

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT

LÊ ĐOÀN ĐÌNH ĐỨC

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BỨC XẠ TIA X
VÀ GAMMA NĂNG LƯỢNG THẤP ĐỐI VỚI
QUÁ TRÌNH CHIẾU XẠ BẢO QUẢN
KHOAI TÂY VÀ DẦU TÂY TẠI ĐÀ LẠT

Chuyên ngành: Vật lý kỹ thuật
Mã số: 9 52 04 01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ NGÀNH VẬT LÝ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS. TS. NGUYỄN AN SƠN
2. TS. LÊ NGỌC TRIỆU

Lâm Đồng, năm 2025

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Khoai tây và đậu tây được trồng rộng rãi và là loại cây trồng phổ biến tại Đà Lạt, Lâm Đồng cũng như một số vùng cận nhiệt đới trên thế giới. Các sản phẩm nông nghiệp luôn đối mặt với thực trạng được mùa mất giá, đây chính là vấn đề nan giải của ngành nông nghiệp của nước ta. Một phương pháp mang tính hiện đại và được nhiều nước phát triển áp dụng là dùng kỹ thuật chiếu xạ trong bảo quản thực phẩm.

Định hướng phát triển thành phố Đà Lạt trở thành thành phố sáng tạo âm nhạc, thành phố du lịch, kết hợp với sản xuất nông nghiệp công nghệ cao dựa trên điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng phù hợp với nhiều loại nông sản nhiệt đới đến cận nhiệt đới. Chính vì vậy, Khoai tây và đậu tây là những loại nông sản đặc sản được lựa chọn để nghiên cứu nhằm kéo dài thời gian bảo quản, mang lại hiệu quả kinh tế cho thành phố. Để mang lại hiệu quả cao hơn trong bảo quản hai loại nông sản trên, đề tài: *“Đánh giá tác động của tia X và Gamma năng lượng thấp đối với quá trình chiếu xạ bảo quản khoai tây và đậu tây tại Đà Lạt”* đã được NCS lựa chọn.

2. Mục đích nghiên cứu của luận án

Nội dung của luận án được xây dựng trên những mục đích chính sau:

- Khảo sát bất hoạt vi sinh vật trên khoai tây và đậu tây được chiếu xạ tia X với các liều chiếu và suất liều chiếu khác nhau.
- Đánh giá biến động di truyền (DNA) của khoai tây và đậu tây bằng chiếu xạ tia X sử dụng ba kỹ thuật CDBP, SCoT và RAPD từ các mẫu khảo sát.
- Đánh giá thời gian bảo quản của khoai tây và đậu tây được chiếu xạ tia X và tia gamma.
- Khảo sát biến động hoá lý trong thời gian bảo quản của khoai tây và đậu tây được chiếu xạ tia X và tia gamma.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Củ khoai tây Utatlan (chủng giống 07) trồng tại thành phố Đà Lạt.
- Quả dâu tây Albion trồng tại thành phố Đà Lạt.
- Máy phát tia X năng lượng thấp và nguồn đồng vị ^{60}Co .

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Ý nghĩa khoa học

- Đã xác định được ảnh hưởng phối hợp của các liều và suất liều chiếu xạ tia X năng lượng thấp lên mức độ ức chế vi sinh vật ngay sau khi chiếu xạ đối và trong các mốc thời gian của quá trình bảo quản sau chiếu xạ đối với khoai tây.

- Kết quả nghiên cứu xác định ảnh hưởng phối hợp của các liều và suất liều khác nhau của tia X năng lượng thấp lên mức độ ức chế vi sinh vật ngay sau khi chiếu xạ đối với dâu tây và trong các mốc thời gian của quá trình bảo quản sau chiếu xạ đối với dâu tây

- Đã chỉ ra ảnh hưởng của các liều và suất liều khác nhau của tia X năng lượng thấp lên sự biến động di truyền của mẫu dâu tây và khoai tây.

- Đã so sánh được ảnh hưởng của tia gamma và tia X lên thời gian bảo quản khoai tây và dâu tây ở cùng liều và suất liều chiếu.

Ý nghĩa thực tiễn

Luận án đã chỉ ra rằng, việc chiếu xạ tia X và tia gamma không chỉ có tác dụng tiêu diệt hay ức chế các vi sinh vật có hại trong thực phẩm nói chung, khoai tây và dâu tây nói riêng, mà còn làm ức chế quá trình hô hấp của chúng, giúp cho quá trình bảo quản được lâu hơn và giảm nguy cơ bệnh tật do chúng gây ra. Phương pháp chiếu xạ tia X và tia gamma có thể áp dụng một cách hiệu quả trong các quy trình bảo quản nông sản.

5. Tính mới của luận án

- Lần đầu tiên sử dụng tia X năng lượng thấp để bảo quản khoai tây và dâu tây tại Việt Nam.

- Luận án đã đề xuất phương thức chiếu xạ tia X năng lượng

thấp cho quá trình bảo quản khoai tây và đậu tây, và phân tích các chỉ tiêu hoá lý theo thời gian bảo quản.

6. Một số kết quả của luận án

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng tiêu diệt khuẩn lạc vi sinh vật của bức xạ gamma cao hơn tia X năng lượng thấp ở cùng liều chiếu trên khoai tây, nhưng với đậu tây thì mức độ chênh lệch này là không đáng kể.

Mẫu đối chứng đã mọc mầm từ tháng thứ 2, tuy nhiên với khoai tây chiếu xạ tia X có thể bảo quản được đến tháng thứ 6, trong khi đó khoai tây chiếu xạ bởi gamma thì có thể bảo quản đến tháng thứ 7. So sánh trường hợp bảo quản khoai tây bằng tia X với cùng liều chiếu 1.000 Gy, thì khoai tây chiếu xạ bằng tia gamma ít bị nhăn nheo hơn, tức là dấu hiệu mất nước và bị thay đổi ít hơn trường hợp chiếu xạ bằng tia X

Bằng việc chiếu xạ tia X và tia gamma ở cùng liều chiếu 1000 Gy, thời gian bảo quản đậu tây đã tăng từ 3 ngày (đậu không chiếu xạ) lên đến 12 ngày (đậu tây chiếu xạ liều chiếu 1.000 Gy).

Ngoài các kết quả đã được trình bày trong nội dung luận án, kết quả nghiên cứu cũng đã đăng tải 04 công trình công bố liên quan trực tiếp đến nội dung luận án, trong đó có 03 bài báo là tác giả chính ở tạp chí quốc tế và trong nước, 01 công bố quốc tế được xếp hạng Q1; đồng thời còn có đăng tải một số công trình khác liên quan đến luận án.

Chương 1. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN NÔNG SẢN BẰNG BỨC XẠ

1.1. Vai trò của khoai tây và đậu tây trong chuỗi nông sản và quá trình thay đổi của chúng sau thu hoạch

1.1.1. Vai trò của khoai tây

Khoai tây là một trong những loài cây lương thực chính của Thế giới, xếp thứ tư sau lúa mì, gạo và ngô. Số liệu thống kê của Tổ chức Nông nghiệp và Lương thực Thế giới (FAOSTAT, 2016) cho thấy khoai tây được trồng phổ biến khắp các Châu lục với khoảng 160 quốc gia và vùng lãnh thổ.

Tại Việt Nam, trong những năm 1961 - 1963 diện tích khoai tây có khoảng 3.000 ha, giai đoạn từ năm 1991 - 1993 tăng lên 29.000 ha nhưng sau đó có xu hướng giảm đi. Hiện nay, ở nước ta khoai tây chỉ được sử dụng để làm thực phẩm trực tiếp cho con người trong vai trò là một loại rau củ sạch trên thị trường, và dùng để làm nguyên liệu cho việc chế biến các sản phẩm như Snack khoai tây, khoai tây chiên đóng hộp,...

1.1.2. Vai trò của đậu tây

Đậu tây được xem là cây nông nghiệp được trồng phổ biến khoảng hơn 76 quốc gia (Timo et al, 2018), với diện tích và sản lượng ngày càng tăng, đạt khoảng 360.000 ha với sản lượng 7.739.000 tấn vào năm 2013. Ở Việt Nam, đậu tây được trồng chủ yếu tại Đà Lạt và một số ít diện tích tại các địa phương như Sa Pa (Lào Cai), Mộc Châu (Sơn La) và tỉnh Hưng Yên. Theo điều tra của Chi cục Bảo vệ thực vật Lâm Đồng, tính đến tháng 5/2021 diện tích đậu tây được trồng 80 ha, trong đó tại thành phố Đà Lạt (60 ha) và huyện Lạc Dương (20 ha). Giống đậu tây chủ yếu được trồng là giống Mỹ Đá, Mỹ Đá lai, Albion ngoài ra còn một số giống khác: Langbian, Mỹ thơm, Pháp, Newzeland,...

1.2. Vấn đề bảo quản nông sản

1.2.2. Phương pháp bảo quản nông sản bằng chiếu xạ

1.2.2.1. Ứng dụng bức xạ trong bảo quản nông sản trên Thế giới

Các kỹ thuật chiếu xạ thực phẩm đã được phát triển từ cuối thế kỷ 19 (Diehl, 1990; Schwimmer và cộng sự, 1957). Chiếu xạ được coi là phương pháp an toàn để khử trùng, diệt khuẩn và bảo quản thực phẩm mà không tạo ra các chất hoặc bức xạ có hại khi áp dụng liều lượng thích hợp (Farkas, 2004). Chiếu xạ thực phẩm lần đầu tiên được sử dụng thương mại vào những năm 1950 và đã được chấp nhận ở nhiều quốc gia trên Thế giới (Schwimmer và cộng sự, 1957). Trong những năm gần đây, việc áp dụng bức xạ ion hóa để xử lý nông sản tươi nhằm mục đích ngăn ngừa sự lây lan của các tác nhân gây bệnh như sâu bệnh và vi sinh vật, đặc biệt là đối với các loại rau, củ và trái cây nhiệt đới (Barkai-Golan và cộng sự, 2017).

Thông thường, các sản phẩm nông nghiệp được chiếu xạ bằng tia gamma phát ra từ nguồn đồng vị phóng xạ ^{60}Co là chủ yếu, và đôi khi từ nguồn đồng vị phóng xạ ^{137}Cs (IAEA, 1997; Shafia và cộng sự, 2019).

Ngày nay xu hướng ứng dụng tia X trong bảo quản thực phẩm bắt đầu được chú trọng vì máy phát tia X không cần che chắn khi không sử dụng, trong khi đó nguồn bức xạ gamma cần yêu cầu che chắn bức xạ ngay cả khi không sử dụng để chiếu xạ (Fellows, 2009).

1.2.2.2. Ứng dụng bức xạ trong bảo quản nông sản tại Việt Nam

Hiện nay ở Việt Nam, tại các tỉnh Miền Bắc và Miền Nam có khoảng 11 dây chuyền chiếu xạ phục vụ nhu cầu chiếu xạ thực phẩm và y tế. Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ đã thành lập hai đơn vị trực thuộc nhằm tiếp cận và phát triển công nghệ chiếu xạ. Đơn vị đầu tiên là Trung tâm chiếu xạ Hà Nội (thành lập năm 1991) và cơ sở chiếu xạ thứ hai là Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ (Trung tâm Vinagamma) tại thành phố Hồ Chí Minh (thành lập năm 1998).

Chương 2. THỰC NGHIỆM QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN DẦU TÂY VÀ KHOAI TÂY BẰNG TIA X VÀ TIA GAMMA

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Khoai tây

Vật liệu khoai tây được sử dụng trong nghiên cứu là củ khoai tây thuộc chủng giống Utatlan. Củ khoai tây được lấy từ vườn trồng trọt tại khu vực xã Xuân Trường, thành phố Đà Lạt với tọa độ 11,865626° Bắc, 108,532904° Đông. Kích thước trung bình của những củ khoai tây được chọn là 70 mm x 65 mm x 50 mm với trọng lượng trung bình của mỗi củ sử dụng trong nghiên cứu khoảng 60 g. Hình 2.1 là hình chụp vườn trồng khoai tây và hình ảnh khoai tây thu hoạch tại vườn.



a) Vườn khoai tây chuẩn bị thu hoạch



b) Khoai tây vừa thu hoạch tại vườn

Hình 2.1. Vườn khoai tây và củ khoai tây vừa thu hoạch

2.1.2. Dâu tây

Dâu tây sử dụng trong nghiên cứu thuộc chủng giống Albion. Quả dâu tây được chọn lựa và thu hái cẩn thận trực tiếp tại vườn dâu được trồng ở thành phố Đà Lạt có tọa độ 11,974730° Bắc, 108,448390° Đông (Hình 2.2).



a) Vườn dâu tây



b) Dâu tây dùng nghiên cứu

Hình 2.2. Vườn dâu và dâu tây dùng trong nghiên cứu

2.2. Thiết bị chiếu xạ tia X và tia gamma dùng trong nghiên cứu

2.2.1. Máy phát tia X

2.2.1.1. Mô tả thiết bị và một số thông số

Máy phát tia X năng lượng thấp, cực đại đến 160 keV, công suất tối đa của máy là 3 kW. Trong nghiên cứu này, máy phát tia X năng lượng thấp Hitachi MBR-1618R-BE và MBR-1520R-4 (Hình 2.3a, b) được dùng để đánh giá khả năng bảo quản của khoai tây và dâu tây.



a) Máy phát tia X MBR-1618R-BE

b) Máy phát tia X MBR-1520R-4

Hình 2.3. Máy phát tia X năng lượng thấp Hitachi MBR-1618R-BE và MBR-1520R-4

2.2.2. Thiết bị chiếu xạ gamma

Thiết bị chiếu xạ gamma dùng nguồn đồng vị ^{60}Co , Gamma Chamber - 5000 (BRIT, Ấn Độ) đặt tại Trung tâm Công nghệ bức xạ và Công nghệ Sinh học - Viện Nghiên cứu hạt nhân (Hình 2.12a).



- a) Thiết bị chiếu xạ gamma Co^{60} , Gamma Chamber - 5000 b) Màn hình điều khiển c) Buồng chì đựng mẫu được đặt vào buồng chiếu để thay đổi suất liều

Hình 2.4. Thiết bị chiếu xạ gamma Co^{60} , Gamma Chamber - 5000 (Ấn Độ)

Hoạt độ tính tại thời điểm chiếu xạ (10/10/2023) khoảng 1,10463 kCi, suất liều tại trung tâm buồng chiếu là 1,06 kGy/giờ khi không sử dụng các lớp buồng chì để giảm liều.

2.3. Bố trí thực nghiệm

2.3.1. Thực nghiệm trên máy phát tia X

Để đảm bảo tính đồng đều trong quá trình chiếu xạ, khoai tây cần được chiếu xạ hai mặt. Mẫu khoai tây và dâu tây được chiếu xạ với các liều từ 50 Gy đến 1.500 Gy, suất liều 3,370 Gy/phút, 8,630 Gy/phút, 12,572 Gy/phút, 13,870 Gy/phút, 15,204 Gy/phút, 19,120 Gy/phút, 24,450 Gy/phút.



Hình 2.5. Bố trí khoai tây và dâu tây để chiếu xạ tia X

2.3.2. Thực nghiệm trên thiết bị chiếu xạ gamma

Thực nghiệm tiến hành với các liều chiếu xạ gamma được triển khai trong điều kiện suất liều là 17,666 Gy/phút. Các liều

chiếu xạ gamma cho khoai tây và đậu tây theo các giá trị sau: 50 Gy, 250 Gy, 500 Gy, 750 Gy, 800 Gy, 900 Gy, 1.000 Gy, 1.100 Gy, 1.500 Gy.

2.4. Điều kiện bảo quản, xử lý và việc đo đạc các thông số sau chiếu xạ

2.4.1. Môi trường bảo quản

Các mẫu đối chứng và mẫu được chiếu xạ được bảo quản trong các thùng bìa carton và được đánh số phân biệt liều chiếu rõ ràng. Các mẫu được bảo quản trong cùng điều kiện: không tiếp xúc ánh sáng mặt trời trực tiếp, nhiệt độ phòng thí nghiệm ($\sim 22^{\circ}\text{C}$) và độ ẩm tương đối 75 - 85% tại Phòng thí nghiệm thuộc Khoa Vật lý và Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại Học Đà Lạt.

2.4.2. Đánh giá khả năng ức chế vi sinh vật của bức xạ

Trong nghiên cứu này, khả năng ức chế vi sinh vật của bức xạ được thể hiện thông qua việc khảo sát ảnh hưởng của các phương thức chiếu xạ đến số lượng khuẩn lạc quan sát được trên mẫu đậu tây và khoai tây ngay sau khi chiếu xạ.

2.4.3. Xác định biến động hóa lý của khoai tây và đậu tây qua chiếu xạ

Chất rắn hoà tan được tính theo độ đường trong dung dịch như sau (Panou và cộng sự, 2019):

$$\text{Tổng chất rắn hoà tan} = \frac{\text{Khối lượng đường (g) trong 100 gam dung dịch đồng nhất}}{100 \text{ (g)}} \quad (2.7)$$

2.4.4. Xác định biến động sinh lý của khoai tây và đậu tây qua quá trình bảo quản

- Độ giảm khối lượng phụ thuộc vào liều chiếu và thời gian bảo quản được tính theo công thức sau (Akhtar và cộng sự, 2010):

$$\text{Độ giảm khối lượng (\%)} = [(a - b) / a] \times 100\% \quad (2.8)$$

trong đó a và b tương ứng là khối lượng của củ khoai tây và trái đậu tây ban đầu và khối lượng tại thời điểm so sánh.

Tỷ lệ thối hỏng được tính bằng Công thức 2.9 và kết quả được biểu thị bằng tỷ lệ phần trăm của quả hỏng.

$$\text{Tỷ lệ thối hỏng (\%)} = (c/d) \times 100\% \quad (2.9)$$

trong đó c và d tương ứng là số lượng củ và trái tại thời điểm so sánh và số lượng của củ khoai tây và trái dâu tây ban đầu.

2.4.5. Xác định biến động di truyền của khoai tây và dâu tây qua chiếu xạ

Nghiên cứu này, các mẫu qua chiếu xạ có thể sai khác so với đối chứng ở bất kỳ đâu trong bộ gene nên các kỹ thuật DNA fingerprinting theo tính chất ngẫu nhiên hoàn toàn (kỹ thuật Random Amplified Polymorphism DNA – RAPD), bán ngẫu nhiên nhắm đến Codon mở đầu của các gene (Start Codon Targeted - SCoT) và bán ngẫu nhiên nhắm đến trình tự hộp CAAT đặc trưng cho promoter của gene (CAAT box- derived polymorphism– CBDP).

Chương 3: KẾT QUẢ BẢO QUẢN KHOAI TÂY VÀ DẦU TÂY BẰNG CHIẾU XẠ

3.1. Ưc chế vi sinh vật trên khoai tây và dầu tây bằng chiếu xạ tia X

Thực nghiệm tiến hành thay đổi liều chiếu từ 50 Gy đến 1.500 Gy. Kết quả được trình bày ở Bảng 3.1. Bảng 3.2

Bảng 3. 1. Thay đổi vi sinh vật trên củ khoai tây theo liều chiếu của bức xạ tia X

Liều chiếu xạ (Gy)	Số vi sinh vật (CFU/gram)	Tỉ lệ sống sót (%)	Sai số (%)
Mẫu đối chứng	275.071	100,00%	1,16%
50	210.362	76,48%	1,97%
250	90.399	32,86%	2,04%
500	25.339	9,21%	2,42%
750	10.286	3,74%	2,67%
800	2.921	1,06%	3,14%
900	1.965	0,71%	3,35%
1.000	1.615	0,59%	3,47%
1.100	1.356	0,49%	4,78%
1.500	1.173	0,43%	6,18%

Bảng 3. 2. Thay đổi vi sinh vật trên quả dầu tây theo liều chiếu của bức xạ tia X

Liều (Gy)	Số vi sinh vật (CFU/gram)	Tỉ lệ sống sót (%)	Sai số (%)
Đối chứng	359.380	100,00%	2,10%
50	281.970	78,46%	2,35%
250	162.044	45,09%	2,98%
500	53.296	14,83%	3,17%
750	20.361	5,67%	4,54%
800	8.949	2,49%	4,21%
900	3.845	1,07%	4,18%
1.000	2.228	0,62%	5,89%

1.100	1.833	0,51%	6,17%
1.500	1.725	0,48%	7,98%

Từ Bảng 3.1, Bảng 3.2 cho thấy số lượng khuẩn lạc ở tất cả các liều chiếu xạ đều thấp hơn đáng kể so với mẫu đối chứng. Mọi tương quan giữa liều chiếu xạ tia X và số lượng CFU trong mẫu có xu hướng chung được thể hiện trong nhiều nghiên cứu trước đây (Park & Ha (2019), Zhang (2000a, b), điều này cũng được thể hiện rõ qua kết quả của nghiên cứu này.

Tiếp theo, đánh giá tác động của suất liều đến khả năng bắt hoạt vi khuẩn. Kết quả nghiên cứu khi cố định liều chiếu 1.000 Gy và thay đổi suất liều từ 3,37 Gy/phút đến 24,45 Gy/ phút được trình bày ở Bảng 3.3, Bảng 3.4

Bảng 3.3. Sự thay đổi số lượng khuẩn lạc trong khoai tây khi thay đổi suất liều, cố định liều chiếu 1.000 Gy

Suất liều (Gy/phút)	Số khuẩn hiếu khí (CFU/gram)	Sai số số khuẩn hiếu khí (CFU/gram)	Tỉ lệ sống (%)	Sai số tỉ lệ sống (%)
Đối chứng	275.071	2831	100,00 %	1,03%
3,370	2.397	26	0,87%	1,22%
8,630	1.247	17	0,45%	1,36%
12,572	1.130	15	0,41%	1,33%
13,870	1.025	12	0,37%	1,17%
15,204	1.156	17	0,42%	1,47%
19,120	1.383	20	0,50%	1,45%
24,450	1.616	21	0,59%	1,30%

Bảng 3.4. Sự thay đổi số lượng khuẩn lạc trong dâu tây khi thay đổi suất liều, cố định liều chiếu 1.000 Gy

Suất liều (Gy/phút)	Số khuẩn hiếu khí (CFU/gram)	Sai số số khuẩn hiếu khí (CFU/gram)	Tỉ lệ sống (%)	Sai số tỉ lệ sống (%)
Đối chứng	360.210	4101	100,00%	1,14%

3,370	2.240	26	0,62%	1,16%
8,630	2.135	22	0,59%	1,03%
12,572	2.115	19	0,59%	0,90%
13,870	2.019	21	0,56%	1,04%
15,204	2.087	23	0,58%	1,10%
19,120	2.067	20	0,57%	0,97%
24,450	2.080	24	0,58%	1,15%

Khi suất liều ở tại 13,870 Gy/phút, thì khả năng làm bất hoạt vi sinh vật cao nhất, chỉ còn 0,37% so với trường hợp chưa chiếu xạ. Khi thay đổi tăng hoặc giảm hơn suất liều 13,870 Gy/phút, lượng vi khuẩn còn lại có tăng nhẹ, tuy nhiên vẫn nhỏ hơn 1% so với lượng vi khuẩn ban đầu.

3.2. Kiểm tra thay đổi DNA trên khoai tây và đậu tây bằng chiếu xạ tia X

Kết quả kiểm tra thay đổi DNA giữa chiếu xạ so với mẫu đối chứng trình bày ở các Bảng 3.8 và Bảng 3.9. Mức độ tương đồng của các nhóm mồi CBDP, ScoT và RAPD ở mẫu khoai tây và đậu tây khi được chiếu bởi các liều từ 100 Gy đến 1.200 Gy với suất liều 13,870 Gy/phút so với mẫu đối chứng.

Bảng 3.5. Mức độ tương đồng (%) của các nhóm mồi CBDP, ScoT và RAPD đối với mẫu khoai tây

Liều (Gy)	Mức độ tương đồng (%)			
	CBDP	SCoT	RAPD	Mức độ tương đồng
100	98,61	92,65	89,80	93,69
200	99,31	90,20	92,52	94,01
300	97,92	92,65	91,84	94,14
400	99,31	94,12	87,76	93,73
500	96,53	91,18	89,80	92,50
600	98,61	88,73	82,31	89,88
700	99,67	94,12	92,52	95,55
800	95,14	92,16	90,48	92,59
900	99,31	93,63	94,56	95,83
1.000	97,92	94,12	93,88	95,31

1.100	97,22	95,09	87,76	93,36
1.200	97,92	97,06	96,60	97,19

Bảng 3.6. Mức độ tương đồng (%) của các nhóm môi CDBP, SCoT và RAPD so với mẫu đối chứng đối với mẫu dầu tây

Liều (Gy)	Mức độ tương đồng (%)			
	CBDP	SCoT	RAPD	Mức độ tương đồng của tất cả các nhóm môi
100	97,35	93,54	91,56	94,15
200	98,15	96,56	93,58	96,10
300	95,87	97,54	94,56	95,99
400	99,02	96,89	92,67	96,19
500	97,35	98,73	93,54	96,54
600	96,85	97,65	95,65	96,72
700	98,76	96,87	93,54	96,39
800	96,58	98,79	94,78	96,72
900	98,56	97,36	96,87	97,60
1.000	95,65	97,89	92,56	95,37
1.100	97,86	98,57	91,56	96,00
1.200	98,32	96,58	94,78	96,56

Tiếp theo, cố định liều chiếu 1.000 Gy, thay đổi suất liều theo các giá trị sau: 3,370 Gy/phút, 8,630 Gy/phút, 12,572 Gy/phút, 13,870 Gy/phút, 15,204 Gy/phút, 19,120 Gy/phút, 24,450 Gy/phút. Kết quả trình bày ở Bảng 3.10, Bảng 3.11.

Bảng 3.7. Mức độ tương đồng (%) của các nhóm môi CDBP, SCoT và RAPD phụ thuộc vào suất liều trên mẫu khoai tây

Suất liều chiếu (Gy/phút)	Mức độ tương đồng (%)			
	CBDP	SCoT	RAPD	Mức độ tương đồng của tất cả các nhóm môi
3,370	98,21	94,89	94,18	95,67
8,630	98,17	94,67	94,11	95,55
12,572	98,11	94,50	94,02	95,41
13,870	97,92	94,12	93,88	95,37

15,204	97,98	94,11	93,87	95,32
19,120	97,82	94,02	93,54	94,90
24,450	97,67	93,87	93,25	94,82

Bảng 3.8. Mức độ tương đồng (%) của các nhóm môi CDBP, ScoT và RAPD so với mẫu đối chứng phụ thuộc vào suất liều trên mẫu dâu tây

Suất liều chiếu (Gy/phút)	Mức độ tương đồng (%)			
	CBDP	SCoT	RAPD	Mức độ tương đồng của tất cả các nhóm môi
3,370	98,13	96,01	92,87	95,67
8,630	98,11	95,87	92,68	95,55
12,572	97,91	95,68	92,64	95,41
13,870	97,89	95,65	92,56	95,37
15,204	97,87	95,56	92,54	95,32
19,120	97,36	95,10	92,24	94,90
24,450	97,24	95,11	92,11	94,82

Từ kết quả nghiên cứu sự thay đổi của DNA khi thay đổi liều chiếu xạ từ 200 Gy đến 1.200 Gy với suất liều thay đổi từ 3,370 Gy/phút đến 24,450 Gy/phút, kết quả cho thấy trong ba kỹ thuật kiểm tra tương đồng của DNA thì kỹ thuật CDBP cho mức độ tương đồng cao hơn hai kỹ thuật ScoT và RAPD. Mức độ tương đồng của kỹ thuật CDBP đạt trên 95% cho cả trường hợp bảo quản khoai tây và dâu tây.

3.3. Khả năng bảo quản khoai tây và biến động hóa lý bằng chiếu xạ tia X và tia gamma

- Chiếu xạ tia X với liều chiếu cố định là 1.000 Gy với suất liều là 13,870 Gy/phút;

- Chiếu xạ gamma với liều chiếu cố định là 1.000 Gy với suất liều là 17,700 Gy/phút.

3.3.1. Khả năng bảo quản khoai tây bằng chiếu xạ tia X và tia gamma

Thực nghiệm tiến hành trên củ khoai tây với chiếu xạ bằng cả hai loại bức xạ là tia X và tia gamma, thời gian theo dõi lên đến 7 tháng. Một số hình ảnh bảo quản khoai tây theo thời gian được trình bày ở Bảng 3.12.

Bảng 3.9. Khả năng bảo quản của khoai tây bằng chiếu xạ tia X và tia gamma

Hình thức bảo quản	Tỷ lệ nảy mầm và thối củ của củ khoai tây (%) theo thời gian bảo quản (ngày)														
	T0	T15	T30	T45	T60	T75	T90	T105	T120	T135	T150	T165	T180	T195	T210
Không chiếu xạ	0	0	2	56	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiếu xạ tia X	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	24	28	30	32	35
Chiếu xạ gamma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	23	26	28	30	31

Sở dĩ khoai tây chiếu xạ bằng gamma có thể bảo quản lâu hơn khoai tây chiếu xạ bằng tia X là do khả năng bức xạ gamma được chiếu xạ đều hơn trên tất cả các mặt của củ khoai tây, còn tia X thì khả năng chiếu xạ đều trên các mặt bị hạn chế. Thật vậy, tia X và tia gamma đều là bức xạ điện từ, tức là các chùm hạt photon, nhưng năng lượng khác nhau.

3.3.2. Biến động hóa lý bởi chiếu xạ tia X và tia gamma trên khoai tây

Khảo sát sự biến động hoá lý của khoai tây kể từ khi bắt đầu bảo quản, và tiếp theo là các ngày thứ 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 195 và 210. Tiến hành đo chuẩn độ acid,

tổng chất rắn hòa tan (TSS), và độ mất khối lượng của tất cả các mẫu, kết quả trình bày ở Bảng 3.13.

Bảng 3.10. Kết quả khảo sát biến động hoá lý của khoai tây bởi chiếu xạ tia X và tia gamma

Hình thức bảo quản	Chuẩn độ acid của khoai tây phụ thuộc vào liều chiếu theo thời gian bảo quản														
	T0	T15	T30	T45	T60	T75	T90	T105	T120	T135	T150	T165	T180	T195	T210
Không chiếu xạ	4,9	5,3	5,5	5,7	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiếu xạ tia X	4,9	5,4	5,6	5,8	6,1	6,2	6,5	6,6	7,0	7,4	7,9	8,6	10,7	-	-
Chiếu xạ gamma	4,9	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9	7,3	7,8	8,5	9,8	10,8	10,9
Tổng chất rắn hoà tan (%) của khoai tây phụ thuộc vào liều chiếu theo thời gian bảo quản															
Không chiếu xạ	4,81	5,16	5,24	5,35	5,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiếu xạ tia X	4,81	5,31	5,42	5,61	5,79	5,87	6,02	6,21	6,29	6,32	6,39	6,41	6,52	-	-
Chiếu xạ gamma	4,81	5,26	5,34	5,45	5,65	5,69	5,89	5,97	6,04	6,12	6,14	6,20	6,28	6,29	6,31
Độ giảm khối lượng (%) của khoai tây phụ thuộc vào liều chiếu theo thời gian bảo quản															
Không chiếu xạ	6,12	8,12	10,76	14,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiếu xạ tia X	0,00	3,49	4,68	6,19	8,19	12,21	18,23	21,11	24,39	28,02	30,12	31,04	34,28	-	-
Chiếu xạ gamma	0,00	3,47	4,60	6,10	8,09	11,92	16,73	19,12	21,22	25,22	26,23	28,58	29,84	32,69	33,62

Theo thời gian bảo quản thì TSS và pH của khoai tây ở tất cả các trường hợp chiếu xạ và không chiếu đều cao hơn giá trị ban đầu của mẫu đối chứng, đồng thời dữ liệu Bảng 3.13 cũng cho thấy TSS, độ pH, độ giảm khối lượng cũng tăng.

Kết quả đo độ pH tăng từ 4,9 lên 6,1 (đối với tia X), 6,0 (đối với gamma) và TSS tăng từ 4,81 lên 5,79 (đối với tia X), 5,65 (đối với gamma) sau 60 ngày bảo quản khoai tây chiếu xạ. Các giá trị pH và TSS trong nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của José Carlos Feltran (Feltran và cộng sự, 2004).

Trong suốt thời gian bảo quản, khối lượng của khoai tây giảm dần. Điều này là do tốc độ hô hấp tăng tích lũy theo thời gian, dẫn đến thay đổi độ ẩm của sản phẩm và do đó làm giảm khối lượng. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng ở mức độ chiếu xạ liều cao, tốc độ hô hấp của khoai tây có xu hướng giảm đáng kể, dẫn đến giảm chức năng trao đổi chất của các củ khoai tây được chiếu xạ (Al-Bachir, 1999).

3.4. Khả năng bảo quản dâu tây và biến động hóa lý bằng chiếu xạ tia X và tia gamma

- Chiếu xạ tia X với liều chiếu cố định là 1.000 Gy với suất liều là 13,870 Gy/phút;

- Chiếu xạ gamma với liều chiếu cố định là 1.000 Gy với suất liều là 17,700 Gy/phút.

3.4.1. Khả năng bảo quản dâu tây bằng chiếu xạ tia X và tia gamma

Chúng tôi tiến hành chiếu xạ dâu tây bằng tia X và tia gamma. Các mẫu sau chiếu xạ được bảo quản trong điều kiện tự nhiên không có ánh sáng trực tiếp chiếu vào mẫu. Kết quả quan sát quá trình phân huỷ và phần trăm hư thối theo thời gian bảo quản của quả dâu tây được trình bày Bảng 3.14.

Thời gian bảo quản tăng đáng kể, lên đến 12 ngày được ghi nhận ở các mẫu dâu tây chiếu xạ với 1.000 Gy so với mẫu đối chứng. Ở đây giả định nếu số lượng dâu tây của một liều chiếu xạ nào đó đến ngày kiểm tra vẫn còn tối thiểu 70% số dâu tây không bị thối rữa thì xem như đáp ứng về thời gian bảo quản. Ở mẫu đối chứng, sau ngày bảo quản thứ ba, thì bằng cảm quan nhận thấy quả bắt đầu mọng dần khiến chúng hỏng rất nhanh ở các ngày sau đó.

Bảng 3.14. Khả năng bảo quản của dâu tây bằng chiếu xạ tia X và tia gamma

Hình thức bảo quản	% bảo quản được quả dâu tây theo thời gian bảo quản (ngày)					
	Ngày đầu tiên	Sau 3 ngày	Sau 6 ngày	Sau 9 ngày	Sau 12 ngày	Sau 15 ngày
Không chiếu xạ	100	92	30	-	-	-
Chiếu xạ tia X	100	100	94	84	75	39
Chiếu xạ gamma	100	100	94	85	75	40

Kết quả nghiên cứu cho thấy liều chiếu xạ ảnh hưởng đến số lượng dâu tây thối rữa sau các mốc thời gian bảo quản. Cụ thể là, với các mẫu đối chứng thì số dâu tây không thối rữa chỉ còn 92%, 30% và 0% tương ứng với thời gian bảo quản là 3, 6, và 9 ngày; trong khi liều chiếu ở 1.000 Gy thì số dâu tây không thối rữa tương ứng là 100%, 94%, 85%, 75% và 40% với thời gian bảo quản là 3, 6, 9, 12, và 15 ngày. Việc kéo dài thời gian bảo quản của dâu tây bằng liều chiếu có thể giải thích là do bức xạ đã ức chế sự phát triển của nấm mốc, nấm *Rhizopus stolonifer* và các loại nấm gây hư hỏng khác (Yu và cộng sự, 1995).

Khác với quá trình bảo quản khoai tây, kết quả bảo quản của dâu tây bằng bức xạ tia X và tia gamma không có sự khác biệt, số lượng dâu tây còn bảo quản được theo thời gian là như nhau cho cả trường hợp chiếu xạ tia X và chiếu xạ tia gamma. Điều này là do dâu tây có kích thước nhỏ, là loại quả mỏng nước, nên khi chiếu xạ tia X vẫn có thể chiếu được đều các mặt của quả như chiếu xạ tia gamma.

3.4.2. Biến động hóa lý bởi chiếu xạ tia X và tia gamma trên dâu tây

Số liệu thực nghiệm giá trị độ hụt khối, TSS, độ pH và chuẩn độ acid của dâu tây chiếu xạ và không chiếu xạ (tia X và tia gamma) theo các mốc thời gian bảo quản (bắt đầu bảo quản, sau 3, 6, 9, 12, 15 ngày) được trình bày Bảng 3.15. Khi thời gian bảo

quản tăng thì khối lượng giảm dần, nhưng nếu so sánh chiếu xạ bằng tia X và tia gamma thì không có sự khác biệt rõ ràng. Điều này có thể giải thích là khi thời gian bảo quản dâu tây tăng lên thì tốc độ hô hấp và quá trình lão hóa của quả dâu tây cũng tăng lên, làm thay đổi hàm lượng nước của dâu tây, và làm giảm khối lượng của chúng (Ayranci, E. và S. Tunc, 2003).

Bảng 3.11. Kết quả khảo sát biến động hoá lý của dâu tây bởi chiếu xạ tia X và tia gamma

Độ giảm khối lượng (%) của dâu tây phụ thuộc liều chiếu theo thời gian bảo quản (ngày)					
Hình thức bảo quản /thời gian	T0	T3	T6	T9	T12
Không chiếu xạ	0,00	10,02	15,20	-	-
Chiếu xạ tia X	0,00	9,92	10,10	13,25	17,55
Chiếu xạ gamma	0,00	9,93	10,07	13,27	17,56
Độ pH của dâu tây phụ thuộc liều chiếu theo thời gian bảo quản (ngày)					
Không chiếu xạ	3,39	3,38	3,39		
Chiếu xạ tia X	3,39	3,39	3,38	3,39	3,39
Chiếu xạ gamma	3,39	3,39	3,38	3,39	3,39
Chuẩn độ acid của dâu tây phụ thuộc liều chiếu theo thời gian bảo quản (ngày)					
Không chiếu xạ	6,7	6,8	6,8	-	-
Chiếu xạ tia X	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9
Chiếu xạ gamma	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9
Tổng chất rắn hoà tan (%) của dâu tây phụ thuộc liều chiếu theo thời gian bảo quản (ngày)					
Không chiếu xạ	7,4	7,4	7,4	-	-
Chiếu xạ tia X	7,4	7,4	7,5	7,5	7,6
Chiếu xạ gamma	7,4	7,4	7,5	7,5	7,6

Ngoài giống cây trồng và điều kiện thổ nhưỡng, độ pH của dâu tây còn phụ thuộc vào điều kiện thu hoạch, nhiệt độ môi trường bảo quản của dâu tây (Nunes và cộng sự, 2006). Kết quả nghiên cứu của luận án này đo được độ pH gần như không thay đổi trong suốt thời gian bảo quản, $pH \approx 3,39$ và khẳng định bức xạ gamma không ảnh hưởng đến độ pH của dâu tây.

Về chuẩn độ acid và tổng chất rắn hoà tan, nghiên cứu cho thấy chúng tăng theo thời gian bảo quản, nhưng tăng rất ít so với giá trị ban đầu. Lý do hai đại lượng này tăng theo thời gian có thể là do độ ẩm của quả dâu tây bị mất dần, quá trình chín cũng tăng theo, nên sự chuyển hoá đường trong trái dâu tăng lên, làm tăng nhẹ tổng chất rắn hoà tan và độ acid.

Cũng từ số liệu Bảng 3.15 cho thấy, không có sự khác biệt nào đáng kể trong bảo quản dâu tây bằng tia X và tia gamma. Như vậy, việc sử dụng tia X hoặc tia gamma trong bảo quản dâu tây đều mang lại kết quả như nhau. Tuy nhiên, về phương diện an toàn phóng xạ thì sử dụng máy phát tia X sẽ an toàn hơn, vì khi không sử dụng chúng ta tắt nguồn phát, trong khi tia gamma phải cần che chắn an toàn phóng xạ cho dù không sử dụng.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Nội dung nghiên cứu của luận án gồm:

- Sử dụng tia X năng lượng thấp (160 keV) để chiếu xạ bảo quản khoai tây và dâu tây;
- Sử dụng nguồn đồng vị ^{60}Co để chiếu xạ bảo quản khoai tây và dâu tây.

Kết quả nghiên cứu đã chọn được liều chiếu xạ và suất liều chiếu xạ tối ưu trong bảo quản khoai tây và dâu tây thông qua kiểm tra bất hoạt vi sinh vật và sự thay đổi DNA – đây cũng là điểm mới của luận án. Kết quả kiểm tra này cho phép tăng liều chiếu lên đến 1.000 Gy mà vẫn đảm bảo an toàn thực phẩm. Việc sử dụng tia X và tia gamma với liều chiếu 1.000 Gy đã tăng thời gian bảo quản của khoai tây lên hơn 6 tháng, và dâu tây lên đến 12 ngày – điều này cho phép người nông dân chủ động trong việc bảo quản để có cơ hội cạnh tranh giá cả trên thị trường hơn.

Các số liệu thực nghiệm giá trị độ hụt khối, TSS, độ pH và chuẩn độ acid của dâu tây chiếu xạ và không chiếu xạ theo các mốc thời gian bảo quản từ khi bắt đầu bảo quản, sau 3, 6, 9, 12, 15 ngày cũng đã được đề cập trong luận án. Khi thời gian bảo quản tăng thì khối lượng giảm dần, nhưng nếu so sánh chiếu xạ bằng tia X và tia gamma thì không có sự khác biệt rõ ràng. Về chuẩn độ acid và tổng chất rắn hoà tan, nghiên cứu cho thấy chúng tăng theo thời gian bảo quản, nhưng tăng rất ít so với giá trị ban đầu.

Trong bảo quản bằng bức xạ tia X và gamma đối với khoai tây có sự khác biệt về số lượng củ, quả còn lại theo thời gian bảo quản với cùng liều chiếu, điều này cho thấy với khoai tây thì bảo quản bằng tia gamma tốt hơn tia X. Tuy nhiên, với dâu tây thì không có sự khác biệt nào giữa bảo quản bằng tia X hay tia gamma. Do vậy có thể dùng tia X trong bảo quản dâu tây sẽ thuận tiện hơn và an toàn hơn so với sử dụng tia gamma.

Kiến nghị

Nghiên cứu này thực hiện trên nguồn tia X năng lượng thấp, với công suất máy nhỏ, do vậy, cần nghiên cứu và triển khai chiếu xạ công nghiệp trên các máy phát công suất lớn với năng lượng thay đổi được.

Tiếp tục ứng dụng và nhân rộng việc chiếu xạ các loại nông sản cũng như thực phẩm sản xuất trong nước trước khi xuất khẩu, điều này sẽ có lợi hơn cho ngành nông nghiệp của nước ta khi muốn xuất khẩu ra các thị trường tiềm năng trên thế giới.

CÁC BÀI BÁO, CÔNG TRÌNH KHOA HỌC

CÔNG TRÌNH DÙNG ĐỀ BẢO VỆ LUẬN ÁN

- 1) **Le Doan Dinh Duc**, Le Ngoc Trieu, Nguyen Thi Nguyet Ha, Nguyen Thi Minh Sang, Nguyen An Son, (2024). *Effect of ^{60}Co Gamma Radiation on the Shelf Life of Potato Tubers*. *Radioisotopes*. (73) 255-264. doi: 10.3769/radioisotopes.73.255
- 2) **Lê Đoàn Đình Đức**, Nguyễn Thị Minh Sang, Lê Ngọc Triệu, Nguyễn An Sơn, (2024). *Ảnh hưởng của liều chiếu xạ gamma lên thời gian bảo quản của quả dâu tây*. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*. 8(2): 2966-2975. <https://doi.org/10.32508/stdjns.v8i2.1366>
- 3) Nguyen An Son, Nguyen Thi Nguyet Ha, Nguyen Thi Minh Sang, **Le Doan Dinh Duc**, Le Ngoc Trieu, (2022). *Effects of low energy (160 keV) X-ray on microbial inactivation, sprouting inhibition and genetic variation in potato*. *Food Bioscience*. 47, 101555 <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101555>
- 4) **Lê Đoàn Đình Đức**, Phạm Ngọc Duy, Trần Anh Thông, Trương Văn Minh, (2023). *Đánh giá khả năng diệt vi khuẩn hiếu khí và tăng thời gian bảo quản của khoai tây bằng bức xạ gamma từ nguồn ^{60}Co* . *Tạp chí khoa học - Đại Học Đồng Nai*. (27) 113-123

CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

- 1) Nguyen Thi Nguyet Ha, Nguyen Thi Thuy Linh, Nguyen An Son, Nguyen Thi Minh Sang, Pham Thi Ngoc Ha, **Doan Dinh Duc Le**, Tamikazu Kume, (2023). *Effective irradiation for sprout inhibition of onion and potato by low energy X-rays*. *Radioisotopes*. (72) 163-172. doi: 10.3769/radioisotopes.72.163.

- 2) Nguyễn An Sơn, Cao Văn Hải, Lê Ngọc Triệu, Nguyễn Văn Giang, Nguyễn Thị Nguyệt Hà, Trần Ngọc Diệu Quỳnh, Bùi Nguyễn Thủy Tiên, **Lê Đoàn Đình Đức**, Nguyễn Thị Minh Sang, (2021). *Đánh giá khả năng tiêu diệt vi khuẩn hiếu khí của tia X năng lượng thấp trên khoai tây*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Khoa học tự nhiên 5(3): 1266-1274. doi: 10.32508/stdjns.v5i3.1040.