

ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG NUÔI CẤY, NAA LÊN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ HÌNH THÀNH RỄ CỦA CÂY TAM THẤT HOANG (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng) *IN VITRO*

Nguyễn Thị Ngọc Hương¹, Lý Ngọc Huyền¹,
Phan Vĩnh Ngọc Hương¹, Lê Anh Tuấn², Đỗ Thường Kiệt²

TÓM TẮT

Tam thất hoang (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng) là một loài cây dược liệu quý hiếm với công dụng bồi bổ sức khỏe và chống ung thư. Loài này sinh trưởng chậm, sống lâu năm và thường được nhân giống bằng phương pháp giâm hom với hiệu suất thấp, phụ thuộc hoàn toàn vào số lượng và chất lượng cây mẹ vốn rất khan hiếm trong tự nhiên. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của dinh dưỡng khoáng và nồng độ NAA lên sự tăng trưởng và phát sinh rễ của cây Tam thất hoang *in vitro* được phân tích nhằm phục vụ công tác nhân giống loài này. Cây con Tam thất hoang *in vitro* có chiều cao, sự gia tăng khối lượng tươi đạt giá trị cao nhất lần lượt là 2,35 cm và 0,18 g trên môi trường dinh dưỡng khoáng SH sau 12 tuần nuôi cấy. Môi trường SH bổ sung NAA (3 mg/L) giúp cây con tăng trưởng tốt và chiều dài rễ đạt tối đa 3,2 cm sau 8 tuần nuôi cấy.

Từ khóa: Dinh dưỡng khoáng, NAA, Tam thất hoang.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tam thất hoang (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng) là loài thân thảo sống lâu năm, sinh trưởng chậm và thời gian cho thu hoạch dài (4 - 6 năm). Đây là loài cây dược liệu quý hiếm, toàn cây có chứa hàm lượng cao các chất có hoạt tính chống oxy hóa, có giá trị trong chống suy nhược cơ thể, bảo vệ tim mạch, chống đái tháo đường... [1], [2], [3], [4]. Do nhu cầu tiêu thụ tăng nhanh, dẫn đến việc khai thác quá mức loài này trong điều kiện tự nhiên, khiến cho số lượng cá thể bị giảm sút nghiêm trọng và đang có nguy cơ bị tuyệt chủng [5]. Hiện nay, Tam thất hoang thường được nhân giống vô tính bằng giâm hom sử dụng thân rễ trong vườn ươm. Cây khó thu hạt do chỉ ra hoa một lần trong năm và hoa rất khó đậu trái. Do đó, hệ số nhân giống thấp, chưa đáp ứng được về nhu cầu nguồn giống để sản xuất.

Trong nghiên cứu nhân giống *in vitro* các loài thuộc chi *Panax*, sự phát sinh cơ quan chồi, rễ cũng như phôi soma có nhiều ưu điểm phù hợp để tạo được số lượng lớn cây con đồng nhất với sức sống tốt và ít nhiễm bệnh. Việc tạo chồi và phôi soma *in vitro*

đã được thực hiện thành công ở nhiều loài như: Nhân sâm (*Panax ginseng* C. A. Meyer), sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis* Ha et Grushv.), Tam thất (*Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen) [6], [7], [8], [9], [10], [2]. Trong khi đó, đối với Tam thất hoang, hướng nghiên cứu này còn rất hạn chế.

Ở các nghiên cứu trước đây, mô sẹo từ thân rễ của cây Tam thất hoang có thể được sử dụng để tạo chồi và phôi soma, đồng thời, NAA được chứng minh là phù hợp nhất cho việc tạo rễ *in vitro* [11], [12], [13]. Hơn nữa NAA giúp tỷ lệ hình thành rễ đạt tối đa ở cuống lá với nồng độ 3 mg/L và cao hơn IBA ở cùng nồng độ [14]. Tuy nhiên, môi trường MS giảm ½ đa lượng được áp dụng trong các nghiên cứu trước chưa được tối ưu hóa thành phần khoáng để hỗ trợ việc tăng trưởng và tạo rễ của các cây con *in vitro* trước khi chuyển ra vườn ươm. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của loại môi trường khoáng và nồng độ NAA lên sự tăng trưởng và hình thành rễ của cây Tam thất hoang *in vitro* được khảo sát. Kết quả góp phần tạo được nguồn vật liệu đồng nhất, hỗ trợ công tác bảo tồn và nhân giống loài Tam thất hoang trong tự nhiên.

¹ Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Chồi Tam thất hoang *in vitro* trên môi trường MS [15] với đa lượng giảm một nửa (MS ½) có bổ sung 0,5 mg/L BA và 1 mg/L GA₃, 30 g/L sucrose, 8 g/L agar [13].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Sự tăng trưởng chồi Tam thất hoang in vitro trên các môi trường nuôi cấy khác nhau: Chồi Tam thất hoang được tách (cắt còn 1 cm và loại bỏ lá) và được cấy chuyển lên các môi trường: MS ½, B5 [16], SH [17] hoặc White [18] có bổ sung 0,5 mg/L BA và 1 mg/L GA₃. Điều kiện nuôi cấy được điều chỉnh ở 22 ± 2°C, ẩm độ 65%, thời gian chiếu sáng 12 giờ/ngày, cường độ ánh sáng 1400 - 1800 lux, tại Phòng thí nghiệm Sinh lý thực vật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh. Chiều cao, khối lượng chồi sau nuôi cấy được ghi nhận sau 12 tuần.

Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ alpha NAA lên sự phát triển rễ cây Tam thất hoang in vitro. Chồi Tam thất hoang *in vitro* từ thí nghiệm trên (sau 12 tuần) được chuyển sang môi trường SH có bổ sung NAA (axit naphthalen acetic) ở các nồng độ (0, 1, 3 hoặc 5 mg/L) và 1 g/L than hoạt tính để tìm hiểu sự tăng trưởng và khả năng tạo rễ của chồi. Các chỉ tiêu: Tỷ lệ ra rễ, chiều dài rễ, chiều cao cây và khối lượng tươi mẫu cấy được ghi nhận sau 8 tuần.

Đo chiều cao chồi và chiều dài rễ: Chiều cao mẫu cấy tính từ gốc thân mẫu cấy đến vị trí ngọn của chồi và chiều dài rễ tính từ vị trí xuất hiện rễ đến chóp rễ được đo bằng thước điện tử Panmer (Mitutoyo, Nhật Bản).

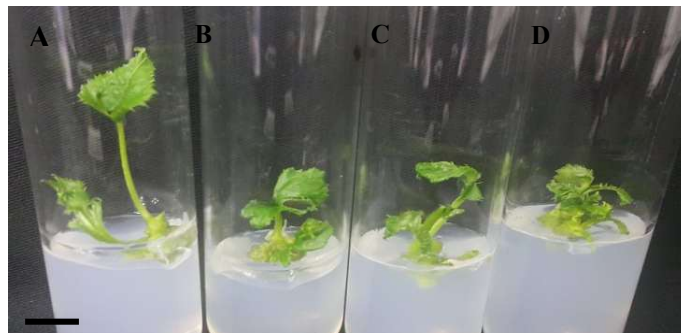
Xác định khối lượng tươi của chồi: Mẫu cấy được thu hoạch khô bình nuôi cấy, thấm khô với giấy lọc và tiến hành cân bằng cân phân tích điện tử (HR-202i, A & D Company, Limited, Nhật Bản).

Xử lý thống kê. Tất cả các thí nghiệm được thực hiện 3 lần lặp lại (10 mẫu/lần lặp lại). Số liệu ghi nhận từ các thí nghiệm được xử lý bằng excel và thống kê bằng phần mềm R 4.1.2 (R foundation for statistical computing, Vienna, Austria). Sự khác biệt của giá trị trung bình (± SE) giữa các thí nghiệm được thể hiện qua phân tích ANOVA ($p \leq 0,05$). Sự phân hạng, chia nhóm qua phép thử Fisher (LSD) được thể hiện bằng các mẫu tự khác nhau theo sau giá trị trung bình.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của các loại môi trường nuôi cấy lên sự sinh trưởng của cây Tam thất hoang *in vitro*

Chồi cây Tam thất hoang *in vitro* sau 12 tuần nuôi cấy trên các môi trường MS ½, B5, SH và White đều có sự tăng trưởng lá, màu xanh lục đậm, không ghi nhận sự hình thành chồi mới. Sự hình thành mô sẹo của mẫu cấy tại vị trí tiếp xúc với môi trường nuôi cấy được ghi nhận, tuy nhiên không có sự xuất hiện rễ ở mẫu cấy trên tất cả các môi trường nuôi cấy (Hình 1). Chiều cao cây và khối lượng tươi mẫu cấy Tam thất hoang trên các môi trường khác biệt có ý nghĩa sau 12 tuần nuôi cấy (giá trị $p < 0,05$, hình 2). Chiều cao cây đạt cao nhất trên môi trường SH, theo sau đó là mẫu cấy trên các môi trường MS ½ và B5, và đạt thấp nhất trên môi trường khoáng White (lần lượt 2,35, 2,11, 1,92 và 1,62 cm). Tương tự, mẫu cấy tăng trưởng trên môi trường khoáng SH có sự gia tăng khối lượng tươi đạt giá trị cao nhất (0,18 g) và thấp hơn ở các môi trường còn lại (xấp xỉ 0,1 g). Kết quả cho thấy mẫu Tam thất hoang tăng trưởng trên môi trường khoáng SH tốt hơn so với các môi trường White, B5, MS ½ (Hình 1, 2).

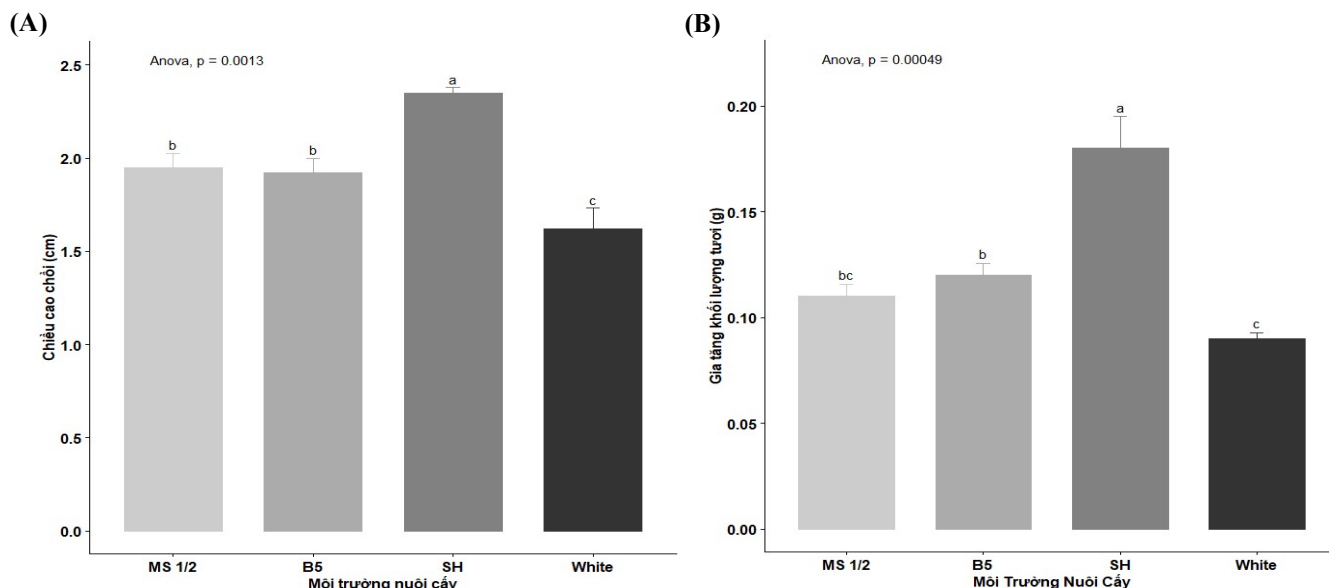


Hình 1. Chồi Tam Thất Hoang *in vitro* 12 tuần tuổi trên các môi trường MS ½ (A), B5 (B), SH (C), White (D) có bổ sung 0,5 mg/L BA và 1 mg/L GA₃. Thanh ngang 1 cm

Dinh dưỡng khoáng đóng vai trò thiết yếu trong quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật. Trong vi nhân giống, môi trường cơ bản Murashige và Skoog được ưa chuộng để nuôi cấy *in vitro* nhiều loại thực vật [15]. Nhiều nghiên cứu cho thấy việc thay đổi thành phần đa lượng có tác động tích cực lên sự tái sinh loài *Panax in vitro* [1], [2], [8], [9]. Trong nghiên cứu này, chồi Tam thất hoang tăng trưởng và phát triển tốt trên môi trường khoáng SH, chiều cao và khối lượng chồi đều cao hơn các mẫu cấy trên các môi trường còn lại (Hình 1, 2). Khi đối chiếu từng thành phần hóa học giữa các môi trường

nuôi cấy, môi trường khoáng SH có sự bổ sung $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (300 mg/L), trong khi các môi trường MS, B5 và White không có. Muối này cung cấp đạm hữu cơ dạng NH_4 dễ hấp thu bởi rễ đồng thời cung cấp gốc phosphate tự do, hỗ trợ tốt cho việc hô hấp, tạo năng lượng ATP cho các hoạt động sinh tổng hợp các hợp chất sơ cấp cho cây tăng trưởng [19], [20].

Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu trên cây sâm Ngọc Linh khi so sánh khả năng sinh trưởng của cây *in vitro* trên các môi trường khoáng khác nhau [2], [21]. Từ kết quả này, đã sử dụng môi trường SH cho các thí nghiệm tạo cây Tam thất hoang *in vitro* hoàn chỉnh trong những nghiên cứu tiếp theo.



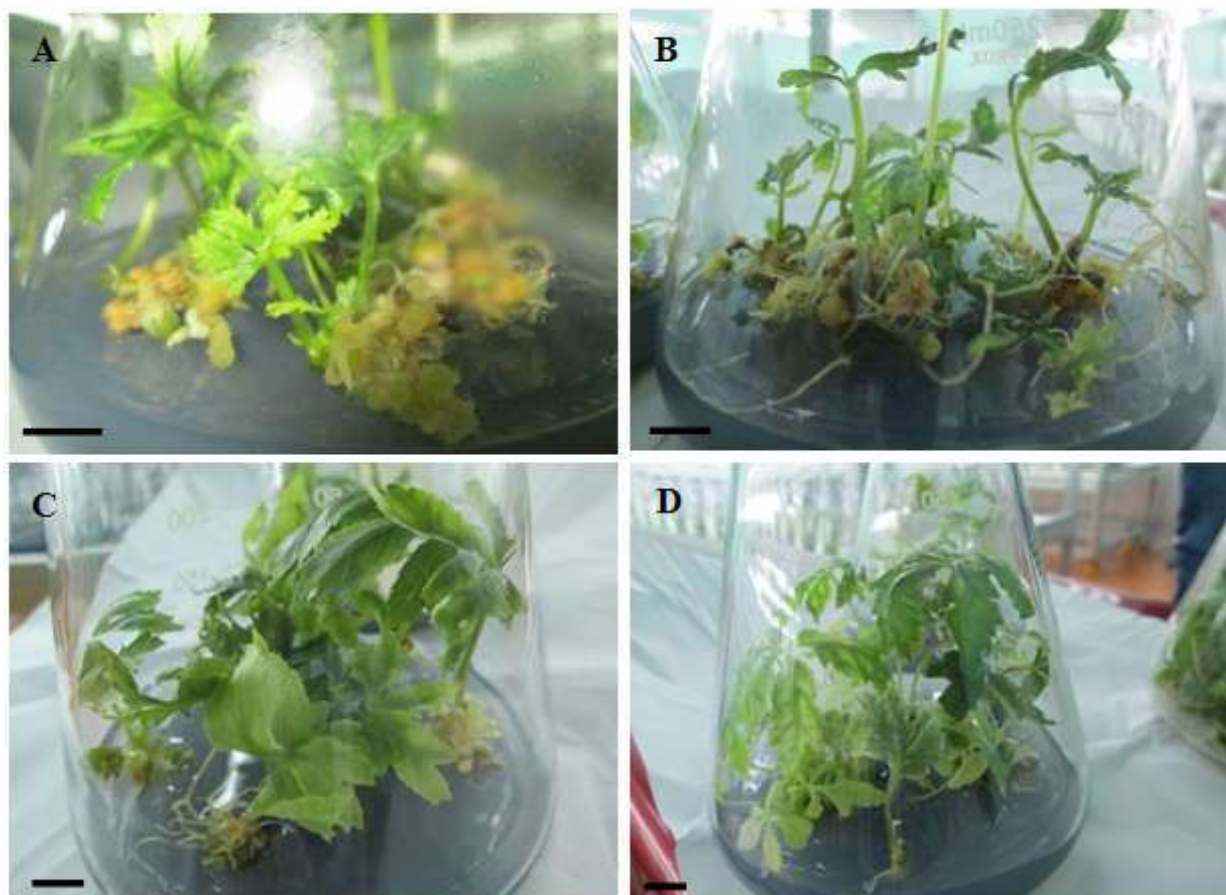
Hình 2. Chiều cao (A), gia tăng khối lượng tươi (B) của chồi Tam thất hoang *in vitro* sau 12 tuần nuôi cấy trên các môi trường dinh dưỡng khác nhau

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ NAA lên sự phát sinh rễ cây Tam thất hoang *in vitro*

Sự hình thành rễ ghi nhận ở chồi cây Tam thất hoang được cấy chuyển sang môi trường SH có bổ sung NAA ở các nồng độ khác nhau sau 8 tuần nuôi cấy, trong khi đó không có sự tạo rễ ở mẫu cấy trên môi trường khoáng SH không bổ sung NAA (đối chứng) (Hình 3). Chỉ số tăng trưởng cây Tam thất hoang thể hiện xu hướng tăng có khác biệt trên các môi trường bổ sung NAA gia tăng nồng độ từ 0 - 3 mg/L. Không ghi nhận sự khác biệt về tỷ lệ ra rễ và số rễ/mẫu cấy giữa hai môi trường bổ sung 3 và 5 mg/L NAA. Chiều dài rễ, chiều cao cây và khối lượng tươi của mẫu cấy đều đạt giá trị cao nhất ở môi trường SH bổ sung 3 mg/L NAA (lần lượt 3,20 cm, 3,46 cm và 2,30 g), các chỉ số này giảm có khác biệt thống kê ở mẫu cấy trên môi trường nuôi cấy có bổ sung 5 mg/L NAA và thấp nhất trên môi trường SH không bổ sung NAA (Bảng 1).

Trong nuôi cấy *in vitro*, sự bổ sung NAA đơn lẻ hoặc kết hợp với cytokinin vào môi trường nuôi cấy giúp tăng khả năng hình thành rễ bất định ở hầu hết các loài thuộc chi *Panax* [22] [7]. Trong thí nghiệm

này, môi trường SH bổ sung 3 mg/L NAA cho kết quả hình thành rễ và phát triển cây con tốt nhất so với các nghiệm thức còn lại (Hình 3A, bảng 1). Kết quả này tương tự như sự hình thành rễ *in vitro* ở cuống lá Tam thất hoang dưới tác động của NAA [14]. Trong nuôi cấy *in vitro*, auxin chiếm vị trí rất quan trọng, có tác dụng trong sự nhân lên của tế bào và hiệu quả ra rễ. Auxin có tác dụng kích thích sự tăng trưởng của mô sẹo đồng thời điều hòa sự phát sinh hình thái [22]. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Hương và cs (2016, 2018, 2021) cho thấy, sử dụng 0,5 mg/L NAA kích thích sự phát sinh hình thái chồi, rễ và cả phôi soma từ mô sẹo ở cây Tam thất hoang [11], [12], [13]. Bên cạnh đó, các chồi Tam thất hoang khi cấy chuyển sang môi trường có bổ sung NAA, phần gốc cụm chồi bị thương do vết cắt tạo khối mô sẹo. Các tế bào ngoài cùng của khối mô sẹo này nhanh chóng bị lignin hóa và tiết ra nhiều hợp chất phenol làm cản trở sự hấp thu dinh dưỡng của mẫu. Vì vậy, than hoạt tính được bổ sung ở nồng độ 1 g/L để hấp phụ các hợp chất này, khắc phục tình trạng trên cũng như giúp ích cho sự định hướng của rễ *in vitro* [23], [24].



Hình 3. Cây Tam thất hoang *in vitro* sau 8 tuần cấy chuyển sang môi trường SH có bổ sung NAA ở các nồng độ 0 mg/L (A), 1 mg/L (B), 3 mg/L (C), 5 mg/L (D). Thanh ngang 1 cm

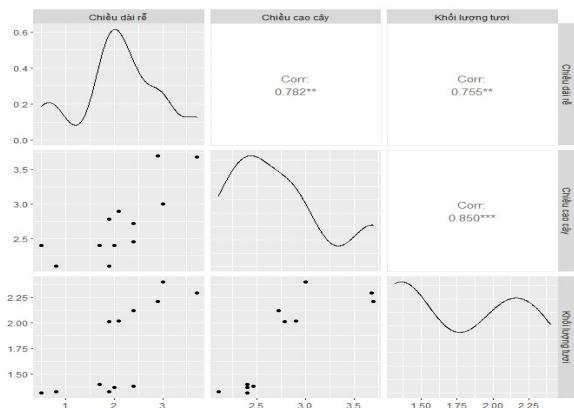
Bảng 1. Chỉ số tăng trưởng cây Tam thất hoang *in vitro* sau 8 tuần cấy trên môi trường SH có bổ sung NAA ở các nồng độ khác nhau

Nồng độ NAA (mg/L)	Tỷ lệ ra rễ (%)	Chiều dài rễ (cm)	Chiều cao cây (cm)	Khối lượng tươi (g)
0	$0,00 \pm 0,00^b$	-	$2,30 \pm 0,10^c$	$1,35 \pm 0,03^c$
1	$16,67 \pm 16,67^b$	$2,10 \pm 0,15^b$	$2,32 \pm 0,11^c$	$1,36 \pm 0,02^c$
3	$60,67 \pm 7,37^a$	$3,20 \pm 0,25^a$	$3,46 \pm 0,23^a$	$2,30 \pm 0,06^a$
5	$64,00 \pm 5,81^a$	$2,13 \pm 0,14^b$	$2,80 \pm 0,05^b$	$2,05 \pm 0,04^b$

Ghi chú: Các số trung bình mỗi cột với các chữ cái khác nhau kèm theo thì khác biệt ở mức xác suất $p=0,05$.

Mối quan hệ giữa chiều dài rễ với chiều cao và khối lượng tươi của cây Tam thất hoang *in vitro*, dựa trên dữ liệu thu nhận từ từng mẫu riêng lẻ, được thể hiện thông qua biểu đồ tương quan đa biến (Hình 4). Phân tích tương quan cho thấy sự phát sinh rễ cây Tam thất hoang có mối liên hệ chặt chẽ với sự sinh trưởng của mẫu cấy *in vitro*, thông qua hệ số tương quan lớn hơn 0,7. Hơn nữa, mẫu Tam thất hoang được nuôi cấy trên cùng môi trường khoáng (SH) và đường như nhau, nhưng sinh khối mẫu cấy tăng có ý nghĩa ở

các nghiệm thức có bổ sung NAA (Bảng 1). Điều đó cho thấy, NAA ngoài việc giúp tạo rễ (vốn không xảy ra ở mẫu trên môi trường không bổ sung NAA) còn làm gia tăng sinh khối mẫu cấy. Từ các kết quả đạt được, việc bổ sung 3 mg/L NAA vào môi trường cảm ứng hình thành rễ cây Tam thất hoang là phù hợp cho sự tăng trưởng của cây về chiều cao, khối lượng cây và chiều dài rễ. Sự phát sinh rễ tốt trên môi trường này giúp cho cây phát triển tốt, khỏe, nâng cao khả năng tỷ lệ sống của cây con *in vitro*.



Hình 4. Biểu đồ thể hiện sự tương quan giữa chiều dài rễ, chiều cao cây và khối lượng tươi cây Tam thất hoang *in vitro* sau 8 tuần cấy trên môi trường SH có bổ sung NAA ở các nồng độ 0, 1, 3 hoặc 5 mg/L

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, môi trường dinh dưỡng khoáng SH được chứng minh là phù hợp cho sự tăng trưởng và phát triển của chồi Tam thất hoang *in vitro* hơn so với các môi trường MS ½, B5 và White. Mẫu cấy trên môi trường SH có bổ sung 3 mg/L NAA cho kết quả hình thành rễ tốt nhất ở cây Tam thất hoang *in vitro*. Sự phát triển rễ tương quan với sự phát triển của phần khí sinh ở loài cây này.

Kết quả của nghiên cứu này có thể được sử dụng làm tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn trong vi nhân giống và bảo tồn loài Tam thất hoang tại Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn: Trường Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh đã cấp kinh phí tài trợ cho đề tài, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện để nhóm tác giả triển khai các thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adil, M., Jeong, B. R. (2018). *In vitro* cultivation of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Ind. Crops Prod., 122, 239-251.
- Nhut, D. T., Huy, N. P., Luan, V. Q., Van Binh, N., Nam, N. B., Thuy, L. N. M., Ha, D.T. N., Chien, H. X., Huong, T. T., Van Cuong, H., et al. (2011). Shoot regeneration and micropropagation of *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. from *ex vitro* leaf-derived callus. *African J. Biotechnol.*, 10, 19499-19504.
- Piao, X. M., Huo, Y., Kang, J. P., Mathiyalagan, R., Zhang, H., Yang, D. U., Kim, M., Yang, D. C., Kang, S. C., Wang, Y. P. (2020).

Diversity of ginsenoside profiles produced by various processing technologies. *Molecules*, 25, 1 - 20.

4. Shu, P. P., Li, L. X., He, Q. M., Pan, J., Li, X. L., Zhu, M., Yang, Y., Qu, Y. (2021). Identification and quantification of oleanane triterpenoid saponins and potential analgesic and anti-inflammatory activities from the roots and rhizomes of *Panax stipuleanatus*. *J. Ginseng Res.*, 45, 305–315.

5. Bộ Khoa học và Công nghệ (2007). *Sách Đỏ Việt Nam (Phần II: Thực vật)*. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội.

6. Kim, Y. J., Lee, O. R., Kim, K. T., Yang, D. C. (2012). High frequency of plant regeneration through cyclic secondary somatic embryogenesis in *Panax ginseng*. *J. Ginseng Res.*, 36, 442–448.

7. Nguyễn Thị Liễu, Nguyễn Trung Thành và Nguyễn Văn Kết (2011). Nghiên cứu khả năng tạo rễ bất định của sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis* Ha et Grushv.) trong nuôi cấy *in vitro*. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 27, 30–36.

8. Nguyễn Bảo Triệu, Nguyễn Thanh Tùng, Trương Thị Bích Phượng (2013). Nuôi cấy *in vitro* sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis* Ha et Grushv.). *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, 1, 161–173.

9. Uchendu, E. E., Paliyath, G., Brown, D. C. W., Saxena, P. K. (2011). *in vitro* propagation of north American ginseng (*Panax quinquefolius* L.). *Vitr. Cell. Dev. Biol.*, 47, 710 - 718.

10. You, X. L., Tan, X., Dai, J. L., Li, Y. H., Choi, Y. E. (2012). Large-scale somatic embryogenesis and regeneration of *Panax notoginseng*. *Plant Cell. Tissue Organ Cult.*, 108, 333–338.

11. Nguyễn Thị Ngọc Hương, Trần Hùng và Trương Thị Đẹp (2021). Nuôi cấy dòng tế bào mô sẹo cây Tam thất hoang (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng) để tạo phôi vô tính. *Tạp chí Y học thành phố Hồ Chí Minh*, 25, 20 - 28.

12. Nguyễn Thị Ngọc Hương, Trần Hùng và Trương Thị Đẹp (2016). Tìm hiểu các biến đổi hình thái trong sự phát sinh rễ Tam thất hoang (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng) nuôi cấy *in vitro* và bước đầu định tính oleanolic acid trong rễ tạo thành. *Tạp chí Công nghệ Sinh học*, 14, 49-54.

13. Nguyễn Thị Ngọc Hương, Trần Hùng, Trương Thị Đẹp (2018). Biến đổi hình thái trong

phát sinh phôi soma thông qua nuôi cấy mô sẹo Tam thất hoang (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng). *Tạp chí Công nghệ Sinh học*, 16, 279 - 284.

14. Nguyễn Thị Ngọc Hương, Trần Hùng và Trương Thị Đẹp (2018). Nghiên cứu sự hình thành rễ từ cuống lá cây Tam thất hoang (*Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng) *in vitro* và bước đầu định lượng saponin toàn phần trong rễ tạo thành. *Tạp chí Y học thành phố Hồ Chí Minh*, 22, 45–51.

15. Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, 15, 473-497.

16. Gamborg, O. L., Miller, R. A., Ojima, K. (1968). Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Exp. Cell Res.*, 50, 151–158.

17. Schenk, R. O. Y. U.; Hildebrandt, A. C. (1972). Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Can. J. Bot.*, 50, 199-233.

18. White, P. R. (1963). Controlled differentiation in a plant tissue culture. *Bull. Torrey Bot. Club*, 86, 507 - 660.

19. Hunková, J., Gajdošová, A., Szabóová, M. (2020). Effect of mesos components (MgSO₄, CaCl₂, KH₂PO₄) on *in vitro* shoot growth of blackberry, blueberry, and saskatoon. *Plants*, 9, 1-8.

20. Poothong, S., Reed, B. M. (2014). Modeling the effects of mineral nutrition for improving growth

and development of micropropagated red raspberries. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, 165, 132–141.

21. Ho Thanh Tam, Nguyen Ba Nam, Ngo Thanh Tai, Nguyen Viet Cuong, Nguyen Phuc Huy, Tran Thi Huong, Tran Hieu, Nguyen Thi Nhat Linh, Hoang Chien Xuan, Le Kim Cuong, Duong Tan Nhut (2015). Optimization of culture conditions and medium composition for adventitious root induction from leaves of *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. *Tạp chí Công nghệ Sinh học Việt Nam*, 13, 865-873.

22. Vũ Thị Hiền, Vũ Quốc Luận, Nguyễn Phúc Huy, Nguyễn Bá Nam, Nguyễn Thị Kim Loan, Nguyễn Thanh Sang, Vũ Thị Thủy, Nguyễn Hồng Hoang, Thái Xuân Du và Dương Tấn Nhựt (2015). Sử dụng kỹ thuật nuôi cấy lớp mỏng tế bào trong nghiên cứu quá trình phát sinh hình thái của cây sâm Ngọc Linh (*Panax vietnamensis* Ha et Grushv.) *in vitro*. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, 13, 657–664.

23. Nguyễn Thị Nhật Linh, Nguyễn Bá Nam, Nguyễn Thị Kim Yến, Lê Kim Cương, Nguyễn Phúc Huy, Dương Tấn Nhựt (2012). Ảnh hưởng của than hoạt tính lên khả năng định hướng rễ ở cây hồng môn và cây cúc nuôi cấy *in vitro*. *Tạp chí Sinh học*, 34, 377–388.

24. Duong Tan Nhut, Nguyen Phuc Huy (2012). Current advances in *in vitro* culture of *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. *Tạp chí Công nghệ Sinh học*, 10, 643 - 658.

EFFECTS OF MINERAL NUTRITION AND NAA ON THE GROWTH AND ROOT FORMATION OF *Panax stipuleanatus* H. T. Tsai et K. M. Feng *IN VITRO*

Nguyen Thi Ngoc Huong, Ly Ngoc Huyen,
Phan Vinh Ngoc Huong, Le Anh Tuan, Do Thuong Kiet

Summary

Panax stipuleanatus is a rare medicinal plant species with health-promoting and anticancer effects. This species slowly grows, perennial, and is often propagated by cuttings with low yield, depending entirely on the quantity and quality of the mother plants, which are scarce in the wild. In this study, the effects of mineral nutrition and the concentration of NAA on the growth and root formation of *in vitro* plantlets were investigated for the propagation of this species. After 12 weeks, the height and fresh weight gain of the *in vitro* plantlets reached the highest values of 2.35 cm and 0.18 g on SH mineral medium, respectively. The SH mineral medium supplemented with 3 mg/L NAA helping plantlets grow with a maximum root length 3.2 cm after 8 weeks of subculture.

Keywords: Mineral nutrient medium, NAA, *Panax stipuleanatus*.

Người phản biện: TS. Đinh Trường Sơn

Ngày nhận bài: 30/6/2022

Ngày thông qua phản biện: 12/9/2022

Ngày duyệt đăng: 15/9/2022