2007). Comparative studies on the effects of different light qualities on *Vigna sinensis* L. and *Phaseolus vulgaris* L. seedlings. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. (3): 790-798.
- Lin K.H., Huang M.Y., Huang W.D., Hsu M.H., Yang Z.W. & Yang C.M. (2013). The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Scientia Horticulturae*. 150: 86-91.
- Nascimento L.B.S., Leal-Costa M.V., Coutinho, Marcela M.A.S., Moreira N.S., Lage C.L.S., & Barbi N.S., Costa S. S. & Tavares E.S. (2012). Increased antioxidant activity and changes in phenolic profile of *Kalanchoe pinnata* (Lamarck) Persoon (Crassulaceae) specimens grown under supplemental blue light. *Photochemistry and photobiology*. 89(2): 391-399.
- Naznin M.T., Lefsrud M., Gravel V. & Azad M.O.K. (2019). Blue light added with Red LEDs enhance growth characteristics, pigments content, and antioxidant capacity in lettuce, spinach, kale, basil, and sweet pepper in a controlled environment. *Plants*. 8(4): 93.
- Murashige T. & Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with Tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*. 15: 473-497.
- Pennisi G., Blasioli S., Cellini A., Maia L., Crepaldi A., Braschi I., Spinelli F., Nicola S., Fernandez J.A., Stanghellini C., Marcellis L.F., Orsini F. & Gianquinto G. (2019). Unravelling the role of red: blue LED lights on resource use efficiency and nutritional properties of indoor grown sweet basil. *Frontiers in plant science*. 10: 305.
- Piovene C., Orsini F., Bosi S., Sanoubar R., Bregola V., Dinelli G. & Gianquinto G. (2015). Optimal red: blue ratio in led lighting for nutraceutical indoor horticulture. *Scientia Horticulturae*. 193: 202-208.
- Roberts M.R. & Paul N.D. (2006). Seduced by the dark side: integrating molecular and ecological perspectives on the influence of light on plant defence against pests and pathogens. *New Phytologist*. 170(4): 677-699.
- Shimizu H., Ma Z., Douzono M., Tazawa S., Runkle E.S. & Heins R.D. (2006). Blue light inhibits stem elongation of chrysanthemum. *Acta Horticulturae*. 711: 363-367.
- Suetsugu N., Takami T., Ebisu Y., Watanabe H., Iiboshi C., Doi M. & Shimazaki K. (2014). Guard cell chloroplasts are essential for blue light-dependent stomatal opening in Arabidopsis. *PLoS one*. 9(9): e108374.
- Takemiya A., Inoue S., Doi M., Kinoshita T. & Shimazaki K. (2005). Phototropins promote plant growth in response to blue light in low light environments. *The Plant cell*. 17(4): 1120-1127.
- Trettel J.R., Gazim Z.C., Gonçalves J.E., Stracieri J. & Magalhães H.M. (2017). Volatile essential oil chemical composition of basil (*Ocimum basilicum* L. 'Green') cultivated in a greenhouse and micropropagated on a culture medium containing copper sulfate. *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. pp. 1-10.
- Victório C.P., Lage C.L.S. & Kuster R.M. (2009). Flavonoids extraction from *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt et Smith leaves using different procedures. *Eclética Química*. 35: 35-40.
- Wang J., Lu W., Tong Y. & Yang Q. (2016). Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to different ratios of red Light to blue light. *Frontiers in Plant Science*. 7, article 250.
- Wellburn A.R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*. 144(3): 307-313.