

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA CHIẾU XẠ GAMMA ĐẾN SỰ TẠO RỄ BẤT ĐỊNH VÀ TÍCH LŨY HỢP CHẤT CÓ HOẠT TÍNH SINH HỌC Ở CÂY ĐĂNG SÂM (*Codonopsis javanica*)

Lê Thị Thúy\*, Đào Thị Mỹ Linh, Huỳnh Thị Thúy Vy, Nguyễn Thị Như Quỳnh

Trường Đại học Công Thương Thành Phố Hồ Chí Minh

\*Email: [thuylt@huit.edu.vn](mailto:thuylt@huit.edu.vn)

Ngày nhận bài: 10/5/2024; Ngày nhận bài sửa: 13/6/2024; Ngày chấp nhận đăng: 17/6/2024

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm khảo sát tác động của các mức chiếu xạ tia gamma từ nguồn  $Co^{60}$  đến tỷ lệ sống, sự tạo rễ bất định và hàm lượng hợp chất có hoạt tính sinh học trong sinh khối rễ của hai loại mẫu nuôi cấy *in vitro* của cây *Codonopsis javanica* sau chiếu xạ. Kết quả ghi nhận rằng đối với mẫu lá, khi mức chiếu xạ tăng từ 10 đến 40 Gy, tỷ lệ sống và sự tạo rễ có xu hướng giảm dần; ở mức 40 Gy, toàn bộ mẫu lá bị chết. Mặc dù khả năng tạo rễ giảm, nhưng tại hai mức chiếu xạ 10 Gy và 20 Gy, hàm lượng polysaccharide trong sinh khối rễ tăng khoảng 2,2 lần và polyphenol tăng khoảng 1,4 lần so với mẫu không chiếu xạ. Trong khi đó, hàm lượng saponin tổng số không ghi nhận sự khác biệt đáng kể so với mẫu không chiếu xạ. Đối với mẫu đốt thân, tỷ lệ mẫu sống và sự tạo rễ được ghi nhận lớn hơn 90% ở hai mức chiếu xạ 10 Gy và 20 Gy, với số rễ trên mẫu cao hơn gần 1,6 lần so với đối chứng. Ở mức xử lý 50 Gy, mẫu không cảm ứng tạo rễ. Hàm lượng hai hợp chất polyphenol và polysaccharide tổng số đạt giá trị cao nhất tại mức chiếu xạ 10 Gy, trong khi sự tích lũy saponin tổng số giảm khi liều lượng chiếu xạ gia tăng.

*Từ khóa:* Chiếu xạ, *Codonopsis javanica*,  $Co^{60}$ , đăng sâm, hợp chất, *in vitro*, rễ bất định.

## 1. MỞ ĐẦU

Chi *Codonopsis* thuộc họ Campanulaceae, bao gồm khoảng 42 loài, phân bố rộng rãi trên thế giới, trong đó tập trung chủ yếu ở khu vực Trung Á, Đông Á và Nam Á [1]. Các nghiên cứu trước đây ghi nhận rằng rễ của các loài trong chi này chứa nhiều nhóm hợp chất sinh học quan trọng như polyacetylenes, phenylpropanoids và pyrrolidine alkaloids [2]. Các hợp chất này thể hiện nhiều tác dụng sinh lý quan trọng, bao gồm tăng cường hệ miễn dịch, chống oxy hóa, chống viêm, bảo vệ gan và điều hòa chuyển hóa. Đáng chú ý, polysaccharide từ *C. pilosula* đã được chứng minh có khả năng ức chế sự tăng sinh của tế bào ung thư trong các thí nghiệm *in vitro*, cho thấy tiềm năng ứng dụng trong nghiên cứu phát triển các tác nhân chống khối u. [3]. Tại Việt Nam, *C. javanica* là một loại cây thuốc chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học quý giá. Cây được trồng chủ yếu ở các tỉnh miền núi [4]. Trong Đông y, đăng sâm (*C. javanica*) thường được sử dụng nhằm bồi bổ cơ thể, tăng cường hệ miễn dịch và hỗ trợ điều trị các chứng tỳ vị suy nhược, cơ thể mệt mỏi, thiếu máu và vàng da [5]. Bên cạnh đó, dịch chiết từ củ của loài này chứa các thành phần hoạt tính được ghi nhận có tác dụng bảo vệ hệ tiêu hóa, hạ đường huyết và điều hòa lipid máu, góp phần nâng cao giá trị dược liệu của loài cây này [6].

Hiện nay, số lượng phân bố của loài đăng sâm trong tự nhiên đang có xu hướng suy giảm mạnh do tình trạng khai thác quá mức. Ngoài ra, việc quản lý và sử dụng đất rừng chưa hợp lý đã làm suy giảm đáng kể cả số lượng lẫn chất lượng nguồn dược liệu này [7]. Trong những năm gần đây, *C. javanica* đã được xác định là đối tượng cần ưu tiên trong công tác bảo tồn [8]. Không chỉ được quan tâm về giá trị dược liệu, cây đăng sâm hiện còn được nhiều nhà nghiên cứu chú ý trong lĩnh vực vi nhân giống và bảo tồn nguồn gen. Các công bố cũng chỉ ra rằng phần lớn các hợp chất có hoạt tính sinh học của *C. javanica* tập trung chủ yếu ở rễ [6][9–10]. Do đó, nuôi cấy rễ bất định được xem là giải pháp hiệu quả nhằm tạo nguồn sinh khối rễ với quy mô lớn, không phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, đồng thời có thể thay thế cho phương pháp khai thác truyền thống. Nghiên cứu về sự phát sinh rễ bất định ở một số loài trong chi *Codonopsis*, chẳng hạn như *C. pilosula* và *C. ussuriensis*, được ghi nhận lần đầu vào năm 2012 trên thế giới, trong đó nguồn mẫu nuôi cấy và các kích thích sinh trưởng thực vật thích hợp đã

được xác định khi nuôi trong môi trường lỏng lác [11]. Gần đây là nghiên cứu cảm ứng tạo rễ bất định và đánh giá hàm lượng hợp chất chuyển hóa thứ cấp cùng khả năng chống oxy hóa của rễ bất định cây *C. javanica* [12].

Mặc dù nuôi cấy sinh khối rễ được xem là một phương pháp hiệu quả nhằm cung cấp nguồn nguyên liệu được liệu ổn định, nhưng hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học thu được từ nuôi cấy rễ thường thấp hơn so với cây sinh trưởng ngoài tự nhiên. Nhằm nâng cao khả năng tích lũy các hợp chất này, nhiều biện pháp đã được áp dụng, trong đó xử lý bức xạ gamma đang nhận được sự quan tâm trong những năm gần đây. Chiếu xạ gamma từ  $Co^{60}$  có thể tạo ra các dòng rễ bất định đột biến của nhân sâm với biến đổi hình thái và khả năng tích lũy ginsenoside cao hơn, trong đó dòng đột biến 1 là vật liệu tiềm năng để sản xuất ginsenoside và nghiên cứu sinh tổng hợp hợp chất thứ cấp [13]. Hàm lượng alkaloid tăng gấp 20 lần ở liều lượng 20 Gy trong môi trường nuôi cấy mô sẹo *Nothapodytes foetida* [14]. Với liều chiếu xạ 8 Gy, hợp chất alizarin và purpurin được tạo cao nhất ở mẫu mô sẹo của cây *Rubia cordifolia* được chiếu xạ [15]. Những kết quả này cho thấy tác động của tia gamma đến sinh trưởng và sự tích lũy hợp chất thứ cấp ở thực vật phụ thuộc vào từng loài cũng như mức liều chiếu xạ. Do đó, việc xác định cường độ chiếu xạ phù hợp đóng vai trò quan trọng trong định hướng sản xuất quy mô lớn các hợp chất có hoạt tính sinh học từ hệ thống nuôi cấy thực vật.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Trong nghiên cứu này, nguồn vật liệu thực vật là các mẫu lá và đốt thân được lấy từ chồi cây đang sâm nuôi cấy *in vitro* có chiều cao khoảng 6 cm. Các chồi này được duy trì trên môi trường Murashige and Skoog (MS) và được cung cấp bởi Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh.

Quy trình chiếu xạ tia gamma sử dụng nguồn  $Co^{60}$  được tiến hành tại Phòng CNSH Vật liệu – Nano – Trung tâm Công nghệ sinh học Thành phố Hồ Chí Minh. Các cường độ chiếu xạ bao gồm 10, 20, 30, 40, 50 Gy (Gray) và đối chứng là mẫu không chiếu xạ [13-15].

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Nghiên cứu tác động của liều chiếu xạ đến khả năng sống và cảm ứng tạo rễ bất định từ mẫu lá và đốt thân

Mẫu lá của cây *in vitro* có kích thước 0,5 x 0,5 cm và mẫu đốt thân mang một mắt ngủ có kích thước 1,0 cm được nuôi cấy trên môi trường MS cơ bản chứa 0,5 mg/L IBA, 30 g/L sucrose và 8,0 g/L agar.

Theo dõi các chỉ tiêu: tỷ lệ mẫu sống (%), tỷ lệ mẫu tạo rễ (%), số lượng rễ trung bình/ mẫu

#### 2.2.2. Đánh giá khả năng sinh trưởng của rễ bất định

Rễ bất định thu được ở thí nghiệm 1 được sử dụng làm vật liệu nghiên cứu. Mỗi mẫu rễ có khối lượng là 0,5 g và được nuôi cấy trong môi trường MS dạng lỏng chứa 50 g/L sucrose và 0,5 mg/L IBA. pH môi trường được điều chỉnh ở mức 5,8. Các bình nuôi cấy được đặt trên máy lắc với tốc độ 120 vòng/phút.

Theo dõi các chỉ tiêu: Hệ số tăng sinh rễ (lần).

#### 2.2.3. Điều kiện nuôi cấy

Các mẫu nuôi cấy *in vitro* được duy trì trong phòng nuôi cấy với nhiệt độ  $25 \pm 2$  °C và được đặt trong điều kiện không có ánh sáng trong suốt thời gian thí nghiệm.

#### 2.2.4. Đánh giá hàm lượng một số hợp chất có hoạt tính sinh học trong sinh khối rễ bất định

Hàm lượng phenolic tổng số được phân tích bằng phương pháp Folin–Ciocalteu [16]. Dịch chiết thô được hòa tan trong nước cất, sau đó phản ứng với thuốc thử Folin–Ciocalteu 10% và dung dịch sodium carbonate 7,5%, tạo thành phức màu đặc trưng. Mật độ quang của dung dịch được đo ở bước sóng 765 nm bằng phương pháp đo quang phổ để xác định hàm lượng phenolic tổng số.

Hàm lượng polysaccharide tổng số được phân tích bằng phương pháp phenol – acid sulfuric [17], trong đó glucose được chọn làm chất chuẩn. Hỗn hợp phản ứng được chuẩn bị gồm 1 mL dung dịch mẫu đã được pha loãng đến nồng độ phù hợp, 0,5 mL dung dịch phenol 5% và 2,5 mL acid sulfuric đậm

đặc. Sau khi phản ứng hoàn tất, dung dịch được làm nguội, sau đó tiến hành đo mật độ quang tại bước sóng 490 nm.

Hàm lượng saponin của mẫu được phân tích tại Trung tâm Phân tích Quốc tế của Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh. Phép đo được thực hiện bằng phương pháp quang phổ, sử dụng acid oleanolic làm chất chuẩn.

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Thí nghiệm được thực hiện với ba lần lặp lại. Dữ liệu thu nhận được xử lý thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV với mức ý nghĩa 5%, sử dụng phép kiểm định LSD (Least Significant Difference). Đồng thời, phân tích tương quan Pearson được thực hiện bằng IBM SPSS nhằm xác định mối liên hệ giữa cường độ chiếu xạ và tỷ lệ sống và sự tạo rễ của mẫu.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Tác động của liều chiếu xạ lên tỷ lệ sống và hình thành rễ bất định từ mẫu lá

Sự tiếp xúc của nguyên liệu thực vật với bức xạ gamma dẫn đến những thay đổi bên trong tế bào bằng nhiều cách. Tia gamma có thể tác động trực tiếp lên vật liệu di truyền hoặc gián tiếp thông qua việc tạo ra các gốc oxy hóa tự do. Những tác động này có thể làm thay đổi khả năng sống và tái sinh của mô thực vật.

Trong nghiên cứu này của chúng tôi, kết quả cho thấy khi cường độ tia gamma tăng dần từ 10 đến 50 Gy, tỷ lệ mẫu sống cũng như khả năng hình thành rễ của mẫu lá đều giảm so với nghiệm thức không chiếu xạ. Ở cường độ 40 Gy và 50 Gy, mẫu chuyển sang nâu đen và chết hoàn toàn (Bảng 1). Do đó, có thể xác định liều chiếu xạ gây chết đối với vật liệu lá là khoảng 40 Gy. Theo kết quả phân tích tương quan Pearson (Bảng 3), sự gia tăng cường độ tia gamma có liên quan nghịch mạnh với tỷ lệ sống của mẫu và khả năng hình thành rễ. Điều này cho thấy khi cường độ chiếu xạ tăng lên thì khả năng sống và hình thành rễ của mẫu lá giảm đáng kể.

Bảng 1. Tỷ lệ mẫu sống và khả năng tạo rễ của mẫu lá được chiếu xạ sau 45 ngày nuôi cấy

Liều chiếu xạ (Gy)	Tỷ lệ mẫu sống (%)	Tỷ lệ mẫu tạo rễ (%)	Số rễ trung bình/mẫu
0	100 <sup>a</sup> ±0,00	77 <sup>a</sup> ±9,81	32,33 <sup>a</sup> ±2,51
10	75 <sup>b</sup> ±0,00	75 <sup>a</sup> ±0,00	28,00 <sup>ab</sup> ±1,00
20	73 <sup>b</sup> ±2,88	68 <sup>b</sup> ±1,73	23,67 <sup>b</sup> ±7,64
30	67 <sup>b</sup> ±14,43	30 <sup>c</sup> ±0,00	9,00 <sup>c</sup> ±2,64
40	00 <sup>c</sup> ±0,00	00 <sup>d</sup> ±0,00	00,00 <sup>d</sup> ±0,00
50	00 <sup>c</sup> ±0,00	00 <sup>d</sup> ±0,00	00,00 <sup>d</sup> ±0,00

Các chữ cái <sup>a, b, c,...</sup> khác nhau trong cùng một cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giá trị trung bình theo phép thử LSD ở mức tin cậy 95%

Sự ức chế sinh trưởng do chiếu xạ có liên quan đến sự thay đổi chu kỳ tế bào ở pha G2/M, cũng như tác động trực tiếp gây tổn hại đến vật liệu di truyền trong tế bào [18]. Một số công trình nghiên cứu trước đây đã ghi nhận rằng tia gamma có thể tác động đến quá trình sinh trưởng của thực vật. Ở cây *Panax ginseng*, chiếu xạ gamma ở liều thấp có thể kích thích sinh trưởng của mô sẹo và rễ bất định, tuy nhiên, khi liều chiếu xạ tăng cao, khả năng phát sinh rễ giảm đáng kể [19]. Đối với cây dâu tây (*Fragaria × ananassa* Duch. Red), sự tăng trưởng của mô sẹo cũng bị suy giảm rõ rệt khi xử lý chiếu xạ ở mức 15–40 Gy [20].

### 3.2. Tác động của liều chiếu xạ lên tỷ lệ sống và hình thành rễ bất định của mẫu đọt thân

Dữ liệu ở Bảng 2 cho thấy tại các liều chiếu xạ 10–20 Gy, tỷ lệ mẫu sống và tỷ lệ mẫu hình thành rễ đều đạt trên 90% và không khác biệt so với mẫu không chiếu xạ; số rễ trung bình trên mẫu ở các mức liều này cao hơn khoảng 1,6 lần so với mẫu không chiếu xạ. Sự gia tăng liều chiếu xạ từ 30 Gy đến 50 Gy làm giảm rõ rệt các chỉ tiêu theo dõi và ở mức 50 Gy, các mẫu không ghi nhận hiện tượng cảm ứng

tạo rễ. Khi phân tích tương quan Pearson, ghi nhận không có mối tương quan có ý nghĩa giữa liều chiếu xạ và tỷ lệ mẫu sống, tỷ lệ mẫu tạo rễ và số rễ của mẫu đốt thân (Bảng 3).

*Bảng 2.* Tỷ lệ sống và khả năng tạo rễ của đốt thân được chiếu xạ sau 45 ngày nuôi cấy

Liều chiếu xạ (Gy)	Tỷ lệ mẫu sống (%)	Tỷ lệ mẫu tạo rễ (%)	Số rễ trung bình/mẫu
0	100 <sup>a</sup> ±0,00	100 <sup>a</sup> ±0,00	25,33 <sup>b</sup> ±6,11
10	94 <sup>a</sup> ±9,81	94 <sup>a</sup> ±9,81	36,67 <sup>ab</sup> ±0,57
20	100 <sup>a</sup> ±0,00	92 <sup>a</sup> ±14,43	40,33 <sup>a</sup> ±8,02
30	95 <sup>a</sup> ±5,00	58 <sup>b</sup> ±14,43	22,00 <sup>b</sup> ±1,70
40	80 <sup>b</sup> ±0,00	66 <sup>b</sup> ±0,00	12,34 <sup>c</sup> ±1,52
50	50 <sup>c</sup> ±0,00	00 <sup>c</sup> ±0,00	00,00 <sup>d</sup> ±0,00

Các chữ cái <sup>a, b, c,...</sup> khác nhau trong cùng một cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giá trị trung bình theo phép thử LSD ở mức tin cậy 95%

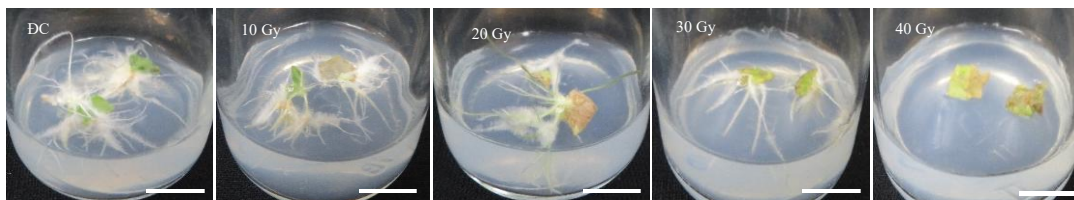
Tác động của tia gamma đối với sự thay đổi của tế bào thực vật có thể được giải thích thông qua các biến đổi ở mức tế bào, sinh hóa và sinh lý. Tia gamma ở mức chiếu xạ thấp có thể có những tác động tích cực lên tăng trưởng do làm thay đổi hệ thống tín hiệu của các kích thích sinh trưởng trong tế bào. Ngược lại, khi liều chiếu xạ tăng cao, tổn thương vật chất di truyền có thể xảy ra, dẫn đến sự ức chế khả năng sinh trưởng [18]. Kết quả của nghiên cứu này cũng tương tự với báo cáo trên *Hypericum triquetrifolium*: ở liều thấp, tia gamma có thể kích thích tăng sinh khối mô sẹo và hàm lượng hợp chất phenolic, trong khi liều cao lại làm giảm sinh trưởng và khả năng tích lũy các hợp chất này [21].

Kết quả đánh giá tác động của các liều chiếu xạ đối với hai loại vật liệu của cây đảng sâm cho thấy ở mẫu lá, liều gây chết được ghi nhận ở mức 40 Gy. Trong khi đó, đốt thân thể hiện khả năng thích nghi tốt hơn, với các chỉ tiêu theo dõi tăng ở mức 10–20 Gy và vẫn duy trì tỷ lệ sống 50% ở 50 Gy. Điều này cho thấy mẫu lá nhạy cảm với tia gamma hơn so với đốt thân, đồng thời phản ứng của từng loại vật liệu có thể khác nhau dưới tác động của bức xạ.

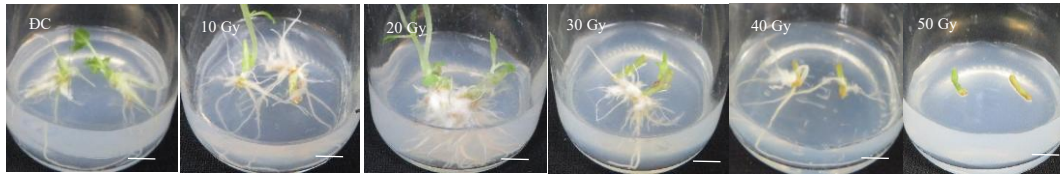
*Bảng 3.* Tương quan giữa liều chiếu xạ với tỷ lệ sống, tỷ lệ mẫu tạo rễ và số lượng rễ từ mẫu lá và đốt thân

		Liều chiếu xạ	Lá			Đốt thân		
			Tỷ lệ mẫu sống	Tỷ lệ mẫu tạo rễ	Số rễ/mẫu	Tỷ lệ mẫu sống	Tỷ lệ mẫu tạo rễ	Số rễ/mẫu
Liều chiếu xạ		1						
Lá	Tỷ lệ mẫu sống	-0,926**	1					
	Tỷ lệ mẫu tạo rễ	-0,928**	0,979**	1				
	Số rễ/mẫu	-0,974**	0,957**	0,976**	1			
Đốt thân	Tỷ lệ mẫu sống	-0,749	0,739	0,736	0,686	1		
	Tỷ lệ mẫu tạo rễ	-0,881*	0,774	0,803	0,820*	0,931**	1	
	Số rễ/mẫu	-0,676	0,843*	0,877*	0,757	0,777	0,692	1

\*Biểu thị mối tương quan đạt ý nghĩa thống kê ở mức 5%; \*\* biểu thị mối tương quan đạt ý nghĩa thống kê ở mức 1%



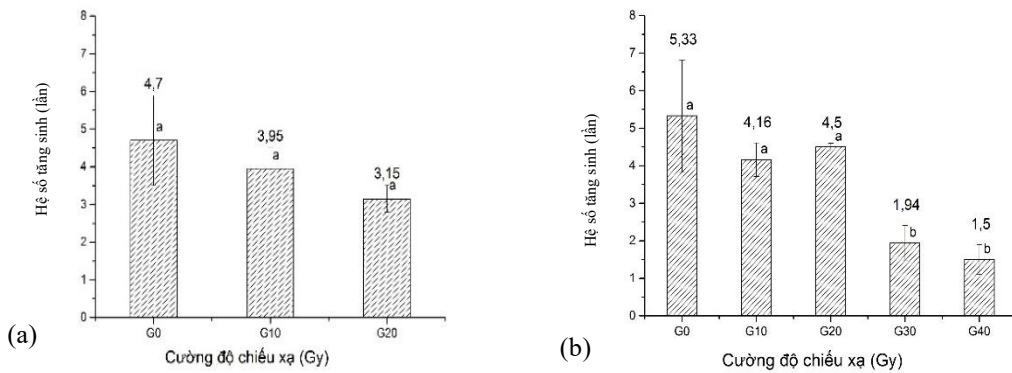
*Hình 1.* Rễ bất định được hình thành từ mẫu lá ở các liều chiếu xạ khác nhau; thanh tỷ lệ: 1 cm



Hình 2. Rễ bất định được hình thành từ mẫu đốt thân ở các liều chiếu xạ khác nhau; thanh tỷ lệ: 1 cm

### 3.3. Đánh giá khả năng sinh trưởng của rễ bất định

Các rễ bất định hình thành từ mẫu lá và đốt thân tiếp tục được nuôi cấy trong môi trường lỏng để khảo sát khả năng tăng sinh rễ. Kết quả thu được trình bày ở Hình 3.

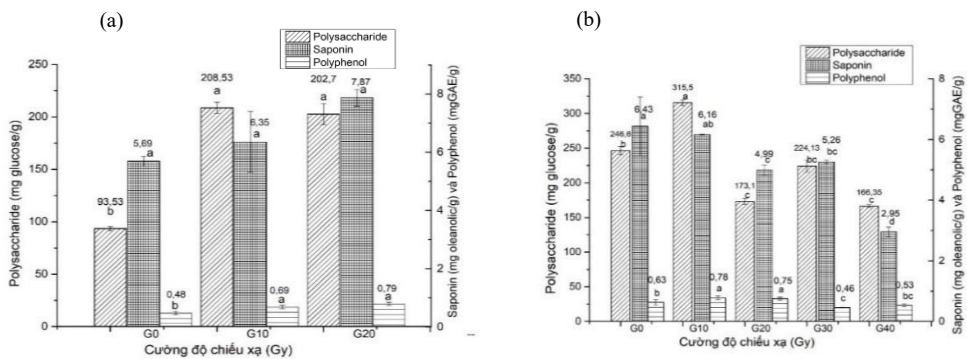


Hình 3. Kết quả tác động của liều chiếu xạ lên sinh khối của rễ bất định từ mẫu lá (a) và đốt thân (b) sau 30 ngày nuôi cấy

Kết quả cho thấy ở liều chiếu xạ từ 10–20 Gy không gây ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tăng sinh của rễ. Khi liều chiếu xạ tăng lên 30 Gy và 40 Gy, hệ số tăng trưởng của rễ ở mẫu đốt thân giảm hơn 2,5 lần so với nghiệm thức đối chứng. Điều này cho thấy các mức chiếu xạ cao không chỉ kìm hãm quá trình hình thành rễ mà còn ảnh hưởng bất lợi đến khả năng sinh trưởng của rễ. Một số công trình trước đây cũng ghi nhận tác động bất lợi của bức xạ tia gamma đối với sự gia tăng sinh khối tế bào ở một số đối tượng thực vật. Chỉ số tăng trưởng của mô sẹo *Stevia rebaudiana* (Bert.) được xử lý chiếu xạ ở các mức 5, 10 và 20 Gy đều thấp hơn so với mô sẹo không chiếu xạ [22]. Ở liều từ 20 đến 40 Gy, sinh trưởng của mô sẹo *Gerbera jamesonii* cũng giảm rõ rệt [23].

### 3.4. Tác động của liều chiếu xạ lên hàm lượng hợp chất có hoạt tính sinh học

Trong thí nghiệm này, hàm lượng polysaccharide, polyphenol và saponin tổng số trong sinh khối rễ bất định được định lượng ở các liều chiếu xạ khác nhau. Kết quả được thể hiện ở Hình 4.



Hình 4. Hàm lượng hợp chất sinh học (polysaccharide, saponin và polyphenol) trong sinh khối rễ của mẫu lá (a) và đốt thân (b) ở các liều chiếu xạ khác nhau

Kết quả ở Hình 4 chỉ ra rằng đối với rễ bất định được cảm ứng từ mẫu lá, hàm lượng polysaccharide tổng tăng khoảng 2,2 lần, trong khi polyphenol tổng cao hơn so với đối chứng 1,4 lần ở các mức chiếu xạ. Ngược lại, hàm lượng saponin tổng không ghi nhận sự biến đổi đáng kể giữa các nghiệm thức chiếu xạ. Đối với rễ bất định hình thành từ đốt thân, hàm lượng polyphenol và polysaccharide đạt giá trị cao nhất tại liều 10 Gy; tuy nhiên, mức chênh lệch so với các nghiệm thức khác không lớn. Trong khi đó, saponin tổng số giảm dần khi liều chiếu xạ tăng lên. Những kết quả này cho thấy mỗi loại vật liệu có mức độ đáp ứng khác nhau trước tác động của tia gamma. Ở cây cỏ ngọt (*Stevia rebaudiana* Bert.), sự gia tăng hàm lượng phenolic và flavonoid tổng trong mô sẹo cũng đã được ghi nhận khi mẫu được xử lý chiếu xạ ở mức 15 Gy [22].

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy chiếu xạ tia gamma ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, sự hình thành rễ và hàm lượng hợp chất có hoạt tính sinh học của rễ bất định. Mức độ tác động thay đổi tùy theo loại mẫu nghiên cứu. Ở mẫu lá, khi tăng liều chiếu xạ từ 10–50 Gy, tỷ lệ sống và khả năng tạo rễ của mẫu giảm, nhưng hàm lượng polysaccharide và polyphenol tăng ở liều 10 Gy và 20 Gy. Ở mẫu đốt thân, liều chiếu xạ 10–20 Gy cho tỷ lệ sống và khả năng rễ cao. Đáng chú ý, hàm lượng polysaccharide và polyphenol đạt giá trị cao nhất tại liều 10 Gy. Nhìn chung, chiếu xạ ở mức 10–20 Gy cho thấy tiềm năng trong việc thúc đẩy sự tích lũy polysaccharide và polyphenol trong hệ thống nuôi cấy sinh khối rễ bất định của *C. javanica*. Nguồn rễ bất định này có thể được xem là vật liệu thay thế đầy triển vọng cho rễ củ đảng sâm được trồng theo phương pháp truyền thống, góp phần cung cấp nguồn dược liệu ổn định nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng ngày càng tăng, đồng thời hạn chế tình trạng khai thác quá mức nguồn tài nguyên trong tự nhiên.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 98/HĐ-DCT ngày 15/8/2023.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J.Y. He, S. Zhu, K. Komatsu, Y.L. Zhi, M.F. Wei, “The genus *Codonopsis* (Campanulaceae): a review of phytochemistry, bioactivity and quality control”, *Journal Natural Medicines*, vol. 69, no. 1, pp. 1–21, 2015, doi: <https://doi.org/10.1007/s11418-014-0861-9>
- [2] J.Y. He, S. Zhu, and K. Komatsu, “HPLC/UV analysis of polyacetylenes, phenylpropanoid and pyrrolidine alkaloids in medicinally used *Codonopsis* species”, *Phytochemical Analysis*, vol. 25, no. 3, pp. 213–219, 2014, doi: <https://doi.org/10.1002/pca.2494>
- [3] F.R. Yang, Z.M. Li, J.P. Gao, “Separation and structural characterization and anti-tumor effect in vitro of polysaccharides from Radix *Codonopsis*”, *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*, vol. 22, pp. 2876–2878, 2011, doi: <https://doi.org/10.3390/ph16060895>
- [4] Võ Văn Chi và Trần Hợp, *Cây cỏ có ích ở Việt Nam*, tập 2, NXB Giáo dục, tr. 21, 2002.
- [5] Đỗ Huy Bích, *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam*, tập 1, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [6] K.N. Chen, W.H. Peng, C.W. Hou, C.Y. Chen, H.H. Chen, C.H. Kuo, and M. Korivi, “*Codonopsis javanica* root extracts attenuate hyperinsulinemia and lipid peroxidation in fructose-fed insulin resistant rats”, *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 21, no. 4, pp. 347–355, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.08.001>
- [7] T.C. Định, H.K. Tân, N.V. Lợi, và T.M. Đức, “Đặc điểm sinh thái và phân bố loài đảng sâm (*Codonopsis javanica* (Blume) Hook. f.) tại huyện Tây Giang, tỉnh Quảng Nam,” *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, vol. 126, no. 3D, pp. 153–164, 2017, doi: <https://doi.org/10.26459/hueuni-jard.v126i3D.4159>
- [8] Ministry of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, *Vietnam Red Data Book Part II: Plants*, Publishing House for Science and Technology, Ha Noi, 2007.
- [9] D.S. Yang, Z.L. Li, X. Wang, Y.P. Yan, W.B. Peng, K.C. Liu, X.L. Li, “Chemical constituents from roots of *Campanumoea javanica* and their antiangiogenic activities”, *Chinese Traditional*

- and *Herbal Drugs*, vol. 4, pp. 470–475, 2015, doi: <https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2015.04.002>
- [10] N.T.A. Thu, N.T. Quynh, D.K. Hoan, N.D. Thu, N.T.T. Uyen, N.D. Toan, et al., “Octanediol and polyacetylene glycosides from *Codonopsis javanica*,” *Phytochemistry Letters*, vol. 53, pp. 189–193, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2022.12.013>
- [11] J.A. Kim, E.J. Park, and Y.E. Choi, “Induction and proliferation of adventitious roots in *Codonopsis* spp.”, *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, vol. 20, no. 6, pp. 493–499, 2012, doi: <https://doi.org/10.7783/KJMCS.2012.20.6.493>
- [12] T.H. Trinh, Q.T. Nguyen, T.H.T. Nguyen, D.G. Do, and T.T. Tran, “Induction and evaluation of secondary metabolite and antioxidant activity in adventitious root of *Codonopsis javanica*”, *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, vol. 63, no. 4, pp. 11–16, 2021, doi: [https://doi.org/10.31276/VJSTE.63\(4\).11-16](https://doi.org/10.31276/VJSTE.63(4).11-16)
- [13] J.Y. Zhang, T.W. Bae, K.H. Boo, H.J. Sun, I.J. Song, C.H. Pham, M. Ganesan, D.H. Yang, H.G. Kang, S.M. Ko, et al., “Ginsenoside production and morphological characterization of wild ginseng (*Panax ginseng* Meyer) mutant lines induced by  $\gamma$ -irradiation (60Co) of adventitious roots”, *Journal of Ginseng Research*, vol. 35, no. 3, pp. 283–293, 2011, doi: <https://doi.org/10.5142/jgr.2011.35.3.283>
- [14] D.P. Fulzele, R. Satdive, S. Kamble, S. Singh, and S. Singh, “Improvement of anticancer drug camptothecin production by gamma irradiation on callus cultures of *Nothapodytes foetida*,” *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 19–27, 2015.
- [15] A. Mariadoss, R. Satdive, D.P. Fulzele, S. Ramamoorthy, H. Zayed, S. Younes, and C. Rajasekaran, “Enhanced production of anthraquinones by gamma-irradiated cell cultures of *Rubia cordifolia* in a bioreactor,” *Industrial Crops and Products*, vol. 145, p. 111987, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111987>
- [16] O. Folin and V. Ciocalteu, “On tyrosine and tryptophane determinations in proteins,” *Journal of Biological Chemistry*, vol. 73, no. 2, pp. 627–650, 1927.
- [17] T. Masuko, A. Minami, N. Iwasaki, T. Majima, S. Nishimura, and Y.C. Lee, “Carbohydrate analysis by a phenol-sulfuric acid method in microplate format,” *Analytical Biochemistry*, vol. 339, no. 1, pp. 69–72, 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ab.2004.12.001>
- [18] D. Villegas, C. Sepúlveda, and D. Ly, “Use of low-dose gamma radiation to promote the germination and early development in seeds,” in *Seed Biology—New Advances*, London, U.K.: IntechOpen, 2023, doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.1003137>
- [19] K.C. Le, T.T. Ho, K.Y. Paek, and S.Y. Park, “Low dose gamma radiation increases the biomass and ginsenoside content of callus and adventitious root cultures of wild ginseng (*Panax ginseng* Mayer),” *Industrial Crops and Products*, vol. 130, pp. 16–24, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.056>
- [20] A.G. Ciocan, C. Maximilian, E.M. Mitoi, R.C. Moldovan, D. Negut, C.A. Luga, et al., “The impact of acute low-dose gamma irradiation on biomass accumulation and secondary metabolites production in *Cotinus coggygria* Scop. and *Fragaria × ananassa* Duch. red callus cultures,” *Metabolites*, vol. 13, no. 8, p. 894, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/metabo13080894>
- [21] H. Azeez, K. Ibrahim, R. Pop, D. Pamfil, M. Hârța, and O. Bobiș, “Changes induced by gamma ray irradiation on biomass production and secondary metabolites accumulation in *Hypericum triquetrifolium* Turra callus cultures,” *Industrial Crops and Products*, vol. 108, pp. 183–189, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.040>
- [22] S.A. Khalil, N. Ahmad, and R. Zamir, “Gamma radiation induced variation in growth characteristics and production of bioactive compounds during callogenesis in *Stevia rebaudiana* (Bert.),” *New Negatives in Plant Science*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.neps.2015.06.002>
- [23] N.A. Hasbullah, R.M. Taha, A. Saleh, and N. Mahmud, “Irradiation effect on in vitro organogenesis, callus growth and plantlet development of *Gerbera jamesonii*,” *Horticultura Brasileira*, vol. 30, pp. 252–257, 2012, doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200012>

**ABSTRACT**

**IMPACT OF COBALT-60 GAMMA IRRADIATION ON ADVENTITIOUS ROOT FORMATION AND BIOACTIVE COMPOUND ACCUMULATION IN *Codonopsis javanica* IN VITRO**

Le Thi Thuy\*, Dao Thi My Linh, Huynh Thi Thuy Vy, Nguyen Thi Nhu Quynh

*Ho Chi Minh City University of Industry and Trade*

\*Email: [thuylt@huit.edu.vn](mailto:thuylt@huit.edu.vn)

This study examined the effects of gamma radiation on survival, root induction, and bioactive compound production in root biomass from leaf and node explants of *Codonopsis javanica* plantlets, aiming to support large-scale propagation. Survival and root induction in leaf explants decreased with higher radiation doses, with complete mortality at 40 Gy. However, polysaccharide and polyphenol contents at irradiation doses were 2.2 and 1.4 times higher than the control, respectively. Saponin accumulation was not significantly affected. In node explants, the highest survival and root induction occurred at 10 Gy and 20 Gy, with root numbers 1.6 times greater than the control. No roots formed at 50 Gy. The highest polyphenol and polysaccharide levels were observed at 10 Gy, while saponin content declined as irradiation increased.

*Keywords:* Adventitious root, bioactive compound, cobalt-60, *Codonopsis javanica*, gamma ray.