



DOI:10.22144/ctujos.2026.048

## NHÂN NHANH *In vitro* CÂY CÔNG CHÚA HỒNG (*Philodendron erubescens* PINK PRINCESS)

Nguyễn Văn Ấy<sup>1</sup>, Mai Vũ Duy<sup>1</sup>, Trần Nguyễn Phương Lam<sup>1</sup>, Lê Hoài Tuấn<sup>1</sup>,  
Nguyễn Minh Nghĩa<sup>1</sup>, Trần Nguyễn Phương Nguyên<sup>1</sup> và Trần Ngọc Quý<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ (Corresponding author): tnquy@ctu.edu.vn

### Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 07/06/2025

Sửa bài (Revised): 30/06/2025

Duyệt đăng (Accepted): 21/12/2025

**Title:** *In vitro* propagation of *Philodendron erubescens* Pink Princess

**Author(s):** Nguyen Van Ay<sup>1</sup>, Mai Vu Duy<sup>1</sup>, Tran Nguyen Phuong Lam<sup>1</sup>, Le Hoai Tuan<sup>1</sup>, Nguyen Minh Nghia<sup>1</sup>, Tran Nguyen Phuong Nguyen<sup>1</sup> and Tran Ngoc Quy<sup>2\*</sup>

**Affiliation(s):** <sup>1</sup>College of Agriculture, Can Tho University, Viet Nam;

<sup>2</sup>Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam

### TÓM TẮT

Nhân nhanh *in vitro* cây công chúa hồng (*Philodendron erubescens* Pink Princess) được thực hiện nhằm xác định nồng độ chất điều hòa sinh trưởng phù hợp cho việc nhân giống loài cây này. Trong nghiên cứu, phương pháp nuôi cấy *in vitro* được sử dụng, với môi trường MS bổ sung các chất điều hòa sinh trưởng như Kinetin, NAA và than hoạt tính. Ba thí nghiệm chính gồm: (1) tác động của Kinetin lên sự nhân chồi; (2) hiệu quả của NAA và than hoạt tính lên sự tạo rễ; (3) khả năng sống của cây trong điều kiện thuần dưỡng. Kết quả cho thấy: (i) môi trường MS bổ sung Kinetin 1,0 mg/L cho số chồi trung bình là 6,07 và 22,6 lá sau 8 tuần, (ii) MS có than hoạt tính 1,0 g/L đạt tỉ lệ tạo rễ 100% sau 4 tuần, (iii) cây *in vitro* đạt tỉ lệ sống 100% và phát triển tốt trong nhà lưới.

**Từ khóa:** Công chúa hồng (*Philodendron erubescens* Pink Princess), khả năng sống, nhân chồi, nuôi cấy mô, tạo rễ

### ABSTRACT

The study on the *in vitro* propagation of *Philodendron erubescens* Pink Princess was conducted to determine the optimal concentrations of plant growth regulators for propagation. The research employed *in vitro* tissue culture methods using MS medium supplemented with growth regulators such as Kinetin, NAA, and activated charcoal. Three main experiments were performed: (1) the effect of Kinetin on the shoot multiplication stage, (2) the effects of NAA and activated charcoal on root formation, and (3) the survival rate of *in vitro* plants during acclimatization as well. The results showed that: (i) MS medium supplemented with 1.0 mg/L Kinetin produced an average of 6.07 shoots and 22.6 leaves after 8 weeks of culture, (ii) MS medium with 1.0 g/L activated charcoal achieved a 100% rooting rate after 4 weeks of culture, (iii) *in vitro* plants reached a high survival rate (100%) and showed strong growth in the greenhouse.

**Keywords:** *Philodendron erubescens* Pink Princess, root formation, shoot multiplication, survival rate, tissue culture

## 1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, cùng với sự phát triển của xã hội, nhu cầu về một không gian sống thư giãn, có tính thẩm mỹ và gần gũi với thiên nhiên ngày càng được quan tâm. Cây kiểng lá là một phần quan trọng cho việc thiết kế một không gian xanh. Những giống cây kiểng mang hình thái đặc trưng riêng càng được ưa chuộng. Trong đó cây công chúa hồng (*Philodendron erubescens Pink Princess*) là loài cây thuộc chi *Philodendron* và được đặc trưng bởi lá hình tim, màu xanh lá đậm với những mảng màu hồng ngẫu nhiên, loài cây này thực sự đặc biệt trong thế giới thực vật, với hình dáng lá đẹp và tạo nhã phù hợp làm cây trang trí nội thất, hành lang, trước cửa văn phòng, khách sạn hoặc sử dụng cảnh để cắm hoa,... Vì vậy, trong những năm gần đây, cây công chúa hồng rất được ưa chuộng trên thị trường cây cảnh và cho thấy tiềm năng kinh tế to lớn của loài cây này.

Chi *Philodendron* phân bố rộng rãi ở Úc, một số đảo ở Thái Bình Dương, châu Phi và châu Á. Ở Đài Loan, chi *Philodendron* chiếm một thị phần quan trọng trong thị trường cây kiểng lá (Chen et al., 2012). Cây công chúa hồng được nhân giống chủ yếu bằng phương pháp giâm cành. Tuy nhiên, với phương thức nhân giống này, hệ số nhân thấp, tốn thời gian và công sức, đồng thời cây giống dễ bị nhiễm bệnh. Do đó, việc sử dụng phương pháp nuôi cấy mô là một trong những phương pháp hữu hiệu nhất hiện nay có thể giải quyết được những khó khăn trên. Phương pháp này cho phép nhân nhanh, tạo ra một số lượng cây giống lớn, đồng nhất về mặt di truyền. Ngoài ra, việc nuôi cấy mô các cây kiểng lá nhiệt đới đã được đề xuất như một phương tiện để loại bỏ các bệnh do virus, nấm và vi khuẩn gây bệnh toàn thân thường phổ biến ở các cây trồng (Hartman, 1974), đem lại hiệu quả thiết thực trong việc nâng cao chất lượng cây giống và giảm giá thành. Đây là một phương pháp hiện đại đã được ứng dụng thành công trên thế giới và Việt Nam, đem lại hiệu quả kinh tế cao cho hàng loạt cây trồng khác nhau.

Hiện nay, các nghiên cứu nhân giống cây thuộc chi *Philodendron* thông qua nuôi cấy *in vitro* đã được tiến hành bởi một số tác giả trên thế giới như Sreekumar et al. (2001), Gangopadhyay et al. (2004), Jirakiattikul and Limpradithanont (2006) và nhiều tác giả khác. Ở Việt Nam, hiện nay chưa có công bố chính thức nào về nghiên cứu nhân *in vitro* cây công chúa hồng. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm ra nồng độ Kinetin, NAA để nhân chồi, tạo rễ thích hợp cho sự sinh trưởng của cây công chúa hồng với hệ số nhân giống cao, làm

cơ sở cho những nghiên cứu khác cũng như cung cấp cây giống cho thị trường cây cảnh ở Việt Nam.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phương tiện

Vật liệu: Chồi non của cây công chúa hồng đã được sử dụng, sinh trưởng tốt, không nhiễm nấm và vi khuẩn.

Địa điểm: Thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm nuôi cấy mô của Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ. Nhiệt độ  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , cường độ chiếu sáng 1.500 - 2.000 lux và thời gian chiếu sáng 16 giờ/ngày.

Thiết bị: Các trang thiết bị của phòng thí nghiệm nuôi cấy mô được sử dụng như nồi hấp khử trùng, tủ sấy, tủ cấy, keo thủy tinh,...

Hóa chất: khoáng đa lượng và vi lượng theo công thức MS (Murashige & Skoog, 1962). Vitamin gồm: thiamin, pyridoxine, nicotinic acid. Chất điều hòa sinh trưởng (CDHST): Kinetin và NAA (naphthalene acetic acid) (Merck). Các chất khác: agar, đường sucrose, nước dừa và than hoạt tính.

### 2.2. Phương pháp

#### 2.2.1. Hiệu quả của nồng độ Kinetin lên sự nhân nhanh chồi cây Công chúa hồng *in vitro*

Các chồi sinh trưởng tốt đã được chọn, có chiều cao tương đương nhau (2 cm), gồm 2 - 3 lá, chồi được cấy trong môi trường MS không bổ sung CDHST 1 tuần trước khi bố trí thí nghiệm.

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên 1 nhân tố, gồm 5 nghiệm thức với 5 nồng độ Kinetin (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 và 4,0 mg/L)

Mỗi nghiệm thức có 5 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại 2 keo và mỗi keo cấy 3 mẫu.

Các chỉ tiêu theo dõi:

- Số chồi: Tất cả các chồi có chiều cao 0,3 cm trở lên (tính từ gốc đến chóp lá cao nhất) đã được đếm.
- Chiều cao chồi (cm): Chồi được đo từ gốc đến chóp lá cao nhất.
- Số lá: đếm số lá đã mở hoàn toàn.
- Thời gian lấy chỉ tiêu: Các chỉ tiêu được ghi nhận ở thời điểm 2, 4, 6 và 8 tuần sau khi cấy (TSKC).

2.2.2. *Hiệu quả của nồng độ NAA và than hoạt tính lên sự tạo rễ của Công chúa hồng in vitro*

Các chồi sinh trưởng tốt được chọn, có chiều cao tương đương nhau (2 cm), gồm 3 lá, chồi được cấy trong môi trường MS không bổ sung CĐHST 1 tuần trước khi bố trí thí nghiệm.

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên 2 nhân tố, gồm 4 nồng độ NAA (0,0; 1,0; 2,0 và 4,0 mg/L) và than hoạt tính (0,0 và 1,0 g/L), gồm 8 nghiệm thức. Mỗi nghiệm thức có 5 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại 2 keo và mỗi keo cấy 3 mẫu.

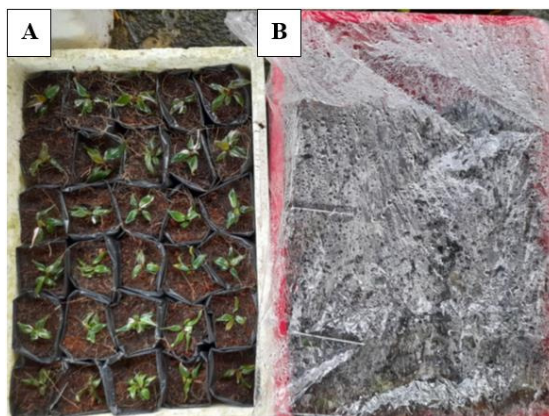
Các chỉ tiêu theo dõi:

- Tỷ lệ tạo rễ (%): (tổng số cây hình thành rễ/tổng số mẫu ban đầu) x 100.
- Số rễ: Rễ có kích thước lớn hơn 0,3 cm.
- Chiều dài rễ (cm): đo rễ dài nhất, từ góc chồi đến chóp rễ dài nhất.
- Chiều cao chồi (cm): đo từ góc đến chóp lá cao nhất.
- Số lá: đếm số lá đã mở hoàn toàn/ tổng chồi.
- Thời gian lấy chỉ tiêu: Các chỉ tiêu được ghi nhận ở thời điểm 1, 2, 3 và 4 TSKC, riêng chiều dài rễ, số rễ lấy ở thời điểm 4 TSKC.

2.2.3. *Khảo sát khả năng sống của cây Công chúa hồng in vitro trong điều kiện thuần dưỡng*

Cây công chúa hồng được chọn từ thí nghiệm tạo rễ đã hoàn thiện đủ rễ, thân, lá được rửa sạch agar, sau đó được trồng vào các túi bầu (kích thước 6x12 cm, có lỗ thoát nước) đã chuẩn bị sẵn giá thể xơ dừa + tro trấu (2:1). Cây được xếp vào 2 xô nhựa hình chữ nhật. Một xô được phủ nylon có đục lỗ và xô còn lại không phủ nylon. Việc phun sương được thực hiện từ 2 đến 3 lần/ngày cho bề mặt giá thể luôn ở trạng thái ẩm. Thời gian thuần dưỡng nhiệt độ dao động từ 29 đến 33°C và ẩm độ 70 - 80%.

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên 1 nhân tố, gồm 2 nghiệm thức (nghiệm thức phủ nylon có đục lỗ và nghiệm thức không phủ nylon), 5 lần lặp lại và mỗi lần 6 cây.



**Hình 1. Cây Công chúa hồng thuần dưỡng**

Ghi chú: (A) cây không phủ nylon và (B) cây có phủ nylon.

2.2.4. *Thống kê và xử lý số liệu*

Các số liệu được xử lý bằng chương trình Microsoft Excel và phân tích thống kê số liệu bằng chương trình SPSS 22.0. Việc phân tích phương sai ANOVA và so sánh sự khác biệt giữa các giá trị trung bình kiểm định được tiến hành bằng phép kiểm định DUNCAN ở mức ý nghĩa 5% hoặc 1%.

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Hiệu quả của nồng độ Kinetin lên sự nhân nhanh chồi cây công chúa hồng in vitro**

3.1.1. *Số chồi*

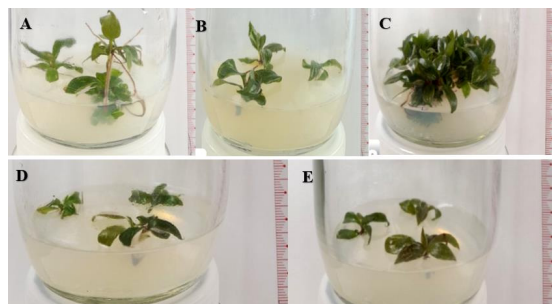
Vì mẫu thích nghi với môi trường nuôi cấy khá chậm nên chỉ tiêu chồi cần thời gian 2 tuần sau khi cấy (TSKC) bắt đầu có hiện tượng hình thành chồi mới. Kết quả được trình bày ở Bảng 1 cho thấy ảnh hưởng của nồng độ Kinetin đến khả năng hình thành chồi mới của cây công chúa hồng.

Ở thời điểm 2, 4, 6 và 8 TSKC, nồng độ Kinetin có ảnh hưởng đến số chồi gia tăng của cây công chúa hồng. Đối với nồng độ Kinetin 1,0 mg/L có số chồi gia tăng cao nhất là 1,96 chồi (2 TSKC), 3,1 chồi (4 TSKC), 5,8 chồi (6 TSKC) và 6,07 chồi (8 TSKC) khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% so với các nồng độ còn lại. Các chồi phát triển trên môi trường này không chỉ có số lượng cao mà còn có chất lượng tốt với màu xanh tươi, chồi con tăng trưởng vững trãi. Đối với các nồng độ khác của Kinetin, dù tăng hoặc giảm so với mức 1,0 mg/L, số lượng chồi trung bình không có sự khác biệt thống kê đáng kể. Cây ở các nồng độ này cho ra số lượng chồi rất ít, hoặc gần như không có sự thay đổi so với ban đầu, chỉ tập trung phát triển kích thước lá hoặc chiều cao. Thậm chí, ở một số trường hợp, lá già bị lão hóa và cây

không sinh ra nhiều chồi mới. Số lượng chồi dao động từ 1,0 đến 1,24 chồi trong suốt các giai đoạn 2, 4, 6 và 8 tuần nuôi cấy.

Nồng độ Kinetin 1 mg/L thường được coi là tối ưu cho việc nhân chồi trong nhiều loài thuộc họ Araceae. Theo nghiên cứu của Quynh and Uyen (1987) về loài Tai voi (*Xanthosoma violaceum*), kết quả cho thấy việc sử dụng Kinetin ở mức 1 mg/L, cây có khả năng tạo chồi cao nhất. Điều này cho thấy mức Kinetin này là vừa đủ để kích thích quá trình phân chia tế bào mà không gây hiện tượng ức chế sinh trưởng do nồng độ quá cao. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Sun et al. (2023) hay của Hernandez et al. (2024) trên Vân môn (*Zantedeschia sp.*) cũng khẳng định nồng độ 1 mg/L Kinetin cho kết quả tăng trưởng chồi vượt trội so với các mức nồng độ khác, đặc biệt giúp cây phát triển màu sắc và sức sống tốt hơn trong quá trình nuôi cấy *in vitro*. Khi nồng độ

vượt quá 1 mg/L, cây thường có xu hướng bị kim hãm phát triển hoặc chỉ tăng trưởng lá mà không tạo chồi mới do ảnh hưởng tiêu cực của lượng cytokinin dư thừa.



**Hình 2. Sự hình thành chồi cây Công chúa hồng**

Ghi chú: (A) MS, (B) MS + Kinetin 0,5 mg/L, (C) MS + Kinetin 1,0 mg/L, (D) MS + 2,0 mg/L và (E) MS + Kinetin 4,0 mg/L.

**Bảng 1. Ảnh hưởng của nồng độ Kinetin lên số chồi Công chúa hồng theo thời gian (tuần sau khi cấy, TSKC)**

Nồng độ Kinetin (mg/L)	Số chồi			
	2 TSKC	4 TSKC	6 TSKC	8 TSKC
0,0	1,00 <sup>b</sup>	1,20 <sup>b</sup>	1,24 <sup>b</sup>	1,24 <sup>b</sup>
0,5	1,00 <sup>b</sup>	1,13 <sup>b</sup>	1,13 <sup>b</sup>	1,13 <sup>b</sup>
1,0	1,96 <sup>a</sup>	3,10 <sup>a</sup>	5,80 <sup>a</sup>	6,07 <sup>a</sup>
2,0	1,00 <sup>b</sup>	1,00 <sup>b</sup>	1,03 <sup>b</sup>	1,03 <sup>b</sup>
4,0	1,00 <sup>b</sup>	1,00 <sup>b</sup>	1,00 <sup>b</sup>	1,00 <sup>b</sup>
F	**	**	**	**
CV (%)	2,65	11,45	12,10	10,68

Ghi chú: Những số trong cùng 1 cột có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%, TSKC: tuần sau khi cấy.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ Kinetin theo thời gian lên chiều cao chồi gia tăng Công chúa hồng**

Nồng độ Kinetin (mg/L)	Chiều cao cây (cm)				
	0 TSKC	2 TSKC	4 TSKC	6 TSKC	8 TSKC
0,0	0,65	1,21 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>
0,5	0,69	0,84 <sup>c</sup>	0,98 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>	1,21 <sup>b</sup>
1,0	0,62	1,01 <sup>b</sup>	1,34 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,83 <sup>a</sup>
2,0	0,60	0,78 <sup>d</sup>	0,89 <sup>c</sup>	0,96 <sup>c</sup>	1,00 <sup>c</sup>
4,0	0,65	0,67 <sup>d</sup>	0,70 <sup>d</sup>	0,76 <sup>c</sup>	0,79 <sup>c</sup>
F	ns	**	**	**	**
CV (%)	5,61	7,01	6,66	14,92	8,47

Ghi chú: Những số trong cùng 1 cột có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (ns): khác biệt không có ý nghĩa, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%; TSKC: tuần sau khi cấy.

**Bảng 3. Ảnh hưởng của nồng độ Kinetin lên số lá gia tăng của chồi Công chúa hồng theo thời gian**

Nồng độ Kinetin (mg/L)	Số lá			
	2 TSKC	4 TSKC	6 TSKC	8 TSKC
0,0	3,60 <sup>c</sup>	5,60 <sup>b</sup>	6,90 <sup>b</sup>	7,16 <sup>b</sup>
0,5	3,73 <sup>b</sup>	4,43 <sup>c</sup>	4,43 <sup>c</sup>	4,53 <sup>c</sup>
1,0	6,30 <sup>a</sup>	10,53 <sup>a</sup>	21,31 <sup>a</sup>	22,60 <sup>a</sup>
2,0	3,00 <sup>c</sup>	4,23 <sup>c</sup>	4,53 <sup>c</sup>	4,53 <sup>c</sup>
4,0	3,67 <sup>c</sup>	3,70 <sup>c</sup>	3,70 <sup>d</sup>	3,70 <sup>d</sup>
F	**	**	**	**
CV (%)	9,15	8,61	6,30	6,16

Ghi chú: Những số trong cùng 1 cột có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%, TSKC: tuần sau khi cấy.

**3.1.2. Chiều cao chồi gia tăng**

Kết quả được trình bày tại Bảng 2 cho thấy sự gia tăng chiều cao chồi của cây công chúa hồng ở tất cả các nồng độ Kinetin được thử nghiệm. Mức độ tăng trưởng chiều cao nhanh hay chậm phản ánh quá trình trao đổi chất của mẫu cây dưới tác động của CĐHST so với mẫu đối chứng. Điều này chứng tỏ rằng Kinetin không chỉ ảnh hưởng đến số lượng chồi mà còn tác động đến sự phát triển về mặt chiều cao của chồi.

Kết quả Bảng 2 cho thấy chiều cao trung bình không tăng nhanh. Ở thời điểm 2, 4, 6 và 8 TSKC nồng độ Kinetin có ảnh hưởng đến chiều cao gia tăng của cây công chúa hồng. Ở tuần 2, chiều cao của cây của nghiệm thức đối chứng tăng nhiều so với các nghiệm thức còn lại do cây không cần phải thích nghi với điều kiện môi trường có bổ sung CĐHST. Đến tuần thứ 4 trở về sau, bắt đầu có sự gia tăng khác biệt ở các nghiệm thức, đặc biệt là nghiệm thức 1 mg/L cho chiều cao gia tăng lớn nhất (từ tuần 2 đến tuần 8 tăng 0,82 cm).

Kết quả nghiên cứu của Naik et al. (2012) trên *Philodendron* cho thấy rằng nồng độ Kinetin thấp, đặc biệt là 1 mg/L giúp tăng trưởng chiều cao chồi tốt hơn so với nồng độ cao hơn, tương tự như kết quả trên cây công chúa hồng. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Sun et al. (2023) hay của Hernandez et al. (2024) trên cây Vân môn (*Zantedeschia* sp.) cũng cho thấy rằng nồng độ Kinetin 1 mg/L có ảnh hưởng tích cực đến chiều cao chồi của cây, trong khi các nồng độ cao hơn 4 mg/L, lại có tác dụng kìm hãm sự phát triển chiều cao. Các nồng độ cao hơn không chỉ kìm hãm sự phát triển chiều cao mà còn làm giảm sự phát sinh chồi mới.

**3.1.3. Số lá**

Kết quả từ Bảng 3 cho thấy nồng độ Kinetin bổ sung vào môi trường nuôi cấy có tác động rõ rệt đến số lượng lá của cây công chúa hồng. Cụ thể, ở nồng

độ Kinetin 1,0 mg/L, do số chồi phát triển vượt trội, dẫn đến số lá cũng gia tăng nhanh hơn so với các nồng độ Kinetin còn lại. Điều này chứng tỏ rằng nồng độ Kinetin phù hợp không chỉ ảnh hưởng đến sự hình thành chồi mà còn thúc đẩy sự phát triển của lá, cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa các bộ phận của cây trong quá trình sinh trưởng.

Tại thời điểm 2, 4, 6, 8 TSKC, nồng độ Kinetin có ảnh hưởng đáng kể đến số lượng lá của cây Công chúa hồng. Cụ thể, nồng độ Kinetin 1,0 mg/L có số lá cao nhất (lần lượt ở các tuần là 6,30; 10,53; 21,31; 22,6 lá) với sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1% so với các nồng độ còn lại. Điều này cho thấy rằng nồng độ Kinetin 1,0 mg/L không chỉ giúp cây tăng trưởng chồi mà còn kích thích sự phát triển của lá. Ngược lại, nồng độ Kinetin 2,0 và 4,0 mg/L lại ghi nhận số lá gia tăng thấp ở các tuần thí nghiệm (dao động từ 3 đến 4,53 lá).

Có thể thấy sau 8 tuần nuôi cấy, số lá ở các nồng độ còn lại không thay đổi nhiều hoặc vẫn duy trì số lá. Điều này có thể do số lá mới dần hoàn thiện về mặt cấu trúc và hình thái để phát triển và thích nghi với môi trường nuôi cấy và tạo cây hoàn chỉnh nên không có sự gia tăng số lá mới.

**3.2. Hiệu quả của nồng độ NAA và than hoạt tính trên sự tạo rễ của Công chúa hồng in vitro**

**3.2.1. Số rễ**

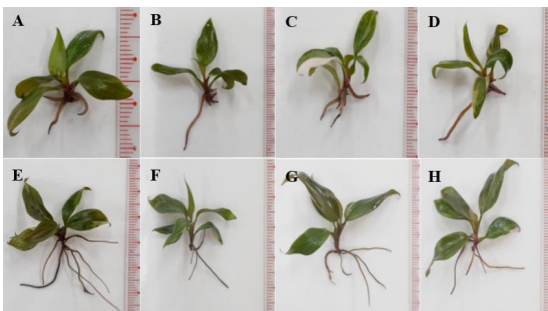
Kết quả ở Bảng 4 và Hình 3 cho thấy rằng ở thời điểm 4 TSKC, tất cả các nghiệm thức chồi cây Công chúa hồng đều hình thành rễ, chiều dài rễ tối thiểu lớn hơn 0,3 cm. Đây là một tín hiệu tích cực cho quá trình phát triển của cây, cho thấy chồi đã bắt đầu hình thành hệ rễ cần thiết để chuyển đổi từ môi trường nuôi cấy *in vitro* sang điều kiện sống tự nhiên.

Kết quả thí nghiệm cho thấy cây công chúa hồng có khả năng ra rễ tốt ngay cả trong môi trường nuôi

cây không bổ sung NAA. Trong số các nghiệm thức, nồng độ 0,0 mg/L (đối chứng) ghi nhận số rễ gia tăng cao nhất, đạt 2,84 rễ. Kết quả này có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với các nồng độ NAA khác (1,0; 2,0 và 4,0 mg/L), với số rễ lần lượt là 0,69 rễ, 1,53 rễ và 0,79 rễ. Việc không sử dụng NAA vẫn có thể kích thích sự hình thành rễ cây công chúa hồng, điều này có thể liên quan đến sự điều chỉnh sinh lý của cây trong quá trình phát triển.

Đối với nồng độ than hoạt tính 0,0 g/L (đối chứng) và 1,0 g/L, kết quả cho thấy có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1%, với số rễ trung bình lần lượt là 0,93 rễ và 1,99 rễ. Sự tương tác giữa bốn nồng độ NAA và hai nồng độ than hoạt tính đã có ảnh hưởng tích cực đến số rễ hình thành từ chồi cây. Nghiệm thức NAA 0,0 mg/L + than hoạt tính 1,0 g/L là nghiệm thức có số rễ cao nhất, đạt 4,14 rễ, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với các nghiệm thức khác. Ngược lại, số rễ thấp nhất được ghi nhận ở nghiệm thức NAA 1,0 và 4,0 mg/L + than hoạt tính 0,0 g/L, lần lượt đạt 0,68 rễ và 0,62 rễ.

Sự kết hợp giữa NAA và than hoạt tính trong môi trường nuôi cấy có thể được giải thích bởi khả năng của than hoạt tính trong việc hấp thụ các chất độc hại và làm sạch môi trường, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành rễ. Ngoài ra, việc sử dụng than hoạt tính sẽ giúp cải thiện cấu trúc môi trường nuôi cấy, làm tăng khả năng thông khí và hấp thụ dinh dưỡng cho cây và giúp cây dễ dàng phát triển hơn (Ây và ctv., 2019).



**Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ NAA và than hoạt tính lên số rễ của Công chúa hồng**

Ghi chú: (A) Đối chứng; (B) MS + NAA 1,0 mg/L; (C) MS + NAA 2,0 mg/L; (D) MS + NAA 4,0 mg/L; (E) MS + NAA 0,0 mg/L + Than hoạt tính 1,0 g/L; (F) MS + NAA 1,0 mg/L + Than hoạt tính 1,0 g/L; (G) MS + NAA 2,0 mg/L + Than hoạt tính 1,0 g/L; (H) MS + NAA 4,0 mg/L + Than hoạt tính 1,0 g/L

Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với những phát hiện trước đây của Hằng et al. (2025) khi nghiên cứu môi trường MS + than 1,0 g/L cho cây

Trầu bà cánh phượng trong việc tạo rễ *in vitro*. Điều này càng được củng cố bởi kết quả nghiên cứu của Sreekumar et al. (2001), cho rằng các giống thuộc họ *Araceae* (Ráy) có khả năng ra rễ tốt khi nuôi cấy trong môi trường MS. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu của Alawaadh et al. (2020) cho thấy rằng môi trường MS + NAA 2,0 mg/L là môi trường tạo rễ phù hợp của cây Trầu bà lá xẻ. Những phát hiện này không chỉ khẳng định hiệu quả của NAA và than hoạt tính trong việc kích thích sự hình thành rễ mà còn mở ra hướng nghiên cứu mới cho việc cải thiện quy trình nhân giống *in vitro*.

**Bảng 4. Ảnh hưởng của nồng độ NAA và than hoạt tính lên số rễ của Công chúa hồng ở thời điểm 4 TSKC**

Nồng độ NAA (mg/L)	Than hoạt tính (g/L)		Trung bình A
	0,0	1,0	
0,0	1,50 <sup>b</sup>	4,14 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>
1,0	0,68 <sup>d</sup>	0,77 <sup>d</sup>	0,69 <sup>c</sup>
2,0	0,88 <sup>c</sup>	2,17 <sup>ab</sup>	1,53 <sup>b</sup>
3,0	0,62 <sup>d</sup>	0,95 <sup>c</sup>	0,79 <sup>c</sup>
<b>Trung bình B</b>	0,93 <sup>b</sup>	1,99 <sup>a</sup>	
<b>F<sub>A</sub></b>		**	
<b>F<sub>B</sub></b>		**	
<b>F<sub>AxB</sub></b>		**	
<b>CV (%)</b>	21,43		

Ghi chú: Những số trong cùng 1 cột hay hàng có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%.

### 3.2.2. Chiều dài rễ

Kết quả được trình bày ở Bảng 5 có thể thấy rõ ảnh hưởng của nồng độ than hoạt tính và NAA đến sự phát triển của rễ cây công chúa hồng. Việc bổ sung 1 g/L than hoạt tính đã giúp chiều dài rễ của cây tăng đáng kể ở mọi mức nồng độ NAA so với khi không có than hoạt tính (0 g/L), điều này cho thấy than hoạt tính đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy sự phát triển chiều dài rễ. Theo Thomas (2008), than hoạt tính cải thiện tính chất của môi trường nuôi cấy, cung cấp một số dưỡng chất và giúp hấp phụ các chất có thể gây độc cho rễ, đồng thời tạo điều kiện dinh dưỡng tốt hơn cho sự phát triển rễ cây.

Khi nồng độ NAA tăng từ 0 mg/L lên 3 mg/L, chiều dài rễ có xu hướng giảm, đạt giá trị thấp nhất ở mức 3 mg/L. Điều này cho thấy nồng độ NAA cao có thể gây ra hiện tượng ức chế sự phát triển rễ. Nó có thể làm rối loạn sinh lý và ức chế tăng trưởng. Sự kết hợp giữa NAA và than hoạt tính trong thí nghiệm này đã mang lại kết quả rất đáng chú ý. Khi kết hợp

1 g/L than hoạt tính với 0 mg/L NAA, chiều dài rễ đạt mức cao nhất (3,65 cm), trong khi ở nghiệm thức đối chứng, chiều dài rễ chỉ đạt 2,52 cm. Kết quả này cho thấy than hoạt tính có khả năng tạo điều kiện phát triển tối ưu khi không có hoặc chỉ có nồng độ NAA thấp, nhưng khi nồng độ NAA cao (3 mg/L), tác động ức chế của NAA đã vượt qua lợi ích của than hoạt tính, làm giảm chiều dài rễ. Than hoạt tính còn có thể đóng vai trò như một chất điều hòa môi trường, giúp cây giảm bớt các bất lợi khi tiếp xúc với nồng độ NAA vừa phải. Tuy nhiên, ở mức NAA cao, hiệu quả hấp phụ của than hoạt tính không còn đủ để ngăn chặn tác động tiêu cực của NAA và khiến chiều dài rễ giảm đáng kể (Thomas, 2008).

**Bảng 5. Ảnh hưởng của nồng độ NAA và than hoạt tính lên chiều dài rễ của Công chúa hồng ở thời điểm 4 TSKC**

Nồng độ NAA (mg/L)	Than hoạt tính (g/L)		Trung bình A
	0,0	1,0	
0,0	2,52 <sup>b</sup>	3,65 <sup>a</sup>	3,08 <sup>a</sup>
1,0	1,27 <sup>c</sup>	1,87 <sup>c</sup>	1,57 <sup>c</sup>
2,0	1,35 <sup>c</sup>	2,15 <sup>bc</sup>	1,76 <sup>b</sup>
3,0	1,06 <sup>d</sup>	1,87 <sup>c</sup>	1,32 <sup>d</sup>
<b>Trung bình B</b>	1,55 <sup>b</sup>	2,31 <sup>a</sup>	
<b>F<sub>A</sub></b>		**	
<b>F<sub>B</sub></b>		**	
<b>F<sub>AxB</sub></b>		**	
<b>CV (%)</b>		4,01	

Ghi chú: Những số trong cùng 1 cột hay hàng có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%.

Với kết quả này, khuyến nghị có thể được đưa ra là trong quy trình nuôi cấy mô cây công chúa hồng thì việc sử dụng 1 g/L than hoạt tính và nồng độ NAA dưới 1 mg/L là lựa chọn tối ưu để đạt chiều dài rễ tối đa.

3.2.3. Chiều cao chồi cây Công chúa hồng

Kết quả được trình bày ở Bảng 6 cho thấy có sự tương tác giữa bốn nồng độ NAA (0,0; 1,0; 2,0 và

4,0 mg/L) và than hoạt tính (0,0 và 1,0 g/L) ảnh hưởng đến chiều cao cây Công chúa hồng. Ở thời điểm 1, 2 và 3 tuần sau khi cấy (TSKC), ở nghiệm thức đối chứng không bổ sung NAA, chiều cao chồi tối ưu nhất (lần lượt là 1,52 cm, 1,56 cm và 1,68 cm) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% so với các nồng độ NAA còn lại.

Ở tuần 3 đối với than hoạt tính, chiều cao chồi giữa 0,0 g/L và 1,0 g/L không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, với chiều cao lần lượt là 1,57 cm và 1,52 cm. Sự tương tác giữa 4 nồng độ NAA và than hoạt tính cũng ảnh hưởng đến chiều cao cây, với nghiệm thức đối chứng ghi nhận chiều cao cao nhất là 1,71 cm, khác biệt thống kê ở mức 1% so với các nghiệm thức còn lại. Chiều cao thấp nhất vẫn ở nghiệm thức NAA 4,0 mg/L + than hoạt tính 0,0 g/L, chỉ đạt 1,39 cm.

Kết quả nghiên cứu của Kang and Sivanesan. (2025) trên cây hiệp sĩ trắng (*Philodendron White Knight*) cho thấy khi bổ sung NAA và than hoạt tính vào môi trường nuôi cấy (môi trường MS), tác dụng kích thích tạo rễ đạt mức tối ưu, cải thiện chiều cao chồi và số lượng lá, cho thấy than hoạt tính giúp hấp thụ các chất thải sinh ra trong quá trình nuôi cấy và duy trì môi trường ổn định, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của cây.

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng trong môi trường nuôi cấy *in vitro*, các nghiệm thức bổ sung NAA và than hoạt tính thúc đẩy mạnh mẽ sự hình thành và phát triển rễ của cây công chúa hồng. Cụ thể, NAA kích thích sự khởi tạo rễ, trong khi than hoạt tính giúp hấp thụ các chất thải, tạo điều kiện thuận lợi cho rễ phát triển khỏe mạnh. Tuy nhiên, sự tập trung vào tăng trưởng rễ có thể làm giảm sự kéo dài lóng thân và chiều cao chồi, đặc biệt trong các giai đoạn đầu của nuôi cấy. Điều này cho thấy NAA và than hoạt tính ưu tiên hỗ trợ sự phát triển hệ rễ hơn là kích thích tăng trưởng chiều cao

**Bảng 6. Ảnh hưởng của nồng độ NAA và than hoạt tính lên chiều cao chồi Công chúa hồng theo thời gian (tuần sau khi cấy, TSKC)**

NAA (A) (mg/L)	Than hoạt tính (B) (g/L)	Chiều cao chồi		
		1 TSKC	2 TSKC	3 TSKC
0,0	0,0	1,56 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>
1,0	0,0	1,43 <sup>abc</sup>	1,51 <sup>b</sup>	1,62 <sup>ab</sup>
2,0	0,0	1,36 <sup>acd</sup>	1,48 <sup>b</sup>	1,57 <sup>ab</sup>
4,0	0,0	1,30 <sup>ad</sup>	1,30 <sup>c</sup>	1,39 <sup>c</sup>
0,0	1,0	1,48 <sup>ab</sup>	1,55 <sup>b</sup>	1,65 <sup>ab</sup>
1,0	1,0	1,32 <sup>d</sup>	1,32 <sup>c</sup>	1,57 <sup>ab</sup>
2,0	1,0	1,32 <sup>bd</sup>	1,32 <sup>c</sup>	1,45 <sup>bc</sup>
4,0	1,0	1,28 <sup>bd</sup>	1,28 <sup>c</sup>	1,42 <sup>bc</sup>
<b>Trung bình (A)</b>	0,0	1,52 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>
	1,0	1,37 <sup>b</sup>	1,41 <sup>b</sup>	1,59 <sup>ab</sup>
	2,0	1,34 <sup>b</sup>	1,40 <sup>b</sup>	1,51 <sup>b</sup>
	4,0	1,29 <sup>b</sup>	1,29 <sup>c</sup>	1,41 <sup>c</sup>
<b>Trung bình (B)</b>	0,0	1,41 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>	1,57
	1,0	1,34 <sup>b</sup>	1,37 <sup>b</sup>	1,52
<b>F<sub>A</sub></b>		**	**	**
<b>F<sub>B</sub></b>		**	**	ns
<b>F<sub>AxB</sub></b>		*	*	**
<b>CV (%)</b>		4,58	5,01	5,69

Ghi chú: Các số trong cùng 1 cột hay hàng có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (\*): khác biệt có ý nghĩa 5%, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%; ns: không có ý nghĩa thống kê, TSKC: tuần sau khi cấy.

3.2.4. Số lá

Dựa trên kết quả từ Bảng 7, thời điểm 2 TSKC có sự tương tác giữa 4 nồng độ NAA và than hoạt tính với số lá của công chúa hồng. Nghiệm thức NAA 1,0 và 2,0 mg/L + than hoạt tính 0,0 g/L và tất cả 4 nồng độ NAA + than hoạt tính 1,0 g/L đều có số lá là 4 lá. Số lá thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng là 3 lá. Ở thời điểm 3 TSKC, 4 nồng độ NAA, nồng độ NAA 2,0 mg/L có số lá gia tăng cao nhất là 4,47 lá. Đối với than hoạt tính, nồng độ 1,0 g/L cho số lá cao nhất là 4,27 lá. Nghiệm thức NAA 2,0 mg/L + than hoạt tính 0,0 g/L có số lá gia tăng cao nhất 4,75 lá. Số lá thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng là 3,5 lá.

Kết quả các nghiên cứu khác trên họ Araceae cũng chỉ ra tác động của than hoạt tính và NAA đến số lá. Trong đó, kết quả nghiên cứu của Wang et al. (2007) trên cây trầu bà (*Epipremnum aureum*) cũng ghi nhận kết quả tương tự, khi than hoạt tính cùng với lượng NAA thấp giúp số lá phát triển đồng đều hơn và tăng mật độ lá. Kết quả nghiên cứu này cho thấy rằng việc sử dụng than hoạt tính trong môi

trường nuôi cấy tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành lá mới, vì nó giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực từ các chất thải hoặc chất độc tích lũy trong môi trường nuôi cấy. Nhận định này cũng phù hợp với kết luận của Thomas (2008), than hoạt tính có khả năng hấp thụ các hợp chất ức chế sinh trưởng được tiết ra trong quá trình nuôi cấy, từ đó cải thiện hiệu quả phát triển mô thực vật. Tương tự, Mehbub et al. (2022) cũng khẳng định rằng việc bổ sung than hoạt tính vào môi trường nuôi cấy giúp nâng cao tỷ lệ sống, tăng khả năng tạo chồi, hình thành lá và thúc đẩy quá trình tái sinh chồi ở một số loài cây hoa kiếng.

Qua các thời điểm, có thể thấy rằng sự gia tăng chiều cao chồi không đáng kể qua các tuần nuôi cấy, điều này có thể phản ánh sự cần thiết phải tối ưu hóa điều kiện nuôi cấy hoặc thời gian sử dụng các CĐHST để thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ hơn của cây công chúa hồng. Việc nghiên cứu kỹ lưỡng về sự ảnh hưởng của từng yếu tố này sẽ là cần thiết để cải thiện quy trình nuôi cấy và phát triển cây trồng trong tương lai.

**Bảng 7. Ảnh hưởng của nồng độ NAA và than hoạt tính lên số lá của Công chúa hồng ở thời điểm 2 và 3 TSKC**

NAA (A) (mg/L)	Than hoạt tính (B) (g/L)	Số lá	
		2 TSKC	3 TSKC
0,0	0,0	3,00 <sup>c</sup>	3,50 <sup>c</sup>
1,0	0,0	4,00 <sup>a</sup>	4,46 <sup>ab</sup>
2,0	0,0	4,00 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>
4,0	0,0	3,56 <sup>b</sup>	3,56 <sup>c</sup>
0,0	1,0	4,00 <sup>a</sup>	4,35 <sup>ab</sup>
1,0	1,0	4,00 <sup>a</sup>	4,10 <sup>b</sup>
2,0	1,0	4,00 <sup>a</sup>	4,20 <sup>b</sup>
4,0	1,0	4,00 <sup>a</sup>	4,42 <sup>ab</sup>
<b>Trung bình (A)</b>	0,0	3,50 <sup>c</sup>	3,68 <sup>c</sup>
	1,0	4,00 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>
	2,0	4,00 <sup>a</sup>	4,47 <sup>a</sup>
	4,0	3,80 <sup>b</sup>	3,99 <sup>bc</sup>
<b>Trung bình (B)</b>	0,0	3,64 <sup>b</sup>	3,94 <sup>b</sup>
	1,0	4,00 <sup>a</sup>	4,27 <sup>a</sup>
<b>F<sub>A</sub></b>		**	**
<b>F<sub>B</sub></b>		**	**
<b>F<sub>AxB</sub></b>		**	**
<b>CV(%)</b>		4,30	6,54

Ghi chú: Các số trong cùng 1 cột hay hàng có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan, (\*\*): khác biệt có ý nghĩa 1%, TSKC: tuần sau khi cấy

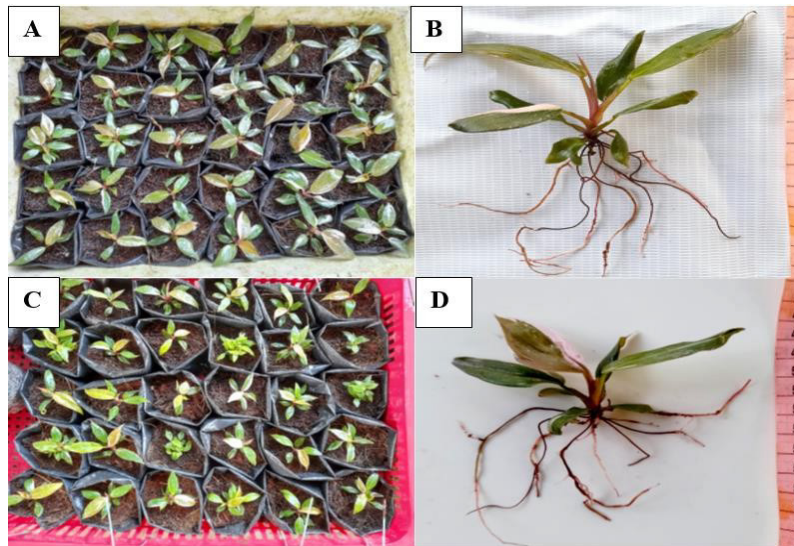
**3.3. Khảo sát khả năng sống của cây Công chúa hồng in vitro trong điều kiện thuần dưỡng**

Cây công chúa hồng trước khi bước vào giai đoạn thuần dưỡng cần đảm bảo sức khỏe tốt và không bị bệnh. Cụ thể, cây phải có ít nhất 3 rễ, chiều cao từ 1,5 đến 2,0 cm, cùng với 3 đến 5 lá.

Trong tuần đầu tiên, cây công chúa hồng được phun tạo ẩm để tránh hiện tượng thoát hơi nước đột ngột, do hệ thống khí khổng của cây chưa hoàn toàn thích nghi với điều kiện môi trường tự nhiên. Việc kiểm soát độ ẩm của giá thể là rất quan trọng: không để giá thể quá khô vì điều này sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển của cây; nhưng cũng không tưới quá ẩm, vì có thể dẫn đến hiện tượng úng rễ, gây chết cây. Trong môi trường nhà lưới, cây cũng phải đối mặt với nhiều nguy cơ gây hại, bao gồm sự tấn công của nấm và vi khuẩn.

Sau 4 tuần thuần dưỡng, việc sử dụng giá thể xơ dừa và tro trấu theo tỷ lệ 2:1 đã cho thấy hiệu quả tốt trong việc hỗ trợ sự sinh trưởng và phát triển của cây công chúa hồng. Kết quả quan sát từ hai điều kiện thuần dưỡng (phủ nylon và không phủ nylon) cho thấy tỷ lệ sống của cây công chúa hồng đạt 100% ở cả hai điều kiện. Điều này cho thấy cây con có khả năng thích nghi tốt với điều kiện tự nhiên về mặt sinh lý. Sau giai đoạn này, cây con đã có những dấu hiệu phục hồi rõ rệt: lá cây có màu xanh và hồng đặc trưng của giống, kích thước lá lớn hơn, dày hơn và có độ bóng cao hơn. Ngoài ra, rễ mới cũng đã bắt đầu xuất hiện, cùng với sự hình thành các lá mới.

Vì vậy, sau 4 tuần thuần dưỡng, cây công chúa hồng không chỉ sống sót mà còn phát triển mạnh mẽ, sẵn sàng cho những giai đoạn phát triển tiếp theo trong môi trường tự nhiên. Việc áp dụng đúng quy trình thuần dưỡng và chăm sóc cây sẽ góp phần tạo điều kiện thuận lợi cho cây sinh trưởng và phát triển bền vững.



**Hình 4. Cây Công chúa hồng sau 4 tuần thuần dưỡng**

Ghi chú: (A) và (B) không trùm bọc nylon, (C) và (D) cây có trùm bọc nylon.

#### 4. KẾT LUẬN

Môi trường tối ưu để nhân chồi cây công chúa hồng tốt nhất là MS bổ sung Kinetin 1,0 mg/L ở thời điểm 8 TSKC cho số chồi trung bình là 6,07 chồi, chiều cao là 1,83 cm, số lá trung bình là 22,6 lá.

Môi trường MS được bổ sung than hoạt tính ở nồng độ 1,0 g/L là môi trường tốt nhất cho sự ra rễ với tỉ lệ ra rễ là 100%, số rễ trung bình đạt 4,15 rễ, chiều dài rễ là 3,65 cm, chiều cao cây là 1,62 cm và có 4,5 lá sau 4 tuần nuôi cây.

Trong điều kiện nhà lưới, cây công chúa hồng *in vitro* có thể được thuần dưỡng trong điều kiện phủ nylon hoặc không phủ nylon trên nền giá thể xơ dừa + tro trấu (2:1). Cây con sinh trưởng và phát triển tốt sau 4 tuần thuần dưỡng và tỷ lệ sống là 100%. Một khuyến khích được đưa ra là không phủ nylon để tiết kiệm chi phí và dễ chăm sóc.

#### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn Công ty TNHH Sản xuất Thương mại CHI TOÀN PHONG đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alawaadh, A. A., Dewir, Y. H., Alwihibi, M. S., Aldubai, A. A., El-Hendawy, S., & Naidoo, Y. (2020). Micropropagation of lacy tree philodendron (*Philodendron bipinnatifidum* Schott ex Endl.). *HortScience*, 55(3), 294-299. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14612-19>
- Ây, N. V., Bé, L. V., & Mến, T. T. (2019). *Nuôi cây mô: Nguyên lý và thực hành*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Chen, F. C., Wang, C. Y., & Fang, J. Y. (2012). Micropropagation of self-heading *Philodendron* via direct shoot regeneration. *Scientia Horticulturae*, 141, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.04.011>
- Gangopadhyay, G., Bandyopadhyay, T., Gangopadhyay, S. B., & Mukherjee, K. K. (2004). Luffa sponge—a unique matrix for tissue culture of *Philodendron*. *Current Science*, 86(2), 315-319.
- Hartman, R. D. (1974). Dasheen mosaic virus and other phytopathogens eliminated from caladium, taro, and cocoyam by culture of shoot tips. *Phytopathology*, 64(2), 237-240. <https://doi.org/10.1094/Phyto-64-237>
- Hằng, P. T. T., Hải, N. T., Linh, N. T. T., Thủy, N. T., Tâm, Đ. T. T., & Thảo, N. T. P. (2025). Nhân nhanh *in vitro* cây trâu bò cánh phượng (*Philodendron xanadu*). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 11(6), 826-832. <https://doi.org/10.31817/tckhnnvn.2013.11.6>
- Hernandez, M., De La O, R., Castillo, C., Gallardo, M., Hernandez, J., Guzman, B., & Zarate, M. (2024). Micropropagation and phytopathology of calla lily (*Zantedeschia* spp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 18(2), e17623. <https://doi.org/10.17584/rcch.2024v18i2.17623>

- Jirakiattikul, Y., & Limpraditthanont, P. (2006). Shoot multiplication and rooting of *Philodendron xanadu* cultured in vitro. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28(1), 79-86.
- Kang, I., & Sivanesan, I. (2025). Micropropagation of *Philodendron* 'White Knight' via shoot regeneration from petiole explants. *Plants*, 14(11), 1714. <https://doi.org/10.3390/plants14111714>
- Mehbub, H., Akter, A., Akter, M. A., Mandal, M. S. H., Hoque, M. A., Tuleja, M., & Mehraj, H. (2022). Tissue culture in ornamentals: cultivation factors, propagation techniques, and its application. *Plants*, 11(23), 3208. <https://doi.org/10.3390/plants11233208>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Plant Physiology*, 15, 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Phuong, L. N. (2009). *Giáo trình Nhân giống vô tính thực vật*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Quynh, T. N., & Uyen, V. N. (1987). Aroids propagation by tissue culture: I. Shoot tip culture and propagation of *Xanthosoma violaceum*. *HortScience*, 22(4), 671-672. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.22.4.671>
- Sreekumar, S., Mukunthakumar, S., & Seeni, S. (2001). Morphogenetic responses of six *Philodendron* cultivars in vitro. *Indian Journal of Experimental Biology (IJEb)*, 39(12), 1280 - 1287. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.003>
- Sun, X., Wang, X., Subedi, B. S., Jiang, Y., Wang, D., Gou, R., Zhang, G., Xu, W., & Zunzheng Wei, Z. (2023). Tissue culture of *Calla Lily* (*Zantedeschia spreng.*): An updated review on the present scenario and future prospects. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 92(8), 2413-2428. <https://doi.org/10.32604/phyton.2023.029667>
- Thomas, T. D. (2008). The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology Advances*, 26(6), 618-631. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.003>
- Wang, X., Li, Y., Nie, Q., Li, J., Chen, J., & Henny, R. J. (2007). In vitro culture of *Epipremnum aureum*, *Syngonium podophyllum*, and *Lonicera macranthodes*, three important medicinal plants. *Acta Horticulturae*, 756, 155-162. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.756.17>