

ỨNG DỤNG CHIẾU XẠ TIA GAMMA TRONG NGHIÊN CỨU VÀ CẢI TIẾN GIỐNG ĐẬU TƯƠNG

Đinh Thị Thu Lê¹, Bùi Thị Hải Hòa¹

Email: thulecnsh@hou.edu.vn

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 04/04/2025

Ngày phản biện đánh giá: 06/10/2025

Ngày bài báo được duyệt đăng: 23/10/2025

DOI: 10.59266/houjs.2025.847

Tóm tắt: Đậu tương là một trong những cây lương thực quan trọng, cung cấp nhiều dưỡng chất thiết yếu cho con người và vật nuôi. Tuy nhiên, diện tích trồng cây đậu tương đang ngày càng thu hẹp và năng suất có xu hướng giảm do kỹ thuật canh tác còn hạn chế, cùng với tác động của sâu bệnh và hạn hán. Trong bối cảnh đó, việc ứng dụng bức xạ hạt nhân để chọn giống đột biến trở nên cấp thiết. Phương pháp đột biến, đặc biệt là đột biến bằng chiếu xạ tia gamma Co^{60} , đã được chứng minh là một giải pháp hiệu quả trong cải tiến giống đậu tương.

Từ khóa: cây đậu tương, cây đậu tương biến dị, chiếu xạ tia gamma

I. Đặt vấn đề

Đậu tương (*Glycine max* (L.) Merrill) là cây trồng ngắn ngày đem lại giá trị kinh tế và dinh dưỡng cao, cung cấp các dưỡng chất thiết yếu cho con người và vật nuôi. Hệ rễ đậu tương chứa nhiều nốt sần cố định đạm, góp phần cải tạo đất và bảo vệ môi trường. Ở Việt Nam, đây là cây thực phẩm truyền thống và quan trọng.

Tuy nhiên, theo số liệu của Tổng cục Thống kê và Bộ Nông nghiệp & Phát triển nông thôn, giai đoạn 2010-2022, diện tích trồng đậu tương trong nước biến động và có xu hướng giảm; năm 2022, Việt Nam nhập khẩu khoảng 1,84 triệu tấn đậu tương (Tổng cục Hải quan). Năng suất và diện tích trồng bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi

kỹ thuật canh tác còn hạn chế, sâu bệnh, hạn hán và thiếu chủ động nguồn nước.

Để khắc phục, ứng dụng bức xạ hạt nhân trong chọn giống đột biến đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới và ở Việt Nam. Đặc biệt, đột biến bằng chiếu xạ tia gamma Co^{60} được chứng minh là phương pháp hiệu quả trong cải tiến giống đậu tương.

II. Cơ chế tác động của tia gamma lên thực vật

2.1. Tác động sinh học của tia gamma

Tia gamma là dạng bức xạ điện từ có năng lượng cao, bước sóng ngắn ($<0,1$ nm) và khả năng xuyên thấu mạnh, cho phép tác động trực tiếp đến mô thực vật và gây đột biến gen (Wi & cộng sự, 2007).

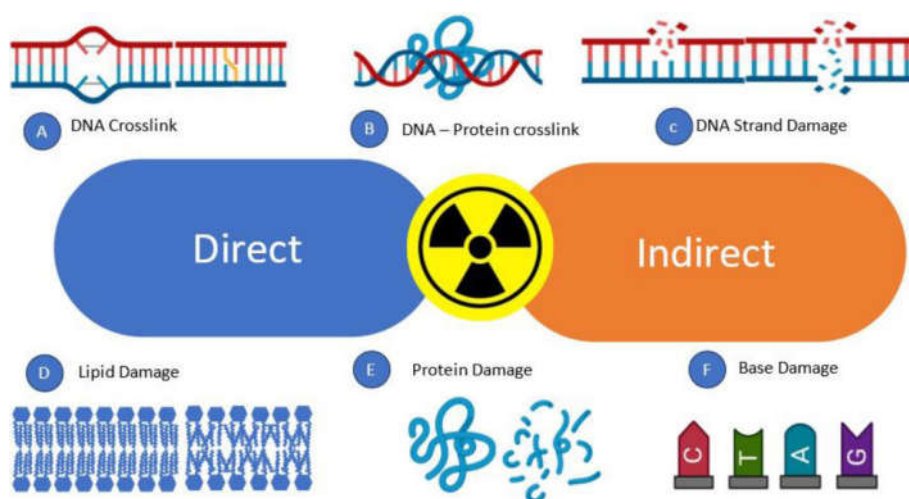
¹ Trường Đại học Mở Hà Nội

Hiệu ứng sinh học của tia gamma phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nguồn, loại bức xạ, liều chiếu, liều hấp thụ và độ nhạy cảm của mô hoặc cơ quan. Trên thế giới, tia gamma đã được ứng dụng thành công trong cải tiến giống ở nhiều loài cây trồng, tạo ra những biến dị di truyền ưu việt mà phương pháp lai tạo truyền thống khó đạt được (Oladosu & cộng sự, 2016). Trong số các dạng bức xạ ion hóa (IR) như tia X, hạt alpha, hạt beta, proton và neutron, tia gamma đặc biệt nổi bật nhờ năng lượng cao và khả năng xuyên sâu, trở thành công cụ quan trọng trong nghiên cứu và ứng dụng nông nghiệp (FAO/IAEA, 2020).

Bằng chiếu xạ có kiểm soát, các nhà nghiên cứu có thể khởi tạo nhiều biến đổi trong vật liệu di truyền, hình thành phổ đột biến đa dạng, từ đó chọn lọc các đặc điểm có lợi như tăng năng suất, cải thiện khả năng chống chịu với stress sinh học và phi sinh học, hay nâng cao giá trị dinh dưỡng (Mba & Shu, 2012). Tia gamma vì thế được kỳ vọng sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển các giống cây trồng thích ứng tốt và giàu dinh dưỡng cho tương lai.

Tác động của IR đối với tế bào thể hiện ở hai cơ chế: trực tiếp và gián tiếp. Trực tiếp, năng lượng bức xạ tác động lên DNA, gây ion hóa, phá vỡ liên kết phosphodiester và làm xuất hiện tổn thương như đứt gãy chuỗi đơn (SSB) hoặc chuỗi đôi (DSB) - các dạng tổn thương nghiêm trọng ảnh hưởng đến cấu trúc chromatin, quá trình phiên mã và sao chép (Manova & Gruszka, 2015). Gián tiếp, trong môi trường tế bào giàu nước, IR gây phân giải phóng xạ nước, tạo ra các loài oxy phản ứng (ROS) và gốc tự do. ROS có thể oxy hóa DNA, biến đổi axit amin, phân mảnh protein và peroxy hóa lipid, dẫn đến rối loạn cân bằng nội môi và chết tế bào. Đặc biệt, gốc hydroxyl có hoạt tính cao gây tổn thương nghiêm trọng cho nhiều phân tử sinh học (Caplin & Willey, 2018).

Mặc dù ROS do IR tạo ra thường gây hại, chúng cũng đóng vai trò tín hiệu điều hòa các quá trình sinh trưởng, phản ứng stress và phát triển của thực vật. Tuy nhiên, sự mất cân bằng giữa tạo và loại bỏ ROS dưới tác động của IR có thể phá vỡ hệ thống bảo vệ của tế bào, góp phần gây suy giảm chức năng sinh lý và tổn thương mô (Tan & cộng sự, 2023).



Hình 1. Tác động của việc tiếp xúc với bức xạ ion hóa (IR): gây tổn thương trực tiếp và gián tiếp đến tế bào sống

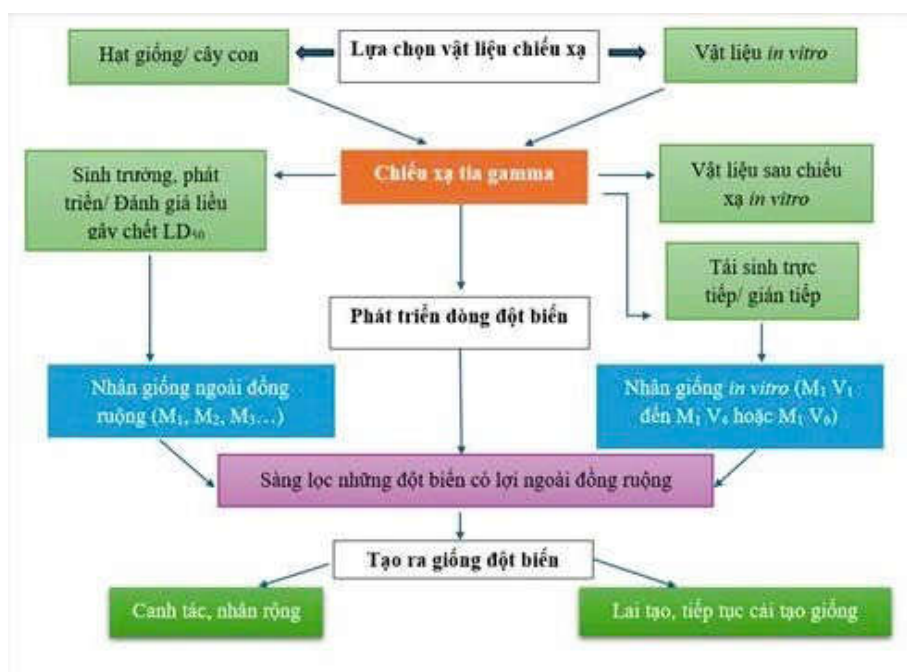
(Bharath & cộng sự, 2024)

Tiếp xúc với IR có thể gây tổn thương trực tiếp hoặc gián tiếp đến chromatin, phức hợp của DNA và protein bên trong tế bào. Các gốc protein và DNA không ổn định có thể tái hợp và hình thành liên kết cộng hóa trị, dẫn đến liên kết chéo nội hoặc liên chuỗi DNA, hoặc liên kết chéo DNA-protein. Các liên kết chéo này ngăn cản sự tách chuỗi DNA, cản trở cân bằng nội môi tế bào và tính toàn vẹn của bộ gen bằng cách ngăn chặn phiên mã và sao chép. Quá trình sửa chữa các liên kết chéo giữa các chuỗi cũng có thể tạo ra các DSB bổ sung (Le, 2011). Tiếp xúc với IR có thể gây tổn thương DNA trực tiếp, tổn thương bào quan và phá vỡ các quá trình thiết yếu của tế bào, cũng như tổn thương gián tiếp thông qua ROS và stress oxy hóa (Nakano & cộng sự, 2017). Sự cân bằng tinh tế giữa tín hiệu ROS và tổn thương tế bào bị nhiễu loạn khi tiếp xúc với IR, dẫn đến những tác động có hại đến chức năng

tế bào và trong trường hợp cực đoan, tế bào có thể chết.

Trong lai tạo đột biến thực vật, nguồn chính gây đột biến thực vật bằng bức xạ gamma là các đồng vị phóng xạ, cụ thể là Coban-60 (Co-60) và Cesium-137 (Cs-137). Các nguồn phóng xạ nhân tạo này phát ra tia gamma năng lượng cao trong quá trình phân rã phóng xạ của chúng và thường được sử dụng trong các cơ sở chiếu xạ gamma. Coban-60 được sử dụng rộng rãi trong các cơ sở chiếu xạ gamma cho nhiều ứng dụng khác nhau, bao gồm lai tạo đột biến thực vật (Mba & Shu, 2012). Coban-60 có chu kỳ bán rã khoảng 5,27 năm, khiến nó trở thành nguồn bức xạ gamma ổn định và đáng tin cậy. Cesium-137 là một đồng vị phóng xạ nhân tạo khác được sử dụng để chiếu xạ tia gamma trong lai tạo đột biến thực vật. Cesium-137 có chu kỳ bán rã dài hơn, khoảng 30,17 năm, và cung cấp nguồn bức xạ gamma ổn định và lâu dài (Beyaz & Yildiz, 2017).

2.2. Cơ chế gây đột biến ở thực vật của tia gamma



Hình 2. Sơ đồ các bước liên quan đến quá trình đột biến và phát triển đột biến do bức xạ gamma gây ra

(Bharath & cộng sự, 2024)

Bức xạ gamma ảnh hưởng đến thực vật ở nhiều mức độ, phụ thuộc vào liều chiếu, thời gian tiếp xúc và loài. Nhiều nghiên cứu đã khảo sát tác động của bức xạ gamma đối với sự nảy mầm, sinh trưởng, phát triển và các đặc tính sinh hóa của các cây trồng như ngô, hoa tulip, lúa mì và lúa. Quy trình tạo và phát triển đột biến bằng phương pháp thông thường hoặc nuôi cấy mô thường bắt đầu bằng việc chiếu xạ hạt giống, vật liệu sinh dưỡng hoặc mẫu nuôi cấy *in vitro* với liều gamma thích hợp. Quần thể thu được sau chiếu xạ tiếp tục được nhân qua các thế hệ hạt giống hoặc chu kỳ nuôi cấy mô. Tùy thuộc vào loài, bộ gen và tính trạng mục tiêu, quá trình sàng lọc thường diễn ra từ thế hệ M3 trở đi (đặc biệt trong nuôi cấy *in vitro*). Các đột biến ưu việt có thể được khai thác trực tiếp làm giống mới hoặc sử dụng làm nguồn vật liệu lai tạo nhằm phát triển các giống cải tiến.

Bức xạ gamma có khả năng gây ra các đột biến có lợi ở thực vật, tạo ra những biến đổi đáng kể về sinh trưởng, phát triển và các đặc tính sinh lý. Tuy nhiên, liều chiếu cao có thể gây ức chế hoặc làm tổn hại nghiêm trọng đến quá trình sinh trưởng và phát triển

Ngoài ra, chiếu xạ gamma có thể gây biến đổi cấu trúc của lục lạp, ty thể và lưới nội chất, đồng thời kích thích sự tích lũy hydrogen peroxide (H_2O_2) và thay đổi sự phân bố của enzyme peroxidase (POD) trong các mô khác nhau (Wi & cộng sự, 2007). Do đó, tác động của bức xạ gamma cần được đánh giá cẩn trọng dựa trên các yếu tố như liều chiếu, thời gian tiếp xúc và đặc điểm sinh học của loài. Trong bối cảnh này, lai tạo đột biến bằng bức xạ gamma được xem là một công cụ tiềm năng và hiệu quả trong các chương trình cải tiến và chọn giống cây trồng (Mba & Shu, 2012).

2.3. Độ nhạy bức xạ ở thực vật

Độ nhạy cảm của thực vật đối với bức xạ là một hiện tượng phức tạp, chịu

ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố. Sự khác biệt đáng kể có thể xuất hiện không chỉ giữa các loài mà còn trong cùng một giống, chịu tác động của các yếu tố như kích thước bộ gen, hàm lượng DNA, hàm lượng nước và loại cơ quan thực vật (Wi và cộng sự, 2007). Pha chu kỳ tế bào, đặc biệt là pha S - khi hàm lượng DNA tăng và cấu trúc nhiễm sắc thể mở - làm tăng đáng kể mức độ nhạy cảm với bức xạ ion hóa (Duarte & cộng sự, 2023).

Tổn thương DNA do bức xạ chủ yếu bắt nguồn từ sự hình thành các gốc tự do, đặc biệt là gốc hydroxyl, thông qua phản ứng giữa bức xạ và phân tử nước. Paradoxically, hạt khô với hàm lượng nước thấp lại thể hiện khả năng chống chịu bức xạ cao hơn, do hạn chế sự hình thành gốc tự do (Garas'kin, 2024).

Hiểu rõ cơ chế và yếu tố chi phối độ nhạy cảm này đóng vai trò then chốt trong việc tối ưu hóa ứng dụng chiếu xạ gamma và các kỹ thuật tương tự trong chọn giống đột biến, góp phần cải thiện hiệu quả và độ chính xác của chương trình lai tạo thực vật (Kaur & cộng sự, 2021).

III. Những ưu điểm của chiếu xạ tia gamma trên thực vật

Đột biến cảm ứng bằng tia gamma sở hữu một số ưu điểm vượt trội so với các tác nhân gây đột biến hóa học và các dạng tác nhân gây đột biến khác. Các ưu điểm này bao gồm khả năng cảm ứng đột biến với tần số cao, phổ biến đổi di truyền rộng, khả năng thâm nhập mạnh vào mô thực vật và cơ chế gây đột biến có độ chính xác cao. Nhờ đó, phương pháp này được xem là lựa chọn ưu tiên để tạo ra các biến dị di truyền, dẫn đến những thay đổi kiểu hình và cải thiện các đặc tính nông học mong muốn (Kharkwal, 2023).

Đột biến cảm ứng, kết hợp với lai tạo, là những phương pháp quan trọng và mang tính bổ trợ đối với các nhà chọn giống cây

trồng nhằm nâng cao năng suất, cũng như tạo ra sự biến đổi di truyền ở các đặc điểm mong muốn của từng loài cây trồng cụ thể. So với kỹ thuật chuyển gen dựa trên thao tác di truyền, phương pháp gây đột biến bằng tia gamma không đòi hỏi việc đưa các gen ngoại lai từ loài thực vật khác vào hệ gen, do đó tránh được các mối quan ngại liên quan đến môi trường và an toàn sinh học.

IV. So sánh phương pháp gây đột biến bằng chiếu xạ tia Gamma và bằng tác nhân hóa học

Trong chọn giống đột biến cây trồng, hai nhóm tác nhân chính được sử dụng là vật lý (tia gamma, tia X) và hóa học (phổ biến là Ethyl methanesulfonate - EMS). Mỗi nhóm có những ưu và nhược điểm riêng dựa trên cơ chế tác động và hiệu quả sinh học.

• **Cơ chế tác động:** Tia gamma gây ra các tổn thương ở quy mô lớn như đứt gãy sợi DNA và tái sắp xếp cấu trúc nhiễm sắc thể (mất đoạn, chuyển đoạn). Ngược lại, EMS chủ yếu gây ra các đột biến điểm, tức là thay thế một cặp base nucleotide bằng một cặp khác, ít khi gây ra các tổn thương lớn ở cấp độ nhiễm sắc thể (Winkler & cộng sự, 2023)

• **Hiệu quả và hiệu suất:** “Hiệu quả” được định nghĩa là tần số đột biến tạo ra trên một đơn vị liều lượng. Nhiều nghiên cứu cho thấy EMS thường có hiệu quả cao hơn tia gamma, tức là tạo ra nhiều đột biến hơn ở cùng một mức độ xử lý. Tuy nhiên, «hiệu suất» lại là tỷ lệ giữa các đột biến mong muốn và các tổn thương không mong muốn (như gây chết, bất dục). Về mặt này, tia gamma có thể tỏ ra hiệu suất hơn trong một số trường hợp, tạo ra phổ đột biến rộng và tỷ lệ đột biến có lợi cao hơn so với mức độ tổn thương chung (Ramadhani & cộng sự, 2024)

• **An toàn và ứng dụng:** Đây là điểm khác biệt lớn. Các hóa chất như EMS rất độc hại, đòi hỏi quy trình xử lý, bảo quản và

thải bỏ nghiêm ngặt để đảm bảo an toàn cho người thực hiện và môi trường. Trong khi đó, chiếu xạ gamma được thực hiện trong các cơ sở được kiểm soát chặt chẽ, không để lại dư lượng hóa chất trên mẫu vật, do đó được coi là an toàn và thân thiện với môi trường hơn (Ambreena & cộng sự, 2023).

V. Ứng dụng chiếu xạ tia gamma lên cây đậu tương ở Việt Nam

Tại Việt Nam, các giống lúa và đậu tương đột biến đã mang lại tác động kinh tế - xã hội đáng kể. Hơn 4 triệu nông dân đang canh tác các giống lúa đột biến, trong khi các giống đậu tương đột biến chiếm khoảng 50% diện tích gieo trồng. Điều này phản ánh vai trò quan trọng của công nghệ đột biến trong đảm bảo an ninh lương thực, đồng thời đáp ứng nhu cầu nâng cao năng suất và chất lượng dinh dưỡng trong bối cảnh áp lực môi trường gia tăng (Phạm & cộng sự, 2019). Sự phát triển của công nghệ giải trình tự thế hệ mới (NGS) đã mở ra khả năng phân tích toàn bộ hệ gen nhằm đánh giá bản chất và cơ chế gây đột biến của tia gamma, từ đó tối ưu hóa quá trình chọn lọc (Lê & cộng sự, 2015).

Trong nghiên cứu trên giống đậu tương, Lê Đức Thảo và cộng sự ghi nhận rằng chiếu xạ tia gamma gây ra phổ biến dị kiểu hình rộng nhất ở liều 200 Gy, với tần số biến dị cao nhất đạt 58,5% ở 250 Gy. Các liều 150, 200 và 250 Gy tạo ra nhiều dòng đột biến có giá trị cho chọn giống, trong khi liều tới hạn là 300 Gy (Lê & cộng sự, 2015). Tương tự, tia gamma từ Co^{60} cũng được chứng minh gây biến dị kiểu hình đa dạng trên giống DT2008, với phổ biến dị rộng ở 200-250 Gy và tăng tỷ lệ biến dị theo mức liều (Lê & cộng sự, 2019).

Ngoài ra, Phạm và cộng sự (2019) đã ứng dụng chiếu xạ gamma (Co^{60}) ở liều 25 Gy và 50 Gy để rút ngắn thời gian sinh trưởng của giống DT2008, tạo vật liệu mới. Đến thế hệ M7, đã chọn được 10 dòng triển vọng phục vụ chọn tạo giống mới.

VI. Kết luận và triển vọng

Tóm lại, việc ứng dụng chiếu xạ tia gamma để tạo đột biến gen là một giải pháp then chốt nhằm giải quyết các thách thức về an ninh lương thực và tính bền vững của nông nghiệp. Bức xạ ion hóa, cụ thể là tia gamma, đã tạo ra một sự thay đổi mô hình trong các chiến lược lai tạo và cải tiến giống đậu tương.

Triển vọng của phương pháp này là rất lớn. Khi kết hợp kỹ thuật chiếu xạ tia gamma với các biện pháp chọn tạo giống hiện đại (như chọn lọc phân tử hoặc chỉnh sửa gen), chúng ta có thể đẩy nhanh đáng kể quá trình phát triển các giống đậu tương siêu việt. Điều này hứa hẹn sẽ đảm bảo nguồn cung cấp protein thực vật bền vững và cải thiện sinh kế cho người nông dân trên toàn thế giới.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Ambreena, D., Zahoor, A. Q., Muneeb, A. W., Sajid, A. M., Sajad, M. Z., Neelofar, B., Imtiyaz, T. N. (2023). Comparative analysis of physical and chemical mutagenesis in chrysanthemum cv. 'candid': Assessing Genetic Variation and Breeding Potential. *ACS Omega*, 8(46), 43836-43849.
- [2]. Beyaz, R., & Yildiz, M. (2017). The use of gamma irradiation in plant mutation breeding. *Plant Engineering*, 17, 32-43.
- [3]. Bharath, R. A., Prathmesh, S. P., Sarsu, F., & Suprasanna, P. (2024). Induced mutagenesis using gamma rays: Biological features and applications in crop improvement. *Plant Genetics and Mutation Breeding, OBM Genetics*, 8(2).
- [4]. Caplin, N., & Willey, N. (2018). Ionizing radiation, higher plants, and radioprotection: From acute high doses to chronic low doses. *Frontiers in Plant Science*, 9, 847.
- [5]. Duarte, G. T., Volkova, P. Y., Fiengo, P. F., & Horemans, N. (2023). Chronic ionizing radiation of plants: An evolutionary factor from direct damage to non-target effects. *Plants*, 12, 1178.
- [6]. FAO/IAEA. (2020). Social and economic impact assessment of mutation breeding in crops of the RCA programme in Asia and the Pacific [Internet]. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency (IAEA); 2020. Available from: <https://www.iaea.org/sites/default/files/20/11/social-and-economic-impact-assessment-of-mutation-breeding-in-crops-of-the-rca-programme-in-asia-and-the-pacific.pdf>.
- [7]. Geras'kin, S. (2024). Plant adaptation to ionizing radiation: Mechanisms and patterns. *Science of the Total Environment*, 916, 170201.
- [8]. Kaur, S., Vian, A., Chandel, S., Singh, H. P., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2021). Sensitivity of plants to high frequency electromagnetic radiation: Cellular mechanisms and morphological changes. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 20, 55-74.
- [9]. Kharkwal, M. C. (2023). History of plant mutation breeding and global impact of mutant varieties. In *Mutation breeding for sustainable food production and climate resilience* (pp. 25-55). Springer Nature Singapore.
- [10]. Le, C. S. (2011). Water radiolysis: Influence of oxide surfaces on H₂ production under ionizing radiation. *Water*, 3, 235-253.
- [11]. Lê, D. T., Phạm, T. B. C., & Nguyễn, V. M. (2015). Ảnh hưởng của liều lượng chiếu xạ tia gamma Co₆₀ đến khả năng tạo biến dị có lợi của giống đậu tương DT2012. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, (12), 109.
- [12]. Lê, D. T., Phạm, T. B. C., & Nguyễn, V. M. (2019). Ảnh hưởng của chiếu xạ tia gamma (Co₆₀) đến khả năng tạo biến dị của giống đậu tương DT2012. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, (2) 9.
- [13]. Manova, V., & Gruszka, D. (2015). DNA damage and repair in plants-from models to crops. *Front Plant Sci*, 6, 885.
- [14]. Mba, C., & Shu, Q. Y. (2012). Gamma irradiation. In: *Plant mutation breeding and biotechnology*. Warlingford, UK: CABI; 2012. pp. 91-98.

- [15]. Nakano, T., Xu, X., Salem, A. M., Shoukamy, M. I., & Ide, H. (2017). Radiation-induced DNA-protein cross-links: Mechanisms and biological significance. *Free Radic Biol Med*, 107, 136-145.
- [16]. Oladosu, Y., Rafii, M. Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., & Rahim, H. A. (2016). Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: A review. *Biotechnol Biotechnol Equip*, 30, 1-16.
- [17]. Phạm, T. B. C., Nguyễn, V. M., Lê, D. T., Lê, T. A. H., & Phạm, T. X. (2019). Nghiên cứu cải tiến giống đậu tương DT2008 bằng chiếu xạ tia gamma (Co⁶⁰) trên hạt nảy mầm. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, (5) 102.
- [18]. Ramadhani, A., Warid, Q., Meddy, R., Farida, D., Suseno, A., & Rommy, Z. I. (2024). Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Gamma-rays Treatment on Adlay (*Coix lacryma-jobi* L.). *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 13(4), 683-688.
- [19]. Tan, Y., Duan, Y., Chi, Q., Wang, R., Yin, Y., Cui, D., Li, S., Wang, A., Ma, R., & Li, B. (2023). The role of reactive oxygen species in plant response to radiation. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 3346.
- [20]. Wi, S. G., Chung, B. Y., Kim, J. S., Kim, J. H., Baek, M. H., & Lee, J. W. (2007). Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. *Micron*, 38, 553-564.
- [21]. Winkler, H. M., Cereijo, A. E., Scarpin, G. J., Dileo, P. N., Muchut, R. J., Roeschlin, R. A., Lorenzini, F. G., Paytas, M. J., Landau, A. M. (2023). Phenotypic effects of different doses of physical and chemical mutagens in cotton plants. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 49 (2), 71-84.

APPLICATION OF GAMMA IRRADIATION IN SOYBEAN RESEARCH AND VARIETY IMPROVEMENT

Dinh Thi Thu Le², Bui Thi Hai Hoa²

Abstract: Soybean (*Glycine max*) is an important food crop that provides essential nutrients for both humans and animals. However, its cultivation area is decreasing, and yields are declining due to suboptimal farming techniques, pest infestations, and drought. The application of nuclear radiation in mutation breeding has become increasingly critical. Among mutation breeding methods, gamma irradiation using Co-60 has proven to be an effective approach for improving soybean varieties.

Keywords: soybean, mutant soybean, gamma irradiation

² Hanoi Open University