

HỆ THỐNG MỚI - KẾT HỢP CÔNG NGHỆ CHIẾU SÁNG LED VÀ TRUYỀN ĐIỆN KHÔNG DÂY - TRONG NGHIÊN CỨU SINH TRƯỞNG CÂY DẦU TÂY (*FRAGARIA SP.*) NUÔI CẤY *IN VITRO*

Nguyễn Bá Nam¹, Nguyễn Phúc Huy¹, Vũ Quốc Luận¹, Nguyễn Đình Lâm², Dương Tấn Nhựt¹

¹Viện Nghiên cứu khoa học Tây Nguyên, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Khoa học kỹ thuật Nông nghiệp Miền Nam, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

Ngày nhận bài: 03.11.2014

Ngày nhận đăng: 20.12.2014

TÓM TẮT

Đèn LED hay còn gọi là diode phát quang đã được chứng minh như nguồn sáng lý tưởng trong các phòng nuôi cấy mô tế bào thực vật. Trong những năm qua, đèn LED không ngừng được cải thiện chất lượng và hệ thống để chiếu sáng hiệu quả hơn. Trong nghiên cứu này, một hệ thống LED mới được tạo ra, sự kết hợp giữa công nghệ chiếu sáng LED và truyền điện không dây được thực hiện và ứng dụng trong nghiên cứu sinh trưởng cây Dầu tây, qua đó, nó có thể tiết kiệm không gian nuôi cấy. Hệ thống bao gồm hai bộ phận: (1) Mạch phát: Mạch biến đổi từ trường thành điện trường. Nhiệm vụ của mạch phát là biến đổi các tín hiệu điện áp đầu vào thành các tín hiệu ở các tần số mong muốn và bức xạ các tín hiệu này ra bên ngoài; (2) Mạch thu: Mạch thu từ trường và biến đổi thành điện năng tiêu thụ. Mạch thu có nhiệm vụ bắt được chính xác các từ trường đang được bức xạ bên ngoài, chuyển chúng lại thành năng lượng điện để đưa ra tiêu thụ. Mạch thu gồm: Mạch cộng hưởng LC cộng hưởng tín hiệu phát và tải mạch là bảng mạch đèn LED được lắp đặt với 29 LED (20 LED đỏ : 9 LED xanh, tương ứng với tỉ lệ R:B ~ 7:3). Kết quả thí nghiệm cho thấy, cây Dầu tây sinh dưới hệ thống mới có khả năng tăng trưởng tốt hơn với các chỉ tiêu khối lượng tươi (1,02 g), khối lượng khô (59,75 mg), chiều cao cây (6,67 cm), giá trị SPAD (48,05) so với dưới đèn huỳnh quang và tương đương dưới các hệ thống chiếu sáng LED khác. Với kết quả bước đầu, cho thấy hệ thống LED mới này có thể nâng cao hiệu quả chiếu sáng và tiết kiệm không gian trong các phòng nuôi cấy mô, vì vậy, cần nhiều cải tiến và nghiên cứu trên nhiều đối tượng khác để hệ thống LED mới này có thể được ứng dụng rộng rãi.

Từ khóa: Dầu tây, diode phát quang, điện từ trường, truyền điện không dây, vi nhân giống

GIỚI THIỆU

Ánh sáng là nhân tố quan trọng điều hòa sự sinh trưởng và phát triển của thực vật. Thực vật sử dụng ánh sáng như nguồn năng lượng để tổng hợp các hợp chất hữu cơ qua quá trình quang hợp, hay sử dụng ánh sáng như nguồn thông tin cho các chương trình quang chu kỳ, quang hướng động và quang phát sinh hình thái. Những đáp ứng này phụ thuộc vào cường độ, chất lượng ánh sáng (bước sóng), thời gian chiếu sáng và quang kỳ chiếu sáng (Taiz, Zeiger, 2002). Vì vậy, có thể sử dụng ánh sáng nhân tạo để kiểm soát sự sinh trưởng và phát triển thực vật trong nhà kính và trong *in vitro*. Nhìn chung, đèn huỳnh quang là nguồn chiếu sáng chính trong vi nhân giống vô tính thực vật. Trong những năm qua, diode phát quang hay đèn LED đã được phát triển như nguồn chiếu sáng mới trong nuôi cấy mô tế bào thực vật. So với đèn huỳnh quang, đèn LED có một số điểm ưu điểm như kích thước và thể

tích nhỏ, tuổi thọ cao và bước sóng có thể kiểm soát (Bula *et al.*, 1991; Brown *et al.*, 1995). Tanaka và đồng tác giả (1998) đã báo cáo sự sinh trưởng của cây Địa Lan gia tăng đáng kể dưới sự chiếu sáng của đèn LED đỏ và xanh kết hợp. Nhut và đồng tác giả (2002a) cho thấy cây Chuối có thể sinh trưởng tốt trong *in vitro* và giai đoạn tiếp theo ngoài vườn ươm khi được nuôi cấy dưới đèn LED xanh và đỏ kết hợp. Ngoài ra, một vài loài đã được nghiên cứu thành công dưới hệ thống chiếu sáng LED như cây Nho (Puspa *et al.*, 2008), Khoai tây (Jao, Fang, 2004), Lily (Lian *et al.*, 2002), Cúc (Kim *et al.*, 2004; Anzelika *et al.*, 2008), Bạch đàn (Nhut *et al.*, 2002b), Địa hoàng (Hahn *et al.*, 2000), Vân môn (Jao *et al.*, 2005), Bật tiên (Dewir *et al.*, 2007), Lan ý (Nhut *et al.*, 2005), Sâm Ấn độ (Lee *et al.*, 2007), lan Hồ điệp (Wongnok *et al.*, 2008). Qua các nghiên cứu này cho thấy đèn LED là nguồn chiếu sáng thích hợp trong nuôi cấy mô tế bào thực vật khi so sánh với đèn huỳnh quang. Tuy nhiên, nếu

đèn LED được thiết kế để thay thế đèn huỳnh quang như hệ thống thông thường thì chưa phát huy hết các điểm thuận lợi của đèn LED Năm 1996, Okamoto và đồng tác giả đã sử dụng các bảng mạch đèn LED được thiết kế riêng cho mỗi hộp nuôi cấy tạo thành một hệ thống UNIPACK. Mỗi hệ thống được xếp chồng lên nhau nhằm tiết kiệm không gian của phòng nuôi cấy. Ngoài ra, mỗi hộp nuôi cấy được chiếu sáng riêng biệt nên cường độ chiếu sáng phân bố đều đến mẫu cây, điều này không thể thực hiện với đèn huỳnh quang hoặc đèn LED dạng tuýp. Tuy nhiên, hệ thống này không được ứng dụng rộng bởi phải sử dụng lượng lớn dây cáp để cung cấp điện cho mỗi hộp nuôi cấy. Sự ra đời của công nghệ truyền điện không dây đã khắc phục được nhược điểm trên. Ngày 07 tháng 06 năm 2007, một bài báo đăng trên tạp chí Science của nhóm sinh viên MIT đã làm chấn động dư luận khi thực hiện nghiên cứu truyền điện không dây bằng cảm ứng điện từ (Kurs et al., 2007). Từ đó hàng loạt các thiết bị sử dụng công nghệ này được tạo ra như các thiết bị sạc không dây cho điện thoại, laptop... Tuy nhiên, thiết bị ứng dụng trong nuôi cấy mô chưa được thực hiện trước đây. Trong nghiên cứu này, sự kết hợp giữa công nghệ chiếu sáng LED và truyền điện không dây được thực hiện và ứng dụng trong nuôi cấy cây Dầu tây, qua đó, có thể thúc đẩy sự sinh trưởng của cây *in vitro* và tiết kiệm không gian nuôi cấy.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vật liệu và môi trường nuôi cấy

Lá non được thu nhận từ cây dầu tây 1 năm tuổi được trồng tại Viện Nghiên cứu khoa học Tây Nguyên (Đà Lạt, Lâm Đồng, Việt Nam). Lá được khử trùng với cồn 70% (v/v) trong vòng 30s và 0,1 (HgCl₂) trong vòng 5 phút sau đó rửa 4 lần với nước cất vô trùng. Lá được cắt thành hình tròn có đường kính 0,8 cm, sau đó cấy trong môi trường tái sinh chồi sử dụng bình 250 ml chứa 40 ml môi trường MS (Murashige, Skoog, 1962) bổ sung 1 mg/l TDZ, 0,1 mg/l IBA, 30 g/l sucrose, 8,5 g/l agar (Sutter et al., 1997). Sau đó các cụm chồi chứa 5-6 chồi sẽ được cấy sang môi trường MS có bổ sung 0,2 mg/l BA, 30 g/l sucrose và 8,5 g/l agar (Sutter et al., 1997) cho quá trình kéo dài chồi. Các chồi thu được có chiều cao 3 cm được cấy vào môi trường MS bổ sung 0,2 NAA, 30 g/l sucrose, 1 g/l than hoạt tính và 8,5 g/l agar (Haddadi et al., 2010), được sử dụng để

nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện chiếu sáng khác nhau đến quá trình sinh trưởng của cây Dầu tây *in vitro*.

Hệ thống chiếu sáng

Đèn huỳnh quang

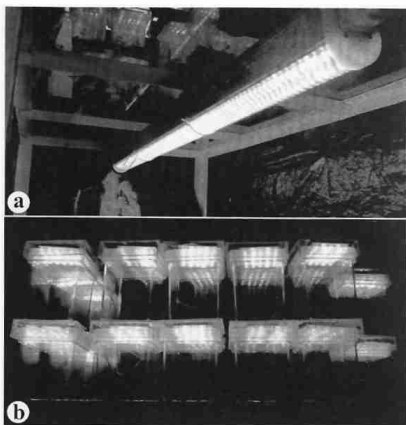
Ánh sáng được sử dụng trong thí nghiệm là ánh sáng từ đèn huỳnh quang tiêu chuẩn có kích thước 1,2 m (FL – 40 W/T10) có công suất 40 W (Công ty Bóng đèn Phích nước Rạng Đông, Việt Nam). Một bóng đèn huỳnh quang được sử dụng để làm nghiệm thức đối chứng và đặt giữa giàn nuôi cấy khoảng cách từ đèn đến nắp hộp là 30 cm, hộp nuôi cấy được sử dụng là hộp Magenta GA7 (7,7 cm x 7,7 cm x 9,7 cm, Sigma-Aldrich Co. LLC.), cường độ chiếu sáng được duy trì tại vị trí trung tâm đáy hộp là 45 $\mu\text{mol.s}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Đèn LED

Đèn LED được sử dụng trong thí nghiệm là đèn Plant Grow LED (Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ kỹ thuật CSV) có kích thước tiêu chuẩn 1,2 m, công suất tiêu thụ là 36w. Một bóng đèn LED được sử dụng và đặt giữa giàn nuôi cấy, khoảng cách từ đèn đến nắp hộp là 30 cm, cường độ chiếu sáng được duy trì tại vị trí trung tâm đáy hộp là 45 $\mu\text{mol.s}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Ánh sáng phát ra từ đèn LED bao gồm hai loại bước sóng 450-500 nm và 650-680 nm phát ra từ hai loại tương ứng đèn LED đỏ và LED xanh với tỉ lệ 7:3 được tích hợp trong đèn Plant Grow LED.

Hệ thống LED truyền điện bằng dây cáp (LED uni-Pack (LP))

Thiết bị LED-uniPack (LP) sử dụng trong thí nghiệm được thiết kế bằng mica có kích thước 8 cm (chiều dài), 2 cm (cao), 8 cm (rộng). Nguồn chiếu sáng LED được gắn trên trần của hộp (bảng mạch đèn LED được lắp đặt với 29 LED (20 LED đỏ : 9 LED xanh, tương ứng với tỉ lệ R:B ~ 7:3), 20 LED đỏ được chia thành 4 dãy, mỗi dãy gồm 5 bóng được mắc nối tiếp, LED xanh cũng được mắc tương tự nhưng với 3 bóng LED được mắc nối tiếp. Mạch đèn LED được phủ lên hộp Magenta. Dòng điện một chiều DC12V được cung cấp ở phía sau của LED uni-Pack từ bộ nguồn (Nguồn AXT 450 – Hãng Golden Field) chuyển đổi 220V xoay chiều thành 12V một chiều. Biến trở được sử dụng để điều chỉnh³ điện áp đầu vào theo ý muốn tương ứng với cường độ ánh sáng phát ra của mạch đèn LED (Hình 1b).



Hình 1. Các hệ thống chiếu sáng bằng đèn LED. a. Đèn LED với tỉ lệ chiếu sáng 70% LED đỏ kết hợp 30% LED xanh; b. LED uni-Pack (LP).

Hệ thống LED truyền điện không dây (Wireless power transfer – LED uni-Pack (WPT – LP))

Thiết bị được nhóm nghiên cứu tự thiết kế gồm hai mạch:

Mạch phát: Mạch biến đổi từ trường thành điện trường; Mạch biến đổi từ trường thành điện trường. Nhiệm vụ của mạch phát là biến đổi các tín hiệu điện áp đầu vào thành các tín hiệu ở các tần số mong muốn và bức xạ các tín hiệu này ra bên ngoài. Mạch phát hoạt động như sau: Biến áp sẽ biến đổi dòng điện từ 220VAC (dòng điện xoay chiều) thành 60VAC và 24VAC. Sau đó, chỉnh lưu sẽ biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều; với hai nguồn: Nguồn 15V là nguồn cung cấp áp cho các linh kiện và nguồn 80V cấp nguồn cao áp cho mạch dao động LC. Mạch dao động: tạo dao động cho mạch LC. Mạch khuếch đại có nhiệm vụ khuếch đại công suất để truyền đi được xa. Mạch cộng hưởng LC: Cộng hưởng và truyền tải tín hiệu. Tín hiệu được truyền đi dưới dạng sóng điện từ với tần số giao động từ 100 – 130 kHz. Mạch phát còn được thiết kế với hai vòng phát từ trường, đường kính vòng phát là 30 cm, mỗi vòng sẽ cung cấp điện tối đa

cho 10 hộp nuôi cấy, công suất của mạch phát là 80W. Trong mạch phát có bộ tản nhiệt bằng các lá nhôm nên thiết bị sẽ không bị nóng trong suốt thời gian chiếu sáng 16 giờ/ngày.

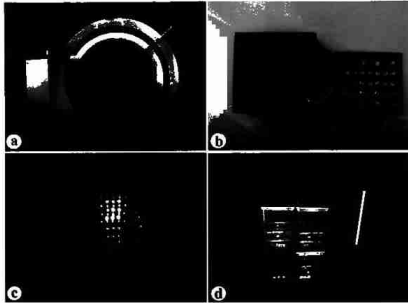
Mạch thu Mạch thu từ trường và biến đổi thành điện năng tiêu thụ: Mạch thu có nhiệm vụ bắt được chính xác từ trường đang được bức xạ bên ngoài, chuyển chúng lại thành năng lượng điện để đưa ra tiêu thụ. Mạch thu gồm: Mạch cộng hưởng LC cộng hưởng tín hiệu phát và tải mạch là bóng mạch đèn LED được lắp đặt với 29 LED (20 LED đỏ : 9 LED xanh, tương ứng với tỉ lệ R:B ~ 7:3), cách bố trí tương tự như hệ thống LP. Cường độ chiếu sáng của mạch đèn LED được điều chỉnh từ nút điều chỉnh tần số phát của mạch phát. Tần số của mạch phát được duy trì ở 120 kHz sẽ tương ứng với ánh sáng LED từ mạch thu có cường độ $45 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ được đo tại vị trí đáy hộp. Hệ thống được mô tả chi tiết theo hình 2a,b và hình 3a,b,c,d.

Hệ thống hộp nuôi cấy tự tạo được thiết kế thành 2 loại: truyền điện có dây bằng cáp (Hình 1b) và truyền điện không dây bằng cảm ứng điện từ (Hình 2). Hai hệ thống trên đều được nhóm nghiên

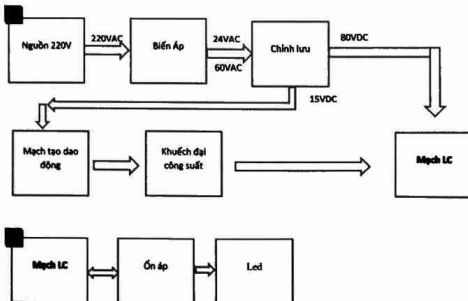
cứu tự thiết kế và thực hiện. Ánh sáng LED được khảo sát với tỉ lệ kết hợp là 30% LED xanh với 70% LED đỏ là tỉ lệ tốt nhất trong nghiên cứu của Nhut và đồng tác giả (2003) trên cây Đậu tây. LED đỏ phát ra ánh sáng với bước sóng 660 - 680 nm,

trong khi đó, với LED xanh là 450 - 500 nm. Magenta GA7 (Sigma Aldrich) được sử dụng cho nghiên cứu này.

Các mẫu được nuôi cấy ở nhiệt độ $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$, quang kỳ 16 giờ/ngày, cường độ chiếu sáng $45 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, độ ẩm tương đối 50 - 55%.



Hình 2. Hệ thống nuôi cấy LED truyền điện không dây (Wireless power transfer – LED uni-Pack (WPT - LP)). a. thiết bị phát; b. thiết bị thu, c d. hoạt động của hệ thống.



Hình 3. Sơ đồ khối của mạch phát (a) và nhận (b) điện trường trong hệ thống LED truyền điện không dây (WPT-LP).

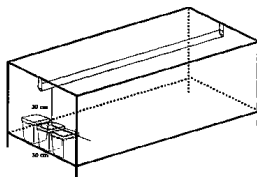
Đưa cây ra vườn ươm

Sau 4 tuần, cây *in vitro* được lấy ra khỏi hệ thống nuôi cấy, rửa sạch agar bám ở rễ, trồng cây trong chậu nhựa với đất mùn (có khả năng thoát nước tốt) có pH khoảng 6,5 và tưới phun sương mỗi ngày một lần, với độ ẩm tương đối 75 – 80%, nhiệt độ $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Các chỉ tiêu theo dõi

Cường độ chiếu sáng được đo bằng Li-250A light meter (Hãng LI-COR) với 49 điểm, mỗi điểm được đo cách nhau 5 cm tính từ đường biên đặt hộp nuôi cấy, diện tích được khảo sát là 30 cm x 30 cm. Cường độ ánh sáng được tính bằng đơn vị $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây Dầu tây được

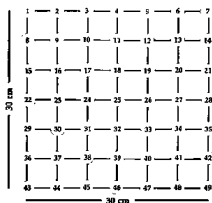


A

khảo sát: khối lượng tươi, khối lượng khô, chiều cao, chiều dài rễ, số rễ, số lá, đường kính lá, giá trị SPAD (SPAD 502 Minolta Co Ltd., Japan) của lá được ghi nhận sau 4 tuần nuôi cấy, tính từ lá thứ 3 từ trên xuống. Đối với cây *ex vitro*, các chỉ tiêu: khối lượng tươi, chiều cao, chiều dài rễ, số rễ, tỉ lệ sống sót, đường kính lá được ghi nhận sau 4 tuần trồng trong điều kiện vườn ươm.

Xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần với 9 hộp magenta GA7, mỗi hộp được cấy với 5 chồi dầu tây. Số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft excel, SAS 9.1 và Duncan's test (Duncan, 1995) với $\alpha = 0,05$, đường bình độ được vẽ bằng phần mềm Surfer version 11.0.642 (Golden software, Inc).



B

Hình 4. Hình vẽ mô tả giàn nuôi cấy mô (A) và các vị trí được đo cường độ ánh sáng trên giàn nuôi cấy (B).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Cường độ chiếu sáng của các hệ thống nuôi cấy

Sự phân bố cường độ ánh sáng của đèn huỳnh quang, đèn Plant Grow LED và hai hệ thống tự tạo LP và WPT-LP được thể hiện qua đường bình độ ở hình 5

Kết quả đo cường độ ánh sáng bằng thiết bị Li-250A ở 49 điểm khác nhau cho thấy, cường độ ánh sáng cao nhất ở hai hệ thống chiếu sáng đèn huỳnh quang và đèn Plant Grow LED tại nơi vuông góc với hướng chiếu của đèn, tại vị trí từ 22 - 28. Giảm dần ở vị trí lân cận từ 15 - 21 và 22 - 35. Đối với đèn huỳnh quang cường độ ánh sáng giảm rõ rệt tại vị trí sát biên,

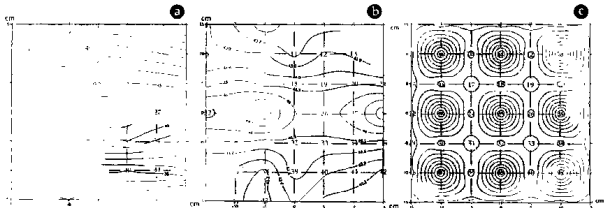
tại các vị trí từ 1-7 và 8-14 hoặc từ 36-42 và 43-49, giao động từ 35-40 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Sự phân bố cường độ ánh sáng của đèn huỳnh quang đã được trình bày khá kỹ trong nghiên cứu của Chen (2005). Chen cho rằng cường độ ánh sáng ở các vùng biên được ký hiệu A1, D1, D7 và G4 là thấp nhất, những cây được thí nghiệm sẽ sinh trưởng chậm khi được đặt ở các vị trí này (Chen, 2005). Đối với hai hệ thống LP và WPT-LP, Cường độ được duy trì 45 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ tại vị trí trung tâm đáy hộp. Ánh sáng phát ra từ hai hệ thống này không có sự phân tán nhiều và đều tập trung cho hộp nuôi cấy. Sự khác nhau giữa các hệ thống là sự phân bố cường độ ánh sáng khác nhau, việc lựa chọn cường độ thích hợp 45 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ sẽ khó thực hiện ở các hệ thống đèn huỳnh quang hay đèn Plant Grow

LED. Đối với hai hệ thống LP và WPT-LP thì sự điều chỉnh cường độ ánh sáng được thực hiện bằng cách điều chỉnh dòng điện cung cấp đầu vào ở hệ thống LP xuống dưới 12V và tần số phát đầu ra ở hệ thống WPT-LP xuống dưới 120 kHz sẽ kéo theo sự giảm cường độ ánh sáng.

Ngoài ra, với hai hệ thống trên các hộp nuôi cây riêng rẽ còn có thể xếp chồng lên nhau nhằm tăng diện tích nuôi cây. Tuy nhiên, đối với hệ thống WPT-LP các số lớp xếp chồng tương ứng với số vòng dây phát từ trường còn đối với hệ thống LP thì khi số tầng gia tăng đồng nghĩa với việc dây điện cung cấp nguồn cho từng hộp nuôi cây cũng gia tăng làm hệ thống trở nên phức tạp.

Để gia tăng không gian sử dụng trong phòng nuôi cây mô, các kệ nuôi cây sẽ được thiết kế nhiều tầng hơn, khi đó khoảng cách giữa bóng đèn và hộp nuôi cây sẽ ngắn lại (Chen, 2005). Tuy nhiên, việc giảm độ cao của bóng đèn sẽ làm giảm tính đồng nhất của ánh sáng đến các hộp nuôi cây. Ngoài ra, một phương pháp khác được thực hiện để gia tăng hiệu quả sử dụng không gian đó là thay đổi hướng chiếu sáng bằng cách xếp chồng các hộp nuôi cây và

lắp đặt đèn ở giữa đã được thực hiện bởi Hayashi và đồng tác giả (1992) trên cây Khoai tây. Với phương pháp chiếu sáng trên, mật độ hộp nuôi cây được gia tăng đáng kể trên một đơn vị diện tích, tuy nhiên, mẫu cây có xu hướng hướng sáng và cong về phía bóng đèn và những cây ở giữa không nhận được đầy đủ ánh sáng như ở các cây ngoài biên, vì vậy phương pháp chiếu sáng theo hướng ngang không được ứng dụng rộng rãi. Một cải tiến khác để gia tăng hiệu quả sử dụng không gian là hệ thống UNIPACK sử dụng đèn LED (Okamoto *et al.*, 1996). Hệ thống UNIPACK bao gồm hộp nuôi cây (11 cm x 11 cm x 14 cm) nguồn sáng là LEDCAP chứa 9 LED xanh và 36 LED, tỉ lệ tương ứng là 20% LED xanh kết hợp 80% LED đỏ). Hệ thống LP được sử dụng trong nghiên cứu này cũng tương tự như hệ thống UNIPACK của Okamoto nhưng nhỏ hơn (7,7 cm x 7,7 cm x 9,7 cm) và tỉ lệ đèn là 30% LED xanh kết hợp với 70% LED đỏ. Tuy nhiên, việc cung cấp điện riêng cho từng hộp sẽ sử dụng một lượng lớn dây cáp điện, do đó, hệ thống WPT-LP sử dụng công nghệ truyền điện không dây sẽ có tiềm năng lớn trong việc thiết kế hệ thống chiếu sáng hiệu quả và tiết kiệm không gian trong các phòng nuôi cây mô.



Hình 5. Phân bố cường độ ánh sáng ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) của các hệ thống khác nhau. a. đèn huỳnh quang; b. đèn Plant Grow LED; c. hệ thống LP và WPT-LP

Ảnh hưởng của hệ thống nuôi cây đến sự sinh trưởng của cây Dâu tây nuôi cấy in vitro

Sau 4 tuần nuôi cấy, các chỉ tiêu sinh trưởng của cây Dâu tây dưới các hệ thống khác nhau được trình bày ở bảng 1.

Qua bảng số liệu cho thấy, cây Dâu tây sinh trưởng dưới các hệ thống chiếu sáng LED đều cho kết quả tốt hơn so với đèn huỳnh quang (Hình 6). Thể hiện rõ ở các chỉ tiêu khối lượng tươi và chiều

cao cây. Chiều cao và khối lượng tươi cây dưới đèn huỳnh quang chỉ đạt lần lượt là 0,48 g/cây và 5,27 cm. Trong khi đó, khối lượng tươi cây dưới các hệ thống LED giao động từ 1,02 - 1,04 g/cây và chiều cao từ 6,50 cm - 6,67 cm, cao hơn so với dưới điều kiện đèn huỳnh quang (Bảng 1). Ngoài ra, các hệ thống khác nhau cũng ảnh hưởng khác nhau đến đường kính lá và chỉ số SPAD. Chỉ số sinh trưởng như đường kính lá và chỉ số SPAD của cây Dâu tây dưới hai hệ thống LP và WPT-LP cao hơn so với đèn

Plant Grow LED và đèn huỳnh quang. Điều này cho thấy, các cây dưới hai hệ thống này có sự gia tăng khả năng quang hợp. Ngoài ra, các cây Đậu tây sinh

trưởng dưới hệ thống WPT-LP có hình thái bình thường, chứng tỏ điện từ trường không ảnh hưởng đến mẫu cây.

Bảng 1. Ảnh hưởng của các hệ thống nuôi cấy lên khả năng sinh trưởng của cây Đậu tây nuôi cấy *in vitro*.

Các hệ thống nuôi cấy	Khối lượng tươi (g)	Khối lượng khô (mg)	Chiều cao (cm)	Số lá	Đường kính lá (cm)	Số rễ	Chiều dài rễ (cm)	Giá trị SPAD
FL	0,48 ^b	25,98 ^b	5,27 ^b	5,50 ^a	0,84 ^b	5,20 ^b	3,64 ^c	39,85 ^c
LED**	1,02 ^a	57,00 ^a	6,50 ^a	6,75 ^a	0,95 ^b	10,50 ^a	5,00 ^b	43,10 ^{bc}
LP	1,04 ^a	61,00 ^a	6,50 ^a	7,00 ^a	1,23 ^a	11,20 ^a	6,14 ^a	44,50 ^b
WPT-LP	1,02 ^a	59,75 ^a	6,67 ^a	6,50 ^a	1,18 ^a	11,60 ^a	4,56 ^b	48,05 ^a
CV (%)	13,64	14,10	8,25	14,70	10,39	31,25	12,01	5,24

Chú thích: *: Những mẫu tự khác nhau (a,b,c,...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong Duncan's test. **: FL: đèn huỳnh quang, LED: đèn LED, LP: hệ thống LED truyền điện bằng dây cáp, WPT-LP: hệ thống LED truyền điện không dây. Các nghiệm thức chiếu sáng LED thực hiện với tỉ lệ 70% LED đỏ + 30% LED xanh



Hình 6. Ảnh hưởng của các hệ thống nuôi cấy khác nhau (FL: đèn huỳnh quang, LED: Plant Grow LED; LP: hệ thống LED truyền điện bằng dây cáp; WPT-LP: hệ thống LED truyền điện không dây). Các nghiệm thức chiếu sáng LED thực hiện với tỉ lệ 70% LED đỏ + 30% LED xanh) lên khả năng sinh trưởng của cây Đậu tây trong điều kiện *in vitro*.

Ảnh hưởng của hệ thống nuôi cấy và nguồn chiếu sáng lên khả năng sinh trưởng tiếp theo của cây Dầu tây ngoài vườn ươm sau 4 tuần

Sự sinh trưởng tiếp theo của cây Dầu tây có nguồn gốc từ các hệ thống nuôi cấy khác nhau sau 4 tuần trồng trong điều kiện vườn ươm được trình bày ở bảng 2. Sự sinh trưởng khác nhau của cây Dầu tây ở các hệ thống nuôi cấy trong *in vitro* sẽ dẫn đến sự khác nhau trong quá trình thích nghi ở giai đoạn vườn ươm. Tỷ lệ sống sót của cây Dầu tây ở các hệ thống sử dụng đèn LED đều cao hơn so với đèn huỳnh quang 96% so với 70%. Ngoài ra, các chỉ tiêu như khối lượng tươi và chiều cao của cây Dầu tây ở hai hệ thống LP và WPT-LP cao hơn so với mẫu cấy dưới đèn huỳnh quang (Bảng 2; Hình 7). Tuy nhiên, số rễ và chiều dài rễ của cây Dầu tây ở các hệ thống lại không có sự khác biệt. Cây Dầu tây ở các hệ thống LED truyền điện không dây vẫn phát triển bình thường và cho ra quả sau 12 tuần trồng ở điều kiện vườn ươm, điều này chứng tỏ điện từ trường không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cây (Hình 7). Tuy nhiên, có nhiều kết quả nghiên cứu trái ngược nhau về ảnh hưởng của điện từ trường đến ảnh hưởng của sự sinh lý của cây trồng. Belyavskaya (2004) phát hiện ra rằng, trường điện từ yếu ức chế sự tăng trưởng của thực vật, giảm phân chia tế bào. Ramezani và đồng tác giả (2012) cho rằng, điện từ trường yếu gia tăng khả năng nảy mầm và chiều dài rễ của hạt *Saureja Bachttarica* L. nhưng lại làm giảm chiều cao chồi, diện tích lá, khối lượng tươi và khô của mẫu cây.

Một số các nghiên cứu khác cho rằng, điện từ trường làm thay đổi sinh trưởng và phát triển của cây trồng (Celestino *et al.*, 1998; Davies, 1996; Stange *et*

al., 2002). Tuy nhiên, việc tiếp xúc với điện từ trường có thể gây ra các hiệu ứng sinh học mà những hiểu biết về chúng chưa được rõ ràng. Trong nghiên cứu này, điện từ trường ở tần số 120 KHz hầu như không ảnh hưởng đáng kể đến sinh lý của mẫu cây Dầu tây nuôi cấy *in vitro*. Đây là nghiên cứu bước đầu về ảnh hưởng của đèn LED kết hợp với điện từ trường đến sinh lý cây trồng nuôi cấy *in vitro*. Cần có những nghiên cứu tiếp theo để hệ thống có thể hoàn thiện hơn và ứng dụng hiệu quả hơn trong nhân giống vô tính thực vật.

KẾT LUẬN

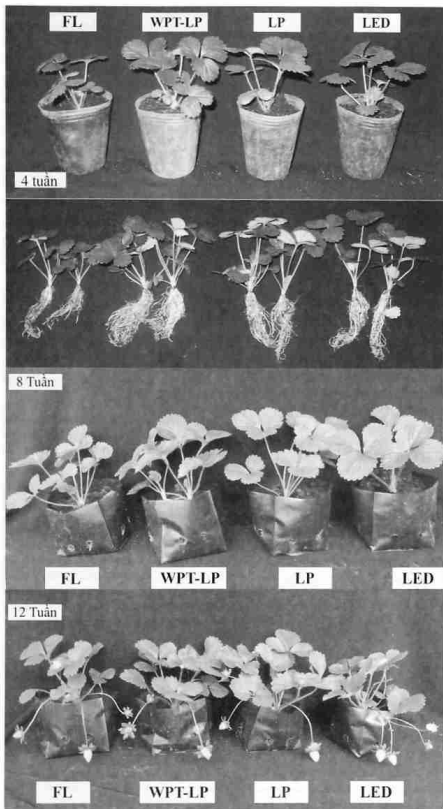
Việc sử dụng hệ thống đèn LED kết hợp với truyền điện không dây có thể tăng diện tích nuôi cấy lên đến 2 hoặc 3 lần do các hộp nuôi cấy có thể được xếp chồng lên nhau, từ đó, có thể tiết kiệm diện tích nuôi cấy so với hệ thống nuôi cấy mô thông thường sử dụng đèn huỳnh quang. Ngoài ra, với sự phân bố ánh sáng đồng đều cho từng hộp nuôi cấy và khả năng tận dụng không gian trong phòng nuôi cấy là những ưu điểm nổi bật của hệ thống này. Trong nghiên cứu này, các chỉ tiêu sinh trưởng của cây Dầu tây dưới hệ thống WPT-LP cao hơn so với đèn huỳnh quang và tương đương các hệ thống sử dụng đèn LED khác. Tuy nhiên, cần có nhiều nghiên cứu hơn nữa để đánh giá ảnh hưởng của điện từ trường đối với thực vật và hiệu quả của hệ thống này.

Lời cảm ơn: Các tác giả xin chân thành cảm ơn Quỹ Nafosted (Mã số đề tài: 106.16-2012.32) và Chương trình Tây Nguyên 3 (TN3/C09) đã tạo điều kiện cho chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hệ thống nuôi cấy và nguồn chiếu sáng lên khả năng sinh trưởng tiếp theo của cây Dầu tây ngoài vườn ươm sau 4 tuần.

Các Hệ thống nuôi cấy	Tỷ lệ sống sót (%)	Khối lượng tươi (g)	Chiều cao (cm)	Đường kính lá (cm)	Số rễ	Chiều dài rễ (cm)
FL**	70	3,06 ^b	7,00 ^b	4,63 ^b	16,75 ^a	10,38 ^a
LED	94	3,97 ^b	8,75 ^a	6,18 ^a	18,25 ^a	9,25 ^a
LP	96	5,38 ^a	8,75 ^a	6,25 ^a	18,50 ^a	9,13 ^a
WPT-LP	96	5,31 ^a	9,33 ^b	6,13 ^a	18,75 ^a	9,50 ^a
CV(%)		16,56	7,75	6,29	12,71	9,37

Chú thích *: Những mẫu tự khác nhau (a,b,c,...) được nêu trong các cột biểu diễn sự khác nhau có ý nghĩa với $\alpha = 0,05$ trong Duncan's test **; FL: đèn huỳnh quang; LED: đèn LED; LP: hệ thống LED truyền điện bằng dây cáp, WPT-LP: hệ thống LED truyền điện không dây, Các nghiệm thức chiếu sáng LED thực hiện với tỷ lệ 70% LED đỏ + 30% LED xanh.



Hình 7. Sự sinh trưởng tiếp theo của cây Dâu tây có nguồn gốc từ các hệ thống khác nhau (FL: đèn huỳnh quang; LED: đèn Plant Grow LED; LP: hệ thống LED truyền điện bằng dây cáp; WPT-LP: hệ thống LED truyền điện không dây. Các nghiệm thức chiếu sáng LED thực hiện với tỉ lệ 70% LED đỏ + 30% LED xanh) sau 4, 8 và 12 tuần trong điều kiện vườn ươm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anzelika K, Renata MC, Stase D, Silva Z, Genady K, Gintautas T, Pavelas D, Arunas Z (2008) *In vitro* culture of *Chrysanthemum* plantlets using light-emitting diodes. *Cent Eur J Biol* 3: 161-167.
- Belyavskaya NA (2004) Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Adv Space Res* 34: 1566-1574.
- Brown CS, Schuerger AC, Sager JC (1995) Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red lighting. *J Am Soc Hortic Sci* 120: 808-813.
- Bula RJ, Morrow RC, Tibbitts TW, Ignatius RW, Martin TS, Barta DJ (1991) Light-mitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience* 26: 203-205.
- Celestino J, Picazo ML, Toribio M, Alvarez-Ude JA, Bardasano JL (1998) Influence of 50Hz electromagnetic fields on recurrent embryogenesis and germination of cork oak somatic embryos. *Plant Cell Tiss Org* 54: 65-69.
- Chen C (2005) Fluorescent lighting distribution for plant micropropagation. *Biosyst Eng* 90 (3): 295-306.
- Davies MS (1996) Effects of 60 Hz electromagnetic fields on early growth in three plant species and a replication of previous results. *Bioelectromagnetics* 17: 154-61
- Dewir YH, Chakrabarty D, Hahn EJ, Paek KY (2007) Flowering of *Euphorbia millii* plantlets *in vitro* as affected by paclobutrazol, light-emitting diodes (LEDs) and sucrose. *Acta Hortic* 764: 169-173.
- Duncan DB (1995) Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42.
- Fang W, Jao RC (1996) Simulation of light environment with fluorescent lamps and design of a movable light-mounting fixture in a growing room. *Acta Hort* 440 181-186.
- Haddadi F, Aziz MA, Saleh G, Rashid AA, Kamaladin H (2010) Micropropagation of strawberry cv. Camarosa: Prolific shoot regeneration from *in vitro* shoot tips using thidiazuron with N6-benzylamino-purine *Hortscience* 45: 453-456.
- Hahn EJ, Kozai T, Paek KY (2000) Blue and red light-emitting diodes with or without sucrose and ventilation affects *in vitro* growth of *Rehmannia glutinosa* plantlets. *J Plant Biol* 43: 247-250.
- Hayashi M, Fujita N, Kitaya N, Kozai T (1992) Effect of sidewall lighting on the growth of potato plantlets *in vitro*. *Acta Hort* 319: 163-167.
- Ikeda A, Tanimura Y, Esaki K, Kawai Y, Nakayama S (1992) Lighting design of plant cultivation system using fluorescent lamps. *Acta Hort* 319: 463-468.
- Jao RC, Fang W (2004) Effects of frequency and duty ratio on the growth of potato plantlets *in vitro* using light-emitting diodes. *HortScience* 39: 375-379.
- Jao RC, Lai CC, Fang W, Chang SF (2005) Effects of red light on the growth of *Zantedeschia* plantlets *in vitro* and tuber formation using light-emitting diodes. *HortScience* 40: 436-438.
- Kim SJ, Hahn EJ, Heo JW, Paek KY (2004) Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of *Chrysanthemum* plantlets *in vitro*. *Sci Hortic* 101: 143-151.
- Kurs A, Karalis A, Moffatt R, Joannopoulos JD, Fisher P, Soljac M (2007) Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances. *Science* 317: 83-86.
- Lee AE, Tewari RK, Hahn EJ, Paek KY (2007) Photon flux density and light quality induce changes in growth, stomatal development, photosynthesis and transpiration of *Withania somnifera* (L.) Dunal. plantlets *Plant Cell Tiss Org* 90: 141-151.
- Lian ML, Murthy HN, Paek KY (2002) Effect of light-emitting diodes (LEDs) on the *in vitro* induction and growth of bulblets of *Lilium* oriental hybrid 'Pesaro'. *Sci Hortic* 94: 365-370.
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture *Physiol Plant* 15: 473-497.
- Nhut DT, Hong LTA, Watanabe H, Goi M, Tanaka M (2002a) *In vitro* growth of banana plantlets cultured under red and blue light-emitting diodes (LEDs) irradiation source. *Acta Hortic* 575: 117-123.
- Nhut DT, Nam NB (2010) Light-emitting diodes (LEDs): An artificial lighting source for biological studies. *Proceedings of the International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE)* 27: 134-139.
- Nhut DT, Takamura T, Watanabe H, Murakami A, Murakami K, Tanaka M (2002b) Sugar-free micropropagation of *Eucalyptus citriodora* using light-emitting diodes (LEDs) and film-rockwool culture system. *Environ Control Biol* 40: 147-155.
- Nhut DT, Takamura T, Watanabe H, Okamoto K, Tanaka M (2003) Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under superbright red and blue light-emitting diodes (LEDs). *Plant Cell Tiss Org* 73: 43-52
- Nhut DT, Takamura T, Watanabe H, Okamoto K, Tanaka M (2005) Artificial light source using light-emitting diodes (LEDs) in the efficient micropropagation of *Spathiphyllum* plantlets. *Acta Hortic* 692: 137-142
- Okamoto K, Yanagi T, Takita S (1996) Development of plant growth apparatus using blue and red LED as artificial light source *Acta Hort* 440: 111-116.
- Puspa RP, Ikou K, Ryosuke M (2008) Effect of red-and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. *Plant Cell Tiss Org* 92: 147-153.

Ramezani VF, Majd A, Nejadshattari T, Arbabian PS (2012) Study of effects of extremely low frequency electromagnetic radiation on biochemical changes in *Satureja bachtiarica* L. *Int J Sci Tech Res* 1: 77-82.

Stange BC, Rowland RE, Rapley BI, Podd JV (2002) ELF magnetic fields increase amino acid uptake into *Vicia faba* L roots and alter ion movement across the plasma membrane *Bioelectromagnetics* 23 347-354.

Sutter EG, Ahmad: H, Labavitch JM (1997) Direct regeneration of strawberry *Fragaria x ananassa* Duch.

from leaf disks. *Acta Hort* 447: 243-245.

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. Benjamin/Cummings Publishing Co, NY

Tanaka M, Takamura T, Watanabe H, Endo M, Panagi T, Okamoto K (1998) *In vitro* growth of *Cymbidium* plantlets cultured under superbright red and blue light-emitting diodes. *J Hort Sci Biotech* 73. 39-44.

Wongnok A, Piluek C, Techasilpatak T, Tantivivat S (2008) Effects of light-emitting diodes on micropropagation of *Phalaenopsis orchids* *Acta Hort* 788: 149-156.

NOVEL LED SYSTEM - WIRELESS POWER TRANSFER COMBINED WITH LEDs: APPLICATION TO STUDY THE GROWTH OF STRAWBERRY (*FRAGARIA* SP.) CULTURED *IN VITRO*

Nguyen Ba Nam¹, Nguyen Phuc Huy¹, Vu Quoc Luan¹, Nguyen Dinh Lam², Duong Tan Nhut^{1,2}

¹Tay Nguyen Institute of Scientific Research, Vietnam Academy of Science and Technology²Institute of

²Agricultural Science for Southern Vietnam, Vietnam Academy of Agricultural Sciences

SUMMARY

Light emitting diodes (LEDs) have been demonstrated to be an ideal lighting source in tissue culture and growth room. In this study, novel LED system, wireless power transfer combined with LEDs was assembled to apply for the study of the growth of strawberry (*Fragaria* sp) cultured *in vitro*. The novel LED system consists of two parts. (1) Transmitter device. This device, including a transformer circuit, a rectifier circuit, an oscillation circuit, an amplifier circuit, and a LC circuit, connected to a power source and converted the input power to an oscillating electromagnetic fields. The transformer circuit converted the input power from 220V (Alternating current - AC) to 60V (AC) and 24V (AC). Then, the rectifier circuit converted the alternating current to direct current with two sources a 15V power supply for oscillation circuit and an 80V power supply at high-voltage for LC circuit. The oscillation circuit created oscillation for the LC circuit. The amplifier circuit was responsible for supplying maximum power to the load, as efficiently as possible. The LC resonant circuit was used for obtaining resonance and signal transfer. (2) Receiver device: This device converted electromagnetic waves back to electric power and utilization. The receiver circuit included LC resonant circuit which resonated the electromagnetic signals and the load was made possible by the LED board. The LED arrangement of this board is 4 rows with 20 red LEDs and 3 rows with 9 blue LEDs so that the ratio of red LED to blue LED is close to 7:3. The results showed that fresh weight (1.02 g), dry weight (59.75 mg), plant height (6.67 cm), and SPAD value (48.05) of Strawberry under novel LED system were higher than that of plantlets under fluorescent lamp. With further improvement and experiment to be made, it is reasonable to expect that the novel LED system will be the major light system for *in vitro* plant culture.

Keywords: Electromagnetic field, LEDs, growth, strawberry, wireless power transfer