

Nghiên cứu ứng dụng ánh sáng LED trong sản xuất cây giống một số loại hoa cúc tại Hà Nội

Đỗ Thị Gấm^{1*}, Hoàng Thị Huyền², Đỗ Tiến Phát², Phạm Bích Ngọc², Nguyễn Văn Thao¹, Phan Thị Lan Anh¹, Nguyễn Thị Thu¹, Hoàng Thị Thu Linh¹, Đinh Thị Thảo², Nguyễn Thị Hồng Hà², Nguyễn Thị Thu Hiền², Chu Hoàng Hà², Phan Hồng Khôi¹

¹Trung tâm Phát triển Công nghệ cao, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Công nghệ Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 22/4/2022; ngày chuyển phản biện 26/4/2022; ngày nhận phản biện 17/5/2022; ngày chấp nhận đăng 20/5/2022

Tóm tắt:

Hoa cúc là loài cây có giá trị thương phẩm cao, chiếm một tỷ trọng lớn trong tổng sản lượng hoa cắt cành xuất khẩu tại Việt Nam. Thực tế cho thấy nhu cầu về giống cây hoa cúc là vô cùng lớn. Cây hoa cúc có đặc tính cây ngày ngắn, luôn yêu cầu chiếu sáng bổ sung trong giai đoạn nhân giống cấp 2 tại thời điểm vụ thu đông. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng ứng dụng đèn LED nông nghiệp tiết kiệm năng lượng thay thế các kiểu đèn truyền thống trong nhân giống cấp 2 một số giống cây hoa cúc tại Hà Nội. Kết quả cho thấy, kiểu đèn LED B3R7 660 nm (LED xanh 450 nm và LED đỏ 660 nm phối hợp theo tỷ lệ 7:3) là phù hợp nhất đối với quá trình nhân giống cấp 2 trong vườn ươm trên 3 giống hoa cúc được khảo sát là: Pha lê (*Chrysanthemum indicum* yellow), Kim cương (*C. morifolium* cv Kim Cương) và Farm (*C. morifolium* Hibiki). Kiểu đèn LED này đều cho hiệu suất nhân chồi cao hơn so với đèn compact (lần lượt là 67,91, 18,47 và 26,89% tương ứng với các giống cúc Pha lê, Kim cương và Farm), đồng thời chất lượng cây giống được đánh giá là tương đương với cây cúc nuôi trồng dưới đèn compact. Hiệu quả tiết kiệm điện của mô hình sử dụng ánh sáng LED đạt khoảng 55,21% so với đèn compact.

Từ khóa: cúc Farm, cúc Kim cương, cúc Pha lê, đèn LED nông nghiệp, nhân giống hoa cúc, sản xuất cây giống.

Chỉ số phân loại: 4.1

1. Đặt vấn đề

Hoa cúc được sử dụng trong nhiều hoạt động sống thường ngày của người dân và một lượng lớn hoa cúc cắt cành được sử dụng cho mục đích xuất khẩu. Hoa cúc là cây ngày ngắn có khả năng ra hoa tự nhiên trong điều kiện thời gian ban ngày ngắn hơn ban đêm. Do đó, để có thể thuận lợi canh tác cây hoa cúc quanh năm nhằm đáp ứng nhu cầu nội địa cũng như xuất khẩu, chiếu sáng điều khiển quang chu kỳ là giai đoạn xử lý quan trọng đối với canh tác hoa cúc thương phẩm. Xử lý ánh sáng đặc biệt cần thiết đối với quá trình nhân giống bằng giâm hom trong các nhà ươm. Phương pháp xử lý ánh sáng thường được sử dụng là kéo dài thời gian chiếu sáng trong ngày bằng cách chiếu sáng bổ sung với bóng đèn sợi đốt hay compact. Tuy nhiên, những loại đèn này đều có nhược điểm là hao tốn điện năng, độ bền thấp hoặc chứa nhiều thành phần gây hại cho môi trường, chi phí duy trì cao. Do đó, các thiết bị chiếu sáng tiên tiến như đèn LED nông nghiệp với nhiều ưu điểm: kích thước nhỏ, tuổi thọ cao, tiết kiệm điện năng, bước sóng xác định và có thể phối hợp với nhau theo các tỷ lệ khác theo nhu cầu của người sử dụng... đang được quan tâm nghiên cứu, khảo sát nhằm đưa vào thay thế các loại đèn truyền thống như: sợi đốt (khoảng 300-1400 nm) hay compact (khoảng 320-730 nm).

*Tác giả liên hệ: Email: honggam@htd.vast.vn

Đèn LED đã được minh chứng có hiệu quả hỗ trợ sinh trưởng của một số đối tượng thực vật trong giai đoạn nhân giống *in vitro* và hoàn toàn có tiềm năng thay thế các loại đèn truyền thống trong các phòng nuôi cấy mô. Các nghiên cứu chỉ ra đèn LED không chỉ ảnh hưởng đến hình thái cây *in vitro* mà còn đặc biệt tác động đến hiệu quả nhân nhanh cũng như tỷ lệ tạo cây hoàn chỉnh ở các đối tượng nghiên cứu [1-5]. Nghiên cứu của T.N. Duong và cs (2009) [6] đã cho thấy, cây hoa cúc thể hiện khả năng sinh trưởng nhanh hơn khi nuôi cấy dưới ánh sáng LED khi so sánh với đèn huỳnh quang được sử dụng rộng rãi trong các phòng nuôi cấy mô. Gần đây, A.S. Zakrzewska và F.A. Pradita (2021) [7] đã tiến hành đánh giá ảnh hưởng của một số phổ ánh sáng LED đến khả năng ra rễ của ngọn giâm hoa cúc giống (*Chrysanthemum* × *grandiflorum* Ramat./ Kitam.). Kết quả cho thấy, mỗi điều kiện chiếu sáng có tác động khác nhau đến sinh trưởng cũng như khả năng ra rễ của ngọn giâm. Ánh sáng LED xanh lam (450 nm) có ảnh hưởng lớn nhất đến chiều cao của ngọn giâm, trong khi điều kiện kết hợp LED đỏ với xanh lam cho chỉ số diện tích SPAD là cao nhất với chiều dài rễ là lớn nhất. Việc kết hợp ánh sáng LED trắng và xanh lam cũng có tác động tích cực đến quá trình ra rễ cũng như sinh trưởng của chồi [7]. Mặc dù vậy, ảnh hưởng của ánh sáng LED đến các giai đoạn khác nhau của quy trình nhân giống theo phương pháp giâm hom cũng như hiệu quả sản xuất giống vẫn chưa được nhóm tác giả đánh giá.

Study on the application of LED lighting in seedling production of some chrysanthemum varieties in Hanoi

Thi Gam Do^{1*}, Thi Huyen Hoang², Tien Phat Do²,
Bich Ngoc Pham², Van Thao Nguyen¹, Thi Lan Anh Phan¹,
Thi Thu Nguyen¹, Thi Thu Linh Hoang¹, Thi Thao Dinh²,
Thi Hong Ha Nguyen², Thi Thu Hien Nguyen²,
Hoang Ha Chu², Hong Khoi Phan¹

¹High Technology Development Center, Vietnam Academy of Science and Technology,
18 Hoang Quoc Viet, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam.

²Institute of Biotechnology, Vietnam Academy of Science and Technology,
18 Hoang Quoc Viet, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

Received 22 April 2022; revised 17 May 2022; accepted 20 May 2022

Abstract:

Chrysanthemum is a high commercial value plant, which is accounted for a large proportion of the total export of cut flowers in Vietnam. Therefore, the demand for seedling plants is very high. As a short-day plant, chrysanthemum requires supplemental lighting during the 2nd propagation stage in the autumn-winter period. This study aimed to evaluate the applicability of energy-saving LED lights to replace traditional lights in the propagation of some chrysanthemum varieties in Hanoi. The results show that the B3R7 660 nm LED (450 nm blue LED and 660 nm red LED combined in the ratio 7:3) was the most suitable for the 2nd propagation process in the greenhouse of 3 varieties (Pha le *Chrysanthemum indicum* yellow, Kim cuong *C. morifolium* cv Kim Cuong and Farm *C. morifolium* Hibiki). Plants grown under this LED light had a higher shoot multiplication efficiency than those under compact lamps (67.91, 18.47, and 26.89% respectively for Pha le, Kim cuong and Farm). Besides, the quality of seedlings is equivalent to chrysanthemums grown under compact lights. The power-saving efficiency when using LED light was approximate lower 55.21% compared to compact lamps.

Keywords: chrysanthemum breeding, Farm, Kim cuong, LED light, Pha le chrysanthemum, seedling production.

Classification number: 4.1

Tính đến thời điểm hiện tại, mặc dù đã có nhiều nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của ánh sáng LED đến hiệu quả nhân giống giai đoạn *in vitro* được thực hiện trong nước và trên thế giới, nhưng nghiên cứu ảnh hưởng của đèn LED đến quá trình sản xuất giống hoa cúc ở giai đoạn vườn ươm, từ giai đoạn nhân chồi đến giâm hom vẫn chưa được thực hiện. Do đó, chúng tôi thực hiện nghiên cứu này với mục đích khảo sát ảnh hưởng của ánh sáng LED đến hiệu quả sản xuất cây giống của một số giống hoa cúc phục vụ cho sản xuất hoa thương phẩm.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

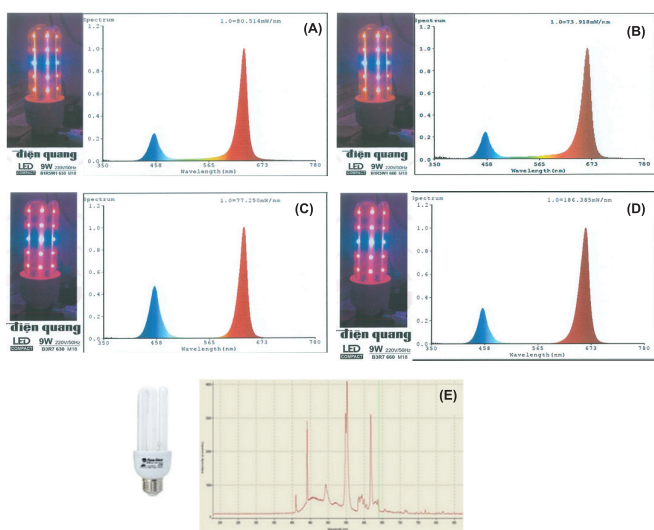
Các giống hoa cúc có nguồn gốc từ bộ sưu tầm giống hoa cúc được lưu giữ tại Phòng Công nghệ tế bào thực vật, Viện Công nghệ Sinh học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam. Các giống hoa nghiên cứu bao gồm: Kim cuong, Pha lê (<http://csdl.prc.org.vn/>) và Farm. Cây *in vitro* được chuyển lên bầu đất giá thể và tập huấn thích nghi với điều kiện tự nhiên 1 tuần trước khi chuyển sang giai đoạn nhân giống cấp 2 trong vườn ươm thông qua phương pháp giâm ngọn. Thí nghiệm được tiến hành tại vùng trồng hoa cúc của phường Cổ Nhuế, quận Bắc Từ Liêm, TP Hà Nội.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp chăm sóc và thu ngọn cúc giống: Cây giống sau khi huấn luyện thích nghi được trồng trên luống đất với khoảng cách cây cách cây 15 cm. Số lượng cây mẹ/giống cúc/công thức thí nghiệm là 200. Sau khi trồng 30 ngày, tiến hành bấm tia ngọn chính để tạo điều kiện cho chồi bên phát triển. Sau khi ngắt ngọn chính 25 ngày, tiến hành thu chồi bên và giâm ngọn ra bầu giá thể. Thực hiện thu ngọn giống 3 lần sau khi ngắt chồi chính, mỗi lần thu ngọn cách nhau 25 ngày. Sau mỗi lần thu ngọn, tiến hành bón thúc với phân bón NPK 30-10-10, liều lượng bón là 200 kg/ha [8]. Nghiên cứu bố trí 3 ô thí nghiệm/điều kiện chiếu sáng/giống, được tiến hành từ tháng 8/2019 đến hết tháng 12/2019 tại Trại thực nghiệm sinh học Cổ Nhuế, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.

Phương pháp giâm ngọn cây hoa cúc: Tiến hành ngắt ngọn khi các chồi bên có khoảng 3-4 lá, chiều dài 5-7 cm. Sau khi ngắt ngọn tiến hành bón thúc giữa các lần ngắt để cung cấp dinh dưỡng cho cây mẹ. Ngọn hoa cúc sau khi ngắt được xử lý với chế phẩm kích thích ra rễ N3M (thành phần: N 11%, P₂O₅ 3%, K₂O₅ 2,5%, B, Cu, Zn...) và giâm vào bầu đất. Bầu cây con được ươm trong bóng râm khoảng 5-7 ngày để hạn chế thoát hơi nước trên bề mặt lá, khi cây con phát sinh rễ mới thì chuyển sang nuôi dưới các điều kiện chiếu sáng bổ sung đến khi cây con đủ tiêu chuẩn cây giống xuất vườn [8].

Điều kiện xử lý chiếu sáng bổ sung: Từ những kết quả thu nhận trước đây trong quá trình nhân giống trong giai đoạn *in vitro* [9], 2 tỷ lệ đèn LED nông nghiệp phối hợp LED B3R7 và B1R5W1 (hình 1, bảng 1) được lựa chọn cho giai đoạn nhân giống cấp 2 theo phương pháp giâm ngọn. Phổ chiếu sáng của chip LED đỏ trong ma trận phối hợp cũng được khảo sát ở 2 bước sóng khác nhau là 630 và 660 nm. Thực hiện chiếu sáng 8 giờ/ngày (từ 20 giờ đến 4 giờ sáng) với các kiểu đèn LED được thể hiện như ở hình 1 và bảng 1. Các đèn chiếu sáng được mắc dọc theo chiều dài luống đất với khoảng cách từ mặt đất đến đèn đạt 2,0 m; đèn cách đèn 3,0 m. Các kiểu đèn LED nông nghiệp được đơn vị phối hợp thực hiện đề tài là của Công ty Cổ phần bóng đèn Điện Quang sản xuất theo yêu cầu thiết kế của nhóm nghiên cứu.



Hình 1. Hình ảnh các loại kiểu đèn và phổ sóng của đèn sử dụng trong thí nghiệm. (A) Đèn B1R5W1 630 nm; **(B)** Đèn B1R5W1 660 nm; **(C)** Đèn B3R7 630 nm; **(D)** Đèn B3R7 660 nm; **(E)** Đèn compact vàng.

Bảng 1. Đặc điểm các kiểu đèn sử dụng trong thí nghiệm.

Ký hiệu đèn	Đặc điểm phổ	Công suất (W)
Compact	Ánh sáng compact vàng (320-730 nm)	20
B1R5W1 630 nm	LED xanh (450 nm), đỏ (630 nm) và trắng ấm (380-780 nm, 3500 K) phối hợp với nhau theo tỷ lệ 1:5:1	9
B1R5W1 660 nm	LED xanh (450 nm), đỏ (660 nm) và trắng ấm (380-780 nm, 3500 K) phối hợp với nhau theo tỷ lệ 1:5:1	9
B3R7 630 nm	LED xanh (450 nm) và đỏ (630 nm) phối hợp với nhau theo tỷ lệ 3:7	9
B3R7 660 nm	LED xanh (450 nm) và đỏ (660 nm) phối hợp với nhau theo tỷ lệ 3:7	9

Các chỉ tiêu theo dõi: Hiệu quả của hệ thống chiếu sáng được đánh giá thông qua hiệu suất nhân chồi so với đèn compact (công thức 1) và chất lượng cây giống. Chất lượng cây giống được đánh giá thông qua: tỷ lệ sống sót, chiều cao cây giống trung bình, số rễ cũng như chiều dài rễ tạo thành. Thời điểm thu mẫu được tiến hành trước khi thu ngọn giống lần 1, 2 và 3.

$$\text{Hiệu suất nhân chồi} = (\text{TSC}_{\text{LED}} - \text{TSC}_{\text{compact}}) / \text{TSC}_{\text{compact}} \times 100 (\%)$$

trong đó: TSC: tổng số chồi; $\text{TSC}_{\text{LED/compact}}$: tổng số chồi trung bình thu được ở các điều kiện chiếu sáng LED hoặc compact sau 3 lần thu ngọn giống ở 2 lần lặp tháng 9 và 10/2019.

Phương pháp thu mẫu và xử lý số liệu: Mẫu cây hoa cúc được thu thập tại 3 ô thí nghiệm lặp lại của mỗi giống cúc ở các điều kiện chiếu sáng khác nhau tại 2 lô khảo nghiệm tiến hành vào tháng 9 và 11/2019 theo quy chuẩn QCVN 01-89:2012/BNNT về khảo nghiệm tính khác biệt, tính đồng nhất và tính ổn định của giống hoa cúc. Số liệu được xử lý với phần mềm Microsoft excel 2007 và Statgraphic XV theo phương pháp Duncan với $\alpha=0,05$.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng đến hiệu quả nhân giống vô tính cây hoa cúc

Sau khi cắt tỉa ngọn cây gốc, cây hoa cúc tiếp tục phát sinh chồi bên. Kết quả khảo sát cho thấy, sau mỗi lần tiến hành thu ngọn, số lượng chồi mới phát sinh đều tăng 1-2 chồi/cây so với thời điểm thu mẫu trước (bảng 2). Đặc biệt, các điều kiện đèn LED nông nghiệp đều cho tổng số chồi tạo thành/cây mẹ cao hơn so với đèn compact (hình 2A). Kết quả sau 3 lần tiến hành ngắt ngọn cho thấy, hiệu quả nhân chồi ở giống cúc Pha lê tốt nhất là ở đèn LED B3R7 660 nm (tổng số chồi trung bình thu nhận được là $11,25 \pm 2,4$ /cây mẹ). Kết quả thu nhận được cũng tương đương với những công bố trước đây về ứng dụng ánh sáng LED trong nhân giống cây hoa cúc *in vitro*. Nghiên cứu của B.N. Nguyen và cs (2012) [10] cho thấy, điều kiện chiếu sáng 70% LED đỏ với 30% LED xanh là tỷ lệ phù hợp cho sự tái sinh chồi trực tiếp từ mẫu lá với số lượng chồi/mẫu trung bình đạt 4,6. Khả năng cảm ứng phát sinh chồi của đèn LED cũng được ghi nhận trên hệ thống nuôi cấy lớp mỏng tế bào (TCL) với hệ số phát sinh chồi là 5,25 [10]. Như vậy có thể thấy, mặc dù điều kiện, phương pháp nuôi cấy khác nhau, cây hoa cúc có thể xuất hiện phản ứng tương tự nhau khi chịu sự ảnh hưởng bởi điều kiện chiếu sáng tương đồng.

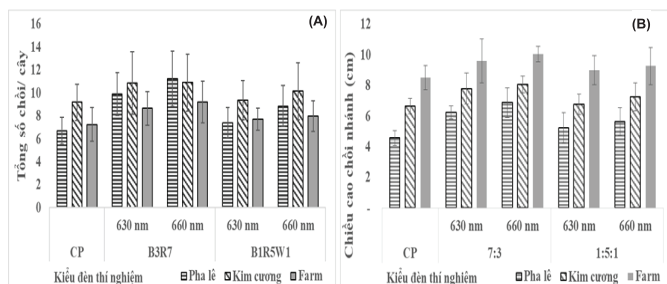
Bảng 2. Ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng đến số lượng chồi tạo thành/cây mẹ ở các giống cây hoa cúc trong các lần thu ngọn.

Lần thu ngọn	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Hiệu suất nhân chồi (%)	% hiệu suất nhân chồi của đèn LED tăng so với đèn compact
Pha lê					
Compact	1,51 $\pm$ 0,5	2,40 $\pm$ 0,92	2,80 $\pm$ 0,51	100	
B3R7 630 nm	2,11 $\pm$ 0,98	3,45 $\pm$ 1,16	4,45 $\pm$ 1,12	147,76	47,76
B3R7 660 nm	2,02 $\pm$ 0,3	4,45 $\pm$ 2,18	4,70 $\pm$ 1,35	167,91	67,91
B1R5W1 630 nm	1,71 $\pm$ 0,46	2,75 $\pm$ 0,99	2,95 $\pm$ 0,59	110,44	10,44
B1R5W1 660 nm	1,95 $\pm$ 0,22	3,35 $\pm$ 1,56	3,55 $\pm$ 0,86	132,08	32,08
Kim cương					
Compact	2,20 $\pm$ 0,98	3,65 $\pm$ 1,28	3,80 $\pm$ 0,87	100	
B3R7 630 nm	2,70 $\pm$ 0,71	3,85 $\pm$ 1,15	5,30 $\pm$ 1,27	117,93	17,93
B3R7 660 nm	2,85 $\pm$ 0,73	4,30 $\pm$ 2,08	5,45 $\pm$ 1,66	118,47	18,47
B1R5W1 630 nm	2,40 $\pm$ 0,49	3,60 $\pm$ 1,80	3,90 $\pm$ 0,99	101,63	1,63
B1R5W1 660 nm	2,45 $\pm$ 0,50	3,70 $\pm$ 1,55	4,05 $\pm$ 1,20	110,32	10,32
Farm					
Compact	1,90 $\pm$ 0,30	2,45 $\pm$ 1,20	2,90 $\pm$ 0,73	100	
B3R7 630 nm	2,00 $\pm$ 0,51	3,10 $\pm$ 1,26	3,55 $\pm$ 0,82	119,31	19,31
B3R7 660 nm	2,15 $\pm$ 0,36	3,35 $\pm$ 1,31	3,70 $\pm$ 1,01	126,89	26,89
B1R5W1 630 nm	1,95 $\pm$ 0,22	2,90 $\pm$ 0,70	3,15 $\pm$ 0,96	110,34	10,34
B1R5W1 660 nm	1,95 $\pm$ 0,22	2,70 $\pm$ 0,71	3,05 $\pm$ 0,58	106,20	6,20

*: giá trị trung bình và sai số của các ô lặp lại thí nghiệm của mỗi giống cúc nghiên cứu.

Các đèn compact, LED B3R7 630 nm, B1R5W1 660 nm, B1R5W1 630 nm cho tổng số chồi trung bình sau 3 lần ngắt ngọn lần lượt là $6,7 \pm 1,17$, $9,9 \pm 1,86$, $8,85 \pm 1,79$ và $7,4 \pm 1,31$ /cây mẹ.

Kết quả tương tự cũng được ghi nhận ở giống hoa cúc Farm. Các cây hoa cúc Farm dưới điều kiện ánh sáng LED B3R7 660 nm có tổng số chồi trung bình/cây thu được xấp xỉ $9,2 \pm 1,81$ (hình 2A), cao nhất trong các kiểu đèn khảo sát. Mặt khác, mặc dù không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê về hiệu suất nhân chồi của giống cúc Kim cương dưới các điều kiện chiếu sáng LED, số lượng chồi tạo thành/cây mẹ đều cao hơn so với các cây sinh trưởng dưới đèn compact truyền thống (320-730 nm) (hình 2A).



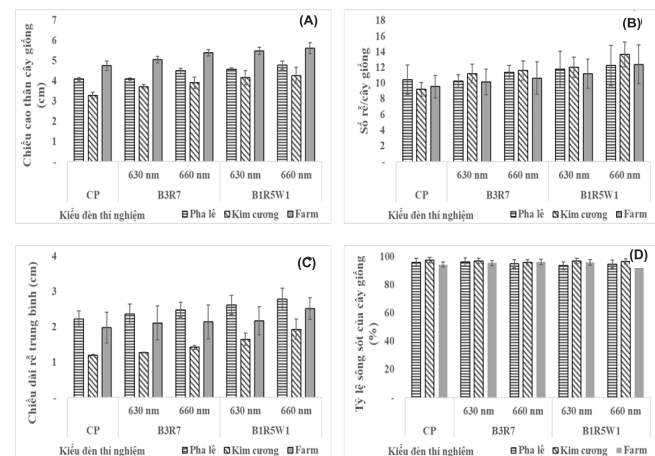
Hình 2. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng đến tổng số chồi tạo thành/cây mẹ (A) và chiều cao chồi nhánh tạo thành (B) ở các giống hoa cúc Pha lê, Kim cương và Farm sau 3 lần thu ngọn. CP: compact.

Từ những kết quả thu được sau 2 lần tiến hành thí nghiệm, chúng tôi nhận thấy ánh sáng LED có khả năng phát sinh chồi mới cao hơn so với đèn compact ở cả 3 giống hoa cúc được khảo sát. Đèn LED B3R7 660 nm có hiệu quả cảm ứng phát sinh chồi mới là tốt nhất trong các kiểu đèn LED khảo sát, dao động 18,47-67,91% tùy vào từng giống cúc (bảng 2). Trong khi đó, cây hoa cúc sinh trưởng dưới điều kiện ánh sáng LED B1R5W1 có hiệu suất thấp hơn so với LED B3R7. Đặc biệt, các kiểu đèn sử dụng ánh đỏ bước sóng 630 nm đều có hiệu suất nhân chồi thấp hơn so với ánh sáng đỏ bước sóng 660 nm.

Ánh sáng cũng có ảnh hưởng tới chiều cao ngọn hoa cúc phát sinh. Nhìn chung, các cây hoa cúc nuôi dưới các điều kiện ánh sáng LED B3R7 đều có chiều cao chồi lớn hơn so với các kiểu đèn còn lại (hình 2B). Tuy nhiên, để đảm bảo tính khách quan của thí nghiệm, các chồi hoa cúc được cắt tỉa về cùng một chiều cao (4 cm) trước khi tiến hành giâm ngọn. Ngọn cúc sau khi ngắt được giâm vào bầu đất và giữ trong bóng râm 1 tuần để cây hồi phục trước khi tiếp tục nuôi dưới các điều kiện chiếu sáng để tạo cây giống hoàn chỉnh.

3.2. Ảnh hưởng của ánh sáng LED đến sinh trưởng của cây giống hoa cúc

Sau giâm 5-7 ngày rễ cây tươi trở lại, điều này chứng tỏ rễ đã bắt đầu phát triển có thể tự hút nước và dinh dưỡng để nuôi ngọn giâm. Kết quả khảo sát cho thấy, các cây hoa cúc nuôi trồng dưới điều kiện ánh sáng LED đều có tỷ lệ cây sống sót cao tương đương với điều kiện đèn compact đối chứng (dao động 93,5-97,33%, tùy theo giống cúc) (hình 3). Tuy nhiên, điều kiện chiếu sáng khác nhau ảnh hưởng đến một số đặc điểm hình thái của cây giống như: chiều cao thân hay số lượng rễ phát sinh.

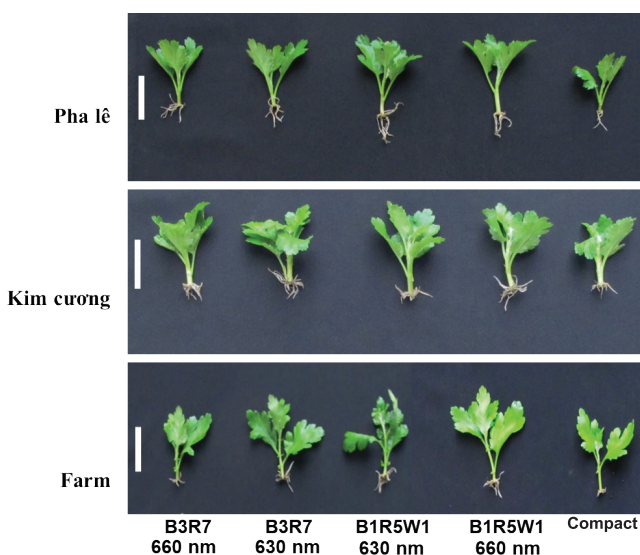


Hình 3. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng đến chất lượng cây giống hoa cúc. (A) Chiều cao trung bình cây giống; (B) Số rễ tạo thành/cây giống; (C) Chiều dài rễ trung bình; (D) Tỷ lệ sống sót của cây giống ở các điều kiện chiếu sáng khác nhau.

Kết quả sau 25 ngày giâm cho thấy, các cây hoa cúc Kim cương ở công thức được chiếu sáng bằng đèn LED B1R5W1 630 nm và B1R5W1 660 nm có chiều cao thân trung bình là lớn nhất. Chiều cao trung bình của các ngọn giâm đạt $4,16 \pm 0,36$ và $4,27 \pm 0,39$ cm ở 2 loại đèn này. Đối với giống hoa cúc Pha lê, chiều cao chồi trung bình đạt $4,58 \pm 0,2$ và $4,79 \pm 0,06$ cm. Chiều cao chồi lớn nhất cũng thu được tại 2 kiểu đèn LED B1R5W1 660 nm và B1R5W1 630 nm ở các cây hoa cúc Farm. Trong khi đó, chiều cao thân của các cây hoa cúc nuôi trồng dưới kiểu đèn compact lần lượt là 3,28, 4,09 và 4,75 cm ở các giống cúc Kim cương, Pha lê và Farm.

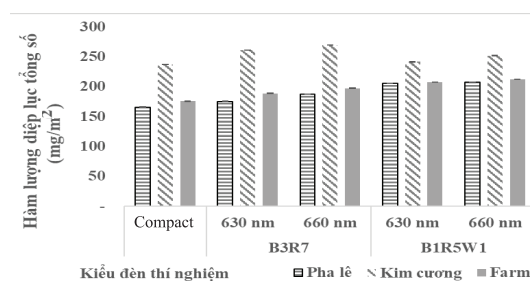
Số rễ tạo thành/cây cũng như chiều dài rễ trung bình tại thời điểm 25 ngày sau khi giâm của các cây hoa cúc sinh trưởng dưới ánh sáng các LED B1R5W1 đều tốt hơn so với đèn compact truyền thống (hình 3B, 3C và hình 4). Bổ sung ánh sáng trắng âm trong phổ ánh sáng cũng cho hiệu quả cảm ứng phát sinh rễ ở một số đối tượng cây như Sâm dây (*Codonopsis* sp.) hay hoa Đồng tiền (*Gerbera* sp.) trong giai đoạn nhân giống *in vitro* [1, 2, 8] (bảng 1). S. Olschowski

và cs (2016) [11] đã đưa ra kết luận, ánh sáng kết hợp LED đỏ với xanh và trắng có khả năng kích thích sự phát triển của ngọn giâm cây hoa Chuông (*Calibrachoa*). Kết quả cho thấy, các chồi cây nuôi trồng dưới điều kiện chiếu sáng này có khối lượng khô của bộ rễ và diện tích lá tương đương với cây nuôi trồng dưới bóng đèn cao áp natri và có thể ứng dụng thay thế đèn cao áp này trong sản xuất cây hoa Chuông cảnh [11]. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu thực tế cho thấy không có sai khác có ý nghĩa thống kê ở các chỉ tiêu chiều cao cây hay chiều dài rễ khi so sánh giữa các cây hoa cúc sinh trưởng dưới điều kiện chiếu sáng LED B3R7 và B1R5W1 ở cùng bước sóng đỏ 630 hoặc 660 nm (hình 3 và 4).



Hình 4. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng khác nhau lên cây giống hoa cúc Pha lê, Kim cương và Farm tại thời điểm 25 ngày sau khi tiến hành giâm ngọn. 1 bar = 5 cm.

Không chỉ ảnh hưởng đến hình thái, sinh trưởng của cây giống, các điều kiện chiếu sáng khác nhau cũng tác động đến hàm lượng sắc tố quang hợp tích lũy. Kết quả cho thấy, các cây giống hoa cúc trồng dưới điều kiện ánh sáng LED đều có hàm lượng diệp lục tích lũy cao hơn so với cây sinh trưởng dưới ánh đèn compact (hình 5). Nhìn chung, cây hoa cúc sinh trưởng dưới các điều kiện đèn LED B3R7 có hàm lượng diệp lục tổng số cao hơn so với B1R5W1. Ngoài ra, kết hợp ánh sáng đỏ ở bước sóng 660 nm cũng cho hiệu quả cảm ứng sinh tổng hợp diệp lục tốt hơn so với bước sóng 630 nm. Hiện tượng tăng tích lũy diệp lục có thể là một trong những nguyên nhân gián tiếp dẫn tới các cây hoa cúc nuôi trồng dưới các điều kiện đèn LED có khả năng sinh trưởng tốt hơn so với compact thông qua tăng cường tích lũy các sản phẩm từ quá trình quang hợp.



Hình 5. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng khác nhau lên hàm lượng diệp lục tổng số tích lũy ở cây giống hoa cúc Pha lê, Kim cương và Farm tại thời điểm 25 ngày sau khi tiến hành giâm ngọn.

3.3. Hiệu quả tiết kiệm điện năng của mô hình sử dụng đèn LED

Nhằm đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng của đèn LED chuyên dụng, tổng lượng điện năng sử dụng cho mô hình đèn LED B3R7 660 nm và compact được ghi nhận thông qua 2 công tơ điện độc lập dưới điều kiện sử dụng cùng một loại dây điện và phương thức mắc đèn như nhau cho 60 đèn (tương đương số lượng đèn cho diện tích 500 m²). Chu kỳ sản xuất cây giống từ giai đoạn cây *in vitro* lên luống đến thời điểm thu cây giống cuối cùng kéo dài khoảng 4 tháng. Kết quả cho thấy, tổng lượng điện năng tiêu thụ sau 4 tháng ở mô hình chiếu sáng LED là 544,32 kW, trong khi đó ở mô hình sử dụng đèn compact là 1212,36 kW. Như vậy, hiệu quả tiết kiệm năng lượng lên đến 55,21%. Kết quả được thu nhận dưới điều kiện thí nghiệm ở diện tích nhỏ chưa thể phản ánh đúng tiềm năng tiết kiệm năng lượng thực tế. Tuy nhiên, nếu các vùng canh tác thực hiện chuyển đổi từ đèn compact, sợi đốt sang đèn LED tổng lượng điện năng tiêu thụ/vùng cũng như chi phí năng lượng sẽ giảm hơn so với phương thức chiếu sáng truyền thống.

4. Kết luận

Ánh sáng LED đỏ với bước sóng 660 nm trong bản ma trận chip LED có hiệu quả cảm ứng phát sinh chồi cũng như kích thích sự phát triển của cây giống tốt hơn so với ánh sáng LED đỏ bước sóng 630 nm.

Hiệu quả nhân chồi của các cây hoa cúc sinh trưởng dưới ánh sáng LED B3R7 660 nm là tốt nhất trong các kiểu đèn khảo sát. Hiệu suất nhân chồi đạt được cao hơn lần lượt 67,91, 18,47 và 26,89% so với điều kiện đèn compact ở các giống hoa cúc Pha lê, Kim cương và Farm.

Đèn LED B1R5W1 660 nm có số lượng rễ tạo thành nhiều hơn nhưng không có sai khác có ý nghĩa thống kê ở các chỉ tiêu chiều cao cây giống, chiều dài rễ cây giống so với đèn LED B3R7 660 nm. Cây giống sinh trưởng dưới các điều kiện chiếu sáng LED B1R5W1 660 nm và LED

B3R7 660 nm đều có chiều cao thân cũng như số lượng rễ, chiều dài rễ tương đương hoặc tốt hơn so với cây sinh trưởng dưới kiểu đèn compact.

Hiệu năng tiết kiệm điện ở mô hình sử dụng đèn LED B3R7 660 nm vào khoảng 55,21% so với mô hình sử dụng đèn compact truyền thống. Do đó, để đồng bộ hệ thống trong khi triển khai ứng dụng thực tiễn, các vườn ươm có thể sử dụng kiểu đèn LED B3R7 660 nm trong quy trình nhân giống từ giai đoạn *in vitro* đến sản xuất giống cấp 2 trong vườn ươm nhằm đem lại hiệu quả cao hơn với chi phí điện năng thấp hơn so với đèn compact đang được sử dụng rộng rãi hiện nay.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài “Nghiên cứu phát triển và triển khai ứng dụng các mô hình chiếu sáng điều khiển quang chu kỳ bằng đèn LED chuyên dụng nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất hoa cúc thương mại tại khu vực Tây Nguyên” (mã số TN18/C08) thuộc Chương trình khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội vùng Tây Nguyên giai đoạn 2016-2020 đã cung cấp kinh phí, thiết bị, vật liệu để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] K.H. Nguyen, B.N. Pham, T.T.H. Nguyen, et al. (2016), “Study on the effects of led light on physiological and morphological characteristics of dang shen (*Codonopsis sp.*) growth in *in vitro* condition”, *Biology Magazine*, **38**(2), pp.220-227, DOI:10.15625/0866-7160/v38n2.7106 (in Vietnamese).

[2] T.G. Do, B.N. Pham, K.H. Nguyen, et al. (2017), “Effect of led light on *in vitro* growth and development of *Anoectochilus roxburghii*”, *Journal of Biotechnology*, **15**(1), pp.97-104, DOI:10.15625/1811-4989/15/1/12324 (in Vietnamese).

[3] S.D. Gupta, B. Jatothu (2013), “Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis”, *Plant Biotechnol. Rep.*, **7**(3), pp.211-220, DOI: 10.1007/s11816-013-0277-0.

[4] J.B.B. Jericó, M.E. Eduardo, C. Humberto, et al. (2016), “Effect of LED light quality on *in vitro* shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews)”, *African J. Biotechnol.*, **15**(8), pp.272-277, DOI:10.5897/AJB2015.14662.

[5] N. Yeh, J.P. Chung (2009), “High brightness LEDs energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **13**(8), pp.2175-2180, DOI: 10.1016/j.rser.2009.01.027.

[6] T.N. Duong, B.N. Nguyen (2009), “Effects of monochromatic lighting system on the growth and development of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* CV. “Button”) cultured *in vitro*”, *Journal of Biotechnology*, **7**(1), pp.93-100 (in Vietnamese).

[7] A.S. Zakrzewska, F.A. Pradita (2021), “Effect of colour of light on rooting cuttings and subsequent growth of Chrysanthemum (*Chrysanthemum × grandiflorum* Ramat./Kitam.)”, *Agriculture*, **11**(7), DOI: 10.3390/agriculture11070671.

[8] T.K.L. Nguyen, D.T. Le, X.L. Nguyen (2012), *Techniques and Care of Chrysanthemum Plants*, Agricultural publisher, 52p (in Vietnamese).

[9] H.K. Phan (2016), “Research and develop LED lighting technology to serve agriculture in the Central Highlands”, *Summary Report on Project Code TN3/C09 Under The Science and Technology Program to Serve Socio-Economic Development in The Central Highlands Region (Code TN3/C09)* (in Vietnamese).

[10] B.N. Nguyen, D.L. Nguyen, T.N. Duong (2012), “Effects of explant type and monochromatic lighting system on the ability to regenerate chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. CV. “JIMBA”) shoots cultured *in vitro*”, *Science and Technology Magazine*, **50**(6), pp.593-604 (in Vietnamese).

[11] S. Olschowski, E.M. Geiger, J.V. Herrmann, et al. (2016), “Effects of red, blue, and white LED irradiation on root and shoot development of *Calibrachoa* cuttings in comparison to high pressure sodium lamps”, *Acta Hort.*, **1134**, pp.245-250, DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1134.33.