

# Ảnh hưởng phân đạm lên quá trình sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh Phong (*Capsicum annum* L.) gây đột biến bằng phương pháp chiếu xạ

Trịnh Ngọc Ái<sup>1\*</sup>, Nguyễn Tiến Dũng<sup>2</sup>, Nghi Khắc Nhu<sup>1</sup>, Huỳnh Lâm Anh Kiệt<sup>1</sup>,  
Nguyễn Tuyết Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Lý Ngọc Hân<sup>1</sup>, Trần Thị Yến Như<sup>1</sup>, Dương Tiểu Muội<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Trà Vinh

<sup>2</sup>Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên

## Effect of nitrogen fertilizer on plant growth and development in mutant Thanh Phong (*Capsicum annum* L.) by gamma irradiation

Trinh Ngoc Ai<sup>1\*</sup>, Nguyen Tien Dung<sup>2</sup>, Nghi Khac Nhu<sup>1</sup>, Huynh Lam Anh Kiet<sup>1</sup>,  
Nguyen Tuyen Anh<sup>1</sup>, Nguyen Ly Ngoc Han<sup>1</sup>, Tran Thi Yen Nhu<sup>1</sup>, Duong Tieu Muoi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tra Vinh University

<sup>2</sup>Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry

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

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.2.2024.003-013>

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của phân bón đạm lên khả năng sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ gamma. Thí nghiệm được thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Hàm lượng phân bón đạm (0,1 g/L và 3 g/L) được sử dụng cho nghiên cứu này ở cả cây chiếu xạ và không chiếu xạ, các yếu tố sinh trưởng và năng suất ảnh hưởng đáng kể khi áp dụng lượng phân đạm. Những dòng chiếu xạ 50 Gray kết hợp với phân đạm có chiều cao cây cao nhất đạt 70,6 cm vào 112 ngày sau gieo (NSG) và các chỉ số hình thái cũng gia tăng khi tăng lượng phân đạm lên 3g/L. Nghiệm thức NT6 (N3, 50 Gray) cho số lá cao nhất (96,3 lá/cây), số nhánh (6,1 nhánh), số bông (18 bông/ cây), số trái (14 trái/cây), dài trái (6,1 cm) và trọng lượng trái (2,7 g/trái). Trong nghiên cứu này có thể kết luận rằng tiền xử lý hạt ớt với liều chiếu xạ 50 Gray và sử dụng lượng phân bón đạm 3 g/L có thể được xem như một sự hứa hẹn hữu ích trong việc gia tăng năng suất, đặc biệt là ở giống ớt Thanh Phong.

### ABSTRACT

The present study was carried out to evaluate the effect of nitrogen fertilizer on the growth and yield of mutant Thanh Phong chili (*Capsicum annum* L.) by gamma radiation. The single factorial experiments were laid out in Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Three levels of nitrogen fertilizer (0.1 g/L, and 3 g/l N) were used in this experiment for control and mutant plants. Growth and yield contributing parameters are significantly influenced by different doses of nitrogenous fertilizers. Seeds were treated 50 Gray with a dose of Nitrogen gave the highest plant height (70.6 cm) for 112 days of germination and most of the morphological parameters increased with increasing nitrogen levels up to 3g/L. The treatment NT6 (N3, 50 Gray) gave the highest leaf number (96.3 leaves/plant), branch number (14 branches/plant), flower number (18 flowers/plant), fruit number (14 fruits/plant), fruit length (6.1 cm), and individual fruit weight (2.7 g). It can be concluded from the present study that pretreatment of chili seeds with a gamma radiation dose (50 Gray) before planting and using nitrogen fertilization with 3g/L may be considered promising and useful in increasing the efficiency of chili productivity, which is a very important crop in Thanh Phong chili.

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 09/11/2023

Ngày phản biện: 14/12/2023

Ngày quyết định đăng: 16/01/2024

### Từ khóa:

Đột biến, ớt Thanh Phong, phân bón Nitrogen, sinh trưởng và phát triển ở thực vật, tia gamma.

### Keywords:

Gamma irradiation, mutation, Nitrogen fertilizer, plant growth and development, Thanh Phong chili.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ớt (*Capsicum annum* L.) là thành viên họ

Solanaceae, có nguồn gốc từ Nam Mỹ và Brazil

[1]. Ớt được xem là một trong các loại rau màu

quan trọng nhất trên thế giới, sau cà chua và được dùng dưới dạng sản phẩm tươi, khô hoặc chế biến. Về mặt dinh dưỡng, quả ớt cay cung cấp cho cơ thể con người với nhiều dinh dưỡng khoáng, vitamin A, C và protein [2]. Quả ớt cay có chứa 0,1% capsaicin, quả ớt xanh có chứa protein, khoáng, xơ, béo, carbohydrate, năng lượng Ca, P, Fe, thiamine, carotene, capsaicin, niacin, riboflavin, dihydrocapsaicin cũng như một lượng lớn hợp chất polyphenolic hoặc flavonoids [3]. Theo số liệu từ Cục trồng trọt cho thấy ở vùng Đồng bằng Sông Cửu Long, ớt được trồng nhiều nhất ở các tỉnh Đồng Tháp, An Giang, Tiền Giang, Sóc Trăng, Vĩnh Long và Trà Vinh với tổng diện tích lên đến 7.000 ha, sản lượng khoảng 100.000 tấn/năm. Tuy nhiên, chi phí đầu tư vào sản xuất như công lao động, phân bón và thuốc bảo vệ thực vật tăng cao do giá cả tăng. Chính vì vậy, mặc dù có năng suất đạt nhưng chi phí lợi nhuận người dân thu vào không cao.

Ở tất cả các loại cây trồng, bao gồm cả ớt, cần một lượng đầy đủ và dinh dưỡng phù hợp cho quá trình phát triển. Dinh dưỡng khác nhau có vai trò sinh lý, sinh hoá khác nhau trong hệ thống thực vật. Cây trồng được cung cấp dinh dưỡng thông qua quá trình bón phân, nhưng hiệu quả của quá trình bón phân mang lại rất thấp. Nitrogen (N), Phosphorus (P) và Potassium (K) là thành phần dinh dưỡng quan trọng nhất, được so sánh với các loại dinh dưỡng khác ở cây trồng. Trong số các yếu tố dinh dưỡng, N thật sự rất cần thiết cho cây trồng sinh trưởng [4]. N cần thiết cho xây dựng protein và tế bào chất, cấu trúc phức tạp của tế bào và lục lạp, khuyến khích hoạt động mô phân sinh ban đầu và phân chia tế bào khi áp dụng liều lượng đầy đủ [5]. N trong đất có thể dễ dàng mất đi do quá trình rửa trôi dẫn đến chi phí đầu tư phân bón của người dân tăng cao. Người ta ước tính có khoảng 60-90% tổng lượng phân bón bị mất đi và chỉ 10-40% được cây trồng sử dụng [6]. Vì vậy cần có sự tính toán kỹ lưỡng, thời gian và phương pháp

sử dụng phân bón cho cây trồng nhằm mục đích mang lại năng suất và hiệu quả kinh tế cho người dân.

Xử lý chiếu xạ là phương pháp hiệu quả được dùng để phát triển các loài đột biến trực tiếp, có khoảng 85% loài được gây đột biến bằng tia gamma và 15% bằng tia X [7]. Chiếu xạ gamma giúp gia tăng năng suất cây trồng thông qua hiệu quả của quá trình đột biến. Ở cây đậu (*Phaseolus vulgaris*), chiếu xạ gamma giúp cải thiện tỷ lệ sống [8]. Một số nghiên cứu trước cũng đã chứng minh tia gamma có gây ra đột biến ở một số giống ớt. Theo nghiên cứu của Sood và cộng sự (2016) [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]. 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, các 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 nghiên cứu “Ảnh hưởng của liều lượng phân bón đậm lên quá trình sinh trưởng và phát triển của cây ớt (*Capsicum annum* L.) đột biến bằng phương pháp chiếu xạ gamma” được thực hiện nhằm tìm ra được lượng phân bón phù hợp lên quá trình sinh trưởng và phát triển của các dòng ớt Thanh Phong đột biến, góp phần gia tăng năng suất cũng như giảm chi phí đầu tư của người dân.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **Vật liệu thí nghiệm**

Hạt giống ớt hiểm F1 Thanh Phong được mua từ cơ sở hạt giống. Cây sinh trưởng và phát triển mạnh, dễ trồng. Trái chỉ thiên, màu đỏ, rất cay, trái cứng, thích hợp dùng tươi hoặc phơi khô. Có khả năng kháng bệnh, chết cây và thối trái.

### **Xử lý chiếu xạ**

Chiếu xạ gamma: Hạt của giống ớt hiểm F1 Thanh Phong được chiếu xạ với các liều khác

nhau (0, 10, 20, 30, 40 và 50 Gray) với liều xuất 16 Gray/phút bằng máy chiếu xạ gamma chamber 5000 (India) tại Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt.

### Phương pháp bố trí thí nghiệm

*Ảnh hưởng của hàm lượng phân đạm lên quá trình sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ.*

Theo nghiên cứu trước của Trịnh Ngọc Ái và cộng sự (2023) [12], hạt giống ớt xử lý với liều chiếu xạ 50 Gray được xem là tối ưu cho quá trình nảy mầm và phát triển thân mầm. Do đó, liều chiếu xạ 50 Gray được lựa chọn cho nghiên cứu này. Hạt giống sau khi nảy mầm 14 ngày được đem trồng trong giá thể phân hữu cơ và sơ dừa (2:1) để thuần dưỡng, cây con được che mát bằng lưới giảm sáng. Sau 14 ngày cây con được chuyển sang chậu với kích thước đường kính 28 cm, giá thể là hỗn hợp phân hữu cơ và sơ 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. Giai đoạn trước khi bố trí thí nghiệm cây được tưới nước. Trong thí nghiệm này, cây chỉ được bón phân bón đạm (ure) và được áp dụng ở 3 giai đoạn (giai đoạn cây con, giai đoạn ra hoa và giai đoạn trái [13]) với liều lượng phân bón đạm (0, 1 g/L và 3 g/L) cho cây không chiếu xạ và cây chiếu xạ. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức 10 chậu với 3 lần lặp lại. Trong thời gian nghiên cứu, nhiệt độ ngày/đêm là 34°C/26°C. Các chỉ tiêu như chiều cao cây, số lá, số nhánh, số bông, số trái, dài trái, rộng trái được đánh giá trong nghiên cứu này.

### Xác định hàm lượng Capsaicin bằng phương pháp UV

Cân 0,5 g mẫu ớt tươi (loại bỏ hạt) sau đó dùng cối, chày nghiền nát thêm 5ml ethanol nguyên chất vào lắc đều. Lọc hỗn hợp đồng nhất bằng giấy lọc để thu được dịch lọc. Dịch lọc được pha loãng bằng etanol 1:10 sau đó đo

giá trị độ hấp thụ của dung dịch bằng máy quang phổ UV-vis ở bước sóng 280 nm [14]. Nồng độ capsaicin (ppm) sau đó được thay thế trong công thức tính nồng độ capsaicin (mg/g) bằng công thức sau:

$$TC = \frac{[(C \times F_p \times V)]}{W} \times 10^{-3}$$

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).

### Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu

Thí nghiệm được thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên, sử dụng các phần mềm thống kê Excel và Statgraphic 18 để xử lý số liệu. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần, mỗi nghiệm thức 10 chậu, số liệu được ghi nhận 2 tuần/lần.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

*Ảnh hưởng của phân bón lên quá trình sinh trưởng và phát triển của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ.*

#### 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 môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, lượng nước, dinh dưỡng, liều chiếu xạ, trong đó phân bón và liều chiếu xạ là 2 yếu tố tác động lên sự sinh trưởng và phát triển chiều cao của cây ở 50 NSG, 98 NSG và 112 NSG (Bảng 1). Kết quả cũng chỉ ra khi gia tăng lượng phân bón đạm lên 1 g/L chiều cao cây bắt đầu tăng nhẹ, khi gia tăng liều phân đạm lên 3 g/L thì chiều cao cây có khuynh hướng giảm. Ở các dòng ớt được xử lý chiếu xạ thì chiều cao cây tăng đáng kể khi kết hợp cùng với lượng phân bón. Cụ thể, chiều cao cây vào 112 NSG 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 NT5 (N1, 50 Gray) là 58,3 cm ở 98 NSG và 70,6 cm ở 112 NSG.

**Bảng 1. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lên chiều cao cây của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ**

Nghiệm thức	Chiều cao cây (cm)		
	50 NSG	98 NSG	112 NSG
NT1 (ĐC,0Gray)	17,0±2,0 <sup>c</sup>	45,6±4,0 <sup>b</sup>	61,3±3,0 <sup>b</sup>
NT2 (N1,0Gray)	18,3±2,0 <sup>bc</sup>	48,6±7,5 <sup>ab</sup>	62,6±4,0 <sup>ab</sup>
NT3 (N3,0Gray)	15,6±0,5 <sup>c</sup>	47,0±2,0 <sup>ab</sup>	61,3±3,5 <sup>b</sup>
NT4 (ĐC,50Gray)	24,0±5,2 <sup>b</sup>	49,0±12,1 <sup>ab</sup>	64,0±4,5 <sup>ab</sup>
NT5 (N1,50Gray)	35,3±3,5 <sup>a</sup>	58,3±4,7 <sup>a</sup>	70,6±4,9 <sup>a</sup>
NT6 (N3,50Gray)	19,0±4,3 <sup>bc</sup>	58,3±2,0 <sup>a</sup>	68,0±9,0 <sup>ab</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>21,5±7,4</b>	<b>51,1±7,6</b>	<b>64,6±5,6</b>
<b>CV%</b>	<b>34,5%</b>	<b>14,9%</b>	<b>8,7%</b>

NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; N1: 1 g/L Nito; N3: 3 g/L Nito; các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± độ lệch chuẩn.

Nito (N) dễ tìm thấy trong hệ thống trao đổi chất của cây trồng, N có vai trò quan trọng giúp gia tăng năng suất ở cây trồng [15]. N giúp gia tăng quá trình quang hợp, gia tăng diện tích lá cũng như tỷ lệ đồng hoá [16]. Nhiều nghiên cứu chỉ ra tác dụng của phân đạm có thể là do kích thích N phát triển ở thực vật, điều này sẽ làm tăng sự hấp thụ ánh sáng và tăng sắc tố quang hợp, tăng quá trình quang hợp, từ đó làm tăng các chất chuyển hoá được tổng hợp dẫn đến hình thành các cơ quan ở thực vật [17]. Các hợp chất thúc đẩy tăng trưởng (phytohormone) được tạo ra đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của thực vật và thúc đẩy quá trình kéo dài rễ. Sự phát triển của rễ và sự tăng sinh của cây nhằm đáp ứng với lượng phân bón, tăng cường sự hấp thụ nước và chất dinh dưỡng, giúp tăng diện tích lá, từ đó dẫn đến khả năng đồng hoá quang học cao hơn và quá trình tích lũy chất khô nhiều hơn [18]. Kết quả nghiên cứu này cho thấy khi áp dụng lượng phân bón vào giúp gia tăng chiều cao cây ớt (Bảng 1). Bằng chứng tương tự cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của Amr và cộng sự (2022) [19].

Tia gamma được sử dụng rộng rãi cho việc cải thiện các tính trạng khác nhau ở nhiều loại cây trồng [20]. Hiệu quả kích thích của tia gamma lên sự phát triển chiều cao cây ớt trong nghiên cứu này cũng đồng ý với kết quả nghiên cứu của Abd El-Rahman và cộng sự (2016) [21]

nghiên cứu trên cây đậu xanh, ghi nhận đạt chiều cao cây cao nhất và số nhánh nhiều nhất khi được chiếu xạ gamma với liều thấp. Kết quả tương tự cũng tìm thấy trong nghiên cứu của [22] trên cây khoai tây được chiếu xạ 10 Gray đạt chiều cao, diện tích lá và số nhánh cao nhất. Liều chiếu xạ thấp giúp đẩy nhanh quá trình phân chia tế bào trong các mô phân sinh, phản ánh việc tăng cường và kích thích các đặc tính sinh dưỡng [23]. Mối tương quan giữa sự gia tăng chiều cao cây và liều chiếu xạ gamma thấp có thể là tăng hoạt tính enzyme, kích thích phân chia tế bào, và các quá trình quan trọng khác nhau, giúp tăng cường tổng hợp nucleic acid [24], gia tăng nồng độ của các sắc tố quang hợp (chlorophyll a, b và carotenoid) [25]. Liều chiếu xạ thấp có thể là nguyên nhân chính làm tăng tiềm năng chất chống oxy hoá và dẫn đến mối quan hệ tốt giữa các hormone nội sinh trong tế bào chiếu xạ, từ đó giúp cho cây trồng phát triển [26].

Liên quan đến sự tương quan ảnh hưởng giữa chiếu xạ gamma và lượng phân bón đạm trong nghiên cứu này cho thấy chiều cao cây được gia tăng hơn so với các cây không xử lý chiếu xạ. Tuy nhiên, sự kết hợp liều chiếu xạ 50 Gray cùng với 1 g/L lượng phân bón đạm cho chiều cao cây tối ưu (Bảng 1). Afrin và cộng sự (2019) [27] cũng chỉ ra tia gamma ở liều thấp cho tỷ lệ phần trăm nito và phospho cao nhất ở trong củ hành tây. Fusun Gülsler (2005) [28] đã quan sát thấy rằng liều

thấp 10 Gy đạt tỷ lệ phospho và kali cao nhất trong củ khoai tây. Tác động của tia gamma đến việc gia tăng các chất dinh dưỡng đa lượng như nito, phospho và kali trên cây trồng có thể liên quan đến ảnh hưởng của liều chiếu xạ thấp, dẫn đến tăng các chỉ số tăng trưởng của cây như chiều cao, số nhánh, số lá... và các sắc tố quang hợp. Các chỉ số này phản ánh quá trình hấp thụ các khoáng chất và tích lũy chúng trong các cơ quan lưu trữ của thực vật giúp cây sinh trưởng [19].

**Số lá**

Số lá là một trong các đặc điểm quan trọng nhất bởi vì chúng có vai trò trong việc nhận một lượng lớn ánh sáng tham gia vào quá trình quang hợp, số lượng lá và kích thước lá chịu ảnh hưởng bởi kiểu gen và yếu tố môi trường. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của phân bón đến số lá của cây ớt được thể hiện qua Bảng 4.

Phân bón Nitrogen ảnh hưởng không nhiều đến quá trình hình thành số lá ở dòng ớt Thanh Phong không được xử lý chiếu xạ 50 Gray trong suốt quá trình thí nghiệm. Giai đoạn 50 NSG, số lượng lá dao động từ 11,3 lá ở nghiệm thức NT2 (N1, 0 Gray) đến 13,6 lá ở nghiệm thức NT3 (N3,0 Gray), số lượng lá này không có sự khác biệt so với nghiệm thức NT1 (ĐC, 0 Gray) là 13,3 lá. Tuy nhiên, cùng liều lượng phân nito được áp dụng cho các dòng ớt được chiếu xạ thì số lượng lá gia tăng đáng kể, tăng lên trung bình 10 lá/cây. Ở giai đoạn ra hoa (98 NSG), mặc dù số lượng gia tăng đáng kể từ 65-79,3 lá, nhưng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở các nghiệm thức bổ sung nito ở các dòng đối chứng và xử lý tia gamma. Giai đoạn 112 NSG số lá trung bình tăng lên khoảng 25 lá, số lá cao nhất ở nghiệm thức có xử lý chiếu xạ với liều phân bón 1 g/LN hoặc 3 g/L N.

**Bảng 2. 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**

Nghiệm thức	Số lá (lá/cây)		
	50 NSG	98NSG	112NSG
NT1(ĐC,0Gray)	13,3±1,1 <sup>f</sup>	65,6±8,0 <sup>ab</sup>	81,0±3,6 <sup>b</sup>
NT2(N1,0Gray)	11,3±1,1 <sup>ef</sup>	65,0±5,2 <sup>ab</sup>	91,3±5,5 <sup>ab</sup>
NT3(N3,0Gray)	13,6±3,2 <sup>def</sup>	68,6±14,5 <sup>ab</sup>	94,3±6,5 <sup>ab</sup>
NT4(ĐC,50Gray)	19,0±2,6 <sup>bcd</sup>	61,0±7,2 <sup>b</sup>	94,0±9,1 <sup>ab</sup>
NT5(N1,50Gray)	23,6±4,1 <sup>abc</sup>	79,3±2,5 <sup>a</sup>	96,6±6,6 <sup>a</sup>
NT6(N3,50Gray)	21,0±2,0 <sup>abcd</sup>	66,6±6,0 <sup>ab</sup>	96,3±14,5 <sup>a</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>17,0±5,1</b>	<b>67,7±8,9</b>	<b>92,2±8,9</b>
<b>CV%</b>	<b>30,1%</b>	<b>13,2%</b>	<b>9,7%</b>

NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; N1: 1 g/L Nito; N3: 3g/L Nito; các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± độ lệch chuẩn.

Kết quả tương tự được tìm thấy trong nghiên cứu của [28] khi gia tăng tỷ lệ phân đạm sẽ giúp tăng số lượng lá ở cây rau chân vịt, tuy nhiên sự gia tăng này không có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê [29] áp dụng 4 mức độ phân Nitrogen (0, 50, 100 và 200 kg N ha<sup>-1</sup>) trong cây tỏi tây, kết quả cho thấy liều lượng 200 kg N/ha đạt được số lá cao nhất (14,4 lá). Có thể giải thích rằng phân đạm có vai trò gia tăng kích thước tế bào và thúc đẩy quá trình phân chia

nhờ sự có mặt của carbon, dẫn đến sự gia tăng đáng kể các đặc tính tăng trưởng và số lượng lá là một đặc điểm chủ yếu liên quan đến kiểu gen, nhưng nó bị ảnh hưởng bởi các yếu tố tăng trưởng như phân bón và liều chiếu xạ. Báo cáo tương tự cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của [30] và [31], hàm lượng phân nitrogen càng tăng thì số lá càng tăng, so sánh với đối chứng. Số lá cao nhất (30,67 lá) được quan sát ở liều chiếu xạ 400 Gray, cao hơn liều

100 Gray (16,25 lá) ở cây [24]. Liều chiếu xạ phù hợp giúp sản sinh ra chất điều hoà sinh trưởng, có thể kinnetin được kích thích, dẫn đến gia tăng số lượng lá. Do đó, sự tương quan giữa chiếu xạ và phân bón giúp cải thiện đáng kể số lượng lá ở dòng ớt Thanh Phong.

**Số nhánh**

Kết quả ở Bảng 3 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 7,1 nhánh/ cây ở giai đoạn 98 NSG và 12,2 nhánh/ cây ở giai đoạn 112 NSG. Số nhánh/ cây gia tăng khi gia tăng lượng phân đạm cho cả cây chiếu xạ và cây không chiếu xạ ở giai đoạn 98 NSG. Số nhánh/ cây cao nhất được quan sát thấy ở nghiệm thức NT6 (N3, 50 Gray) là 7,6 nhánh/cây, số nhánh thấp nhất ở giai đoạn này là 6,3

nhánh/cây ở nghiệm thức NT1 (ĐC, 0 Gray), tuy nhiên số nhánh giữa các nghiệm thức còn lại có sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Giai đoạn 112 NSG, số nhánh tăng lên khoảng 6 – 7 nhánh/cây khi gia tăng liều lượng phân đạm, trong khi đó nghiệm thức NT1 (ĐC, 0 Gray) số nhánh gia tăng khoảng 3,3 nhánh/cây. Số nhánh cao nhất được quan sát ở nghiệm thức NT6 (N3, 50 Gray) là 14 nhánh/cây, theo sau là 12, 6 nhánh/cây ở nghiệm thức NT5 (N1, 50 Gray) và NT3 (N3, 0 Gray). Kết quả cũng chỉ ra rằng cùng liều phân bón 3 g/L phân đạm cho thấy cây chiếu xạ gamma cho số nhánh cao hơn cây không chiếu xạ. Điều này có thể chứng minh tia gamma và phân đạm có vai trò thúc đẩy quá trình tạo nhánh ở giống ớt Thanh Phong (Bảng 3).

**Bảng 3. 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**

Nghiệm thức	Số nhánh (nhánh/ cây)	
	98NSG	112NSG
NT1 (ĐC,0Gray)	6,3±0,5 <sup>b</sup>	9,6±1,5 <sup>b</sup>
NT2 (N1, 0Gray)	6,6±0,5 <sup>b</sup>	12,0±2,0 <sup>ab</sup>
NT3 (N3, 0Gray)	7,0±1,0 <sup>ab</sup>	12,6±3,5 <sup>ab</sup>
NT4 (ĐC,50Gray)	7,3±0,5 <sup>ab</sup>	12,3±2,5 <sup>ab</sup>
NT5 (N1,50Gray)	7,3±1,1 <sup>ab</sup>	12,6±3,0 <sup>ab</sup>
NT6 (N3,50Gray)	7,6±1,5 <sup>a</sup>	14,0±1,0 <sup>a</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>7,1±0,9</b>	<b>12,2±2,4</b>
<b>CV%</b>	<b>13,5%</b>	<b>19,9%</b>

NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; N1: 1 g/L Nito; N3: 3 g/L Nito; các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± độ lệch chuẩn.

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 Khan và cộng sự (2010) [32] chiếu xạ các hạt *Cicer arietinum* bằng tia gamma ở liều 5-15K-rad, kết quả cho thấy kích thích khả năng tạo nhánh, gia tăng khối lượng tươi và khối lượng khô. Kết quả tương tự cũng được quan sát bởi Kaul và cộng sự (1971) [33] ở cây *Atropa belladonna*, *Cassia angustifolia* [34]. Hiệu quả kích thích của liều chiếu xạ thấp lên quá trình sinh trưởng của thực vật liên quan đến quá trình kích thích phân chia của tế bào hoặc sự

kéo dài tế bào, thay đổi quá trình trao đổi chất sau khi tổng hợp phytohormones hoặc nucleic acid [35]. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu thống nhất với bằng chứng của Manchanda và cộng sự (1988) [36]. Họ kết luận rằng số nhánh trên cây tăng cùng với sự gia tăng lượng nitrogen ở cây ớt.

**Số bông hình thành**

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy số bông hình thành ở các nghiệm thức đạt trung bình 12,3 bông/cây vào 98 NSG và 115,9 bông/cây vào 112 NSG. Nhìn chung, số bông không có sự khác biệt nhiều ở các nghiệm thức, ngoài trừ

thực nghiệm NT3 (N3, 0 Gray) có số bông cao nhất là 15 bông vào 98 NSG, nhưng đến 112 NSG thì dữ liệu được tìm thấy ở thực nghiệm NT6 (N3, 50 Gray) là 18,3 bông/cây. Thực nghiệm đối chứng cho số bông thấp nhất là 11,3 bông/cây vào 98 NSG và 14,6 bông/cây vào 112 NSG.

Nitrogen là thành phần cấu tạo nên protein, nucleic acid và chlorophyll. Nitrogen cần thiết cho quá trình xây dựng tế bào chất và protein, tham gia vào các hoạt động phân chia tế bào chất và mô phân sinh [37]. Nghiên cứu trước đó chỉ ra N ảnh hưởng đến quá trình phát triển hoa ở một số loài như ớt, cà chua và dưa leo [38].

**Bảng 4. Ảnh hưởng của liều lượng phân bón lên quá trình hình thành số bông của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ**

Thực nghiệm	Số bông (bông/ cây)	
	98NSG	112NSG
NT1 (ĐC,0Gray)	11,3±1,5 <sup>b</sup>	14,6±3,0 <sup>bc</sup>
NT2 (N1,0Gray)	12,0±1,0 <sup>ab</sup>	14,0±1,0 <sup>c</sup>
NT3 (N3,0Gray)	15,0±1,0 <sup>a</sup>	17,6±1,1 <sup>ab</sup>
NT4 (ĐC,50Gray)	11,3±2,5 <sup>b</sup>	15,0±2,0 <sup>abc</sup>
NT5 (N1,50Gray)	11,6±1,5 <sup>ab</sup>	16,3±1,5 <sup>abc</sup>
NT6 (N3,50Gray)	13,0±1,0 <sup>ab</sup>	18,0±2,0 <sup>ab</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>12,3±1,8</b>	<b>15,9±2,2</b>
<b>CV%</b>	<b>14,9%</b>	<b>14,0%</b>

NSG: ngày sau gieo; ĐC: đối chứng; N1: 1 g/L Nito; N3: 3 g/L Nito; các chỉ số giống nhau không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± độ lệch chuẩn.

**Số trái**

Số trái trung bình ở các thực nghiệm 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 10,7 trái/cây. Đối với thực nghiệm 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 thực nghiệm NT3 (N3, 0 Gray) là 13

trái/cây, thấp nhất ở thực nghiệm NT1 (ĐC, 0 Gray) là 7,6 trái/cây. Đối với thí nghiệm ở các dòng chiếu xạ, nhìn chung số trái tăng lên không nhiều so với các dòng không chiếu xạ ở cùng liều lượng phân bón. Số trái trung bình cao nhất được tìm thấy ở thực nghiệm NT6 (N3, 50 Gray) là 14,0 trái/cây, theo sau là thực nghiệm NT5 (N1, 50 Gray) là 10,3 trái/cây, so với thực nghiệm NT1 (ĐC, 0 Gray) là 7,6 trái/cây.

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

Thực nghiệm	Số trái (trái)	Dài trái (cm)	Rộng trái (mm)	Trọng lượng trái (g)
NT1 (ĐC,0Gray)	7,6±0,5 <sup>c</sup>	4,1±0,1 <sup>a</sup>	6,3±0,4 <sup>e</sup>	2,2±0,0 <sup>d</sup>
NT2 (N1,0Gray)	9,6±0,5 <sup>bc</sup>	5,0±0,5 <sup>a</sup>	7,5±0,4 <sup>d</sup>	2,3±0,1 <sup>cd</sup>
NT3 (N3,0Gray)	13,0±1,0 <sup>a</sup>	5,7±0,3 <sup>a</sup>	8,4±0,3 <sup>b</sup>	2,3±0,1 <sup>b</sup>
NT4 (ĐC,50Gray)	10,0±1,0 <sup>b</sup>	5,2±0,3 <sup>a</sup>	7,3±0,5 <sup>cd</sup>	2,4±0,0 <sup>bc</sup>
NT5 (N1,50Gray)	10,3±1,5 <sup>b</sup>	5,3±0,3 <sup>a</sup>	8,2±0,2 <sup>c</sup>	2,5±0,2 <sup>b</sup>
NT6 (N3,50Gray)	14,0±2,0 <sup>a</sup>	6,1±0,1 <sup>a</sup>	9,0±0,2 <sup>a</sup>	2,7±0,2 <sup>a</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>10,7±2,4</b>	<b>5,2±0,7</b>	<b>7,8±0,9</b>	<b>2,3±0,1</b>
<b>CV%</b>	<b>22,4%</b>	<b>13,3%</b>	<b>12,1%</b>	<b>7,7%</b>

ĐC: đối chứng; N1: 1 g/L Nito; N3: 3 g/L Nito; các chỉ số khác nhau có sự khác biệt ý nghĩa thống kê; ± độ lệch chuẩn.

Jan và cộng sự (2006) [39] 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*). Số trái/cây đạt

15,36 trái khi áp dụng lượng phân 125:90:70 kg/ha N:P2O5:K2O. Lượng N đầy đủ giúp gia tăng chất lượng, kích cỡ trái, giữ màu sắc và mùi vị [40]. Trong nghiên cứu này cho thấy

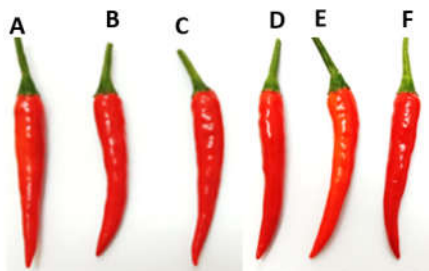
lượng phân bón 3 g/L N cho số trái tối ưu. Những phát hiện tương tự cũng được quan sát thấy trong thí nghiệm của [18] về số quả trên mỗi cây. Theo Kurubetta (2020) [41] báo cáo rằng việc bổ sung Nitrogen và Potassium trên cánh đồng ớt cho số lượng quả trên mỗi cây nhiều hơn so với đối chứng. Nguyên nhân Nitrogen và Potassium là thành phần thiết yếu của nguyên sinh chất để cần thiết cho quá trình hình thành quả. Bên cạnh đó dòng đột biến 400 Gray cũng cho thấy số trái đạt cao nhất ở giống ớt (*Capsicum frutescens L.*). Kết quả tương tự cũng tìm thấy ở cây Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench.*) plants [24].

#### 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 tại Bảng 5, Hình 1. Kết quả nghiên cứu chỉ ra chiều dài trái dao động từ 4,1- 6,1 cm, chiều rộng trái từ 6,3- 9,0 mm và khối lượng trung bình trái từ 2,2 – 2,7 g/

trái. Nhìn chung, nghiệm thức NT10 (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 chiếu xạ có chiều dài trái đạt 6,1 cm; chiều rộng trái 9,0 mm và trọng lượng trái đạt 2,7 g/trái ở nghiệm thức NT8 (N3, 50 Gray) và các 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 NT5 (P3, 0 Gray) và chiều dài trái đạt 5,7 cm; chiều rộng trái 8,5 mm; trọng lượng trái đạt 2,6 g/trái.

Phân bón là một trong các yếu tố chính của năng suất cây trồng, phân đạm là nguồn dinh dưỡng thiết yếu cho quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Trong nghiên cứu của Khan và cộng sự (2010) [32] báo cáo rằng tối ưu hàm lượng phân đạm làm gia tăng quá trình sinh trưởng và phát triển phù hợp, đồng thời đạt được năng suất tối đa ở cây ớt ngọt.



**Hình 1. Ảnh hưởng của phân bón nitrogen lên kích thước trái của giống ớt Thanh Phong**  
(A) ĐC, 0 Gray; (B) N1, 0 Gray; (C) N3, 0 Gray; (D) ĐC, 50 Gray (E) N1, 50 Gray, (F) N3, 50 Gray

Roy và cộng sự (2011) [42] quan sát ảnh hưởng của phân đạm lên đặc điểm của trái và các yếu tố cấu thành năng suất của cây ớt. Chiều dài, rộng của trái và số lượng trái/cây gia tăng đáng kể khi gia tăng liều phân bón lên 150 kg N/ha và khối lượng trung bình trái gia tăng đáng kể khi hàm lượng N tăng lên 200 kg N/ha. Điều này nói lên rằng trong giai đoạn hình thành quả thể, việc cung cấp hàm lượng N cũng cần thiết cho cây trồng có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hình thành hoa, tạo quả và tác động đến năng suất và chất lượng cây trồng [43]. Kết quả này đã chứng minh khi bón phân đạm ở mức 3 g/l thì làm cho trọng lượng trái tăng lên, với mức sử dụng như trên là phù hợp cho sản xuất ớt. Kết quả tương tự

được tìm thấy trong nghiên cứu của Akanbi và cộng sự (2007) [44] cho rằng khi tăng tỷ lệ phân Nitrogen sẽ giúp tăng khối lượng quả và thể tích quả ớt. Sự khác nhau về trọng lượng quả bị ảnh hưởng chiều dài và chiều rộng quả. Ở liều chiếu xạ phù hợp, tia gamma có tác dụng kích thích quá trình hình thành quả. Liều chiếu xạ 200 Gray giúp tăng trọng lượng quả ở ớt ở dòng C8 đột biến (1,11 g) [14], trong khi đó liều chiếu xạ 400 Gray được xem là kích thích quá trình gia tăng trọng lượng quả ở cây cotton [45]

#### Hàm lượng Capsaicin bằng phương pháp UV

Theo kết quả Bảng 6, Hình 2 cho thấy, khi tăng lượng phân đạm dẫn đến gia tăng hàm lượng capsaicin có trong quả ớt. Hàm lượng



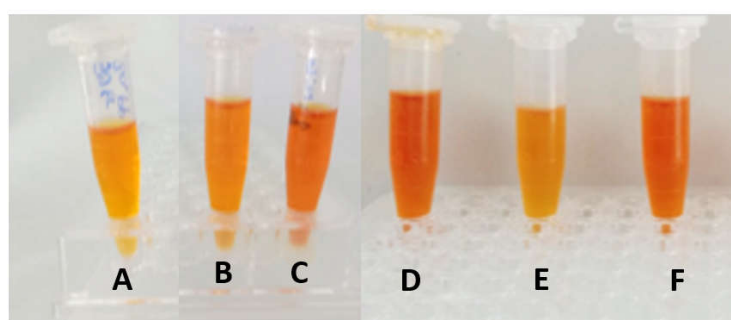
capsaicin ở các thí nghiệm không sử dụng phương pháp chiếu xạ có mức dao động từ 1344,9 đến 1857,0 mg/g và hàm lượng capsaicin của các thí nghiệm có sử dụng tia gamma dao động từ 1916,6 đến 2374,7 mg/g, hầu hết các thí nghiệm có chiếu xạ đều cho kết quả cao hơn mức trung bình của thí nghiệm. Hàm lượng capsaicin trong dịch chiết quả ớt có giá trị cao nhất là ở nghiệm thức NT6 (N3, 50 Gray) là 2374,7 mg/g. Trong khi đó, với cùng liều lượng phân bón là 3 g/L N ở các dòng ớt không xử lý tia gamma cho hàm lượng capsaicin thấp hơn (1857,0 mg/g).

Capsainoid được tổng hợp và tích trong các tế bào biểu bì của vỏ quả ớt và tích tụ trong các mụn nước dọc theo lớp biểu bì. Quá trình tổng hợp sinh học được bắt đầu khoảng 20 ngày sau khi thụ phấn với số lượng các enzyme tham gia vào quá trình tổng hợp sinh học. Độ cay của ớt phụ thuộc vào từng loài, hàm lượng capsaicin

phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như giai đoạn phát triển của trái, điều kiện môi trường sinh trưởng như nhiệt độ, độ ẩm đất, chiếu xạ và phân bón [46]. 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, sinh tổng hợp capsaicin trong quả ớt cạnh tranh với tích lũy tích cực của các hợp chất giống lignin trong thành tế bào và chế độ phân bón ảnh hưởng đến nồng độ của nhiều chất trao đổi thứ cấp [47]. Khi điều kiện thích hợp cho quá trình sinh trưởng, nồng độ của nhiều chất chuyển hóa thứ cấp dựa trên carbon giảm do carbon được phân bổ ưu tiên cho quá trình tăng trưởng và giải phóng cơ chất để tổng hợp capsaicin [48].

**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 phương pháp chiếu xạ sau 112 NSG**

Nghiệm thức	Hàm lượng Capsaicin (mg/g)
NT1 (ĐC, 0Gray)	1452,0±172,2cd
NT2 (N1, 0Gray)	1344,9±430,3d
NT3 (N3, 0Gray)	1857,0±232,3bc
NT4 (ĐC, 50Gray)	1916,6±83,9abc
NT5 (N1, 50Gray)	2029,1±395,9ab
NT6 (N3, 50Gray)	2374,7±1062,4a
<b>Trung bình</b>	<b>1829±598</b>
<b>CV%</b>	<b>32,7%</b>



**Hình 2. Ảnh hưởng của phân bón nitrogen đến hàm lượng Capsaicin trong trái của giống ớt Thanh Phong đột biến bằng phương pháp chiếu xạ sau 112 NSG**

(A) ĐC, 0 Gray; (B) N1, 0 Gray; (C) N3, 0 Gray; (D) ĐC, 50 Gray; (E) N1, 50 Gray; (F) N3, 50 Gray

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng hàm lượng phân bón đạm 1 g/L kết hợp với hạt giống ớt được xử lý chiếu xạ ở liều 50 Gray được xem là tối ưu cho quá trình sinh trưởng ở giống ớt Thanh Phong với chiều cao cây đạt 70,6 cm;

số lá đạt 96,6 lá/cây vào 112 NSG. Tuy nhiên, số nhánh đạt 14 nhánh/cây, số bông đạt 18 bông/cây, số trái trung bình cao nhất được tìm thấy là 14 trái/cây, chiều dài trái đạt 6,1 cm; chiều rộng trái 9,0 mm và trọng lượng trái đạt 2,7 g/trái và hàm lượng capsaicin trong

dịch chiết quả ớt có giá trị cao nhất là 2374,7 mg/g với liều lượng 3 g/L Nitrogen khi hạt được xử lý với liều chiếu xạ 50 Gray. Vì vậy, việc áp dụng kỹ thuật mới trong chọn giống cây trồng cùng với việc xử dụng liều phân bón hợp lý sẽ giúp gia tăng năng suất cũng như tiết kiệm chi phí sản xuất, mang lại hiệu quả kinh tế cao cho người dân.

#### **Lời cảm ơn**

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Trà Vinh đã tạo điều kiện cho nhóm hoàn thành nghiên cứu này.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. James S Shoemaker & Benjamin JE Teskey (1955). Practical Horticulture. LWW.
- [2]. T.K. Bose (2002). Vegetable Crops. Naya Prokash.
- [3]. SR Ahmed, KC Reddy & SP Moula (2000). Effect of varying levels of nitrogen, phosphorus and potassium on chillies. Indian J Hort. 47: 247-249.
- [4]. Md Kalim Uddin (2003). Yield and Yield Components of Winter Chilli (*Capsicum annum* L.) as Affected by Different Levels of Nitrogen and Boron Md. Kalim Uddin," KM. Khalequzzaman," Md. Matiar Rahman," Nur-e-Alam Siddique and "Md. Omar Ali. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6(6): 605-609.
- [5]. Mohammad Hossein Aminifard, Hossein Aroiee, Atefe Ameri & Hamide Fatemi (2012). Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). African Journal of Agricultural Research. 7(6): 859-866.
- [6]. Deepak Bhardwaj, Mohammad Wahid Ansari, Ranjan Kumar Sahoo & Narendra Tuteja (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microbial cell factories. 13: 1-10.
- [7]. Y Hayashi, Y Aikawa, NV Gopalakrishnan, SK Gupta, N Ikeda, N Ito, A Jain, AV John, S Karthikeyan & S Kawakami (2005). A large area muon tracking detector for ultra-high energy cosmic ray astrophysics—the GRAPES-3 experiment. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 545(3): 643-657.
- [8]. Kamile Ulukapi & Süleyman Fatih Ozmen (2018). Study of the effect of irradiation (60Co) on M1 plants of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars and determined of proper doses for mutation breeding. Journal of Radiation Research and Applied Sciences. 11(2): 157-161.
- [9]. S Sood, SJ Jambulkar, A Sood, N Gupta, R Kumar & Y Singh (2016). Median lethal dose estimation of gamma rays and ethyl methane sulphonate in bell pepper (*Capsicum annum* L.). Sabrao J. Breed. Genet. 48(4): 528-535.
- [10]. Rakesh Chandra Verma, Vishnu Prasad Bhala & Mushtaq Ahmad Khah (2017). Studies on mutagenic effects of gamma irradiation on chilli (*Capsicum annum* L.). Chromosome Botany. 12(1): 13-16.
- [11]. B Friebe, JH Hatchett, BS Gill, Y Mukai & EE Sebesta (1991). Transfer of Hessian fly resistance from rye to wheat via radiation-induced terminal and intercalary chromosomal translocations. Theoretical and Applied Genetics. 83: 33-40.
- [12]. Trinh Ngọc Ái, Nguyễn Thị Tuyết Mai, Mai Thúy Vy, Trần Thị Kim Như, Võ Trường Thức, Nguyễn Như Khải, Nguyễn Thị Tuyết Anh, Đặng Thị Oanh Yến, Nghi Khắc Nhu & Trần Thị Hồng Tơ (2023). Ảnh hưởng của tia gamma và độ mặn lên sự nảy mầm của 2 giống ớt (*Capsicum annum* "Brid's eye"). Tạp chí công thương. 16(7): 444-448.
- [13]. Jing Zhang, Jian Lv, Jianming Xie, Yantai Gan, Jeffrey A Coulter, Jihua Yu, Jing Li, Junwen Wang & Xiaodan Zhang (2020). Nitrogen Source Affects the Composition of Metabolites in Pepper (*Capsicum annum* L.) and Regulates the Synthesis of Capsaicinoids through the GOGAT–GS Pathway. Foods. 9(2): 150.
- [14]. EL Arumingtyas & AN Ahyar (2022). Genetic diversity of chili pepper mutant (*Capsicum frutescens* L.) resulted from gamma-ray radiation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 012059.
- [15]. AM Massignam, SC Chapman, GL Hammer & S Fukai (2009). Physiological determinants of maize and sunflower grain yield as affected by nitrogen supply. Field crops research. 113(3): 256-267.
- [16]. Shamim Ahmad, Rashid Ahmad, Muhammad Yasin Ashraf, M Ashraf & Ejaz Ahmad Waraich (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot. 41(2): 647-654.
- [17]. Sam E Wortman, Adam S Davis, Brian J Schutte & John L Lindquist (2011). Integrating management of soil nitrogen and weeds. Weed Science. 59(2): 162-170.
- [18]. Shah Jahan Leghari, Niaz Ahmed Wahocho, Ghulam Mustafa Laghari, Abdul HafeezLaghari, Ghulam MustafaBhabhan, Khalid HussainTalpur, Tofique Ahmed Bhutto, Safdar Ali Wahocho & Ayaz Ahmed Lashari (2016). Role of nitrogen for plant growth and development: A review. Advances in Environmental Biology. 10(9): 209-219.
- [19]. Amr M Mounir, AM El-Hefny, SH Mahmoud & AMM El-Tanahy (2022). Effect of low gamma irradiation doses on growth, productivity and chemical constituents of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. Bulletin of the National Research Centre. 46(1): 146.
- [20]. Dewi Indriyani Roslim & ISRO Fiatin (2015). Lethal dose 50 (ld 50) of mungbean (*vigna radiata* L. Wilczek) cultivar kampar. SABRAO Journal of Breeding & Genetics. 47(4).
- [21]. MA Abd El-Rahman, AA Helal, HFA El-Shaer & M Dawod (2016). Effect of gamma irradiation of seeds

on growth and yield of mungbean (*vigna radiata*) in Egypt. *J Bas Environ Sci.* 3: 148-155.

[22]. N Hamideldin & OS Hussien (2013). Morphological, physiological and molecular changes in *Solanum tuberosum* L. in response to pre-sowing tuber irradiation by gamma rays. *American Journal of food science and technology.* 1(3): 36-41.

[23]. Dharman Dhakshanamoorthy, Radhakrishnan Selvaraj & ALA Chidambaram (2011). Induced mutagenesis in *Jatropha curcas* L. using gamma rays and detection of DNA polymorphism through RAPD marker. *Comptes Rendus Biologies.* 334(1): 24-30.

[24]. Aaron Tettey Asare, Francis Mensah, Samuel Acheampong, Elvis Asare-Bediako & Jonathan Armah (2017). Effects of gamma irradiation on agromorphological characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.). *Advances in Agriculture.* 2017.

[25]. Amina M Aly, Noha Eliwa & Mohamed H AbdEl-Megid (2019). Stimulating effect of gamma radiation on some active compounds in eggplant fruits. *Egyptian Journal of Radiation Sciences and Applications.* 32(1): 61-73.

[26]. Seung Gon Wi, Byung Yeoup Chung, Jae-Sung Kim, Jin-Hong Kim, Myung-Hwa Baek, Ju-Woon Lee & Yoon Soo Kim (2007). Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. *Micron.* 38(6): 553-564.

[27]. MS Afrin, MA Kabir & MS Alam (2019). Effect of gamma radiation on the growth, yield and quality of four onion accessions. *J Agric Vet Sci.* 12(8): 68-78.

[28]. Füsün Gülser (2005). Effects of ammonium sulphate and urea on NO<sub>3</sub> and NO<sub>2</sub> accumulation, nutrient contents and yield criteria in spinach. *Scientia Horticulturae.* 106(3): 330-340.

[29]. L Karic, S Vukasinovic & D Znidarcic (2005). Response of leek (*Allium porrum* L.) to different levels of nitrogen dose under agro-climate conditions of Bosnia and Herzegovina. *Acta Agric. Slovenica.* 85: 219-226.

[30]. JT Ayodele, OA Alao & TO Olagbemiro (2000). The chemical composition of *Sterculia setigera*. *Nigerian Journal of Animal Science.* 3(2).

[31]. Maryam Boroujerdnia & Naser Alemzadeh Ansari (2007). Effect of different levels of nitrogen fertilizer and cultivars on growth, yield and yield components of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology.* 1(2): 47-53.

[32]. MSI Khan, SS Roy & KK Pall (2010). Nitrogen and phosphorus efficiency on the growth and yield attributes of capsicum. *Academic journal of plant Sciences.* 3(2): 71-78.

[33]. BL Kaul & BL Bradu (1971). Studies on the induced mutations in medicinal plants. *Planta medica.* 20(05): 205-210.

[34]. K Suhas, VK Deshmukh & AN Saoji (1975). Stimulating effect of gamma radiation on growth of senna (*Cassia angustifolia* Vahl.).

[35]. M. A. Pitirmovae (1979). Effect of Gamma Rays and Mutagens on Barley Seeds. *Fiziol. Res.* 6: 127-131.

[36]. AK Manchanda & B Singh (1988). Effect of plant density and nitrogen on growth and fruit yield of bell pepper. *Indian J. Agric.* 33: 445-447.

[37]. Kirti Singh & Sudesh Kumar (1969). Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.).

[38]. Jean-Marie Kinet (2018). *The Physiology of Flowering: Volume III: The Development of Flowers.* CRC press.

[39]. NE Jan, IA Khan, Sher Ahmed Sher Ahmed, Shafiullah Shafiullah & Rash Khan Rash Khan (2006). Evaluation of optimum dose of fertilizer and plant spacing for sweet peppers cultivation in Northern Areas of Pakistan.

[40]. V Shukla & LB Naik (1993). Agro-techniques for solanaceous vegetables. *Advances in horticulture.*

[41]. P. S. A. S. C. B. T. M. a. M. R. Kumar MHD (2010). Yield and quality of chilli as influenced by primary and secondary nutrients. *Journal of Agriculture Science.* 22: 1090-1092.

[42]. SS Roy, MSI Khan & KKKK Pall (2011). Nitrogen and phosphorus efficiency on the fruit size and yield of capsicum. *Journal of experimental sciences.* 2(1).

[43]. Nguyễn Thị Quý Mùi (2001). *Phân bón và cách sử dụng.* NXB Nông nghiệp.

[44]. WB Akanbi, AO Togun, OA Olaniran, JO Akinfasoye & FM Tairu (2007). Physico-chemical properties of egg plant (*Solanum melongena* L.) fruit in response to nitrogen fertilizer and fruit size.

[45]. K Sundaravadivelu, P Ranjithselvi & VRK Reddy (2006). Induced genetic variability in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for yield and its components.

[46]. Ana Garcés-Claver, María S Arnedo-Andrés, Javier Abadía, Ramiro Gil-Ortega & Ana Álvarez-Fernández (2006). Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in Capsicum fruits by liquid chromatography electrospray/time-of-flight mass spectrometry. *Journal of agricultural and food chemistry.* 54(25): 9303-9311.

[47]. N Sukrasno & MM Yeoman (1993). Phenylpropanoid metabolism during growth and development of Capsicum frutescens fruits.

[48]. Peter L. Lorio (1986). Growth-differentiation balance: A basis for understanding southern pine beetle-tree interactions. *Forest Ecology and Management.* 14(4): 259-273.