

ẢNH HƯỞNG CỦA ÁNH SÁNG ĐÈN LED BỔ SUNG VÀO BAN ĐÊM LÊN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN TRÊN BA GIỐNG CÚC (ĐÓA VÀNG, SAPPHIRE VÀ KIM CƯƠNG) ĐƯỢC TRỒNG TRONG NHÀ KÍNH

**Nguyễn Bá Nam¹, Lê Thị Thanh², Lê Thị Thanh Trà³, Vũ Quốc Luận¹,
Nguyễn Đình Lâm⁴, Dương Tấn Nhựt^{1,*}**

¹*Viện Nghiên cứu Khoa học Tây Nguyên, Viện HLKHN, Tp. Đà Lạt*

²*Trung Tâm Tư vấn và Phát triển công nghiệp, sở Công Thương, Tp. Đà Lạt*

³*Trường Cao Đẳng Nghề Đà Lạt, Tp. Đà Lạt*

⁴*Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Nghiệp Miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh*

*Email: duongtannhut@gmail.com

TÓM TẮT

Công nghệ chế tạo đèn LED đã phát triển một cách nhanh chóng trong thời gian gần đây. Từ đó, chúng trở thành công cụ hữu ích cho những nghiên cứu tìm hiểu tác động của quang phổ đến sự sinh trưởng, phát triển của thực vật và có khả năng ứng dụng trong canh tác thương mại. Lợi thế lớn nhất khi sử dụng đèn LED là có thể chọn lựa bước sóng phù hợp với sự sinh trưởng và phát triển cho từng đối tượng cây trồng, qua đó giúp gia tăng năng suất tối đa của sản phẩm nông nghiệp, trong đó, chú ý nhất là ánh sáng từ LED xanh và LED đỏ. Trong nghiên cứu này, đèn LED với sự phối trộn giữa hai LED xanh và LED đỏ với các tỉ lệ lần lượt: 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh được sử dụng để chiếu sáng bổ sung vào ban đêm nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của chúng lên sự sinh trưởng và phát triển của ba giống Cúc (Đóa vàng, Sapphire và Kim cương) được trồng trong nhà kính. Đèn compact 3U được sử dụng làm nghiệm thức đối chứng. Kết quả cho thấy, tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc giống Sapphire và Kim cương, trong khi đó, tỉ lệ 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc giống Đóa vàng. Kết quả này có thể khẳng định, đèn LED thích hợp để thay thế đèn compact 3U trong việc chiếu sáng cây Cúc trồng trong nhà kính.

Từ khóa: cây hoa Cúc, đèn LED, đèn compact 3U, nhà kính, sự sinh trưởng và phát triển.

1. GIỚI THIỆU

Cúc là cây hoa có giá trị kinh tế quan trọng trong ngành công nghiệp hoa cắt cành (sau cây hoa Hồng) [1]. Trong tự nhiên, Cúc thường ra hoa vào mùa thu bởi thời gian ban ngày ngắn hơn ban đêm. Dựa vào đặc điểm này, ánh sáng nhân tạo đã được sử dụng để cung cấp thêm thời gian

chiếu sáng vào ban đêm nhằm ức chế quá trình ra hoa thông qua đó điều khiển được thời gian ra hoa. Khi nghiên cứu ảnh hưởng của ánh sáng tới cây hoa Cúc, các tác giả Yulian và cộng sự [2] đưa ra kết luận Cúc là cây ngày ngắn, ưa sáng và đêm ưa lạnh. Thời kỳ đầu cây non mới ra rễ, cây cần ít ánh sáng, trong quá trình sinh trưởng, ánh sáng quá mạnh cũng sẽ làm cho cây chậm lớn và chất lượng hoa giảm. Quang chu kỳ ảnh hưởng đến quá trình ra hoa Cúc: khi thời gian chiếu sáng bằng hoặc ngắn hơn độ dài chiếu sáng tới hạn (11 giờ/ngày-đêm) thì hình thành mầm hoa và nụ, khi thời gian chiếu sáng dài hơn độ dài chiếu sáng tới hạn thì không thể hình thành mầm hoa. Quang chu kỳ cũng ảnh hưởng đến chất lượng hoa Cúc: giai đoạn sinh trưởng cây cần ánh sáng ngày dài trên 13 giờ, thời kỳ phân hóa mầm hoa cây cần ánh sáng ngày ngắn từ 10 - 11 giờ/ngày-đêm thì chất lượng hoa Cúc tốt nhất [3]. Do đó, phải bổ sung nguồn sáng trong khoảng 30 ngày sau khi cây giống được trồng, theo tập quán truyền thống của nông dân, khi xuống giống được 3 ngày, nhà vườn sẽ tắt điện mỗi đêm khoảng 5 - 6 giờ liên tục trong 25 - 30 ngày để tránh Cúc “đóng nụ” sớm khi cây chưa đạt độ cao cần thiết.

Trước đây, bóng đèn sợi đốt (60 W) được sử dụng là nguồn cung cấp ánh sáng nhân tạo để chiếu sáng cho cây Cúc trong hoạt động sản xuất hoa Cúc. Hiện nay, bóng đèn compact 3U (20 W) được thay thế cho bóng đèn sợi đốt và tiết kiệm được 2/3 điện năng tiêu thụ cho mỗi bóng. Tuy nhiên, đèn LED (10 W) chứa các bước sóng mong muốn có thể điều khiển được quá trình ra hoa, đang trở thành nguồn chiếu sáng lý tưởng trong nông nghiệp đặc biệt trong ngành công nghiệp hoa Cúc cắt cành. So với đèn compact 3U, đèn LED đã tiết kiệm đến 1/2 năng lượng tiêu thụ cho mỗi bóng. Đèn LED được ứng dụng trong nông nghiệp ở nhiều nước trên thế giới. Tuy nhiên, cho đến nay, ứng dụng của ánh sáng đèn LED trong nghiên cứu sinh trưởng và phát triển của cây Cúc chủ yếu thực hiện trong giai đoạn nhân giống *in vitro*. Kim và đồng tác giả [4] nghiên cứu sự sinh trưởng của chồi, sự kéo dài đốt thân, tốc độ quang hợp và đặc điểm khí khổng của cây Cúc nuôi cây *in vitro* dưới các vùng quang phổ khác nhau của đèn LED. Kurilcik và đồng tác giả [5] nghiên cứu ảnh hưởng của đèn LED lên sự phát sinh hình thái của chồi Cúc nuôi cây *in vitro*. Nhựt và Nam [6] đã nghiên cứu sự sinh trưởng và phát triển của chồi Cúc nuôi cây *in vitro* dưới các tỉ lệ khác nhau của đèn LED. Kết quả cho thấy, 90 % ánh sáng LED đỏ kết hợp với 10 % ánh sáng LED xanh là tỉ lệ thích hợp cho sự sinh trưởng của cây Cúc ở giai đoạn *in vitro* và phát triển tiếp theo ở giai đoạn *ex vitro*. Tuy nhiên, có rất ít nghiên cứu được tiến hành ở ngoài đồng ruộng. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của ánh sáng LED với các tỉ lệ 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh bổ sung vào ban đêm nhằm tìm ra tỉ lệ đèn LED thích hợp cho quá trình sinh trưởng và phát triển trên cây Cúc được trồng trong nhà kính. Qua đó, có thể đánh giá tiềm năng tiết kiệm điện, nâng cao năng suất cây trồng và tiến đến việc thay thế đèn compact 3U trong các trang trại trồng Cúc ở Đà Lạt bằng đèn LED. Các giống Cúc được thực hiện trong nghiên cứu là Đóa vàng, Sapphire và Kim cương, là các giống được trồng phổ biến trong nhà kính tại Đà Lạt - Lâm Đồng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Ba giống Cúc Kim cương, Đóa vàng và Sapphire được trồng trong nhà kính tại Trại thực nghiệm trường Cao Đẳng Nghệ - Đà Lạt, phường 7, Đà Lạt, Lâm Đồng. Cây giống được trồng có chiều cao khoảng 5 cm có 4 - 5 lá và được chiếu sáng bổ sung vào ban đêm với các điều kiện chiếu sáng khác nhau (đèn compact 3U; 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED

xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh).

2.2. Phương pháp

2.2.1. Hệ thống chiếu sáng và bố trí thí nghiệm

Ánh sáng được sử dụng trong nghiên cứu là ánh sáng từ đèn huỳnh quang compact 3U tiêu chuẩn (CF-H 3U/20W, công suất: 20 W, điện áp: 220 V, màu ánh sáng: vàng, quang thông: 1050 lm, hiệu suất phát quang >60 lm/W (Công ty bóng đèn phích nước Rạng Đông, Việt Nam)). Đèn compact 3U được sử dụng làm nghiệm thức đối chứng. Ánh sáng đèn LED gồm có hai màu là xanh và đỏ kết hợp từ bóng đèn LED (Công ty bóng đèn phích nước Rạng Đông, Việt Nam, Thông số kỹ thuật: Điện áp vào 220 V, điện áp ra 12 V, công suất: 10 LED đơn mỗi LED có công suất 1 W tổng cộng là 10 W, chiều cao 150 mm, đường kính 78 mm, vỏ tản nhiệt là hợp kim). Nghiên cứu kết hợp LED xanh (bước sóng từ 450 - 470 nm) và LED đỏ (bước sóng từ 630 - 650 nm) ở các tỉ lệ khác nhau được bố trí trong mỗi bóng đèn LED. Mỗi bóng đèn LED bulb chứa 10 chip LED 1 W. Tỉ lệ kết hợp ánh sáng đỏ và xanh khác nhau lần lượt là: 100 % ánh sáng đỏ (10 chip LED đỏ - 100R); 90 % đỏ + 10 % xanh (9 chip LED đỏ + 1 chip LED xanh - 90R:10B); 80 % đỏ + 20 % xanh (8 chip LED đỏ + 2 chip LED xanh - 80R:20B); 70 % đỏ + 30 % xanh (7 chip LED đỏ + 3 chip LED xanh - 70R:30B); 60 % đỏ + 40 % xanh (6 chip LED đỏ + 4 chip LED xanh - 60R:40B); 50 % đỏ + 50 % xanh (5 chip LED đỏ + 5 chip LED xanh - 50R:50B). Mỗi tỉ lệ tương ứng với 1 nghiệm thức. Như vậy, thí nghiệm có 7 nghiệm thức (kể cả nghiệm thức đối chứng đèn compact 3U). Mỗi nghiệm thức trong thí nghiệm được thực hiện với 9 bóng đèn và đèn được lắp theo cách thức như sau: đèn cách đèn 3,0 m và hàng cách hàng 3,0 m, chiều cao treo đèn là 1,8 m. Thời gian chiếu sáng: 4 tuần với giống Cúc Sapphire và giống Đóa vàng; 6 tuần đối với giống Kim cương và bắt đầu chiếu sáng sau 3 ngày cây hoa Cúc được trồng. Nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi lô thí nghiệm có diện tích $9 \times 9 = 81 \text{ m}^2$, chia thành 6 luống (mỗi luống có chiều dài 9 m và chiều rộng 1,2 m, dành 30 cm cho lối đi) (hình 1). Mỗi giống được gieo trồng trên 2 luống cho quá trình thí nghiệm. Sử dụng nylon đen để phân chia các lô thí nghiệm, tránh sự giao thoa ánh sáng cho giữa các nghiệm thức. Mỗi lô thí nghiệm có cường độ ánh sáng tương đối đồng đều giao động từ $10 - 15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

2.2.2. Điều kiện trồng và chăm sóc

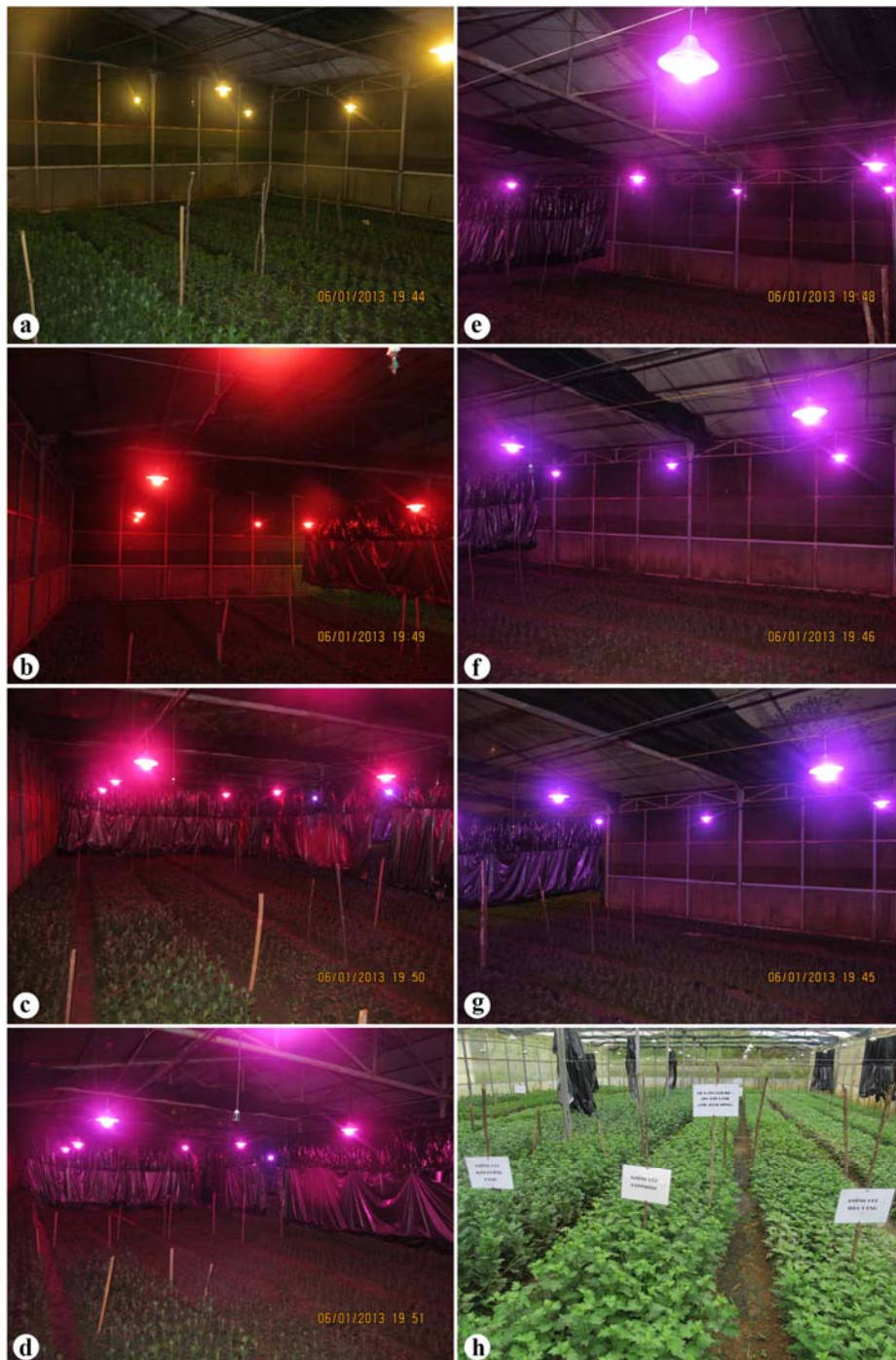
Điều kiện trồng

Thời gian tiến hành thực hiện nghiên cứu từ tháng 5/2013 - 10/2013; Nhiệt độ vào thời điểm này giao động từ $15 \text{ }^\circ\text{C} - 23 \text{ }^\circ\text{C}$, độ ẩm từ 75 % - 85 %.

Làm đất: Bón lót bằng phân chuồng: $100 - 150 \text{ kg}/100\text{m}^2$, phân lân $20 - 30 \text{ kg}/100\text{m}^2$.

Bón vôi bổ sung để điều chỉnh pH đất đạt 6,5 - 7,2.

Trồng cây con: Cây được trồng đều với khoảng cách là $15 \times 15 \text{ cm}$.



Hình 1. Bố trí thí nghiệm ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng khác nhau đến sự sinh trưởng và phát triển của các giống Cúc trồng trong nhà kính tại Trại thực nghiệm Trường Cao Đẳng Nghề - Đà Lạt. **a:** đèn compact 3U (đối chứng); **b:** đèn LED với tỉ lệ 100 % LED đỏ; **c:** đèn LED với tỉ lệ 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; **d:** đèn LED với tỉ lệ 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; **e:** đèn LED với tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; **f:** đèn LED với tỉ lệ 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; **g:** đèn LED với tỉ lệ 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh; **h:** Các giống Cúc tiến hành thí nghiệm (từ trái sang phải là: Kim cương, Sapphire và Đóa vàng).

Điều kiện chăm sóc

Phân bón: (Lượng phân bón tính cho 100 m²)

Bón xăm mỗi sau khi trồng 7 - 10 ngày: 1 kg Urê + 2 kg DAP.

Bón thúc 1 sau khi trồng 20 ngày: 1 kg DAP + 2 kg Nitrophoska (15 - 5 - 20).

Bón thúc 2 sau khi ngắt hệ thống chiếu sáng: Áp dụng phương pháp bón thường xuyên 10 ngày/lần. Dùng phân Nitrophoska (15 - 5 - 20) với liều lượng 1 - 2 kg.

Từ khi tạo nụ hoa đến khi hoa nở: bón 2 lần phân kali (ở dạng K₂SO₄ hoặc KNO₃) mỗi lần 1,5 - 2 kg.

Lưới đỡ cây: được sử dụng có kích thước ô 15 × 15 cm để cây không bị ngã rạp ở giai đoạn tạo nụ và ra hoa.

Tưới nước: Sau khi trồng cây cần tưới nhẹ 2 - 3 lần/ngày để cây nhanh hồi phục. Sau đó chỉ cần tưới đủ ẩm, 1 - 2 ngày/lần. Tưới bằng hệ thống pét phun tự động.

Bảo vệ thực vật:

Côn trùng gây hại cúc bao gồm các loại sâu xanh, sâu xám, rầy rệp, ruồi đen... được phòng trừ bằng các loại thuốc bảo vệ thực vật sau: Sherpa, Trebon, Confidor, Trigard, Ofunack, Sumi-a, Sherzol, DDVP... với nồng độ khuyến cáo ghi trên bao bì.

Bệnh nấm - khuẩn: *Phun các loại thuốc* Benlat, Topsin M, Monceren, Daconil, Score, Bayfidan, Bonaza, Anvil, Rovral, Anilazine với nồng độ khuyến cáo trên bao bì để phòng trừ một số bệnh như lở cổ rễ, mụn cóc, cháy lá...

2.2.3. Chỉ tiêu theo dõi

Chiều cao cây, đường kính thân (ghi nhận tại phần giữa của cây), chiều dài lá (bao gồm cả phiến lá và cuống lá), chiều rộng lá và đường kính hoa. Các chỉ tiêu về lá được ghi nhận lá thứ 4 trở xuống tính từ lá đã mở.

2.2.4. Xử lý số liệu

Cách 2 tuần thu nhận số liệu một lần (tính từ lúc bắt đầu thí nghiệm). Mẫu thu nhận ở 5 vị trí khác nhau đại diện cho từng nghiệm thức của thí nghiệm. Mỗi vị trí, số liệu được ghi nhận với 5 mẫu. Các số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 16.0 với phép thử Duncan ($\alpha = 0,05$).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả

3.1.1. Ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống Cúc Sapphire trong điều kiện nhà kính

Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng khác nhau bổ sung vào ban đêm đối với giống Cúc Sapphire qua các giai đoạn sinh trưởng được trình bày ở bảng 1 và bảng 2.

Quá trình chiếu sáng bổ sung là điều kiện cần thiết cho sự sinh trưởng của cây Cúc nhằm tránh hiện tượng ra hoa sớm khi cây chưa đủ độ cao cần thiết. Trong giai đoạn chiếu sáng của 4 tuần đầu tiên, các điều kiện chiếu sáng khác nhau ảnh hưởng khác nhau đến sự sinh trưởng của cây Cúc giống Sapphire. Qua bảng 1 cho ta thấy, các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều cao cây,

đường kính thân, chiều dài và chiều rộng lá khác nhau khi tỉ lệ phối trộn giữa ánh sáng LED xanh và LED đỏ thay đổi. Tuy nhiên, tất cả các cây sinh trưởng dưới điều kiện chiếu sáng LED đều tốt hơn so với đối chứng (bảng 1; hình 2A, 2A1). Đặc biệt, dưới tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh, cây Cúc giống Sapphire đạt chiều cao 19,60 cm và đường kính thân là 6,80 mm sau 2 tuần chiếu sáng bổ sung vào ban đêm. Trong khi đó, dưới đèn compact 3U cây chỉ đạt chiều cao là 14,60 cm và đường kính thân là 5,18 mm sau khi trồng được 2 tuần. Tốc độ sinh trưởng của cây ở các nghiệm thức chiếu sáng được duy trì sang tuần thứ 4 của thí nghiệm. Chiều cao cây ở tất cả các nghiệm thức đều đạt cao gấp 2 hoặc 2,5 lần so với 2 tuần trước đó. Cây Cúc đạt chiều cao 53,20 cm sau tuần thứ 4 trồng ở nghiệm thức 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh. Trong 2 tuần thì cây Cúc trong điều kiện chiếu sáng 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh tăng thêm 33,6 cm (bảng 1; hình 2A1). Ngoài ra, ở các điều kiện chiếu sáng khác đều có sự gia tăng tương tự, như dưới điều kiện 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh, cây Cúc gia tăng thêm 32 cm (từ 15,4 cm ở tuần thứ 2 lên 47,4 cm ở tuần thứ 4) hoặc 25,2 cm (từ 18,8 cm ở tuần thứ 2 lên 44,00 cm ở tuần thứ 4) dưới điều kiện 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh (bảng 1). Điều này chứng tỏ, sự tăng trưởng cây Cúc mạnh nhất trong giai đoạn này và điều kiện chiếu sáng quyết định đến sự sinh trưởng nhanh hay chậm ở cây Cúc. Đối với chỉ tiêu đường kính thân cây, không có sự khác biệt lớn giữa các nghiệm thức. Sự gia tăng đường kính thân hầu như không đáng kể khi so sánh giữa tuần thứ 2 và tuần thứ 4 ở tất cả các nghiệm thức. Đường kính thân cây đạt cao nhất (6,80 mm ở tuần thứ 2 và 6,94 mm ở tuần thứ 4) cũng ở nghiệm thức 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh so với các điều kiện chiếu sáng còn lại. Trong khi đó, dưới điều kiện đối chứng (đèn compact) đường kính thân cây đạt thấp nhất (5,18 mm ở tuần thứ 2 và 5,78 mm ở tuần thứ 4) so với các lô thí nghiệm với đèn LED (bảng 1; hình 2A1).

Bảng 1. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống Cúc Sapphire trong nhà kính sau 2 tuần và 4 tuần.

Nghiệm thức	2 tuần				4 tuần			
	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)
Compact	14,6 ^{d*}	5,18 ^c	6,30 ^c	4,50 ^{bc}	43,20 ^{cd}	5,78 ^c	8,82 ^c	6,24 ^{bc}
100R	17,40 ^{bc}	5,54 ^c	6,40 ^{bc}	4,50 ^{bc}	47,00 ^b	5,76 ^c	9,70 ^{ab}	6,06 ^{bc}
90R:10B	18,80 ^{ab}	5,44 ^c	7,20 ^a	5,72 ^a	44,00 ^c	5,74 ^c	9,50 ^{abc}	5,92 ^c
80R:20B	15,40 ^{cd}	6,14 ^b	6,20 ^c	4,30 ^c	47,4 ^b	6,16 ^b	9,34 ^{bc}	6,46 ^{abc}
70R:30B	19,60 ^a	6,80 ^a	7,00 ^a	4,70 ^{bc}	53,20 ^a	6,94 ^a	10,30 ^a	6,60 ^{ab}
60R:40B	16,80 ^{bc}	6,12 ^b	6,90 ^a	4,70 ^{bc}	43,20 ^{cd}	6,50 ^b	10,06 ^a	6,40 ^{abc}
50R:50B	17,20 ^{bc}	6,22 ^b	6,30 ^c	4,90 ^b	40,6 ^d	6,30 ^b	9,72 ^{ab}	7,00 ^a

Chú thích: *: Những chữ cái khác nhau (a, b, c...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong phép thử Duncan.

Chiều dài và chiều rộng lá cũng là chỉ tiêu quan trọng đánh giá khả năng sinh trưởng và chất lượng cây Cúc trồng trong nhà kính. Trong giai đoạn này, sự sinh trưởng của lá thể hiện khả năng sử dụng hiệu quả năng lượng ánh sáng ban ngày cũng như ánh sáng nhân tạo được cung

cấp từ các điều kiện chiếu sáng khác nhau, tạo tiền đề cho sự phát triển hình thành hoa trong giai đoạn tiếp theo. Qua bảng 1 cho thấy, các chỉ số về độ dài lá và chiều rộng lá ở các điều kiện chiếu sáng LED đều cao hơn so với đối chứng (đèn compact). Sự phối trộn giữa ánh sáng LED xanh và LED đỏ kích thích sự sinh trưởng lá cả về chiều dài lẫn chiều rộng. Chiều dài lá đạt cao nhất (10,30 cm) ở điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh và chiều rộng cao nhất (7,00 cm) ở điều kiện 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh được ghi nhận ở tuần thứ 4 (bảng 1).

Từ các số liệu thể hiện trong bảng 1, có thể khẳng định, cây Cúc giống Sapphire không những có hình thái bình thường dưới các điều kiện chiếu sáng LED mà còn sinh trưởng tốt hơn so với dưới đèn compact, và đặc biệt, dưới điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh cây sinh trưởng cân đối hơn so với các điều kiện chiếu sáng còn lại với các chỉ tiêu sinh trưởng: chiều cao cây (53,20 cm), đường kính thân (6,94 mm), chiều dài lá (10,30 cm) và chiều rộng lá (6,60 cm) sau 4 tuần trồng trong nhà kính (bảng 1; hình 2A1).

Bảng 2. Sự sinh trưởng và phát triển tiếp theo (6 tuần, 8 tuần, 12 tuần) của cây Cúc giống Sapphire sau khi ngắt đèn chiếu sáng.

Nghị thức	6 tuần				8 tuần				12 tuần		
	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Đường kính hoa (cm)
Compact	64,80 ^{c*}	5,96 ^c	8,60 ^b	6,24 ^{ab}	83,40 ^d	5,96 ^{bc}	6,48 ^d	4,94 ^b	94,20 ^e	6,30 ^b	6,18 ^b
100R	71,00 ^{ab}	6,00 ^c	9,00 ^{ab}	6,10 ^{ab}	86,00 ^{cd}	6,12 ^b	6,30 ^d	4,40 ^c	97,80 ^{bc}	6,40 ^b	6,26 ^b
90R:10B	63,80 ^c	6,06 ^c	8,60 ^b	5,70 ^b	86,60 ^{cd}	6,20 ^b	6,50 ^d	4,54 ^c	97,40 ^{bc}	7,00 ^a	6,36 ^{ab}
80R:20B	66,00 ^{bc}	6,20 ^{bc}	8,80 ^{ab}	6,46 ^a	88,00 ^{bc}	6,20 ^b	7,20 ^c	4,96 ^b	99,00 ^b	6,28 ^b	6,54 ^a
70R:30B	71,40 ^{ab}	7,00 ^a	9,38 ^a	6,60 ^a	93,20 ^a	7,04 ^a	8,60 ^a	6,12 ^a	103,2 ^a	7,04 ^a	6,60 ^a
60R:40B	75,80 ^a	6,90 ^a	9,06 ^{ab}	6,40 ^a	91,40 ^{ab}	7,00 ^a	7,70 ^b	5,36 ^b	101,20 ^{ab}	7,04 ^a	6,52 ^a
50R:50B	65,20 ^c	6,40 ^b	9,20 ^{ab}	6,28 ^{ab}	86,40 ^{cd}	6,64 ^{ab}	7,50 ^{bc}	6,04 ^a	97,80 ^{bc}	7,02 ^a	6,42 ^{ab}

Chú thích: *: Những chữ cái khác nhau (a, b, c...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong phép thử Duncan.

Sau 4 tuần sinh trưởng có ánh sáng bổ sung vào ban đêm với các điều kiện khác nhau (đèn compact; 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh), các lô thí nghiệm ngừng cung cấp ánh sáng vào ban đêm để cây chuyển từ giai đoạn sinh trưởng sang giai đoạn phát triển hình thành hoa. Sự sinh trưởng tiếp theo (6 tuần, 8 tuần, 12 tuần) của các cây Cúc giống Sapphire dưới điều kiện chiếu sáng khác nhau được trình bày ở bảng 2. Sự sinh trưởng tốt ở giai đoạn trước dưới các điều kiện chiếu sáng đèn LED giúp các cây dưới các điều kiện này sinh trưởng tốt ở giai đoạn tiếp theo. Các cây đều gia tăng chiều cao rất nhanh, đặc biệt ở các tỉ lệ phối trộn LED xanh và LED đỏ. Với điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh, cây đạt chiều cao 93,20 cm khi cây Cúc bắt đầu ra nụ và 103,20 cm khi hoa nở (bảng 2). Trong khi đó, dưới đèn

compact chiều cao chỉ đạt 83,40 cm khi cây bắt đầu ra nụ và 94,20 cm khi hoa nở (bảng 2). Tuy nhiên, các cây Cúc hầu như không có sự thay đổi đáng kể với chỉ tiêu đường kính thân từ khi ngắt đèn chiếu sáng. Đường kính thân đạt cao nhất (7,04 mm) ở điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh và từ khi ngắt đèn ở tuần thứ 4 (6,94 mm) đến tuần thứ 12 khi hoa Cúc được thu hoạch đường kính chỉ gia tăng 0,10 mm. Khi sự tăng trưởng về chiều cao và đường kính thân được diễn ra trong suốt giai đoạn phát triển sau khi ngắt đèn chiếu sáng thì chiều dài lá và chiều rộng lá lại bị giảm. Điều này chứng tỏ, trong giai đoạn này, quá trình sinh trưởng được thay thế cho quá trình phát triển. Toàn bộ chất dinh dưỡng đều tập trung cho sự hình thành hoa. Sau 8 tuần trồng cây bắt đầu ra nụ và sau 12 tuần hoa hình thành, kích thước hoa đồng đều ở các nghiệm thức chiếu sáng bổ sung, sử dụng đèn LED lẫn đèn compact 3U.

Sau 12 tuần tiến hành thí nghiệm các điều kiện chiếu sáng khác nhau bổ sung vào ban đêm, có thể kết luận, sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc Sapphire khác nhau dưới các điều kiện chiếu sáng khác nhau. Các điều kiện chiếu sáng đèn LED có khả năng giúp cây Cúc Sapphire sinh trưởng và phát triển hơn so với đèn compact. Đặc biệt với điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh, cây Cúc giống Sapphire sinh trưởng và phát triển tốt hơn so với các tỉ lệ kết hợp khác và so với đèn compact 3U.

3.1.2. Ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống Cúc Đóa vàng trong điều kiện nhà kính

Sự sinh trưởng của cây Cúc giống Đóa vàng sau 2 tuần và 4 tuần dưới các điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống Cúc Đóa vàng trong nhà kính sau 2 tuần và 4 tuần.

Nghiệm thức	2 tuần				4 tuần			
	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)
Compact	12,80 ^{abc*}	3,08 ^d	6,40 ^{ab}	3,68 ^b	31,20 ^a	4,44 ^c	9,50 ^c	4,80 ^c
100R	12,80 ^{abc}	3,50 ^{bc}	6,10 ^b	4,06 ^{ab}	29,20 ^b	5,14 ^b	10,50 ^{bc}	5,90 ^{ab}
90R:10B	12,60 ^{bc}	3,24 ^{cd}	6,50 ^{ab}	4,02 ^{ab}	29,60 ^b	5,08 ^b	10,04 ^c	5,30 ^c
80R:20B	12,80 ^{abc}	3,20 ^{cd}	6,00 ^b	4,10 ^{ab}	29,20 ^b	5,22 ^b	10,40 ^{bc}	5,52 ^{bc}
70R:30B	13,4 ^{ab}	4,40 ^a	6,80 ^a	4,26 ^a	31,40 ^a	5,90 ^a	11,30 ^{ab}	6,20 ^a
60R:40B	14,00 ^a	3,80 ^b	6,92 ^a	4,08 ^{ab}	29,60 ^b	5,48 ^{ab}	11,60 ^a	6,00 ^{ab}
50R:50B	12,00 ^c	3,60 ^{bc}	6,50 ^{ab}	3,70 ^b	28,80 ^b	5,30 ^b	11,40 ^{ab}	6,16 ^a

Chú thích: *: Những chữ cái khác nhau (a, b, c...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong phép thử Duncan.

Sau 2 tuần ở dưới các điều kiện chiếu sáng khác nhau các cây sinh trưởng gần như đều ở các nghiệm thức, chiều cao thu nhận ở 2 tuần đầu tiên của các cây ở các nghiệm thức giao động

từ 12,00 cm (50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh) đến 14,00 cm (70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh) và không có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê giữa nghiệm thức đối chứng với các nghiệm thức chiếu sáng đèn LED (bảng 3; hình 2B). Tuy nhiên, đường kính cây có sự thay đổi giữa các nghiệm thức và điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh giúp cây sinh trưởng về chiều ngang khi đường kính tăng từ 4,40 mm trong 2 tuần đầu tiên lên 5,90 mm ở tuần thứ 4 và cao hơn so với các điều kiện chiếu sáng khác. Các chỉ tiêu về lá cũng có sự thay đổi rõ rệt ở từng điều kiện chiếu sáng. Chiều dài lá đạt cao nhất 6,92 cm sau 2 tuần và 11,60 cm sau 4 tuần dưới điều kiện 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh so với các điều kiện chiếu sáng khác. Tuy nhiên, chiều rộng lá lại đạt cao nhất 4,26 cm sau 2 tuần và 6,20 cm sau 4 tuần dưới điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh (bảng 3; hình 2B1).

Cũng giống như trong thí nghiệm với giống Cúc Sapphire, ở giống Cúc Đóa vàng ánh sáng khác nhau cũng tác động khác nhau đến sự sinh trưởng của cây Cúc. Tuy nhiên, chiều cao của cây Cúc giống Đóa vàng không phụ thuộc nhiều vào điều kiện chiếu sáng. Mặc dù vậy, qua các chỉ tiêu chiều dài lá, chiều rộng lá và đặc biệt là đường kính thân thì tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh và tỉ lệ 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh giúp khả năng sinh trưởng của cây Cúc giống Đóa vàng sinh trưởng tốt hơn so với các tỉ lệ kết hợp khác và so với đối chứng.

Bảng 4. Sự sinh trưởng và phát triển tiếp theo (6 tuần, 8 tuần, 12 tuần) của cây Cúc giống Đóa vàng sau khi ngắt đèn chiếu sáng.

Điều kiện	6 tuần				8 tuần				12 tuần		
	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Đường kính hoa (cm)
Compact	44,40 ^{d*}	4,90 ^c	8,36 ^b	5,16 ^d	52,80 ^d	5,80 ^d	6,78 ^c	4,16 ^d	72,40 ^d	5,92 ^d	7,34 ^b
100R	43,40 ^d	5,40 ^{bc}	9,80 ^a	5,34 ^{bcd}	62,20 ^b	6,10 ^{cd}	7,14 ^{bc}	4,84 ^{bc}	82,00 ^b	6,20 ^{cd}	7,48 ^{ab}
90R:10B	48,20 ^{bc}	6,40 ^a	9,48 ^a	5,54 ^{bcd}	58,60 ^c	6,28 ^{bc}	7,06 ^{bc}	4,86 ^{bc}	78,40 ^c	6,36 ^{bc}	7,60 ^{ab}
80R:20B	45,80 ^{cd}	5,66 ^b	9,70 ^a	5,76 ^{bc}	63,00 ^{ab}	6,56 ^{ab}	7,26 ^b	5,12 ^{ab}	83,60 ^{ab}	6,70 ^{ab}	7,58 ^{ab}
70R:30B	50,00 ^b	6,50 ^a	9,74 ^a	6,46 ^a	63,20 ^{ab}	6,67 ^a	8,04 ^a	5,22 ^a	85,00 ^{ab}	6,84 ^a	7,48 ^{ab}
60R:40B	54,60 ^a	6,26 ^a	10,00 ^a	5,88 ^b	66,20 ^a	6,90 ^a	8,06 ^a	5,10 ^{ab}	86,00 ^a	6,92 ^a	7,68 ^a
50R:50B	45,80 ^{cd}	5,40 ^{bc}	9,56 ^a	5,20 ^{cd}	63,20 ^{ab}	6,34 ^{bc}	7,98 ^a	4,70 ^c	83,00 ^{ab}	6,42 ^{bc}	7,52 ^{ab}

Chú thích: *: Những chữ cái khác nhau (a, b, c...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong phép thử Duncan.

Sau 4 tuần sinh trưởng có ánh sáng bổ sung vào ban đêm, các lô thí nghiệm ngừng cung cấp ánh sáng vào ban đêm để cây chuyển từ giai đoạn sinh trưởng sang giai đoạn phát triển hình thành hoa. Sự sinh trưởng tiếp theo (6 tuần, 8 tuần, 12 tuần) của các cây Cúc giống Đóa vàng dưới điều kiện chiếu sáng khác nhau được trình bày ở bảng 4. Sự sinh trưởng tốt ở giai đoạn trước dưới các điều kiện chiếu sáng đèn LED giúp các cây dưới các điều kiện này sinh trưởng tốt ở giai đoạn tiếp theo. Điều đó được thể hiện ở hai điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh và 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh. Các chỉ tiêu sinh trưởng trong 2 điều

kiện này đều tốt hơn so với các nghiệm thức khác và đặc biệt khi so với nghiệm thức đối chứng. Không giống như ở giai đoạn 2 - 4 tuần, chiều cao cây có sự khác biệt rõ rệt giữa các nghiệm thức với đèn LED và nghiệm thức đối chứng sử dụng đèn compact 3U. Sự phân hạng trong các chỉ số có sự khác biệt ý nghĩa trong thống kê (bảng 4). Khi so sánh sự sinh trưởng tiếp theo của cây Cúc giữa hai tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh và 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh thì các chỉ tiêu sinh trưởng dưới điều kiện 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh có phần cao hơn so với điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh. Chiều cao cây gia tăng nhanh chóng từ 29,60 cm ở tuần thứ 4 lên 54,60 cm ở tuần thứ 6. Chiều cao gia tăng thêm 25 cm sau 2 tuần ngừng chiếu sáng bổ sung. Trong khi đó, dưới điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh, cây Cúc chỉ gia tăng 18,60 cm. Và dưới điều kiện chiếu sáng bằng đèn compact thì chỉ số này càng thấp hơn, chỉ là 13,20 cm. Với điều kiện 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh cây tiếp tục gia tăng chiều cao và đạt 86,00 cm khi cây chuẩn bị thu hoạch (bảng 4). Và chiều cao ở cây đối chứng chỉ là 72,40 cm thấp nhất so với các lô thí nghiệm được bố trí với đèn LED. Ngoài chỉ tiêu về chiều cao, các chỉ tiêu khác như đường kính thân ở điều kiện 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh cao hơn so với các điều kiện khác và đạt 6,92 mm sau 12 tuần nuôi trồng. Tương tự như giống Cúc Sapphire ở thí nghiệm trước, chiều rộng và chiều dài lá ở giống Cúc Đóa vàng có chiều hướng giảm dần sau khi ngắt đèn chiếu sáng. Quá trình sinh trưởng có thể bị giảm dần thay vào đó là quá trình phát triển để hình thành hoa. Đường kính của hoa cũng là một chỉ tiêu quan trọng trong đánh giá khả năng phát triển đầy đủ của cây Cúc dưới các hệ thống chiếu sáng. Kích thước hoa được ghi nhận ở tuần thứ 12 cho thấy không có sự biến dạng ở cấu trúc hoa giữa các lô thí nghiệm. Đường kính hoa đạt giá trị cao nhất (7,68 cm) dưới điều kiện 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh so với các điều kiện chiếu sáng còn lại. Ngoài ra, ở các điều kiện chiếu sáng khác như: đèn compact; 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh có sự chênh lệch không đáng kể. Dưới các điều kiện chiếu sáng này đường kính hoa đều đạt giá trị trên 7,00 cm. Qua việc ghi nhận đặc điểm này, có thể đánh giá sự phát triển của cây Cúc diễn ra bình thường dưới các điều kiện chiếu sáng LED tương tự như dưới đèn compact 3U. Và không có hiện tượng ra hoa sớm ở tất cả các nghiệm thức đèn LED.

Sau 12 tuần tiến hành thí nghiệm các điều kiện chiếu sáng khác nhau (đèn compact; 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh) bổ sung bổ sung vào ban đêm, có thể kết luận, sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc Đóa vàng khác nhau dưới các điều kiện chiếu sáng khác nhau. Các điều kiện chiếu sáng đèn LED có khả năng giúp của cây Cúc Đóa vàng sinh trưởng và phát triển hơn so với đèn compact 3U. Đặc biệt với điều kiện 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh, cây Cúc giống Đóa vàng sinh trưởng và phát triển tốt hơn so với các tỉ lệ kết hợp khác và so với đèn compact. Chỉ tiêu chiều cao không thể hiện sự khác biệt rõ ở giai đoạn từ 2 - 4 tuần, chúng chỉ có sự khác biệt khi sinh trưởng ở các giai đoạn tiếp theo 6 tuần, 8 tuần và 12 tuần.

3.1.3. Ảnh hưởng của điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống Cúc Kim cương trong điều kiện nhà kính

Sự sinh trưởng của giống Cúc Kim cương sau 2 tuần, 4 tuần và 6 tuần dưới các điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau (đèn compact 3U; 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED

xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh) được trình bày ở bảng 5.

Khác với giống Cúc Sapphire và giống Cúc Đóa vàng thời gian sinh trưởng chỉ 12 tuần tức khoảng 3 tháng, giống Cúc Kim cương có thời gian sinh trưởng lâu hơn tức khoảng 3,5 tháng. Vì vậy, thời gian chiếu sáng bổ sung vào ban đêm sẽ thực hiện trong 6 tuần. Trong 2 tuần đầu, dưới các điều kiện chiếu sáng khác nhau các cây sinh trưởng gần như đều nhau ở các nghiệm thức chiếu sáng với đèn LED. Riêng đối với lô đối chứng sử dụng đèn compact, các chỉ tiêu như chiều cao cây (10,40 cm), đường kính thân (2,70 mm) và chiều dài lá (6,02 cm) đạt thấp nhất trong các điều kiện chiếu sáng được khảo sát (Bảng 5). Đến tuần thứ 4, sự sinh trưởng giữa các lô thí nghiệm sử dụng đèn LED có sự khác biệt, sự sinh trưởng gia tăng ở các nghiệm thức có tỉ lệ LED xanh tăng dần. Điều này thể hiện rõ nhất ở 3 tỉ lệ có LED xanh nhiều (70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh). Dưới các điều kiện này, các chỉ tiêu như chiều cao cây, đường kính thân, chiều dài và chiều rộng lá đều cao hơn so với các nghiệm thức còn lại. Khi so sánh sự sinh trưởng giữa 3 tỉ lệ: 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh từ tuần thứ 2 đến thứ 4, mặc dù có chênh lệch nhưng sự khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê. Sự sinh trưởng này được duy trì sang tuần thứ 6 ở 3 tỉ lệ trên.

Bảng 5. Ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng bổ sung khác nhau lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống Cúc Kim cương trong nhà kính sau 2 tuần, 4 tuần và 6 tuần.

Nghiệm thức	2 tuần				4 tuần				6 tuần			
	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)
Compact	10,40 ^{b*}	2,70 ^b	6,02 ^b	3,72 ^a	34,40 ^b	5,06 ^a	9,50 ^{ab}	5,56 ^b	51,40 ^{bc}	5,10 ^c	8,48 ^b	5,32 ^c
100R	14,14 ^a	2,96 ^{ab}	6,74 ^a	3,86 ^a	34,20 ^b	4,90 ^{ab}	9,00 ^{bc}	5,42 ^b	50,60 ^{bc}	5,24 ^c	8,74 ^b	5,24 ^c
90R:10B	14,40 ^a	3,14 ^a	7,42 ^a	3,84 ^a	34,00 ^b	4,70 ^b	8,70 ^{cd}	5,30 ^b	48,80 ^c	5,24 ^c	8,68 ^b	5,50 ^{bc}
80R:20B	13,80 ^a	3,14 ^a	7,30 ^a	4,00 ^a	33,80 ^b	4,28 ^c	8,30 ^d	5,12 ^b	53,20 ^b	5,44 ^{bc}	8,80 ^b	5,80 ^{bc}
70R:30B	14,62 ^a	3,10 ^a	6,94 ^a	4,18 ^a	38,20 ^a	5,16 ^a	9,60 ^{ab}	6,60 ^a	63,40 ^a	6,14 ^a	9,64 ^a	6,45 ^a
60R:40B	14,40 ^a	3,24 ^a	7,02 ^a	3,84 ^a	38,00 ^a	5,16 ^a	9,64 ^{ab}	6,74 ^a	64,80 ^a	5,96 ^{ab}	10,10 ^a	6,02 ^{ab}
50R:50B	13,60 ^a	3,00 ^a	6,80 ^a	3,70 ^a	37,80 ^a	5,12 ^a	9,70 ^a	7,00 ^a	65,60 ^a	5,88 ^{ab}	10,18 ^a	6,40 ^a

Chú thích: *: Những chữ cái khác nhau (a, b, c...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong phép thử Duncan.

Tương tự như các thí nghiệm trước thực hiện với 2 giống Cúc (Sapphire và Đóa vàng), ở giống Cúc Kim cương với ánh sáng khác nhau cũng tác động khác nhau đến sự sinh trưởng của cây Cúc. Qua các chỉ tiêu chiều dài lá, chiều rộng lá, chiều cao và đường kính thân ghi nhận từ tuần thứ 2 đến tuần thứ 6 cho thấy, tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh và 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh giúp khả năng sinh

trường của cây Cúc giống Kim cương sinh trưởng tốt. Tuy nhiên, sự sinh trưởng tiếp theo sau khi ngắt đèn chiếu sáng mới là giai đoạn quan trọng để đánh giá tỉ lệ đèn LED phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc giống Kim cương. Sự sinh trưởng tiếp theo (8 tuần, 10 tuần, 14 tuần) của các cây Cúc giống Kim cương dưới điều kiện chiếu sáng khác nhau được trình bày ở bảng 6. Sự sinh trưởng vượt trội ở các điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh và 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh thể hiện qua các chỉ tiêu như chiều cao cây, đường kính thân cũng như đường kính hoa. Điều này chứng tỏ, sự sinh trưởng ở giai đoạn đầu có bổ sung ánh sáng vào ban đêm quyết định đến giai đoạn phát triển sau này của cây Cúc.

Cây Cúc gia tăng nhanh chiều cao sau khi ngắt đèn chiếu sáng. Dưới điều kiện 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh, cây Cúc gia tăng chiều cao từ 65,60 cm (tuần thứ 6) lên 107,00 cm ở tuần thứ 14, với chiều cao gia tăng là 41,40 cm trong 8 tuần. Hai tỉ lệ có sự gia tăng tương tự là 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh và 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh với chỉ số lần lượt là 40,6 cm và 38,2 cm trong 8 tuần. Tuy nhiên, khi xét về đường kính thân cây dưới điều kiện 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh cao hơn so với các điều kiện chiếu sáng khác, với chỉ số lần lượt qua các giai đoạn là 6,40 mm ở tuần thứ 8; 8,64 mm ở tuần thứ 10 và 7,32 mm ở tuần thứ 14, tương tự như chỉ tiêu đường kính thân, chiều dài lá và chiều rộng lá ở điều kiện này cũng cao hơn so với điều kiện khác ở tuần thứ 8 và thứ 10. Vì vậy, 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh là điều kiện thích hợp cho sự phát triển của cây Cúc giống Kim cương.

Bảng 6. Sự sinh trưởng và phát triển tiếp theo (8 tuần, 10 tuần, 14 tuần) của cây Cúc giống Kim cương sau khi ngắt đèn chiếu sáng.

Thí nghiệm	8 tuần				10 tuần				14 tuần		
	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều cao (cm)	Đường kính thân (mm)	Đường kính hoa (cm)
Compact	74,00 ^{bc*}	5,70 ^{bc}	8,60 ^{bc}	6,14 ^{ab}	83,00 ^c	6,14 ^{bc}	6,70 ^d	4,30 ^d	92,60 ^c	6,20 ^{cd}	6,64 ^a
100R	69,40 ^c	5,40 ^c	8,00 ^c	6,00 ^b	85,20 ^c	5,60 ^d	5,90 ^{ef}	4,50 ^{cd}	96,00 ^{bc}	5,86 ^d	6,64 ^a
90R:10B	70,20 ^c	5,42 ^c	7,90 ^c	6,24 ^{ab}	85,80 ^c	5,90 ^{cd}	5,60 ^f	4,80 ^{bc}	97,20 ^b	6,16 ^d	7,00 ^a
80R:20B	75,20 ^b	5,66 ^{bc}	8,70 ^{bc}	6,40 ^{ab}	87,60 ^c	6,40 ^b	6,32 ^{cd}	5,20 ^b	98,60 ^b	6,62 ^b	6,66 ^a
70R:30B	78,60 ^{ab}	6,40 ^a	10,04 ^a	6,30 ^{ab}	93,40 ^{ab}	7,26 ^a	8,64 ^a	6,10 ^a	104,00 ^a	7,32 ^a	6,88 ^a
60R:40B	80,40 ^a	6,00 ^{ab}	10,02 ^a	6,70 ^a	92,40 ^b	6,50 ^b	7,40 ^c	4,86 ^{bc}	103,00 ^a	6,52 ^{bc}	6,70 ^a
50R:50B	80,60 ^a	6,00 ^{ab}	9,20 ^b	6,48 ^{ab}	97,00 ^a	7,10 ^a	8,04 ^b	5,20 ^b	107,00 ^a	7,18 ^a	6,80 ^a

Chú thích: *: Những chữ cái khác nhau (a, b, c...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong phép thử Duncan.



Hình 2. Ảnh hưởng của đèn LED lên khả năng sinh trưởng và phát triển của các giống Cúc trồng trong nhà kính. **A, A1.** Lần lượt là giống Cúc Sapphire trồng dưới điều kiện đèn compact 3U và đèn LED (70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh) sau 2,4,6,8,12 tuần sinh trưởng và phát triển; **B, B1.** Lần lượt là giống Cúc Đóa vàng trồng dưới điều kiện đèn compact 3U và đèn LED (60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh) sau 2, 4, 6, 8, 12 tuần sinh trưởng và phát triển; **C, C1.** Lần lượt là giống Cúc Kim cương trồng dưới điều kiện đèn compact 3U và đèn LED (70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh) sau 4, 6, 8, 10; 12 tuần sinh trưởng và phát triển.

3.2. Thảo luận

Ánh sáng là yếu tố quan trọng trong sự sinh trưởng của thực vật: ánh sáng tác động đến quá trình quang hợp, quang phát sinh hình thái (hiện tượng đóng mở khí khổng, ưu thế ngọn, ra hoa...) và đáp ứng hướng sáng. Sự đáp ứng này phụ thuộc vào cường độ ánh sáng, chất lượng ánh sáng (quang phổ ánh sáng, quang kì, hướng chiếu sáng) và thời gian chiếu sáng [7]. Việc nắm vững tác động của ánh sáng đến quá trình sinh lý thực vật có thể điều khiển được sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng trong nhà kính cũng như trong điều kiện *in vitro*. Cây hoa Cúc thuộc cây ngày ngắn, chúng ra hoa trong điều kiện ngày ngắn. Thông thường khi thời gian ban

đêm khoảng > 9,5 giờ thì cây ngày ngắn chuyển từ giai đoạn sinh trưởng sang sinh sản tức cây ra hoa. Trong điều kiện sinh trưởng bình thường thì thời gian chiếu sáng để cây Cúc ra hoa thường trong khoảng 10 - 12 giờ. Vì vậy, để cây Cúc sinh trưởng và tăng sinh chiều cao thì cần kéo dài thời gian chiếu sáng và rút ngắn thời gian tối. Và thời gian bổ sung ánh sáng vào ban đêm thường kéo dài từ 4-6 giờ. Trong quá khứ, bóng đèn sợi đốt với công suất 60 W là nguồn chiếu sáng được sử dụng để gia tăng thời gian chiếu sáng trong quá trình trồng Cúc nhằm điều khiển quá trình ra hoa theo ý muốn. Hiện nay, đèn compact với công suất 20 W được sử dụng thường xuyên hơn qua đó sẽ tiết kiệm được hơn 60 % công suất tiêu thụ. Trong nghiên cứu này, bóng đèn compact được thay thế bằng đèn LED có công suất chỉ 10 W để tăng thời gian chiếu sáng cho cây Cúc. Việc sử dụng đèn LED không chỉ giảm công suất tiêu thụ xuống 50 % mà còn giúp cây sinh trưởng mạnh hơn so với đèn compact. Lợi thế lớn nhất khi sử dụng đèn LED là có thể chọn lựa bước sóng phù hợp với sự sinh trưởng và phát triển cho từng đối tượng cây trồng, qua đó giúp gia tăng năng suất tối đa của sản phẩm nông nghiệp. Điều này hầu như không thể thực hiện được đối với các loại đèn chiếu sáng trước đây như đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang hay đèn compact.

Dưới ánh sáng LED đỏ, các chồi và chiều dài đốt thân đều được kéo dài ở nhiều loài thực vật như cây Cúc [4], cây *Azorina vidalii* (Wats.) Feer [8]. Ngược lại với ánh sáng đỏ, ánh sáng xanh lại ức chế quá trình kéo dài thân. Moreira da Silva và Degergh (1997) chỉ ra rằng chiều cao và chiều dài đốt thân của cây *A. vidalii* (Wats.) Feer bị ngắn khi sinh trưởng dưới vùng ánh sáng xanh dương. Ánh sáng xanh làm ức chế tăng trưởng và những thay đổi trong hình thái giải phẫu thân và lá ở cây Tiêu nuôi cấy *in vitro* [9]. Mortensen và Stromme [10] cũng quan sát thấy sự ức chế tăng trưởng dưới ánh sáng xanh ở nhiều loại cây trồng trong nhà kính. Tuy nhiên, Kraepiel và Mipiniac [11] nhấn mạnh tầm quan trọng của ánh sáng xanh trong việc đóng mở khí khổng. Ánh sáng màu xanh còn có vai trò trong sự hình thành diệp lục ở thực vật [12]. Ngoài ra, nó còn ảnh hưởng tích cực trong biểu hiện hoạt động của gene ở cả trong nhân lẫn gene ở lạp thể và trong quá trình phát triển bộ máy quang hợp ở tế bào thực vật [13]. Vì vậy, việc sử dụng hai loại đèn LED phát ra ánh sáng đỏ và xanh trong mô hình này là cần thiết cho sự sinh trưởng bình thường của cây Cúc trồng trong nhà kính. Nếu cùng cường độ ánh sáng của ánh sáng đỏ (600 - 680 nm) và ánh sáng xanh (450 - 500 nm) chiếu đến lá thì tia đỏ có lợi cho quang hợp hơn ánh sáng xanh. Theo định luật quang hóa thì tốc độ của phản ứng quang hóa không phụ thuộc vào độ lớn của năng lượng quang tử mà chỉ phụ thuộc vào số quang tử nhận được. Năng lượng của lượng tử ánh sáng đỏ nhỏ hơn nhiều so với ánh sáng xanh vì bước sóng ánh sáng đỏ dài hơn ánh sáng xanh. Vì vậy, khi có một cường độ ánh sáng như nhau thì số quang tử của ánh sáng đỏ luôn nhiều hơn ánh sáng xanh. Do đó, mà số phản ứng do ánh sáng đỏ kích thích nhiều hơn ánh sáng xanh. Điều này, giải thích tại sao trong nghiên cứu này, ánh sáng LED đỏ được sử dụng với tỉ lệ cao hơn so với ánh sáng LED xanh.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tùy thuộc vào từng giống cây trồng mà sự sinh trưởng của chúng thích hợp với tỉ lệ phối trộn giữa LED xanh và LED đỏ có khác nhau. Tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển 2 giống Cúc Sapphire và Kim cương. Trong khi đó, tỉ lệ 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh phù hợp cho giống Cúc Đóa vàng. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Nhut và đồng tác giả (2003) trên đối tượng Dâu tây nuôi cấy *in vitro*. Cây Dâu tây tăng trưởng khỏe mạnh khi nuôi cấy dưới nhiều tỉ lệ đỏ/xanh khác nhau, nhưng chúng tăng trưởng tốt nhất ở điều kiện 70 % ánh sáng LED đỏ và 30 % LED xanh [14]. Mặt khác, cây Chuối, *Eucalyptus citriodora*, *Phalaenopsis* tăng trưởng tốt dưới điều kiện 80 % ánh sáng LED đỏ và 20 % ánh sáng LED xanh [15, 16, 17, 18]. Sự phù hợp của tỉ lệ ánh sáng LED đỏ và ánh sáng LED xanh với cây trồng không chỉ khác nhau ở các loài mà còn khác nhau của giống trong cùng một loài. Vì vậy, cần phải tiến hành trên nhiều giống

khác nhau để có thể đánh giá toàn diện tỉ lệ kết hợp giữa LED xanh và LED đỏ nào phù hợp với sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc trong điều kiện nhà kính.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, Cây Cúc sinh trưởng và phát triển tốt hơn dưới điều kiện ánh sáng đèn LED. Các chỉ tiêu sinh trưởng của các giống Cúc dưới điều kiện chiếu sáng LED đều cao hơn so với đèn compact. Tuy nhiên, mức tiêu thụ điện lại giảm đi 50 % so với đèn compact. Có thể thấy rõ hiệu quả kinh tế khi sử dụng đèn LED qua bảng so sánh dưới đây:

Bảng 7. So sánh hiệu quả kinh tế giữa đèn LED và đèn compact.

Chỉ tiêu	Đèn compact	Đèn LED
(1): Công suất (W)	20 W	10 W
(2): Tuổi thọ (giờ)	8.000	50.000
(3): Giá sản phẩm (đồng)	40.000	500.000
(4): Tổng số giờ thấp sáng liên tục trong 5 năm	43.800	43.800
(5) = (4)/(2): Số bóng phải mua trong 5 năm sử dụng	5	1
(6) = (5) x (3): Tiền đầu tư bóng đèn cho 1 vị trí trong 5 năm	200.000	500.000
(7): Giá điện hiện tại*	1437 VND/1kWh	1437 VND/1kWh
(8) = (1) x (4) x (7)/1000: Tiền điện tiêu thụ trong 5 năm	$20 \times 43.800 \times 1437 / 1000 = 1.258.812đ$	$10 \times 43.800 \times 1437 / 1000 = 629.406đ$
(9) = (6) + (8): Tổng chi phí cho 5 năm	1.458.812đ	1.129.406đ
Chênh lệch phí đầu tư	$1.458.812đ - 1.129.406đ = 329.406đ$	

Chú thích: *: Giá điện hiện tại 1437 VND/1 kWh (Thông tư số 38/2012/TT-BCT ngày 20/12/2012 của Bộ Công Thương quy định về giá bán điện và hướng dẫn thực hiện).

Như vậy, khi so sánh đèn LED với đèn compact trong quá trình thấp sáng thì sự chênh lệch phí đầu tư trong 5 năm lên đến 329.406 đ cho mỗi bóng. Nếu số lượng bóng tăng lên thì số tiền tiết kiệm điện sẽ cao hơn rất nhiều.

Trước năm 2005, người nông dân sử dụng bóng đèn sợi đốt với công suất 40 W, 60 W, 75 W, giá rẻ nhưng tuổi thọ thấp (tuổi thọ trung bình khoảng 1.000 giờ) và tiêu hao năng lượng cao nên chi phí tiền điện cũng cao. Từ năm 2005 đến nay, người dân sử dụng bóng đèn huỳnh quang compact với công suất 20 W thay thế bóng đèn sợi đốt vì loại đèn này có nhiều ưu điểm hơn bóng đèn sợi đốt là tiết kiệm được chi phí tiền điện vì ít tổn điện năng, tuổi thọ cao (tuổi thọ trung bình khoảng 8.000 giờ). Đối với việc sử dụng bóng compact 3U tại các trang trại trồng hoa Cúc thì cách lắp bóng được thực hiện như sau: đèn cách đèn 3,0 m và hàng cách hàng 3,0 m, chiều cao treo đèn là 1,8 m; bình quân cứ mỗi sào (1000 m²) sử dụng 140 - 145 bóng đèn compact 3U, mỗi ngày đêm chiếu sáng bình quân 5 giờ. Thời gian chiếu đèn: 30 ngày/ vụ x 4 vụ/năm = 120 ngày/năm. Ước tính trên địa bàn Đà Lạt, Lạc Dương có 400 ha trồng Cúc trong nhà kính thì số bóng cần sử dụng là: 400 ha x 1450 đèn/ha = 580.000 bóng đèn; Lượng điện năng cần tiêu tốn: 580.000 bóng đèn x 20 W/h x 5 h/ngày x 120 ngày/năm = 6.960.000 Wh = 6.960 kWh. Giá điện hiện nay trên thị trường khoảng 1437 đồng/kWh điện. Như vậy, mỗi năm lượng điện

phải trả cho thấp sáng từ 9,613 tỉ đồng. Nếu thay thế toàn bộ đèn compact 3U 20 W bằng đèn LED 10 W, thì điện năng tiêu thụ giảm xuống $\frac{1}{2}$ và tổng kinh phí phải trả cho điện năng thấp sáng trong một năm ở các trang trại hoa Cúc tại Đà Lạt và Lạc Dương chỉ là 4,806 tỉ đồng.

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả khảo sát các điều kiện chiếu sáng khác nhau (đèn compact; 100 % LED đỏ; 90 % LED đỏ kết hợp với 10 % LED xanh; 80 % LED đỏ kết hợp với 20 % LED xanh; 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh; 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh; 50 % LED đỏ kết hợp với 50 % LED xanh) lên khả năng sinh trưởng và phát triển của 3 giống Cúc (Sapphire, Đóa vàng, Kim cương) được trồng trong điều kiện nhà kính cho thấy, Sự kết hợp giữa ánh sáng LED xanh và LED đỏ giúp cây sinh trưởng và phát triển tốt. Và tỉ lệ 70 % LED đỏ kết hợp với 30 % LED xanh phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc giống Sapphire và Kim cương, trong khi đó, tỉ lệ, 60 % LED đỏ kết hợp với 40 % LED xanh phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây Cúc giống Đóa vàng. Kết quả này có thể khẳng định, đèn LED thích hợp để thay thế đèn compact trong việc chiếu sáng cây Cúc. Đèn LED được sử dụng có thể giúp các hộ nông dân trồng Cúc giảm đáng kể chi phí điện thấp sáng.

Lời cảm ơn. Các tác giả xin chân thành cảm ơn nguồn vốn ngân sách nhà nước từ chương trình “mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả” của Bộ Công Thương đã tài trợ kinh phí cho chúng tôi thực hiện đề tài nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Teixeira da Silva J. A. - Ornamental chrysanthemums: improvement by biotechnology - Review of Plant Biotechnology and Applied Genetics, Plant. Cell. Tiss. Org. **79** (2004) 1-18.
2. Yulian Y. F. and Okuda N. - Effects of day-length on growth, budding and branching of garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.), Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ. **47** (1) (1995) 7-13.
3. Narumon C. - The effect of growth regulation on quality and vase-life of chrysanthemum. Bangkok Thailand, 1998, pp. 143-146.
4. Kim S., Hahn E. J., Heo J. W. and Paek K. Y. - Effect of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*, Sci. Hort. **101** (2004) 143-151.
5. Kurilcik A., Canova R. M., Dapkuniene S., Zilinskaite S., Kurilcik G., Tamulaitis G., Duchovskis P., Zukauskas A. - *In vitro* culture of *Chrysanthemum* plantlets using light-emitting diodes, C. Euro. J. Biol. **3** (2) (2008) 161-167.
6. Dương Tân Nhật, Nguyễn Bá Nam - Ảnh hưởng của hệ thống chiếu sáng đơn sắc lên sự sinh trưởng và phát triển của cây hoa Cúc (*Chrysanthemum morifolium* cv. “nút”) nuôi cấy *in vitro*, Tạp chí Công nghệ Sinh học **7**(1) (2009) 93-100.
7. Taiz L. and Zeiger E. - *Plant Physiology*. Benjamin/Cummings Publishing Co, NY, 2002, pp. 111-143.

8. Moreira da Silva M. H. and Debergh P. C. - The effect of light quality on the morphogenesis of *in vitro* cultures of *Azorella vidalii* (Wats.) Feer, Plant Cell Tiss. Org. Cult. **51** (1997) 187-193.
9. Schuerger A. C., Brown C. S. and Stryjewski E. C. - Anatomical features of Pepper plants (*Capsicum annum* L.) grown under red light-emitting diodes supplemented with blue or far-red light, Ann. Bot. **79** (1997) 273-282.
10. Mortensen L. and Stromme E. - Effects of light quality on some greenhouse crops, Sci. Hort. **33** (1987) 27-36.
11. Kraepiel Y. and Mipiniac E. - Photomorphogenesis and phytohormones, Plant Cell Environ. **20** (1997) 807-812.
12. Akoyunoglou G. and Anni H. - Blue light effect on chloroplast development in higher plants. In: Senger, H. (Ed.) Blue Light Effects in Biological Systems. Springer-Verlag, Berlin, 1984, pp. 397-406.
13. Richter G. and Wessel K. - Red light inhibits blue-induced chloroplast development in cultured plant cells at the mRNA level, Plant Mol. Biol. **5** (1985) 175-182.
14. Nhut D. T., Takamura T., Watanabe H., Okamoto K. and Tanaka M. - Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under superbright red and blue light emitting diodes (LEDs), Plant Cell Tiss. Org. **73** (2003) 43-52.
15. Nhut D. T., Takamura T., Goi M., Watanabe H., Satao M. and Tanaka M. - The effect of various blue to red ratios for LED irradiation system on the *in vitro* growth of *Phalaenopsis* plantlets, J. Japan Soc. Hort. Sci. (2000) 218 (Abstract).
16. Nhut D. T., Takamura T., Watanabe H., Murakami A., Murakami K. and Tanaka M. - Sugar-free micropropagation of *Eucalyptus citriodora* using light-emitting diodes (LEDs) and film-rockwool culture system, Environ. Control Biol. **40**(2) (2002) 147-155.
17. Nhut D. T., Hong L. T. A., Watanabe H., Goi M. and Tanaka M. - *In vitro* growth of banana plantlets cultured under red and blue light-emitting diodes (LEDs) irradiation source, Act. Hort. **575** (2002) 117-123.
18. Nhut D. T., Takamura T., Watanabe H. and Tanaka M. - Efficiency of a novel culture system by using light emitting diodes (LEDs) on *in vitro* and subsequent of micropropagated banana, Acta. Hort. **616** (2003) 121-128.

ABSTRACT

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF CHRYSANTHEMUM MORIFOLIUM CULTIVARS
“DOA VANG, SAPPHIRE AND KIM CUONG” IN RESPONSE TO SUPPLEMENTAL
LIGHT EMITTING DIODES DURING THE NIGHT**

Nguyen Ba Nam¹, Le Thi Thanh², Le Thi Thanh Tra³, Vu Quoc Luan¹,
Nguyen Dinh Lam⁴, Duong Tan Nhut^{1,*}

¹Tay Nguyen Institute for Scientific for Plant Breeding Research, Vietnam Academy of Science
and Technology, Da Lat City

²Industry Project Development Center, Lam Dong Department Industry and Trade, Da Lat City

³Dalat Vocational Training College, Da Lat City

⁴Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam, Ho Chi Minh City

*Email: duongtannhut@gmail.com

Light-emitting diodes (LEDs) are a rapidly developing technology for plant growth and have become a powerful tool for understanding the spectral effects of light on plants and capable of application in commercial cultivation. Using LEDs can choose suitable wavelengths with the growth and development of plants, thereby increasing the maximum yield of plants. The most important in lighting source is red and blue LED. In this study, LEDs (Includes: 100 % red LEDs, 90 % red LEDs + 10 % LEDs, 80 % red LEDs + 20 % blue LEDs, 70 % red LEDs + 30 % blue LEDs, 60 % red LEDs + 40 % blue LEDs, 50 % red LEDs + 50 % blue LEDs.) were used supplemental light during the night in order to investigate the effect of them on growth and development of *Chrysanthemum morifolium* cultivars “Doa vang, Sapphire and Kim cuong” which were growing the greenhouse. Compact 3U fluorescent light was used as control treatment. Results showed that 70 % red LEDs combined with 30 % blue LED is suitable for the growth and development of *Chrysanthemum morifolium* cultivars “Sapphire and Kim cuong”, while 60 % Red LEDs combined with 40 % blue LEDs is suitable for the growth and development of *Chrysanthemum morifolium* cultivar “Doa vang”. The present study suggested that LED can be replacement compact 3U fluorescent to supplemental light during the night for *Chrysanthemum* in the greenhouse.

Keywords: Chrysanthemum, compact 3U fluorescent, greenhouse, growth and development, light emitting diodes (LEDs).