

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION AND PHOSPHORUS FERTILIZER ON GROWTH AND DEVELOPMENT IN THANH PHONG CHILI (*Capsicum annum* L.)

Trinh Ngoc Ai^{1*}, Nguyen Tien Dung², Nghi Khac Nhu¹, Nguyen Minh Hiep³, Le Van Thuc³

¹Tra Vinh University, ²TNU - University of Agriculture and Forestry,

³Dalat Nuclear Research Institute, Vietnam Atomic Energy Institute

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 05/12/2023	The study was conducted to find out the optimal gamma radiation dose and fertilizer level for growth and development in Thanh Phong chili. The effects of gamma radiation at different doses (0, 10, 20, 30, 40, 50 and 70 Gray) on seed germination, growth and development of Thanh Phong chili were investigated under invitro and green house conditions. After 14 days germination, the percentage of germination and partial length were recorded. Seedlings were planted and applied various phosphorus fertilizers (0, 1 and 3g/L) each 2 weeks/ time. The results indicated that 50 Gray irradiation was the highest percentage of germination (100%) and partial length (20.1 mm). The highest growth and development parameters were 75.3 cm for plant height, 101.3 leaves/plant, 14.6 branches/tree; 14.3 fruits/tree; 6.1 cm for fruit length; 9.2 mm for fruit width and 2.7g/fruit for fruit weight, 2670.2mg/g for capsaicin content at 50Gray combined 3g/L Phosphorus. The results that were found when combined between gamma irradiation with a suitable fertilizer will be improved yield in Thanh Phong chili variety.
Revised: 23/4/2024	
Published: 26/5/2024	
KEYWORDS	
Chilli pepper	
Gamma irradiation	
Germination	
Plant growth and development	
Phosphorus	

ẢNH HƯỞNG CỦA LIỀU CHIẾU XẠ TIA GAMMA VÀ PHÂN LÂN LÊN QUÁ TRÌNH SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA GIỐNG ỚT THANH PHONG (*Capsicum annum* L.)

Trịnh Ngọc Ái^{1*}, Nguyễn Tiến Dũng², Nghi Khắc Nhu¹, Nguyễn Minh Hiệp³, Lê Văn Thúc³

¹Trường Đại học Trà Vinh, ²Trường Đại học Nông Lâm - ĐH Thái Nguyên,

³Viện Nghiên cứu Hạt nhân - Viện năng lượng nguyên tử Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 05/12/2023	Nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm ra liều chiếu xạ và liều lượng phân bón phù hợp cho quá trình sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh Phong. Ảnh hưởng của các liều chiếu xạ gamma khác nhau (0, 10, 20, 30, 40, 50 and 70 Gray) lên quá trình nảy mầm, sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh Phong được thực hiện ở điều kiện <i>in vitro</i> và nhà lưới. Hạt sau 14 ngày gieo được đánh giá tỷ lệ nảy mầm và chiều cao thân mầm. Cây con 14 ngày tuổi được đem trồng trong giá thể phân hữu cơ và sơ dừa (2:1) với lượng phân lân khác nhau (0, 1 và 3g/L) được áp dụng 2 tuần/lần. Kết quả chỉ ra liều chiếu xạ 50 Gray được xem là phù hợp cho quá trình nảy mầm với tỷ lệ nảy mầm đạt 100% và chiều cao thân mầm đạt 20,1 mm. Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển được tìm thấy trên nghiệm thức áp dụng liều 3 g/L super lân cùng với liều chiếu xạ 50 Gray cho chiều cao cây đạt 75,3 cm, số lá đạt 101,3 lá/cây, số nhánh đạt 14,6 nhánh/cây, số trái trung bình cao nhất được tìm thấy là 14,3 trái/cây, chiều dài trái đạt 6,1 cm; chiều rộng trái 9,2 mm và khối lượng trái đạt 2,7 g/trái, hàm lượng capsaicin trong dịch chiết quả ớt có giá trị cao nhất là 2670,2 mg/g. Kết quả cho thấy khi kết hợp liều lượng phân bón hợp lý cùng với việc xử lý chiếu xạ gamma góp phần gia tăng năng suất ở giống ớt Thanh Phong.
Ngày hoàn thiện: 23/4/2024	
Ngày đăng: 26/5/2024	
TỪ KHÓA	
Ớt Thanh Phong	
Chiếu xạ gamma	
Nảy mầm	
Phân bón phospho	
Sinh trưởng và phát triển	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9351>

* Corresponding author. Email: ngocai@tvu.edu.vn

1. Giới thiệu

Ớt (*Capsicum annum* L.) thuộc họ Solanaceae, là cây rau gia vị quan trọng được trồng ở Châu Á, Châu Phi và Nam Mỹ [1]. Trong số năm loài ớt được trồng, *Capsicum annum* là loài được trồng rộng rãi nhất ở Ấn Độ vì độ cay của trái. Ớt rất giàu protein, lipid, carbohydrate, xơ, muối khoáng (Ca, Fe) và vitamin A, D3, E, C, B [2]. Ớt cũng được xem là nguồn dinh dưỡng dồi dào vì có chứa các hợp chất có hoạt tính sinh học như carotenoids (provitamin A), tocopherols (vitamin E) và kháng khuẩn [3].

Phân bón là một trong các yếu tố quan trọng góp phần gia tăng năng suất cây trồng. Phospho là một trong 16 nguyên tố cần thiết yêu cầu cho quá trình sinh trưởng và được xem là một trong ba nguyên tố dinh dưỡng quan trọng nhất, bên cạnh nitrogen và kali. Phospho có vai trò quan trọng trong quá trình trao đổi chất, thành phần cấu tạo của nucleic acid, màng tế bào, ATP, hoạt hoá các enzyme để sản sinh ra amino acid, tham gia vào quá trình quang hợp. Phospho giúp gia tăng sự nảy mầm của hạt, kích thích ra hoa, gia tăng chồi [4]. Sử dụng phân Phospho cũng kiểm soát được một số chất dinh dưỡng có trong lá cây đậu [5] và hạt [6]. Tương tự, việc bổ sung phospho vào cây trồng trên đất nghèo dinh dưỡng giúp tăng cường sự phát triển, và sản xuất sinh khối của cây [7].

Xử lý chiếu xạ là một phương pháp được sử dụng thường xuyên nhằm mục đích tạo ra được các giống cây trồng đột biến, ước tính có khoảng 85% các loài được gây đột biến bằng tia gamma và 15% các loài được gây đột biến bằng tia X. Tia gamma là các tia điện từ với mức độ năng lượng cao nhất. Tia gamma ảnh hưởng đến cấu trúc phân tử DNA bằng cách phá vỡ các liên kết hydro trong cặp base. Vì thế, tia gamma ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng, vật lý, hình thái, tế bào và mức độ biểu hiện gen. Các bức xạ này có thể làm tổn hại hoặc làm thay đổi các thành phần quan trọng trong cây trồng, ví dụ hoà tan màng thylakoid, thay đổi trong quang hợp, điều khiển hệ thống chống oxy hoá và sự tích lũy các hợp chất phenolic [8]. Liên quan đến các vấn đề ở trên cũng như giá trị kinh tế, tia gamma được ứng dụng rộng rãi cho việc cải thiện các loài cây trồng khác nhau. Một số nghiên cứu trước cũng đã chứng minh tia gamma có gây ra đột biến ở một số giống ớt. Nghiên cứu của Sood và cộng sự [9] chỉ ra rằng tỷ lệ nảy mầm và quá trình sinh trưởng của cây ớt giảm khi gia tăng liều chiếu xạ hoặc gây ra đột biến nhiễm sắc thể [10]. Tuy nhiên, các nghiên cứu khác cũng cho rằng đột biến gamma có vai trò trong việc cải thiện năng suất và chất lượng của một số giống ớt [11].

Dựa trên các vấn đề trên, nghiên cứu liên quan đến ảnh hưởng của liều chiếu xạ và phân bón lên quá trình sinh trưởng và phát triển của cây ớt còn hạn chế. Vì thế, trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung vào “Ảnh hưởng của liều chiếu xạ tia gamma và phân lân lên quá trình sinh trưởng và phát triển của cây ớt Thanh Phong (*Capsicum annum* L.)” nhằm tìm ra được liều chiếu xạ phù hợp lên quá trình nảy mầm cũng như sinh trưởng và phát triển của các dòng ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Giống ớt Thanh Phong có khả năng sinh trưởng và phát triển khỏe, dễ trồng, có khả năng kháng bệnh, chết cây và thối trái. Trái chỉ thiên, màu đỏ, rất cay, trái cứng, thích hợp dùng tươi hoặc phơi khô. Trong nghiên cứu này, hạt giống ớt hiểm F1 Thanh Phong được mua từ Công ty Trách nhiệm hữu hạn (TNHH) Nông nghiệp Chánh Phong (Củ Chi, TP. Hồ Chí Minh).

Phân lân trong thí nghiệm này là super lân đơn (17-18% P_2O_5) của Công ty TNHH Nguyên liệu Nông nghiệp Mekong.

2.2. Phương pháp xử lý chiếu xạ bằng gamma

Hạt của giống ớt hiểm F1 Thanh Phong được chiếu xạ với các liều khác nhau (0, 10, 20, 30, 40, 50 và 70 Gray) với liều suất 16 Gray/ phút bằng máy chiếu xạ Gamma chamber 5000 (India)

tại Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt. Hạt ốt sau chiếu xạ và đối chứng được ngâm trong nước 24h và cho nảy mầm trên đĩa petri trong tủ ôn nhiệt độ 37°C. Mỗi nghiệm thức chiếu xạ cho 50 hạt, lặp lại 3 lần. Quan sát và thống kê các chỉ tiêu sau:

- + Tỷ lệ hạt nảy mầm = số hạt nảy mầm / tổng số hạt xử lý *100%.
- + Chiều cao thân mầm: Đo từ cổ rễ đến chóp lá cao nhất của cây (cm).

2.3. Phương pháp đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng lân lên quá trình sinh trưởng và phát triển của giống ốt Thanh Phong đột biến bằng chiếu xạ

Dựa vào kết quả tỷ lệ nảy mầm và chiều cao thân mầm, cũng như khả năng sống của cây con được thuần dưỡng sau 4 tuần, hạt giống ốt có liều chiếu xạ tối ưu được lựa chọn cho thí nghiệm tiếp theo. Hạt giống sau khi nảy mầm 14 ngày được đem trồng trong giá thể hỗn hợp phân hữu cơ và xơ dừa (2:1) để thuần dưỡng, cây con được che mát bằng lưới giảm sáng. Sau 14 ngày cây con được chuyển sang chậu có đường kính 28 cm, với giá thể hỗn hợp phân hữu cơ và xơ dừa (2:1) tại nhà lưới trường Đại học Trà Vinh. Sau 14 ngày, các cây con khoẻ mạnh và đồng nhất về chiều cao, số lượng lá (6 lá thật) được chọn để bố trí thí nghiệm. Để đánh giá vai trò của phân lân, trong thí nghiệm này, phân bón lân được hòa tan và tưới vào gốc ở 3 giai đoạn (giai đoạn cây con, giai đoạn ra hoa và giai đoạn trái) [12]. Liều lượng phân bón lân được thử nghiệm gồm 0 g/L, 1 g/L và 3 g/L cho cây không chiếu xạ và cây chiếu xạ [13].

Thời vụ nghiên cứu: Từ tháng 3/2023 đến tháng 8/2023. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức 10 chậu (1 cây/chậu) với 3 lần lặp lại. Các chỉ tiêu theo dõi gồm chiều cao cây, số lá, số nhánh, số bông, số trái, dài trái, rộng trái.

- + Chiều cao cây (cm): Đo dọc theo thân chính từ thân sát mặt đất đến đỉnh sinh trưởng cao nhất
- + Số lá/cây: Đếm số thật có trên cây
- + Số nhánh/cây: Đếm số nhánh cấp 1 trên thân của cây ốt
- + Số bông (hoa)/cây: Đếm số hoa thật có trên cây
- + Số trái/cây: Đếm tất cả số trái có trên cây
- + Chiều dài trái (cm): Đo chiều dài từ đỉnh trái đến phần cuống trái
- + Chiều rộng trái: Đo đường kính mặt ngang nằm ở giữa trái.

2.4. Phương pháp xác định hàm lượng Capsaicin bằng phương pháp UV

Cân 0,5g mẫu ốt tươi (loại bỏ hạt) sau đó dùng cối, chày nghiền nát, bổ sung thêm 5 ml cồn tuyệt đối và lắc đều. Lọc hỗn hợp đồng nhất bằng giấy lọc để thu được dịch lọc. Dịch lọc được pha loãng bằng 1% etanol, sau đó đo giá trị độ hấp thụ của dung dịch bằng máy quang phổ UV-vis ở bước sóng 280 nm [14]. Hàm lượng capsaicin (mg/g) được tính bằng công thức sau: $TC = \{[(C \times F_b \times V)]/W\} \times 10^{-3}$. Trong đó: TC là tổng capsaicin (mg/g); C là nồng độ mẫu; Fb là Hệ số pha loãng; W là trọng lượng mẫu (g); V là Thể tích pha loãng (ml). Thí nghiệm được tiến hành tại Phòng thí nghiệm Sinh học phân tử và Hóa sinh, trường Đại học Nông Lâm- Đại học Thái Nguyên.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thống kê được xử lý bằng các phần mềm thống kê Excel và Statgraphic 18 (<https://www.statgraphics.com>).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của liều chiếu xạ tia gamma lên tỷ lệ nảy mầm của giống ốt Thanh Phong

Thí nghiệm được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của tia gamma lên quá trình nảy mầm của giống ốt Thanh Phong. Hạt được cho nảy mầm trên đĩa petri, kết quả được ghi nhận sau 2 tuần. Kết quả ở **Bảng 1, Hình 1** chỉ ra liều chiếu xạ tỷ lệ thuận với quá trình nảy mầm của hạt. Tỷ lệ nảy mầm đạt 100% khi liều chiếu xạ từ 40-70 Gray. Ngược lại, khi liều chiếu xạ gia tăng lên

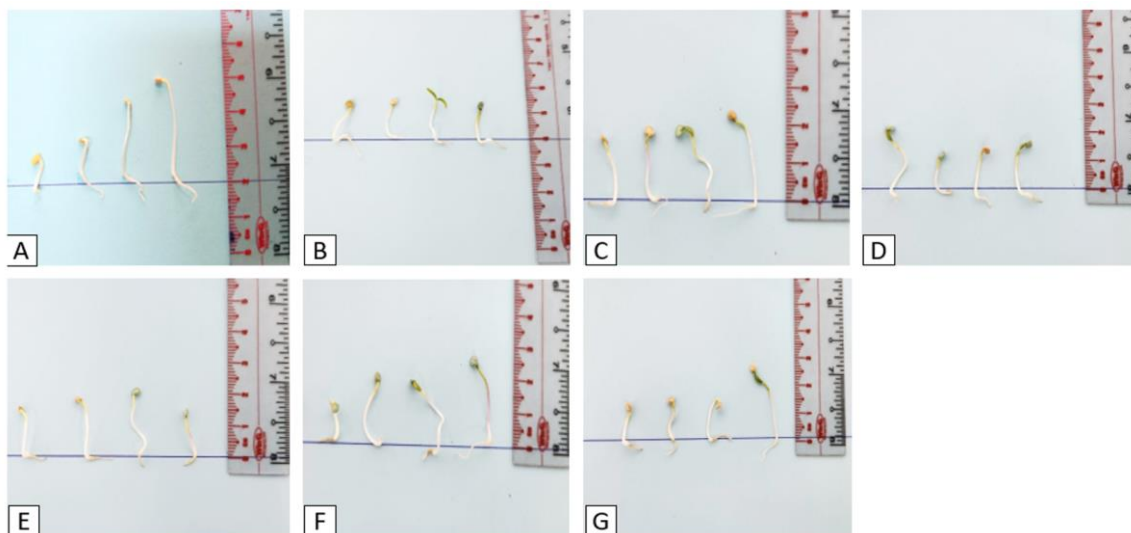
70 Gray, chiều dài thân mầm đạt 17,8 mm, thấp hơn 2,3 mm so với liều 0 Gray, nhưng vẫn cao hơn so với đối chứng.

Theo Shamsiah và cộng sự [15] nghiên cứu ảnh hưởng của bức xạ gamma lên hình thái của giống ớt (*Capsicum annuum* L.) var. Kulai, kết quả cho thấy tỷ lệ nảy mầm, chiều cao cây, tỷ lệ sống và đặc điểm hình thái của các cây chiếu xạ được cải thiện ở liều 40, 60 và 80 Gray. Theo Kayode và cộng sự [16] cho rằng liều chiếu xạ 50 và 250 Gray giúp cải thiện tỷ lệ nảy mầm ở 3 giống ớt *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense* và *Capsicum annuum*, trong khi đó 400 Gray được ghi nhận là hiệu quả cho quá trình đột biến lục lạp. Trong nghiên cứu này, kết quả chỉ ra rằng liều chiếu xạ 0, 40, 50 và 70 Gray cho tỷ lệ nảy mầm đạt 100%. Trong đó, khả năng sống của liều 50 Gray được xem là phù hợp nhất và được dùng làm vật liệu cho thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 1. Ảnh hưởng của liều chiếu xạ tia gamma lên quá trình nảy mầm của giống ớt Thanh Phong sau 2 tuần

Liều chiếu xạ (Gray)	Phần trăm nảy mầm (%)	Chiều dài thân mầm (mm)
0 Gray	100,0±0 ^a	13,0±2,2 ^c
10 Gray	94,4±5,0 ^b	8,9±2,5 ^d
20 Gray	96,6±5,5 ^{ab}	9,7±3,0 ^d
30 Gray	96,6±3,6 ^{ab}	16,4±1,7 ^b
40 Gray	100,0±0 ^a	19,2±1,1 ^a
50 Gray	100,0±0 ^a	20,1±0,7 ^a
70 Gray	100,0±0 ^a	17,8±0,7 ^{ab}
Trung bình	9,82±3,6	15,0±4,5
CV%	3,6%	30,5

Ghi chú: Các chữ số giống nhau chỉ ra sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ± standard deviation



Hình 1. Ảnh hưởng của liều chiếu xạ gamma đến quá trình nảy mầm của giống ớt Thanh Phong sau 2 tuần. (A) đối chứng; (B) 10 Gray; (C) 20 Gray; (D) 30 Gray; (E) 40 Gray; (F) 50 Gray; (G) 70 Gray

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng phân bón lân lên quá trình sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng chiếu xạ tia gamma

□ Chiều cao cây

Trong các chỉ tiêu đánh giá sinh trưởng phát triển thì chiều cao cây chính là chỉ tiêu tổng hợp phản ánh khái quát về khả năng sinh trưởng phát triển của cây ớt. Sự gia tăng chiều cao phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó phân bón là yếu tố tác động lên sự sinh trưởng và phát triển chiều cao của cây ở 50 ngày sau gieo (NSG), 98 NSG và 112 NSG được trình bày ở **Bảng 2**. Kết quả nghiên cứu chỉ ra dòng chiếu xạ 50 Gray đạt chiều cao cây cao hơn so với các dòng không

được chiếu xạ ở tất cả nghiệm thức áp dụng phân bón trong suốt quá trình sinh trưởng. Đồng thời kết quả cũng chỉ ra phân bón lân thích hợp cho quá trình kéo dài chiều cao cây. Chiều cao cây đạt cao nhất vào 50 NSG (28,0 cm) được tìm thấy ở nghiệm thức NT6 (P3, 50 Gray). Ở nghiệm thức không sử dụng phân bón, chiều cao cây ở nghiệm thức NT4 (ĐC, 50 Gray) đạt 24 cm, cao hơn so với NT1 (ĐC, 0 Gray) là 18,3 cm.

Chiều cao cây tăng đáng kể sau 98-112 NSG thí nghiệm, chiều cao cây trung bình tăng 42,8 cm ở các nghiệm thức. Kết quả cũng cho thấy liều chiếu xạ 50 Gray kích thích quá trình kéo dài chiều cao cây. Thật vậy, chiều cao cây ở nghiệm thức NT4 (ĐC, 50 Gray) là 64 cm, cao hơn chiều cao ở nghiệm thức NT1 (ĐC, 0 Gray) là 61,3 cm. Chiều cao cây cao nhất được quan sát ở nghiệm thức NT6 (P3, 50 Gray) là 65,3 cm ở 98 NSG và 75,3 cm ở 112 NSG. Ngược lại, trong cùng liều lượng phân bón nghiệm thức NT3 (P3, 0 Gray) có chiều cao cây thấp hơn 48 cm ở 98 NSG và 62,3 cm vào 112 NSG (**Bảng 2**).

Bảng 2. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lên chiều cao cây của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma

Nghiệm thức	Chiều cao cây (cm)		
	50 NSG	98 NSG	112 NSG
NT1 (ĐC, 0 Gray)	18,3±2,0 ^c	45,6±4,0 ^c	61,3±3,0 ^b
NT2 (P1, 0 Gray)	20,0±2,0 ^{bc}	44,6±8,5 ^c	61,3±5,6 ^b
NT3 (P3, 0 Gray)	25,0±2,0 ^{ab}	48,0±3,6 ^{bc}	62,3±8,3 ^b
NT4 (ĐC, 50 Gray)	24,0±5,2 ^{ab}	49,0±12,1 ^{bc}	64,0±4,5 ^b
NT5 (P1, 50 Gray)	22,3±3,2 ^{bc}	58,3±3,5 ^{ab}	70,0±3,0 ^{ab}
NT6 (P3, 50 Gray)	28,0±2,0 ^a	65,3±5,8 ^a	75,3±7,3 ^a
Trung bình	22,9±4,1	51,8±9,7	65,7±7,2
CV%	18,0%	18,7%	10,9%

Ghi chú: NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; P1: 1 g/L Phospho; P3: 3 g/L phospho; Các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± standard deviation.

Một số nghiên cứu trước cho rằng liều chiếu xạ 400 Gray thích hợp cho việc gia tăng chiều cao cây *Capsicum frutescens* L [14]. Theo Wi và cộng sự [8] đưa ra giả thuyết liều chiếu xạ thấp cảm ứng kích thích sự tăng trưởng bằng cách thay đổi mạng lưới tín hiệu hormon trong tế bào thực vật hoặc bằng cách gia tăng khả năng chống oxy hoá của tế bào để vượt qua các yếu tố stress hàng ngày một cách dễ dàng như sự biến động của ánh sáng và nhiệt độ trong điều kiện sinh trưởng của thực vật. Phospho được yêu cầu một lượng lớn ở chồi ngọn nơi quá trình trao đổi chất cao và sự phân chia tế bào diễn ra nhanh. Kết quả cùng tìm thấy trong nghiên cứu của Alla và cộng sự [17] cho rằng liều lượng phospho khác nhau giúp gia tăng đặc điểm sinh trưởng thực vật. Trong nghiên cứu này cũng chỉ ra khi có sự kết hợp giữa liều chiếu xạ và hàm lượng phospho NT6 (P3, 50 Gray) đạt chiều cao cây cao nhất là 75,3 cm.

□ Số lá

Khi quan sát số lá trên cây ở các nghiệm thức có bổ sung lân cho kết quả tối ưu nghiệm thức đối chứng. Thật vậy, số lượng lá cao nhất lần lượt được quan sát ở nghiệm thức NT6 (P3, 50 Gray) là 27,6 lá/cây (50 NSG); 78,6 lá/cây (98 NSG) và 101,3 lá/cây (112 NSG). Tuy nhiên, cùng hàm lượng 3 g/L phospho, nhưng đối với các dòng không được xử lý chiếu xạ thì số lá hình thành thấp hơn 8,6 lá/cây (98 NSG), so với đối chứng là 3 lá/cây (112 NSG) (**Bảng 3**).

Bảng 3. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lên quá trình hình thành lá của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma

Nghiệm thức	Số lá (lá)		
	50 NSG	98 NSG	112 NSG
NT1 (ĐC, 0 Gray)	13,3±1,1 ^c	65,6±8,0 ^a	81,0±3,6 ^b
NT2 (P1, 0 Gray)	18,3±1,5 ^{bc}	69,3±15,0 ^a	97,6±14,5 ^{ab}
NT3 (P3, 0 Gray)	27,6±8,7 ^a	70,0±10,4 ^a	98,3±13,0 ^a
NT4 (ĐC, 50 Gray)	19,0±2,6 ^{abc}	61,0±7,2 ^a	94,0±9,1 ^{ab}
NT5 (P1, 50 Gray)	26,0±7,8 ^{ab}	70,6±12,8 ^a	99,3±8,7 ^a

NT6 (P3, 50 Gray)	27,6±4,0 ^a	78,6±2,5 ^a	101,3±9,0 ^a
Trung bình	22,0±7,1	69,2±10,1	95,3±9,7
CV%	32,3%	14,7%	10,2%

Ghi chú: NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; P1: 1g/L Phospho; P3: 3g/L phospho; Các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± standard deviation.

Số lá trên cây ít hay nhiều sẽ nói lên tình trạng sinh trưởng và phát triển của cây. Số lá trên cây càng nhiều và kích thước lá càng lớn có ý nghĩa quan trọng trong việc trao đổi năng lượng diễn ra mạnh, là cơ sở tạo ra hợp chất hữu cơ và quá trình trao đổi bên trong cây, đảm bảo sự sinh trưởng phát triển và quyết định đến năng suất của cây về sau. Trong nghiên cứu của Aryal và cộng sự [18], khi gia tăng liều lượng phospho lên 40 g/ha, số lá ở cây *Vigna unguiculata* đạt cao nhất là 38,9.

□ Số nhánh

Kết quả ở **Bảng 4** cho thấy các cây chiếu xạ cho số nhánh nhiều hơn các cây đối chứng ở tất cả các nghiệm thức. Số nhánh trung bình ở các nghiệm thức đạt 7,2 nhánh/cây ở giai đoạn 98 NSG và 12,8 nhánh/cây ở giai đoạn 112 NSG.

Số nhánh/cây ở giai đoạn 98 NSG gia tăng với sự gia tăng liều lượng phân lân ở giống Ớt Thanh Phong cho cả cây chiếu xạ tia gamma và cây đối chứng. Số nhánh cao nhất được tìm thấy ở nghiệm thức NT6 (P3, 50Gray) là 8,6 nhánh/cây, theo sau là nghiệm thức NT3 (P3, 0Gray) là 7,6 nhánh/cây. Số nhánh thấp nhất là 6,6 nhánh/cây được tìm thấy ở nghiệm thức bổ sung 1 g/L phospho cho cả cây được xử lý chiếu xạ và không chiếu xạ (**Bảng 4**).

Giai đoạn 112 NSG (giai đoạn thu hoạch trái), số nhánh gia tăng khi tăng lượng lân, số nhánh cao nhất đạt 14,6 nhánh/cây ở nghiệm thức NT6 (P3, 50 Gray). Ở nghiệm thức NT3 (P3, 0 Gray) và NT5 (P1, 50 Gray) cho số nhánh bằng nhau là 13,6 nhánh/cây, trong khi đó NT1 (ĐC, 0 Gray) có số nhánh thấp nhất là 9,6 nhánh/cây.

Bảng 4. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lên quá trình hình thành số nhánh của giống Ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma

Nghiệm thức	Số nhánh (nhánh/ cây)		Số bông (bông/ cây)	
	98 NSG	112 NSG	98 NSG	112 NSG
NT1 (ĐC, 0 Gray)	6,3±0,5 ^b	9,6±1,5 ^b	12,0±1,0 ^{ab}	14,6±3,0 ^{bc}
NT2 (P1, 0 Gray)	6,6±1,1 ^b	13,0±1,7 ^{ab}	12,0±1,0 ^{ab}	16,3±1,5 ^{abc}
NT3 (P3, 0 Gray)	7,6±1,5 ^{ab}	13,6±2,0 ^a	11,0±2,6 ^b	17,6±2,0 ^{ab}
NT4 (ĐC, 50 Gray)	7,3±0,5 ^{ab}	12,3±2,5 ^{ab}	13,0±1,0 ^{ab}	16,3±1,5 ^{abc}
NT5 (P1, 50 Gray)	6,6±1,1 ^b	13,6±2,0 ^a	12,6±4,5 ^{ab}	18,3±3,0 ^a
NT6 (P3, 50 Gray)	8,6±0,5 ^a	14,6±3,0 ^a	12,3±1,5 ^{ab}	16,3±1,5 ^{abc}
Trung bình	7,2±1,1	12,8±2,4	12,1±2,0	16,6±2,2
CV%	16,1%	19,3%	16,9%	13,4%

Ghi chú: NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; P1: 1 g/L Phospho; P3: 3 g/L phospho; Các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± standard deviation.

Một số nghiên cứu về hiệu quả của tia gamma lên quá trình sinh trưởng, đặc biệt ở liều thấp cũng đã được nghiên cứu. Khi Singh và cộng sự [19] chiếu xạ các hạt *Camellia sinensis* L. (O.) kuntze với liều 8; 10 và 15 Gray, kết quả cho thấy số nhánh đạt cao nhất sau 90 ngày trồng. Bên cạnh đó, hiệu quả của phospho lên quá trình sinh trưởng đã được báo cáo trong các nghiên cứu của Aryal và cộng sự [18] cũng tìm thấy sự gia tăng số nhánh ở cây *Vigna unguiculata* khi gia tăng liều lượng Phospho từ 20 lên 40 kg/ha.

□ Số bông hình thành

Kết quả ở **Bảng 4** cho thấy số bông hình thành ở các nghiệm thức đạt trung bình 12,2 bông/cây vào 98 NSG và 16,4 bông/cây vào 112 NSG. Số bông cao nhất là 13 bông vào 98 NSG ở nghiệm thức NT4 (ĐC, 50 Gray), nhưng đến 112 NSG thì dữ liệu được tìm thấy ở nghiệm thức NT5 (P1, 50 Gray) là 18,3 bông/cây, cao hơn so với nghiệm thức đối chứng 12 bông/cây vào 98 NSG và 14,6 bông/cây vào 112 NSG.

□ Số trái

Số trái trung bình ở các nghiệm thức được theo dõi và ghi nhận số liệu vào 12 NSG cho lần thu hái đầu tiên. Kết quả số trái được trình bày ở **Bảng 5** cho thấy số trái trung bình đạt 11,2 trái/cây. Đối với nghiệm thức ở các dòng ớt không chiếu xạ, số lượng trái gia tăng khi tăng liều phân bón. Số lượng trái cao nhất được tìm thấy ở nghiệm thức NT3 (P3, 0 Gray) là 14,3 trái/cây, trong khi đó nghiệm thức đối chứng cho kết quả số trái thấp nhất là 7,6 trái/cây. Đối với thí nghiệm ở các dòng chiếu xạ, nhìn chung số trái tăng lên so với các dòng không chiếu xạ ở cùng liều lượng phân bón. Số trái trung bình cao nhất được tìm thấy ở nghiệm thức NT6 (P3, 50 Gray) là 14,3 trái/cây, theo sau là nghiệm thức NT5 (P1, 50 Gray) là 11 trái/cây, so với nghiệm thức NT4 (ĐC, 50 Gray) là 10 trái/cây.

Phospho là một trong các yếu tố khoáng đa lượng cần thiết cho quá trình sinh trưởng và phát triển bình thường của thực vật. Phospho cảm ứng quá trình ra hoa sớm và trái bao gồm hình thành hạt [20]. Jan và cộng sự [21] nghiên cứu ảnh hưởng của liều phân bón và khoảng cách trồng lên quá trình sinh trưởng và năng suất của giống ớt ngọt (*C. annuum*) cho thấy số trái/cây đạt 15,36 trái khi áp dụng lượng phân 125:90:70 kg/ha N:P₂O₅:K₂O.

□ **Kích thước trái**

Chỉ tiêu chiều dài trái, chiều rộng trái và khối lượng trung bình trái được ghi nhận vào 112 NSG được trình bày ở **Bảng 5**. Kết quả nghiên cứu chỉ ra chiều dài trái dao động từ 4,1- 6,1 cm, chiều rộng trái từ 6,3- 9,2 mm và khối lượng trung bình trái từ 2,2 - 2,7 g/trái. Nhìn chung, nghiệm thức NT6 (P3, 50 Gray) cho các chỉ số phát triển cao nhất, cụ thể chiều dài trái đạt 6,1 cm; chiều rộng trái 9,2 mm và trọng lượng trái đạt 2,7 g/trái. So sánh với các nghiệm thức cùng liều lượng phân bón ở dòng không chiếu xạ có chiều dài trái đạt 5,9 cm; chiều rộng trái 8,8 mm và trọng lượng trái đạt 2,4 g/trái ở nghiệm thức NT3 (P3, 0 Gray).

Bảng 5. Ảnh hưởng của liều lượng phân lân lên quá trình hình thành trái và kích thước trái của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma sau 112 NSG

Nghiệm thức	Số trái (trái)	Dài trái (cm)	Rộng trái (mm)	Khối lượng trái (g)
NT1 (ĐC, 0 Gray)	7,6±0,5 ^d	4,1±0,1 ^d	6,3±0,4 ^e	2,2±0,0 ^d
NT2 (P1, 0 Gray)	9,6±0,5 ^{cd}	5,1±0,3 ^c	8,1±0,2 ^c	2,2 ±0,0 ^d
NT3 (P3, 0 Gray)	12,3±1,5 ^{ab}	5,9±0,1 ^{ab}	8,8±0,1 ^b	2,4±0,2 ^c
NT4 (ĐC, 50 Gray)	10,0±1,0 ^{bcd}	5,2±0,3 ^c	7,3±0,5 ^d	2,4±0,0 ^{bc}
NT5 (P1, 50 Gray)	11,0±2,6 ^{bc}	5,7±0,2 ^b	8,5±0,2 ^b	2,6±0,2 ^{ab}
NT6 (P3, 50 Gray)	14,3±0,5 ^a	6,1±0,1 ^a	9,2±0,2 ^a	2,7±0,1 ^a
Trung bình	10,8±2,4	5,4±0,7	8,0±1,0	2,4±0,2
CV%	22,6%	13,0%	12,7%	9,2%

Ghi chú: NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; P1: 1 g/L super lân; P3: 3 g/L super lân; Các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± standard deviation.

Roy và cộng sự [13] quan sát ảnh hưởng của nitrogen và phospho lên đặc điểm của trái và các yếu tố cấu thành năng suất của cây ớt. Nghiên cứu trước đó cũng cho thấy khi áp dụng 120 kg phân bón phospho cho cây ớt, giúp gia tăng chiều dài trái lên 10%. Phân bón lân giúp gia tăng chất lượng của trái [22] bằng cách tác động đến tổng chất rắn hoà tan, độ acid và hàm lượng acid ascorbic.

□ **Hàm lượng capsaicin**

Hàm lượng capsaicin trong quả ớt được đo bằng máy quang phổ UV-Vis ở bước sóng 280 nm theo phương pháp của Roy và cộng sự [13]. Kết quả của thí nghiệm này được trình bày trong **Bảng 6**. Theo kết quả cho thấy, hầu hết các thí nghiệm có chiếu xạ đều cho kết quả cao hơn mức trung bình của thí nghiệm. Hàm lượng capsaicin ở các thí nghiệm không sử dụng phương pháp chiếu xạ có mức dao động từ 1452,0 đến 2172,5 mg/g và hàm lượng capsaicin của các thí nghiệm có sử dụng tia gamma dao động từ 1916,6 đến 2670,3 mg/g. Hàm lượng capsaicin trong dịch chiết quả ớt có giá trị cao nhất là ở nghiệm thức NT5 (P1, 50 Gray) là 2670,3 mg/g. Trong khi đó, với cùng liều lượng phân bón là 1g lân ở các dòng ớt không xử lý tia gamma cho hàm lượng capsaicin thấp hơn (1660,4 mg/g) (**Bảng 6**).

Từ đó có thể xác định được ý nghĩa của việc đột biến bằng tia gamma đến khả năng tổng hợp capsaicin trong quả ớt, điều này cho thấy tia gamma đã có tác động đến các tế bào biểu bì bên trong quả ớt làm cho các tế bào này có khả năng tổng hợp capsaicin nhiều hơn so với các tế bào quả bình thường. Bên cạnh đó, hàm lượng capsaicin còn phụ thuộc vào các yếu tố môi trường hay chế độ dinh dưỡng của cây như liều lượng bón phân trong thí nghiệm cũng tạo ra các sự khác biệt về hàm lượng capsaicin. Có thể thấy khi tăng liều lượng phân thì hàm lượng capsaicin giữa các nghiệm thức đó cũng tăng lên.

Bảng 6. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lên quá trình tích lũy hàm lượng Capsaicin trong trái của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng chiếu xạ sau 112 NSG

Nghiệm thức	Hàm lượng Capsaicin (mg/g)
NT1 (ĐC, 0Gray)	1452,0±172,2 ^e
NT2 (P1, 0Gray)	1660,4±206,9 ^{cd}
NT3 (P3, 0Gray)	2172,5±677,7 ^{ab}
NT4 (ĐC, 50Gray)	1916,6±83,9 ^{bc}
NT5 (P1, 50Gray)	2670,3±271,2 ^a
NT6 (P3, 50Gray)	2277,2±885,5 ^a
Trung bình	2070±616
CV%	29,7%

Ghi chú: NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; P1: 1 g/L super lân; P3: 3 g/L super lân; Các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± standard deviation.

4. Kết luận

Nghiên cứu chỉ ra liều chiếu xạ 50 Gray được xem là tối ưu cho quá trình nảy mầm cũng như chiều cao thân mầm ở giống ớt Thanh Phong. Khi kết hợp liều chiếu xạ 50 Gray cùng với liều lượng 3 g/L lân sẽ góp phần thúc đẩy quá trình sinh trưởng và phát triển cũng như năng suất ở giống ớt Thanh Phong.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu cũng xin cảm ơn trường Đại học Trà Vinh đã tạo điều kiện cho nhóm hoàn thành nghiên cứu này. Nhóm cũng xin cảm ơn Viện Nghiên Cứu Hạt Nhân, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, Đà Lạt đã hỗ trợ chiếu xạ nguồn nguyên liệu trong nghiên cứu này.

Lời cam kết

Nhóm nghiên cứu cam kết rằng các kết quả trong bản thảo gửi đăng là công trình khoa học nguyên tác do nhóm cùng thực hiện và kết quả này chưa được công bố trên các tạp chí khác. Nhóm cam kết không vi phạm đạo đức trong công bố công trình khoa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] P. Pakdeevaporn, S. Wasee, P. W. J. Taylor, and O. Mongkolporn, "Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* in *Capsicum*," *Plant Breeding*, vol. 124, no. 2, pp. 206-208, 2005.
- [2] A. H. El-Ghorab, Q. Javed, F. M. Anjum, S. F. Hamed, and H. A. Shaaban, "Pakistani bell pepper (*Capsicum annum* L.): Chemical compositions and its antioxidant activity," *International Journal of Food Properties*, vol. 16, no. 1, pp. 18-32, 2013.
- [3] S. F. Ribeiro, A. O. Carvalho, M. Da Cunha, R. Rodrigues, L. P. Cruz, V. M. Melo, and V. M. Gomes, "Isolation and characterization of novel peptides from chilli pepper seeds: antimicrobial activities against pathogenic yeasts," *Toxicon*, vol. 50, no. 5, pp. 600-611, 2007.
- [4] L. E. Espinosa, C. A. Sanchg, and T. J. Schueneman, "Celery yield responds to potassium rate," *Horticultural Sciences*, vol. 28, pp. 1125-1128, 1993.
- [5] J. O. Omueti and V. A. Oyenuga, "Effect of phosphorus fertilizer on the protein and the essential components of the ash of groundnuts and cowpeas," *West African Journal of Biology and Applied Chemistry*, vol. 13, no. 1, pp. 14-19, 1970.

- [6] A. Magadlala, E. T. Steenkamp, and A. J. Valentine, "Variable P supply affect N metabolism in a legume tree, *Virgilia divaricata*, from nutrient-poor Mediterranean-type ecosystems," *Functional Plant Biology*, vol. 43, pp. 287-297, 2015, doi: 10.1071/FP15262.
- [7] F. M. A. Pérez, E. M. Calvo, S. J. Rodríguez, and A. Valentine, "Differential growth costs and nitrogen fixation in *Cytisus multiflorus* (L'Her.) Sweet and *Cytisus scoparius* (L.) Link are mediated by sources of inorganic N," *Plant Biology*, vol. 19, pp. 742-748, 2017.
- [8] S. G. Wi, B. Y. Chung, J. H. Kim, M. H. Baek, D. H. Yang, J. W. Lee, and J. S. Kim, "Ultrastructural changes of cell organelles in *Arabidopsis* stems after gamma irradiation," *Journal of Plant Biology*, vol. 48, pp. 195-200, 2005.
- [9] S. Sood, S. J. Jambulkar, A. Sood, N. Gupta, R. Kumar, and Y. Singh, "Median lethal dose estimation of gamma rays and ethyl methane sulphonate in bell pepper (*Capsicum annuum* L.)," *Sabrao J. Breed. Genet*, vol. 48, no. 4, pp. 528-535, 2016.
- [10] R. C. Verma, V. P. Bhala, and M. A. Khah, "Studies on mutagenic effects of gamma irradiation on chilli (*Capsicum annuum* L.)," *Chromosome Botany*, vol. 12, no. 1, pp. 13-16, 2017.
- [11] B. Friebe, J. H. Hatchett, B. S. Gill, Y. Mukai, and E. E. Sebesta, "Transfer of Hessian fly resistance from rye to wheat via radiation-induced terminal and intercalary chromosomal translocations," *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 83, pp. 33-40, 1991.
- [12] J. Zhang, J. Lv, J. Xie, Y. Gan, J. A. Coulter, J. Yu, and X. Zhang, "Nitrogen Source Affects the Composition of Metabolites in Pepper (*Capsicum annuum* L.) and Regulates the Synthesis of Capsaicinoids through the GOGAT-GS Pathway," *Foods*, vol. 9, no. 2, 2020, Art. no. 150.
- [13] S. S. Roy, M. S. I. Khan, and K. K. K. K. Pall, "Nitrogen and phosphorus efficiency on the fruit size and yield of capsicum," *Journal of experimental sciences*, vol. 2, no. 1, pp. 32-37, 2011.
- [14] E. L. Arumingtyas and A. N. Ahyar, "Genetic diversity of chili pepper mutant (*Capsicum frutescens* L.) resulted from gamma-ray radiation," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1097, no. 1, 2022, Art. no. 012059.
- [15] A. Shamsiah, O. Norumaimah, F. S. Nuramalina, S. Susiyanti, R. H. Abdul, and S. Shuhaimi, "Effects of gamma irradiation on agromorphological characteristics of chili (*Capsicum annuum* L.) var. Kulai," *Food Research*, vol. 6(sup 1), pp. 45-52, 2022.
- [16] S. O. Kayode, O. Funsho, A. Charity, A. Stephen, and I. Sunday, "Determination of morphological changes using gamma irradiation technology on capsicum specie varieties," *Open Agriculture*, vol. 6, no. 1, pp. 135-142, 2021.
- [17] S. S. A. Alla, H. M. Ali, and M. Y. Abou-Zeid, "Effect of Egyptian rock phosphate and phosphate dissolving bacteria on coriander plant growth and yield," *Egyptian Journal of Horticulture*, vol. 40, no. 1, pp. 63-79, 2013.
- [18] A. Aryal, A. K. Devkota, K. Aryal, and M. Mahato, "Effect of different levels of phosphorus on growth and yield of cowpea varieties in Dang, Nepal," *Journal of Agriculture and Natural Resources*, vol. 4, no. 1, pp. 62-78, 2021.
- [19] S. K. Singh, D. Borthakur, A. Tamuly, J. G. Manjaya, P. K. Patel, B. Gogoi, and A. K. Barooah, "Assessment of gamma radiation through agro-morphological characters in *Camellia sinensis* L.(O.) kuntze," *International Journal of Radiation Biology*, vol. 99, no. 5, pp. 866-874, 2023.
- [20] H. O. Brady and N. C Buckman, *The nature and properties of soils*. Eurasis Publishing House (P) Ltd. New Delhi-110055, 1980, pp. 456-457.
- [21] N. E. Jan, I. A. Khan, S. Ahmed, and R. Khan, "Evaluation of optimum dose of fertilizer and plant spacing for sweet peppers cultivation in northern areas of Pakistan," *Sarhad Journal of Agriculture*, vol. 22, no. 4, 2006, Art. no. 601.
- [22] T. A. El-Masry, "Growth, yield and fruit quality response in sweet pepper to varying rates of potassium fertilization and different concentrations of paclobutrazol foliar application," *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, vol. 38, no. 2, pp. 1147-1157, 2000.