

Mục lục

Lời mở đầu	02
Phần I – Sơ lược về bảo quản nông sản	03
Những nguyên nhân gây hư hỏng nông sản	03
Mục đích, yêu cầu của việc bảo quản nông sản	05
Các phương pháp bảo quản nông sản	05
Phần II – Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ	07
Lịch sử của phương pháp chiếu xạ nông sản	07
Nguyên lý của chiếu xạ	09
Thiết bị chiếu xạ	10
Mục đích chiếu xạ.....	13
Các biến đổi nông sản sau khi chiếu xạ bằng tia gamma	16
Kết hợp chiếu xạ với các phương pháp bảo quản khác...	23
Tiêu chuẩn cho phép áp dụng chiếu xạ bảo quản nông sản	25
Kết luận	32

❧ Lời nói đầu ❧

Nước ta là một nước nông nghiệp có sản lượng nông sản lớn. Khí hậu nước ta lại nóng ẩm, rất thuận lợi cho sự phát triển của các vi sinh vật, côn trùng,... độ ẩm không khí cao, mưa nhiều,...nên gây rất nhiều khó khăn cho việc bảo quản các loại nông sản. Ở nước ta, một số nhà khoa học ước tính hàng năm có từ 20-30% số lượng rau quả thu hoạch bị thối hỏng hoặc phải thải bỏ sau khi vận chuyển khỏi trang trại.

Có nhiều nguyên nhân gây hư hỏng, làm giảm chất lượng nông sản, giảm giá trị kinh tế, giá trị sử dụng của nông sản. Gây thiệt hại kinh tế cho nông dân. Có các nguyên nhân gây hư hỏng nông sản như: do các vi sinh vật xâm nhập, do côn trùng, do nhiệt độ, do tổn thương vật lý, do quá trình chín sinh lý,....

Để hạn chế tác hại của các nguyên nhân gây hư hỏng nông sản, người ta dùng các phương pháp bảo quản khác nhau, mỗi loại nông sản thì dùng một hay một vài, hoặc kết hợp các phương pháp để hạn chế tác hại, và tăng thời gian bảo quản nông sản. Một số phương pháp thường dùng để bảo quản nông sản như dùng hóa chất, bảo quản lạnh – lạnh đông, bảo quản trong khí quyển điều chỉnh, dùng màng mỏng, dùng phương pháp chiếu xạ,...

Chiếu xạ là một trong những phương pháp phổ biến nhất hiện nay để bảo quản nông sản, đặc biệt là các nước phát triển. Phương pháp này không gây hại cho nông sản, và người tiêu dùng nếu sử dụng liều lượng thích hợp. Ở nước ta thì phương pháp này còn khá mới mẻ, nhưng nó ngày càng phát triển mạnh, và góp phần bảo quản nông sản, giúp nông dân làm giàu...

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Phần I – Sơ lược về bảo quản nông sản

1. Những nguyên nhân gây hư hỏng nông sản

Có rất nhiều nguyên nhân gây hư hỏng cho nông sản, như:

a. vi sinh vật và côn trùng

Vi sinh vật là một trong những tác nhân nguy hiểm nhất đối với các loại nông sản, chúng xâm nhập gây hư hỏng nông sản, và đặc biệt có thể tiết ra chất độc nguy hiểm cho người sử dụng,..

Nông sản có thể bị nhiễm vi sinh vật từ côn trùng, không khí, gió, bụi đất. Các loại vi sinh vật này hoặc gây bệnh ngay cho rau trái hoặc tồn tại trong các mô bào, mao quản ở dạng nha bào, và sẽ phát triển gây thối hỏng rau trái. Sự nhiễm vi sinh vật còn có thể xảy ra sau thu hoạch khi vận chuyển, đóng gói hay bảo quản tại kho. Rau trái đã bị hư hỏng cơ học thì nguy cơ nhiễm vi sinh vật lại càng tăng. Những vết nứt vỡ, trầy xước là nơi xâm nhập của vi sinh vật, dịch bào thoát ra từ những vị trí này sẽ là nguồn dinh dưỡng cho vi sinh vật phát triển. Nông sản nhiễm vi sinh vật sẽ thay đổi sâu sắc giá trị cảm quan, vỏ trái mất màu, xuất hiện những đốm bệnh do vi sinh vật gây ra, màu sắc của thịt trái sẽ biến đổi, xuất hiện nhiều mùi vị lạ, cấu trúc bị thay đổi hoặc bị phá vỡ, rau trái sẽ bị mềm nhũn và thối rữa. Những vi sinh vật nhiễm trên rau trái có thể là loại gây bệnh và sinh độc tố ảnh hưởng tới giá trị an toàn của sản phẩm. Vi sinh vật hô hấp làm khối nông sản tăng nhiệt độ,..

Côn trùng là một mối đe dọa chất lượng nông sản không nhỏ, côn trùng môi trường xung quanh tấn công nông sản. Chúng gây ra các vết thương cơ học trên mặt nông sản, trong lòng nông sản, và chúng còn mang theo cả các loại vi sinh vật gây bệnh tấn công nông sản, tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật phát triển,.. Côn trùng là một tác nhân gây giảm chất lượng nông sản, giảm giá trị của nông sản.

b. Các tác nhân vật lý

Thường xảy ra trong quá trình thu hoạch và vận chuyển, bao gồm những sự dập vỡ của các loại trái; dập rách lá của các loại rau; gãy, vỡ, cắt không đúng vị trí của

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

các loại củ, những vết trầy xước làm mất lớp sáp cutin bảo vệ trên vỏ và cả những vết cắn thủng của côn trùng, chuột bọ. Hư hỏng cơ học có thể trở nên một vấn đề nghiêm trọng khi là nguyên nhân dẫn đến những hư hỏng tiếp theo. Các vết dập vỡ, trầy xước sẽ làm tăng sự mất nước, tăng độ hô hấp, đẩy mạnh sự sinh tổng hợp ethylene, thúc đẩy quá trình chín của rau trái. Nhìn chung thì thu hoạch bằng cơ giới sẽ gây nên nhiều hư hỏng cơ học hơn là thu hoạch bằng thủ công. Tuy nhiên khi thu hoạch các loại củ bằng cách dùng cuốc đào thì có thể gây ra tỷ lệ hư hỏng rất cao nếu không cẩn thận. Các thùng chứa nông sản thu hoạch cần phải sạch, và mặt trong thùng phải êm, không có góc cạnh hay thô ráp dễ gây dập vỡ sản phẩm. người ta thường dùng các loại vật liệu lót để giảm hư hỏng cơ học. Rơm, lá, giấy hay bìa carton thường được sử dụng. Những tấm lót bằng nhựa cũng được sử dụng mặc dù giá thành cao nhưng chúng rất bền, có thể sử dụng nhiều lần và dễ làm sạch.

Ngoài ra, trong quá trình bảo quản thì điều kiện *ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, độ thông gió* không hợp lý cũng gây hư hỏng nông sản. Hoặc nó tạo điều kiện thuận lợi cho sự xâm nhập, phát triển của con trùng và vi sinh vật làm cho nông sản bị hỏng, giảm chất lượng.

c. Thời điểm thu hoạch

Thời điểm thu hoạch ảnh hưởng rất lớn đến quá trình bảo quản nông sản, qua thời điểm thu hoạch người ta đưa ra phương pháp bảo quản thích hợp.

Nếu thu hoạch quá sớm so với yêu cầu thì chất lượng của nông sản không đạt yêu cầu, hệ miễn dịch của nông sản chưa hoàn thiện nên côn trùng, vi sinh vật dễ xâm nhập. Và chịu tác động nhiều của các tác nhân vật lý khác.

Nếu thu hoạch khi nông sản chín quá thì cũng không đạt yêu cầu, gây khó khăn cho việc bảo quản. Khi nông sản chín nhiều biến đổi diễn ra, đáng kể nhất là sự ra tăng cường độ hô hấp, sinh tổng hợp ethylene và chuyển hóa các chất giúp cho nông sản ngọt hơn, thơm hơn, màu đẹp hơn, cấu trúc trở nên mềm hơn. Tuy nhiên sau giai đoạn chín tích cực giúp gia tăng chất lượng cho nông sản, là giai đoạn chín quá. Mọi biến đổi trong giai đoạn này mặc dù tương tự giai đoạn trước nhưng lại có khuynh

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

hướng giảm dần chất lượng nông sản. Nông sản mềm càng mềm hơn, dễ dập vỡ, dễ bị vi sinh vật tấn công. Bên cạnh các chất thơm, chất màu bắt đầu xuất hiện trên những sản phẩm oxy hóa, làm biến đổi màu sắc, kèm theo những mùi lạ. Và đây là những yếu tố kích thích sự xâm nhập của côn trùng và thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật.

Ngoài ra, dụng cụ chứa đựng, bao gói, kho chứa nông sản mà không đạt tiêu chuẩn cũng là nguyên nhân gây hư hỏng nông sản. Các dụng cụ có thể gây ra các vết thương cơ học, hay giữ nhiệt, giữ ẩm,...tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của các côn trùng, vi sinh vật. Nhà kho chứa nếu quá nhỏ, ẩm thấp, không có hệ thống thông gió, thoát nước,...cung tạo điều kiện cho vi sinh vật, côn trùng phát triển gây giảm chất lượng nông sản.

2. Mục đích, yêu cầu của việc bảo quản nông sản

Bảo quản nông sản sau thu hoạch là vấn đề bất khả kháng, nhằm đảm bảo chất lượng nông sản, nâng cao giá trị của nông sản.

Để có thể giảm tổn thất các hư hỏng cơ học cần phải chú ý tới việc thu hoạch, vận chuyển, chọn bao bì và sắp xếp các thùng sản phẩm trong kho. Những quá trình xử lý trước đóng gói sẽ giúp ta lựa ra và thải bỏ các sản phẩm bị hư hỏng. Vì vậy, khi đưa vào bảo quản, hư hỏng chủ yếu thường do vi sinh vật và quá trình chín. Yêu cầu đặt ra cho bảo quản nông sản tươi là làm chậm quá trình sinh hóa, giảm quá trình hô hấp, giảm tổn thất nước, ức chế sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật và côn trùng gây hư hỏng nông sản.

3. Các phương pháp bảo quản nông sản

Hiện nay có nhiều phương pháp bảo quản nông sản khác nhau. Mỗi nông sản có những ưu điểm, nhược điểm riêng và áp dụng cho các loại nông sản nhất định. Và mỗi loại nông sản thì thích hợp với một và phương pháp nhất định.

Phương pháp bảo quản lạnh, lạnh đông:

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Là một trong các phương pháp lâu đời và phổ biến nhất hiện nay. Phương pháp này giữ được tính chất ban đầu của nông sản rất tốt và áp dụng được cho nhiều loại nông sản tươi.

Người ta hạ nhiệt độ kho bảo quản xuống nhiệt độ thích hợp bảo quản (thường là -5 đến 15⁰C) nhằm hạn chế quá trình hô hấp, quá trình thoát hơi nước của nông sản. Đặc biệt là hạn chế được sự xâm nhập của vi sinh vật và côn trùng gây hại, đảm bảo chất lượng nông sản. ví dụ bảo quản dưa thường ở nhiệt độ 10-12⁰C đối với dưa còn xanh, 7-8⁰C đối với dưa bắt đầu chín, ẩm độ trong kho 85-90% có thể bảo quản được 2-3 tuần.

Trong một số trường hợp người ta còn bảo quản ở nhiệt độ rất thấp, ví dụ bảo quản dưa quả xuất khẩu ở -18⁰C sau khi đã làm lạnh sâu ở -35⁰C...

Phương pháp bảo quản bằng hóa chất:

Phương pháp này có hiệu quả rất tốt, thời gian bảo quản dài,...đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Phương pháp này dùng các hóa chất bảo quản phun trực tiếp hay nhúng nông sản vào dung dịch hay xông khói nông sản nhằm ức chế quá trình sinh trưởng, hạn chế quá trình hô hấp, tiêu diệt hoặc hạn chế sự xâm nhập của vi sinh vật vào nông sản.

Phương pháp này có hiệu quả cao, song nó có thể gây hại tới sức khỏe người tiêu dùng, môi trường nếu không được kiểm soát chặt chẽ.

Một số hóa chất thường dùng như metabisulfit natri ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), Benlat, Mertect, NF44, NF35, topxin M,...

Phương pháp bảo quản bằng màng bao:

Là phương pháp dùng các loại màng mỏng như màng PE, màng chitosan, màng sáp,...bao bọc nông sản nhằm hạn chế sự thoát hơi nước, hạn chế sự xâm nhập của vi sinh vật, côn trùng vào nông sản.

Phương pháp này thường dùng đối với các loại quả có kích thước vừa như cam, quýt, bưởi, ổi,...

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Phương pháp bảo quản trong khí quyển điều chỉnh:

Nguyên tắc: dùng máy điều chỉnh thành phần các chất khí trước khi vào kho kín, đồng thời giảm nhiệt độ. Trong điều kiện này mọi hoạt động sống của NS và vi sinh vật đều dừng lại.

Từ nghiên cứu ghi nhận: Nồng độ $[O_2] < 3-5\%$ hoạt động trao đổi chất giảm, ở nồng độ $[CO_2] > 3-5\%$ vi sinh vật bị ức chế, NS ít hư hỏng. Có thể thay một phần $O_2 = N_2$ hoặc CO_2 (không thay hoàn toàn) vì không có O_2 nông sản sẽ bị mất sự sống.

Hiện nay chủ yếu dùng CO_2 kết hợp điều kiện lạnh để bảo quản rau quả rất có hiệu quả. Để tạo $[CO_2]$ cần thiết, người ta thường dùng tuyết CO_2 hay khí CO_2 nén vào phòng bảo quản kín. Kết quả nghiên cứu gần đây ghi nhận $[CO_2]$ là 10-12% rau quả chín chậm đi 2-3 lần so với điều kiện bình thường và ít hư hỏng nhất.

Phương pháp bảo quản ở trạng thái thoáng khí:

Nguyên tắc: Khối NS (hạt) tiếp xúc trực tiếp với môi trường không khí tự nhiên, do đó hệ thống kho phải thông thoáng tốt và ngược lại có thể kín khi cần thiết. Ví dụ: Ẩm độ trong kho thấp, nhiệt độ cao trong khi ngoài kho ẩm độ cao, nhiệt độ thấp, cần đóng kín hạn chế thất thoát nhiệt ra ngoài và hạn chế sự xâm nhập ẩm độ vào nhà. Khi cần thổi hơi nóng hoặc xông hơi hóa chất cần đóng kín kho, thoáng khí xả.

Yêu cầu: NS phải được xử lý tốt trước khi nhập.

Bảo quản thông thoáng có 2 kiểu: Thông thoáng tự nhiên: sử dụng gió, không khí tự nhiên lùa vào qua các hệ thống cửa. Thông thoáng tích cực: dùng thiết bị để lùa không khí vào kho.

Phương pháp bảo quản ở trạng thái kín khí:

Nguyên tắc: Bảo quản trong điều kiện hoàn toàn cách biệt với môi trường.

Ví dụ: đựng trong chai lọ, chum vại, túi Polyetylen (PE).

Lưu ý: Bảo quản kín không nên dùng với hạt giống qui mô lớn để lâu năm. Vì hô hấp trong điều kiện thiếu oxy sẽ tạo ra rượu etylic và hợp chất hữu cơ khác gây

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

độc cho phôi, làm cho mất khả năng nảy mầm. Với lượng nhỏ, nông dân bảo quản theo phương pháp này tốt.

Phương pháp bảo quản nông sản bằng chiếu xạ:

Nguyên tắc: Dùng tia phóng xạ diệt vi sinh vật gây hại nông sản.

Phương pháp chiếu xạ sẽ được chúng tôi trình bày sâu hơn trong phần tiếp theo.

Phần II – Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

1. Lịch sử của phương pháp chiếu xạ nông sản

Chiếu xạ là một kỹ thuật vật lý. Người ta cho dòng electron hoặc tia bức xạ điện từ tác động lên mẫu vật chất để đạt được một số mục ích nhất định.

Năm 1930 lần đầu tiên trong lịch sử, O. Wurst (người Đức) đã đăng ký bằng phát minh sáng chế tại Pháp về việc ứng dụng kỹ thuật chiếu xạ trong công nghệ thực dụng ngay vào thời điểm đó vì người ta lo ngại vấn đề an toàn thực phẩm chiếu xạ. Một câu hỏi đã được đặt ra là thực phẩm chiếu xạ có chứa các chất có hoạt tính phóng xạ gây nguy hiểm cho sức khỏe của người tiêu dùng hay không ?

Để trả lời câu hỏi này, trong giai đoạn 1940 – 1970, các nhà khoa học tại nhiều nước trên thế giới đã thực hiện những nghiên cứu khác nhau. Sau một khoảng thời gian dài nghiên cứu và tranh luận, các nhà khoa học đi đến một kết luận thống nhất là nếu dùng tia chiếu xạ với liều xạ thích hợp thì vấn đề an toàn của thực phẩm chiếu xạ cho người tiêu dùng được đảm bảo tuyệt đối.

Vào năm 1976, Tổ chức Y tế thế giới (*World Health Organization - WHO*) ra thông báo khuyến cáo sử dụng kỹ thuật chiếu xạ trong công nghệ thực phẩm. Đến nay, hơn 40 quốc gia trên thế giới cho phép sử dụng kỹ thuật chiếu xạ để xử lý thực phẩm, trong đó có nhiều nước phát triển như Mỹ, Canada, Anh, Pháp, Đức, Hà Lan, Bỉ, Đan Mạch, Phần Lan, Tây Ban Nha, Nga, Australia, Nhật, Ấn Độ, Trung Quốc...và Việt Nam cũng nằm trong danh sách các nước cho phép sử dụng kỹ thuật chiếu xạ trong công nghiệp thực phẩm.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Ở nước ta phương pháp này còn rất mới, và phạm vi sử dụng đang còn rất hạn chế. Nhưng với chủ trương phát triển chiếu xạ trong thực phẩm thì phương pháp này ngày càng phát triển và tương lai không xa phương pháp này sẽ áp dụng phổ biến ở nước ta. Hiện tại, có nhà máy chiếu xạ An Phú đang xây (Vĩnh Long), và trung tâm Gamma Thủ Đức (Tp HCM), trung tâm chiếu xạ Hà Nội, trung tâm chiếu xạ Bảo Lộc, trung tâm chiếu xạ tại cảng Hậu Giang, Trung tâm nghiên cứu và triển khai công nghệ bức xạ (thành phố Hồ Chí Minh)

2. Nguyên lý của chiếu xạ

Nguyên tắc chiếu thực phẩm là chuyển một phần năng lượng từ dòng electron hoặc tia bức xạ điện từ cho mẫu thực phẩm được chiếu xạ, nhờ đó sẽ tạo một số biến đổi có lợi cho quá trình chế biến hoặc bảo quản thực phẩm.

Trong số các tia bức xạ điện từ như tia X, tia gamma, tia beta,... chỉ có tia gamma là được sử dụng ở quy mô công nghiệp cho mục đích chiếu xạ thực phẩm.

Người ta sử dụng các tác nhân chiếu xạ sau đây:

- Một chùm electron được gia tốc (năng lượng nhỏ hơn 10 MeV)
- Tia X (năng lượng nhỏ hơn 5 MeV)
- Tia γ coban 60 (năng lượng 1,17 và 1,33 MeV)
- Tia γ cesium 137 (năng lượng 0,66 MeV)

Người ta sử dụng tia bức xạ *gamma* của chất phóng xạ *Cobalt 60* hoặc của chất *Cesium 137* để chiếu vào thực phẩm nhằm diệt vi trùng (thịt), vi sinh vật, sâu bọ, côn trùng và ký sinh trùng (lúa mì, bột, đồ gia vị, ngũ cốc, trái cây khô), làm chậm lại sự phát triển, làm chậm chín cũng như ngăn chặn sự nảy mầm ở các loại trái cây và củ hành... Phóng xạ tác động thẳng vào phần DNA tức là phần quyết định tính chất di truyền, làm tế bào không thể phân cắt được. Hoặc tác động gián tiếp thông qua nước, tia bức xạ có thể làm kìm hãm hoàn toàn hoạt tính của hệ enzyme, làm mất khả năng nảy mầm của hạt.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Đôi khi phương pháp chiếu xạ thực phẩm còn được gọi bằng những tên như khử trùng bằng điện tử *electronic pasteurization* hoặc *cold pasteurization* (phương pháp khử trùng lạnh) vì không sử dụng đến nhiệt để phân biệt với phương pháp *pasteurization*.

3. Thiết bị chiếu xạ

Máy gia tốc

Máy gia tốc phát ra dòng electron. Máy gồm có bốn bộ phận chính : bộ phận tạo dòng electron, bộ phận gia tốc electron, bộ phận định hướng dòng electron, bộ phận tách electron.

Ưu điểm chính khi sử dụng máy gia tốc để chiếu xạ thực phẩm là có thể tạo ra những dòng electron với các mức năng lượng khác nhau. Ngoài ra, hoạt động của máy gia tốc không gây ô nhiễm môi trường.

Tuy nhiên, việc sử dụng máy gia tốc để chiếu xạ thực phẩm có một số nhược điểm. Các máy gia tốc thường có kích thước rất lớn và tiêu tốn nhiều năng lượng. Ví dụ như máy gia tốc tại trung tâm nghiên cứu CERN của Thụy Sĩ có đường kính xấp xỉ 9km, sử dụng mạng điện thế 50.000MeV. Hay máy gia tốc mini đặt tại Saclay (Pháp) với đường kính dài 200m, sử dụng mạng điện thế 640MeV. Bên cạnh đó, khả năng đâm xuyên của các dòng electron thường kém xa so với tia Gamma. Chính vì vậy mà máy gia tốc ít được sử dụng trong công nghiệp chiếu xạ thực phẩm.



Máy tạo tia Roentgen (Máy gia tốc electron bức xạ hãm)

Máy tạo tia Roentgen (tia X) có cấu tạo gần giống máy gia tốc electron. Tuy nhiên cực dương của máy không phải là các ống CRT mà là tế bào quang điện. Tế

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

bào quang điện là các mảnh kim loại có số khối lớn (gọi là bia biến đổi) như Pb, W, Ta, Au,... Luồng electron tốc độ cao mang năng lượng lớn sẽ bắn phá tế bào quang điện làm tế bào quang điện phát ra các sóng điện từ có bước sóng cực ngắn. Đó là tia Roentgen (hay tia X), các tia này có bước sóng từ 0.01 nm đến 1000 nm, tia Roentgen còn được gọi là bức xạ hãm. Tia Roentgen có độ xuyên sâu mạnh (chỉ thua tia γ). Máy tạo tia Roentgen có hiệu suất tạo bức xạ hãm thấp, chẳng hạn chì (Pb) có hiệu suất tạo bức xạ hãm là 8 %. Phần lớn năng lượng còn lại chuyển thành nhiệt lượng. Vì vậy mảnh kim loại rất nóng, phải dùng nước để tản nhiệt.

Máy phát tia Gamma

Hiện nay có nhiều nguồn khác nhau có thể phát tia Gamma. Ở quy mô công nghiệp, nguồn phát tia gamma thông dụng nhất là ${}^{60}_{27}\text{C}$.

Tia gamma sinh ra từ nguồn ${}^{60}_{27}\text{C}$ được biểu hiện theo sơ đồ:



Theo lý thuyết, trong quá trình phân rã ${}^{60}_{27}\text{C}$ sẽ sinh ra electron và tia gamma. Có hai tia gamma được sinh ra với mức năng lượng lần lượt là 1,333MeV và 1,172MeV. Do các electron có khả năng đâm xuyên kém nên máy phát tia gamma có bộ phận chuyên ngăn tách những electron được sinh ra trong quá trình phân rã ${}^{60}_{27}\text{C}$. Còn các tia gamma sẽ được sử dụng cho mục đích chiếu xạ. Chu kỳ bán hủy của ${}^{60}_{27}\text{C}$ là 5,27 năm.

Ưu điểm của việc sử dụng máy phát tia gamma trong chiếu xạ thực phẩm là chi phí năng lượng thấp hơn rất nhiều so với việc sử dụng máy gia tốc. Ngoài ra, các tia

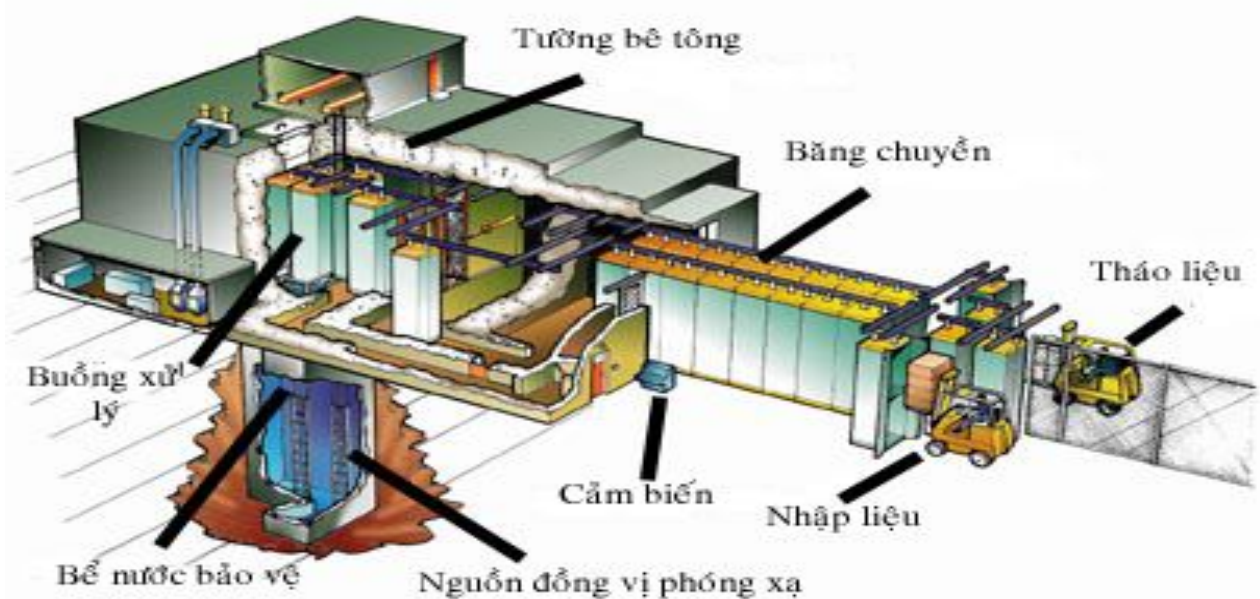
Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

gamma có độ đâm xuyên khá cao. Hiện nay, tại nước ta và nhiều nước trên thế giới, máy phát tia gamma được sử dụng rất rộng rãi để chiếu xạ thực phẩm.

Tuy nhiên, việc sử dụng máy phát tia gamma theo nguyên lý trên làm sản sinh ra các chất thải có thể gây ô nhiễm môi trường. Một vấn đề khác cần lưu ý là máy phát tia gamma luôn trong tình trạng hoạt động liên tục không phụ thuộc vào nhu cầu sử dụng.

Nguồn ^{60}C được đặt sâu trong lòng đất và được đặt cách ly hẳn với môi trường bên ngoài thông qua hệ thống tường chắn. Thực phẩm được đóng gói vào bao bì, sau đó được đặt vào trong các thùng chứa (container) và được đặt lên băng chuyền. Băng chuyền sẽ dịch chuyển để đưa thực phẩm vào khu vực tiếp xúc với tia gamma. Thời gian lưu của thực phẩm trong khu vực này cần được tính toán để đảm bảo liều xạ chiếu đúng theo giá trị yêu cầu. Cuối cùng băng chuyền sẽ đưa các container chứa thực phẩm ra bên ngoài hệ thống thiết bị.

Nhìn chung, quy trình thực hiện chiếu xạ thực phẩm rất đơn giản. Tuy nhiên, các cơ sở chiếu xạ cần phải tuân thủ nghiêm ngặt những điều kiện vận hành để đảm bảo an toàn cho công nhân trong quá trình làm việc



4. Mục đích chiếu xạ

Mục đích chủ yếu của quá trình chiếu xạ rau quả là tiêu diệt hoặc ức chế vi sinh vật, côn trùng có hại trên rau quả và làm chậm các quá trình chín sau thu hoạch, lão hóa sản phẩm....

a) Tiêu diệt hoặc ức chế vi sinh vật và côn trùng có hại trên nông sản :

Một trong những nguyên nhân quan trọng gây hư hỏng nông sản trong quá trình bảo quản là do vi sinh vật và một số côn trùng có hại.

Hệ vi sinh vật trên rau quả, trứng, thịt cá bao gồm nấm sợi, nấm men và vi khuẩn, trong đó thường gặp nhất là nấm sợi. Khi các tế bào vi sinh vật thực hiện quá trình trao đổi chất và sinh trưởng trên rau quả, chúng làm thay đổi thành phần hóa học cũng như giá trị cảm quan của rau quả và làm cho rau quả nhanh chóng bị hư hỏng. Một số loài vi sinh vật khác có thể gây bệnh rau quả như *Botrytis*, *Alternaria*... Thực tế cho thấy khi số tế bào vi sinh vật có trong rau quả càng nhiều thì thời gian bảo quản rau quả càng ngắn.

Như vậy, để kéo dài thời gian bảo quản rau quả, một trong những giải pháp kỹ thuật quan trọng là khống chế số tế bào vi sinh vật và côn trùng trên rau quả càng ít càng tốt. Các kết quả nghiên cứu trước đây đã khẳng định là kỹ thuật chiếu xạ rau quả có thể tiêu diệt hoặc ức chế các tế bào vi sinh vật và côn trùng, góp phần kéo dài thời gian bảo quản rau quả.

Liều lượng bức xạ tiêu diệt các vi sinh vật khác nhau:

Vi sinh vật	Liều gây chết (Kilograys)
Côn trùng	0,22 – 0,13
<i>Saccharomyces cerevisiac</i>	5

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

<i>Hanusenula</i>	4,7
<i>Candida Kroschi</i>	11,6
<i>Penicilium Spp</i>	1,4 – 2,5
<i>Aspergillus spp</i>	1,4 – 3,7
<i>Phizopus spp</i>	1,4 – 3,7
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	1,4
<i>Salmonella spp</i>	3,7 – 4,8
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,4 – 7,0
<i>Escherichia coli</i>	1,0 – 2,3
<i>Bacillus subtilis</i>	12 -18
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	10 – 17
Virus	10 – 40

Nếu như đông lạnh chỉ có khả năng ức chế sự phát triển của vi sinh vật thì tia bức xạ có tác dụng gây tổn thương cơ chất di truyền (phân tử AND) làm bất hoạt khả năng sinh sản của vi sinh vật. Nhờ đó sau khi chiếu xạ, các vi sinh vật gây bệnh cho người và các vi sinh vật gây hại khác gây hại cho thực phẩm bị bất hoạt.

Quá trình tương tác giữa bức xạ và thực phẩm tạo ra một lượng nhiệt không đáng kể (chiếu 10kGy, nhiệt độ chỉ tăng 2⁰C) nên chiếu xạ diệt được vi khuẩn nhưng

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

không làm chín, làm mất mát các chất dinh dưỡng và không làm biến dạng bao gói thực phẩm bằng plastic...

Nhờ các hiệu ứng đó thực phẩm chiếu xạ trở nên vệ sinh và an toàn hơn, chất lượng dinh dưỡng được ổn định, thời gian sử dụng của thực phẩm được kéo dài..., tạo thuận lợi cho khâu lưu trữ và phân phối thực phẩm tới các thị trường xa trái thời vụ.

Chiếu xạ thực phẩm góp phần ngăn chặn sự lây lan của nhiều dịch bệnh. Trong các loại ngũ cốc, hoa quả, thịt, trứng, sữa, hải sản... là môi trường khu trú thích hợp cho nhiều vi khuẩn, côn trùng, kí sinh trùng gây bệnh (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Oxoplasma gondii*, *Trichinella*, *Vibro cholera*, *Listeria monocytogees*, *Yersina*, *Shigella* *Escheria coli*, *Clotridium perfringenes*...).

b) Làm chậm các quá trình chín sau thu hoạch, lão hóa và nảy mầm của nông sản:

Nhóm trái cây : sau thời điểm thu hái, thường xảy ra hai quá trình nối tiếp nhau: quá trình chín và quá trình lão hóa.

Đối với các loại trái cây có đỉnh sinh trưởng, quá trình chín sẽ diễn ra khá nhanh sau khi thu hái. Điểm đặc trưng của quá trình chín sau thu hoạch là hệ số hô hấp của trái gia tăng và sự sinh tổng hợp ethylen được tăng cường. Bên cạnh đó, nhiều biến đổi hóa sinh và hóa học diễn ra bên trong trái như:

- Pectin bị thủy phân làm cho cấu trúc trái trở nên mềm hơn.
- Tinh bột cũng bị phân hủy làm tăng lượng đường khử và độ ngọt của trái.
- Chlorophyll bị phân hủy, ngược lại các hợp chất carotenoid hoặc anthocyanin được sinh tổng hợp làm cho màu sắc trái từ xanh chuyển dần sang vàng.
- Phản ứng sinh tổng hợp các chất mùi được thúc đẩy và cường độ mùi của trái gia tăng...

Những biến đổi trên làm cho trái chưa chín khi thu hái sẽ tiến dần trạng thái của độ chín kỹ thuật. Ở trạng thái này, chất lượng trái cây được xem là tốt nhất cho người sử dụng. Tuy nhiên, nếu các biến đổi trên tiếp tục diễn ra với mức độ lớn, quá

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

trình lão hóa của trái sẽ tiếp diễn và chất lượng của trái sẽ bị giảm đi nhanh chóng. Nhìn chung, các loại trái cây có đỉnh sinh trưởng thường có thời gian bảo quản khá ngắn.

Đối với trái cây không có đỉnh sinh trưởng, hệ số hô hấp của trái giảm dần sau thời điểm thu hái. Như vậy, quá trình chín sau thu hoạch tuy có diễn ra nhưng với tốc độ chậm hơn. Tuy nhiên, trái cây không có đỉnh sinh trưởng vẫn bị lão hóa theo thời gian. Khi đó, trái trở nên mềm nhũn, các thành phần hóa học và tính chất cảm quan của trái cũng bị thay đổi sâu sắc, không còn thích hợp cho người sử dụng.

Nhóm rau củ : Đối với một số loại rau củ như salad, cải, cà rốt, su su...sau thời điểm thu hái sẽ bắt đầu quá trình lão hóa (quá trình béo). Khi đó, rau lá sẽ bị mất nước, còn củ sẽ trở nên mềm nhũn. Thành phần hóa học và giá trị cảm quan của rau củ sẽ bị biến đổi sâu sắc và không còn thích hợp cho người sử dụng.

Đối với một số loại rau củ khác như hành tây, tỏi, khoai tây...có thể xảy ra hiện tượng nảy mầm trong quá trình bảo quản sau thu hoạch. Hiện tượng này ảnh hưởng xấu đến chất lượng của rau củ và làm tăng tỉ lệ tổn thất sau thu hoạch.

Đến nay, các kết quả nghiên cứu thu được cho thấy khi chiếu xạ một số loại rau trái tươi với liều lượng thích hợp sẽ hạn chế được các quá trình chín, lão hóa và nảy mầm. Như vậy, sử dụng kỹ thuật chiếu xạ sẽ góp phần kéo dài thời gian bảo quản rau trái tươi, hạn chế tỷ lệ tổn thất do hiện tượng nảy mầm và lão hóa ở rau quả.

5. Các biến đổi nông sản sau khi chiếu xạ bằng tia gamma :

Các nghiên cứu thực nghiệm đã chứng minh là các chất dinh dưỡng đa lượng như protein, glucit và lipit tương đối ổn định khi xử lý rau quả có liều xạ thấp dưới 10 kGy. Các chất dinh dưỡng vi lượng, đặc biệt là các vitamin tỏ ra khá nhạy cảm với các tác nhân xử lý, kể cả với bức xạ. Ví dụ, vitamin A, E, C và B có độ nhạy cảm cao với các bức xạ song chỉ tương đương với các tác nhân xử lý nhiệt. Ủy ban hỗn hợp giữa FAO, WHO và IAEA khẳng định chiếu xạ không làm giảm vấn đề dinh dưỡng trong thực phẩm

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Sự thay đổi các giá trị dinh dưỡng trong thực phẩm phụ thuộc vào nhiều yếu tố: liều bức xạ, loại thực phẩm, chất liệu bao gói và các điều kiện xử lý (nhiệt độ trong thời gian chiếu xạ và lưu kho sau chiếu xạ). Sau đây là các biến đổi cơ bản trên rau qua sau khi chiếu xạ bằng tia gamma:

a) Biến đổi về bao bì

Quá trình chiếu xạ thường được tiến hành khi sản phẩm đã được đóng gói trong bao bì, vì vậy chiếu xạ cũng ảnh hưởng phần nào đến chất lượng bao bì. Các loại bao bì có nguồn gốc vô cơ như thủy tinh, kim loại ít bị ảnh hưởng, các bao bì có nguồn gốc sinh học như giấy và các bao bì nhựa tổng hợp thì bị ảnh hưởng mạnh hơn. Tuy nhiên có loại bao bì tổng hợp như P.E (Polyethylene), P.S (Polystyrene) thì hầu như không bị ảnh hưởng.

Vật liệu	Liều chiếu tối đa (kGy)	Ảnh hưởng ở liều chiếu tối đa
Polyethylene	5000	-
(P.E) Polystyrene	1000	-
(P.S)	100	Bị mờ, xuất hiện acid HCl trong sản phẩm.
PVC	100	
Giấy bìa	25	Giòn, dễ vỡ
Popypropylene	10	Giảm khối lượng bao bì
Thủy tinh		Bị mờ

Bảng trên cho thấy nếu bao bì bằng P.E hay P.S thì chúng ta không phải lo lắng đến sự biến tính của bao bì. Trong những năm gần đây có một hiện tượng đáng quan tâm là các nhà sản xuất bao bì đã sản xuất ra các bao bì không đạt chất lượng. Vì vậy nhà sản xuất thực phẩm cần phải quan tâm đến vấn đề này vì khi có sự cố xảy ra thì họ là người chịu trách nhiệm chính.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

b) Biến đổi về dinh dưỡng

Thành phần dinh dưỡng của thực phẩm bao gồm các thành phần đa lượng gồm protein, lipid, các carbohydrates, và thành phần vi lượng gồm các vitamin và các khoáng vi lượng.

Một ưu điểm rất lớn của xử lý chiếu xạ là hàm lượng protein, lipid, các carbohydrates hầu như không biến đổi qua xử lý chiếu xạ. Các thay đổi nếu có thường là thay đổi cấu trúc của các polymer sinh học trên.

- Các protein có thể bị mất cầu nối disulfur hay bị phân cách thành các peptid ngắn.



- Các acid béo trong lipid có thể bị cắt mạch hay bị oxy hóa nối đôi gây cho sản phẩm có mùi ôi. Vì vậy nếu trong sản phẩm có hàm lượng lipid cao như lạc, olive, dừa thường không được xử lý bằng phương pháp chiếu xạ.

- Các carbohydrates có thể bị cắt mạch thành các polysaccharides ngắn hay bị oxy hoá thành acid hữu cơ gây chua cho sản phẩm.

Tuy nhiên các biến đổi trên sẽ giảm hẳn nếu chiếu xạ vào thực phẩm trong môi trường lạnh đông, phương pháp tốt nhất là xử lý chiếu xạ kết hợp với quá trình làm lạnh. Mặt khác các thực phẩm trên khi đi vào cơ thể cũng bị cơ thể tiến hành các quá trình tương tự để tiêu hóa. Vì vậy nhìn chung hàm lượng dinh dưỡng các chất trên được bảo toàn khi xử lý chiếu xạ.



Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Ảnh hưởng của chiếu xạ lên thực phẩm thể hiện rõ nhất là hàm lượng vitamin. Trong các vitamin thông dụng thì các vitamin nhóm B bao gồm Thiamine (B₁), Riboflavin (B₂), Pyridoxine (B₆), ascorbic acid (vitamin C) có sự thay đổi lớn nhất. Nguyên nhân là do trong tế bào thực vật, các chất này có vai trò trong chuỗi vận chuyển điện tử của quá trình quang hợp nên rất nhạy với các kích thích điện từ. Các vitamin tan trong dầu như vitamin D, K, E có tính nhạy sáng cũng biến đổi mạnh. Một điều lý thú là có một số vitamin lại tăng hàm lượng sau khi chiếu xạ do sự chuyển hoá của các tiền vitamin dưới tác động của bức xạ, như vitamin D, B₁₂. Sự nhạy với bức xạ của vitamin được cho như sau: thiamin > ascorbic acid > pyridoxine > riboflavin > folic acid > cobalamin > nicotinic acid (vitamin tan trong nước) và vitamin E > carotene > vitamin A > vitamin K > vitamin D (vitamin tan trong dầu).

Thực phẩm	Liều chiếu (kGy)	Phần trăm hao hụt					
		Thiamin (B ₁)	Riboflavin (B ₂)	Nicotinic acid	Pyridoxine (B ₆)	Pantothenic acid	Vitamin B ₁₂
Thịt bò	4.7-7.1	60	4	14	10	-	-
Thịt lợn	4.5	15	22	22	2	-	-
Cá	1.5	22	0	0	+15	+78	10
Lúa mì	2.0	12	13	9	-	-	-
Bột mì	0.3-0.5	0	0	11	0	-	-

+: hàm lượng tăng thêm.

Bảng: Ảnh hưởng của chiếu xạ lên hàm lượng Vitamin ở một số thực phẩm

Bảng: Mức độ thay đổi hàm lượng vitamin ở một loại thực phẩm khảo sát. Hàm lượng trong bảo quản bằng phương pháp lạnh đông được lấy là chuẩn.

Vitamin	Nồng độ vitamin (mg/ kg khối lượng khô)			
	Lạnh đông	Tiệt trùng	Chiếu xạ γ	Chiếu xạ β

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

		bằng nhiệt		
Thiamin HCl	2.31	1.53	1.57	1.98
(B ₁)	4.32	4.6	4.46	4.90
Riboflavin (B ₂)	7.26	7.62	5.32	6.7
Pyridoxine (B ₆)	212.9	213.9	197.9	208.2
Nicotinic acid	24.0	21.8	23.5	24.9
Pantothenic acid	0.093	0.097	0.098	0.013
Biotin	0.83	1.22	1.26	1.47
Folic acid	2716	2340	2270	2270
Vitamin A	375.1	342.8	354.0	446.1
Vitamin D*	1.29	1.01	0.81	0.85
Vitamin K*	0.008	0.016	0.014	0.009
Vitamin B ₁₂				

*: Nồng độ tính bằng đơn vị hoạt độ UI/kg.

Qua bảng trên ta thấy chiếu xạ β có sự thay đổi về hàm lượng vitamin ít hơn so với chiếu xạ γ . Tuy nhiên như đề cập ở trên thì chiếu xạ β không đem lại hiệu quả diệt khuẩn tốt bằng chiếu xạ γ .

Một thành phần quan trọng khác của chất lượng sản phẩm là cảm quan. Tuy trong rau quả thành phần gây màu là các carotenoid là các chất nhạy với bức xạ điện tử, nhưng các thử nghiệm cho thấy ảnh hưởng của chiếu xạ lên cảm quan về màu sắc, mùi vị của các sản phẩm rau quả hầu như không biểu hiện. Ở một số trường hợp xử lý chiếu xạ gây biến đổi về màu sắc nhưng sự biến đổi này là đồng loạt, không phải cục bộ nên có thể chấp nhận được. Ở các sản phẩm khác sự thay đổi khó có thể phân biệt được bằng mắt thường. Vì vậy người tiêu dùng khó nhận ra sản phẩm nào được xử lý bằng chiếu xạ và sản phẩm nào không. Vì vậy trên bao bì phải có cảnh báo cho người tiêu dùng về sản phẩm mình muốn mua.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

c) Biến đổi sinh học :

Sự nảy mầm : Khi bảo quản một số loại củ như hành tây, tỏi, khoai tây..dễ xảy ra hiện tượng nảy mầm. Trong quá trình này mầm, nhiều phản ứng sinh hóa phức tạp xảy ra trong củ, từ đó chồi sẽ phát triển. Chiếu xạ có thể ức chế được sự nảy mầm và kéo dài thời gian bảo quản củ. Theo các nghiên cứu mới nhất, người ta cho rằng quá trình chiếu xạ ức chế một số enzyme tham gia vào quá trình nảy mầm ở củ.

Khi sử dụng chiếu xạ kết hợp với các phương pháp khác, người ta có thể bảo quản các loại nông sản nói trên trong thời gian một năm và tỷ lệ tổn thất trong quá trình bảo quản là không đáng kể.

Thực nghiệm trên khoai tây, khi xử lý bằng kỹ thuật chiếu xạ ở liều xạ 0,1 kGy, nhiệt độ bảo quản 10⁰C và độ ẩm không khí 85% thì thời gian bảo quản không nhỏ hơn một năm. Trong suốt quá trình bảo quản không hề xảy ra hiện tượng nảy mầm ở củ. Ngoài ra, mức độ hao hụt trọng lượng khoai trong quá trình bảo quản cũng giảm đi nhiều so với củ không được chiếu xạ.

Sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật : chiếu xạ có thể tiêu diệt hoặc ức chế vi sinh vật. Tuy theo liều xạ sử dụng mà vi sinh vật có thể bị ức chế hoặc tiêu diệt. Khi liều xạ sử dụng càng cao, khả năng tiêu diệt vi sinh vật càng lớn. Các tế bào sinh dưỡng tỏ ra miễn cảm với chiếu xạ hơn các bào tử.

Khi chiếu xạ, cấu trúc nhân tế bào sinh vật dễ bị ảnh hưởng do chiếu xạ làm biến đổi acid nucleic. Thông thường, trong tế bào vi sinh vật có các hệ enzyme như ligase, exonuclease, polymerase...giúp sửa chữa các acid nucleic bị tổn thương để duy trì quá trình trao đổi chất của tế bào. Tuy nhiên, nếu mức độ tổn thương acid nucleic là quá lớn thì tế bào sẽ không sinh sản được hoặc chết đi. Trong một số trường hợp, có thể xuất hiện hiện tượng đột biến ở một vài tế bào vi sinh vật do chiếu xạ. Ngoài ra, chiếu xạ còn làm tổn thương thành phần phospholipid trong màng tế bào chất của vi sinh vật. Khi đó, khả năng vận chuyển các chất qua menbrane sẽ bị

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

ảnh hưởng. Hiện tượng này có thể làm giảm hoạt tính trao đổi chất của vi sinh vật hoặc làm cho vi sinh vật chết đi do không lấy được thức ăn từ môi trường bên ngoài.

d) Biến đổi cảm quan:

Các tính chất cảm quan quan trọng của rau trái gồm có màu sắc, mùi vị và cấu trúc. Nhiều nghiên cứu cho thấy khi chiếu xạ với liều xạ tối ưu nhằm làm chậm quá trình chín sau thu hoạch và quá trình lão hóa, các tính chất cảm quan của rau trái không bị thay đổi. Chỉ có hai trường hợp ngoại lệ là xoài và lê.

Một số giống xoài khi được chiếu xạ với liều xạ thấp (0,25 – 0,75 kGy), thành phần chlorophyll trong xoài không thể bị phân hủy hoàn toàn trong giai đoạn giấm chín. Quá trình khử màu xanh (*degreening*) của xoài không thể thực hiện theo ý muốn và xoài thu được có màu vàng không đồng nhất, làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm.

Trong một nghiên cứu về táo, các nhà khoa học đã tiến hành chiếu xạ 4 giống táo được trồng tại Ấn Độ với những liều xạ khác nhau (0,1; 0,2; 0,4 và 0,6 kGy), sau đó đem bảo quản ở 2 – 4⁰C. Kết quả phân tích cảm quan cho thấy quá trình chiếu xạ không làm ảnh hưởng đáng kể đến mùi vị và cấu trúc của trái táo. Riêng mẫu táo được chiếu xạ với liều xạ 0,1kGy được đánh giá rằng có vị ngọt cao hơn so với mẫu táo chưa được chiếu xạ. Có lẽ hàm lượng acid của nó thấp hơn mẫu không được chiếu xạ.

Khi chiếu xạ rau trái tươi với liều xạ cao hơn giá trị tối ưu sẽ dẫn đến sự thay đổi sâu sắc ở màu sắc, mùi, vị, cấu trúc của rau quả. Liều xạ sử dụng càng cao thì những biến đổi của các tính chất cảm quan sẽ càng lớn.

Đối với dâu tây khi tiến hành chiếu xạ với liều xạ tăng dần từ 0,5 – 2kGy. Kết quả đánh giá cảm quan cho thấy khi tăng liều xạ sử dụng, màu đỏ của trái dâu sẽ chuyển dần sang màu nâu đỏ và độ cứng của trái sẽ giảm xuống. Sự giảm độ cứng là do hàm lượng pectin hòa tan trong trái bị giảm đi trong quá trình chiếu xạ. Tuy nhiên các tính chất cảm quan khác của dâu tây như mùi và vị không bị ảnh hưởng.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Các phương pháp kiểm tra chất lượng thực phẩm sau chiếu xạ

Để kiểm tra đánh giá sự biến đổi chất lượng thực phẩm sau chiếu xạ có thể dùng một trong các phương pháp sau:

- Phương pháp phổ cộng hưởng từ electron: phương pháp này định lượng các gốc tự do sinh ra trong quá trình xử lý. Phổ chuẩn thường dùng là ^{13}C – MNR với chất phát màu là Thermoluminescence
- Phương pháp sắc ký: có thể phát hiện và định lượng lipid và cacbohydrate bị chiếu xạ. Các loại sắc ký thường dùng là sắc ký khí (GC) và sắc ký lỏng cao áp (HPLC).
- Phương pháp đếm vi khuẩn gram âm (GNBC – Gram negative bacteria count): đây là phương pháp ước lượng tỉ lệ vi khuẩn còn sống trên mẫu thực phẩm. Nếu số lượng vi sinh vật còn sống càng ít thì khả năng bảo quản càng cao.
- Phương pháp kỹ thuật miễn dịch gắn men (ELISA – enzyme linkage immune serum assay): đây là phương pháp sử dụng các kháng thể đơn dòng (Mabs) để định lượng các ADN ngắn hay các mảnh ADN bị phân hủy bởi tia bức xạ trên thực phẩm. Các kháng thể đơn dòng được sử dụng sẽ tương ứng với các loại vi sinh vật có trong thực phẩm. Thông qua hàm lượng ADN ta có thể ước lượng được số vi sinh vật đã bị tiêu diệt.

6. Kết hợp chiếu xạ với các phương pháp bảo quản khác :

Nhằm nâng cao hiệu quả xử lý các tác nhân gây hại nông sản, đảm bảo chất lượng nông sản, kéo dài thời gian bảo thì việc sử dụng kết hợp các phương pháp bảo quản mang lại hiệu quả rất cao.

Sử dụng kết hợp giữa phương pháp chiếu xạ với các phương pháp khác là một hướng đi mới mẻ trong việc bảo quản nông sản, hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích.

a) Kết hợp chiếu xạ với xử lý nhiệt:

Để ức chế nấm bệnh trên các loại trái cây nhiệt đới như chuối, xoài, đu đủ...việc sử dụng kết hợp hai phương pháp: ngâm trái trong nước ấm và chiếu xạ

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

cho hiệu quả cao hơn rất nhiều so với việc sử dụng từng phương pháp riêng lẻ. Hạn chế được quá trình chín và lão hóa của trái cây, nhờ đó kéo dài thời gian bảo quản của chúng.

Ví dụ như đối với xoài, quá trình xử lý nhiệt được thực hiện bằng cách ngâm trái trong nước ấm 50-55⁰C trong 5 phút, sau đó đem chiếu xạ với liều xạ 0,75 kGy. Khi đó, thời gian bảo quản xoài ở 11⁰C có thể kéo dài đến 30 ngày. Ngoài ra, thí nghiệm đối với sung cũng được kết quả tương tự. Ngâm sung trong nước ấm 50⁰C trong 5 phút tiếp theo chiếu xạ với liều xạ 1,5 kGy. Nếu nhiệt độ bảo quản là 15⁰C thì thời gian bảo quản sẽ lên đến 8 – 10 ngày.

Ngoài ra phương pháp kết hợp xử lý nhiệt với chiếu xạ còn có tác động tương hỗ trong việc ức chế sự phát triển các nấm bệnh. Kết luận dựa trên thí nghiệm với cà chua. Khi tiến hành xử lý trái bằng cách ngâm trong nước ấm 50⁰C trong 2 phút rồi chiếu xạ 1 kGy, sau 5 ngày bảo quản ở 23⁰C, số trái bị nhiễm *B.cinerea* và *R.stolonifer* lần lượt là 1,7% và 10%. Trong khi đó, mẫu đối chứng không qua xử lý có số trái bị nhiễm lần lượt là 67% và 100%.

Tuy nhiên, do đặc điểm cấu trúc và thành phần hóa học của một số loại rau trái nên phương pháp xử lý nhiệt kết hợp với chiếu xạ tỏ ra không thích hợp. Một nhược điểm lớn của phương pháp này là rất khó tách đi phần nước tự do bám trên bề mặt rau trái quá trình ngâm trong nước ấm. Phần nước tự do này có thể thúc đẩy sự phát triển các loại nấm bệnh trên rau trái trong quá trình bảo quản.

Đối với thịt động vật thì kết hợp giữa chiếu xạ và bảo quản lạnh thì chất lượng của thịt được đảm bảo rất tốt và thời gian bảo quản sẽ dài hơn phương pháp bảo quản lạnh thông thường.

b) Kết hợp chiếu xạ với xử lý nhiệt và hóa chất:

Với mục đích tiêu diệt vi sinh vật, đặc biệt là các loài nấm mốc gây bệnh trên rau trái, việc kết hợp cả ba phương pháp: chiếu xạ, xử lý nhiệt và xử lý bằng hóa chất được xem là một giải pháp hiệu quả nhất. Các kết quả nghiên cứu cho thấy tác động tương hỗ của ba phương pháp trên làm tăng khả năng tiêu diệt vi sinh vật lên rất

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

nhiều so với khi chúng ta sử dụng từng phương pháp riêng lẻ. Việc kết hợp chiếu xạ, nhiệt và hóa chất để xử lý rau quả sau thu hoạch thường được áp dụng trong trường hợp nguyên liệu có nguy cơ nhiễm nấm mốc gây bệnh.

Như xoài thường hay bị bệnh loét và bệnh thối cuống gây ra bởi *Colletotrichum gloeosporioides* và *Diplodia natalensis* hoặc *Phomopsis citri*. Để ngăn ngừa sự phát triển của nấm bệnh trong quá trình bảo quản người ta ngâm trái trong dung dịch benomyl với nồng độ 500ppm ở 52⁰C trong 5 phút, sau đó tiến hành chiếu xạ với liều xạ 0,075 – 0,6 kGy. Ngoài khả năng khống chế bệnh do nấm mốc, các quy trình xử lý trên còn có tác dụng làm chậm quá trình chín và lão hóa của xoài, kéo dài thời gian bảo quản.

Đối với nhóm trái cây có múi, việc kết hợp chiếu xạ, nhiệt và hóa chất cũng là một giải pháp hữu hiệu nhất để ngăn ngừa sự phát triển của loài nấm mốc, đặc biệt là *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* và *Diplodia natalensis*.

c. Kết hợp chiếu xạ với bao gói bằng màng bao hoặc túi chuyên dụng

Nếu kết hợp cả hai phương pháp này thì ta sẽ tận dụng được tối đa ưu điểm của cả hai phương pháp này, phương pháp bao gói giúp hạn chế mất nước, hạn chế sự tấn công của côn trùng, kết hợp với chiếu xạ thì tăng thời gian bảo quản nông sản rất nhiều. Và nó sẽ giúp tăng giá trị của nông sản...

7. Tiêu chuẩn cho phép áp dụng chiếu xạ bảo quản nông sản

Thực phẩm chiếu xạ đã được chứng minh là lành tính và mang lại những lợi ích kinh tế - xã hội to lớn. Tuy nhiên cũng giống như các công nghệ chế biến và bảo quản thực phẩm bằng hóa học hoặc bằng nhiệt, công nghệ chiếu xạ thực phẩm cũng đòi hỏi cơ sở chiếu xạ và cơ sở sản xuất chế biến thực phẩm phải tuân thủ những yêu cầu nhất định về vệ sinh an toàn thực phẩm trước khi chiếu xạ, liều lượng chiếu xạ (liều chiếu thích hợp cho từng loại thực phẩm), quy cách sản phẩm và điều kiện lưu kho, vận chuyển và chế biến thực phẩm sau khi chiếu xạ.

Giá trị năng lượng mà tia bức xạ điện từ hoặc dòng electron truyền cho thực phẩm được gọi là liều xạ (irradiation dose). Trong hệ SI đơn vị liều lượng chiếu xạ là

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Gray (ký hiệu là Gy), $1\text{Gy}=1\text{j/kg}$, $1\text{kGy}=1000\text{Gy}$. Liều xạ là thông số quan trọng nhất trong quá trình chiếu xạ. Theo lý thuyết, liều xạ càng cao thì khả năng ức chế vi sinh vật và côn trùng trong thực phẩm càng lớn, thời gian bảo quản thực phẩm càng kéo dài. Tuy nhiên liều xạ cao thì khả năng xuất hiện các sản phẩm xạ ly sẽ càng cao. Cho nên các nhà sản xuất thực phẩm cần tối ưu hóa liều lượng sử dụng. Theo quy định của các tổ chức chính phủ thì mỗi loại thực phẩm đều có một liều xạ tối đa cho phép sử dụng. Liều xạ tối đa cho phép xử lý thực phẩm không vượt quá 5kGy đối với tia gamma và 10kGy đối với tia bức xạ điện tử.

Thực phẩm chiếu xạ là thực phẩm có từ 5% trở lên theo khối lượng đã hấp thụ một liều vượt quá liều hấp thụ tối thiểu. Không được chiếu xạ lại thực phẩm trừ trường hợp ngũ cốc, đậu đỗ, thực phẩm khô...

Bao gói, bảo quản, ghi nhãn:

Thực phẩm trước và sau khi chiếu xạ phải được đóng gói trong cùng một bao bì.

Thực phẩm đã chiếu xạ phải được bảo quản theo quy định như thực phẩm khi chưa chiếu xạ.



Trên bao bì của thực phẩm đã chiếu xạ, ngoài những thông tin bắt buộc theo quy định của pháp luật về ghi nhãn thực phẩm phải có dòng chữ: “*Thực phẩm chiếu xạ*” hoặc dán nhãn hiệu nhận biết thực phẩm chiếu xạ.

Quy định của Bộ y tế đối với phương pháp chiếu xạ:

Chương 1: QUY ĐỊNH CHUNG

Điều 1. Phạm vi điều chỉnh

Quy định này điều chỉnh về vệ sinh an toàn đối với thực phẩm được bảo quản bằng phương pháp chiếu xạ lưu thông trên lãnh thổ Việt Nam.

Điều 2. Đối tượng áp dụng

Quy định này áp dụng đối với các cơ sở chiếu xạ thực phẩm, cơ sở chế biến và cơ sở kinh doanh thực phẩm chiếu xạ.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Điều 3. Giải thích từ ngữ

Trong quy định này, một số từ ngữ được hiểu như sau:

1. *Thực phẩm được bảo quản bằng phương pháp chiếu xạ* là thực phẩm được xử lý bằng tia bức xạ ion hóa của nguồn phóng xạ hoặc máy phát tia bức xạ (dưới đây được gọi là nguồn bức xạ) để bảo quản và ngăn ngừa sự biến chất của thực phẩm.
2. *Liều hấp thụ* là tỷ số giữa D và dm , trong đó D là năng lượng hấp thụ trung bình (tính bằng jun) mà bức xạ ion hóa truyền cho khối thực phẩm có khối lượng là dm (tính bằng kilogam).
3. *Đơn vị liều hấp thụ* là Gray (ký hiệu là Gy), $1\text{Gy} = 1\text{j/kg}$, $1\text{kGy} = 1000\text{ Gy}$.
4. *Nguồn bức xạ* là nguồn năng lượng từ máy phát tia bức xạ hoặc tia bức xạ ion hóa của nguồn phóng xạ.
5. *Thực phẩm chiếu xạ* là thực phẩm có từ 5% trở lên theo khối lượng đã hấp thụ một liều vượt quá liều hấp thụ tối thiểu.
6. *Cơ sở chiếu xạ thực phẩm* là cơ sở sử dụng các nguồn bức xạ để chiếu xạ thực phẩm.
7. *Cơ sở chế biến thực phẩm chiếu xạ* là cơ sở chế biến thực phẩm có sử dụng thực phẩm chiếu xạ làm nguyên liệu hoặc áp dụng phương pháp chiếu xạ để bảo quản thực phẩm.
8. *Cơ sở kinh doanh thực phẩm chiếu xạ* là cơ sở có kinh doanh thực phẩm chiếu xạ.
9. *Hệ thống xác định liều* là hệ thống thiết bị được sử dụng để xác định liều hấp thụ, bao gồm: liều kế, dụng cụ đo lường và quy trình sử dụng hệ thống thiết bị xác định liều.
10. *Liều hấp thụ tối đa cho phép* là giá trị liều hấp thụ đối với mỗi loại thực phẩm được quy định tại Điều 9 của Quy định này.
11. *Liều hấp thụ tối thiểu* là giá trị liều hấp thụ đối với mỗi loại thực phẩm mà chưa đạt được giá trị đó thực phẩm sẽ không đạt được mục tiêu kỹ thuật mong muốn khi chiếu xạ.

Chương 2: QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CƠ SỞ CHIẾU XẠ THỰC PHẨM

Điều 4. Yêu cầu chung

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

1. Cơ sở chiếu xạ thực phẩm phải thực hiện các quy định tại Pháp lệnh An toàn và kiểm soát bức xạ và các văn bản quy phạm pháp luật hướng dẫn thi hành Pháp lệnh này.
2. Cơ sở chiếu xạ thực phẩm chỉ được hoạt động chiếu xạ thực phẩm sau khi có sự đồng ý bằng văn bản của Cục An toàn vệ sinh thực phẩm.
3. Cơ sở chiếu xạ thực phẩm phải có 02 khu vực riêng biệt dành cho thực phẩm chờ chiếu xạ và thực phẩm đã được chiếu xạ để tránh tái nhiễm hoặc chiếu xạ lặp lại. Những khu vực này phải đủ rộng, phù hợp với quy mô chiếu xạ và phải đáp ứng đầy đủ các điều kiện bảo quản thực phẩm tương ứng.
4. Cơ sở chiếu xạ thực phẩm phải có đủ cán bộ được đào tạo đầy đủ kiến thức chuyên môn, kỹ thuật phù hợp theo quy định của Pháp lệnh an toàn và kiểm soát bức xạ và các quy định khác của pháp luật.

Điều 5. Quy định đối với nguồn bức xạ

1. Chỉ sử dụng các nguồn bức xạ được quy định trong TCVN 7247:2003 Thực phẩm chiếu xạ - Yêu cầu chung để chiếu xạ thực phẩm:
 - a) Tia X được phát ra từ các máy phát làm việc ở mức năng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5 mêga electron von (MeV).
 - b) Tia gamma từ các đồng vị phóng xạ ^{60}Co hoặc ^{137}Cs .
 - c) Chùm electron được phát ra từ các máy phát làm việc ở mức năng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10 MeV.
2. Ngoài việc tuân thủ các quy định về quản lý nguồn bức xạ, mọi trường hợp làm tăng hoặc giảm nguồn bức xạ, thay đổi các đặc trưng của máy phát tia hoặc khi có sửa chữa các thiết bị ảnh hưởng đến sự phân liều thì phải ngừng hoạt động và thông báo ngay cho Cục Kiểm soát và An toàn bức xạ hạt nhân.

Điều 6. Quản lý liều chiếu xạ tại cơ sở chiếu xạ thực phẩm

1. Quá trình chiếu xạ thực phẩm phải bảo đảm liều hấp thụ đối với mỗi loại thực phẩm không vượt quá giới hạn cho phép được quy định tại Điều 9 của Quy định này.
2. Trường hợp thực phẩm cần liều hấp thụ cao hơn 10 kGy để đạt được mục tiêu kỹ thuật khác phải được sự đồng ý bằng văn bản của Cục An toàn vệ sinh thực phẩm.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

3. Việc đo liều hấp thụ phải thực hiện theo một trong các Tiêu chuẩn Việt Nam sau: TCVN 7248:2003 Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ gamma dùng để xử lý thực phẩm hoặc TCVN 7249:2003, Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ chùm tia electron và bức xạ hãm (bremsstrahlung) dùng để xử lý thực phẩm.

4. Cơ sở chiếu xạ thực phẩm phải lưu giữ báo cáo kết quả chiếu xạ mỗi lô hàng thực phẩm trong một năm kể từ khi chiếu xạ về các nội dung sau:

a) Thông tin về lô hàng (loại thực phẩm, cơ sở sản xuất, ngày sản xuất hoặc hạn sử dụng).

b) Tình trạng nguồn năng lượng, quá trình hiệu chỉnh liều.

c) Giá trị liều hấp thụ (xác định theo Khoản 3 Điều này).

d) Thời điểm chiếu xạ.

Điều 7. Quy định đối với vận hành thiết bị chiếu xạ thực phẩm

Quá trình vận hành thiết bị chiếu xạ thực phẩm phải tuân theo TCVN 7250:2003 Quy phạm vận hành thiết bị chiếu xạ xử lý thực phẩm.

Chương 3: QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI THỰC PHẨM CHIẾU XẠ

Điều 8. Yêu cầu đối với thực phẩm chiếu xạ

1. Thực phẩm trước khi chiếu xạ đã được chế biến trong điều kiện bảo đảm vệ sinh, đạt chất lượng theo các tiêu chuẩn tương ứng.

2. Không được chiếu xạ lại thực phẩm trừ trường hợp: ngũ cốc, đậu đỗ, các loại thực phẩm khô và các hàng hóa khác tương tự được chiếu xạ với mục đích kiểm soát tái nhiễm côn trùng hoặc ức chế sự nảy mầm.

Thực phẩm không được coi là chiếu xạ lại nếu:

a) Thực phẩm chế biến từ nguyên liệu đã được chiếu xạ ở liều hấp thụ không lớn hơn 1kGy;

b) Thực phẩm đem chiếu xạ chứa không quá 5% thành phần theo khối lượng đã được chiếu xạ;

c) Yêu cầu công nghệ đặc thù phải chiếu xạ qua nhiều giai đoạn để tổng liều hấp thụ ở các giai đoạn của quá trình chế biến đạt được giá trị đủ gây hiệu quả mong muốn.

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

3. Chỉ được phép lưu thông trên thị trường những thực phẩm chiếu xạ có ghi nhãn thực phẩm đầy đủ theo quy định tại Điều 10 của Quy định này.

Điều 9. Danh mục thực phẩm được phép chiếu xạ và giới hạn liều hấp thụ tối đa

Tùy thuộc từng mục đích chiếu xạ, quá trình chiếu xạ thực phẩm phải bảo đảm liều hấp thụ đối với mỗi loại thực phẩm không được vượt quá các giới hạn sau:

stt	Loại thực phẩm	Mục đích chiếu xạ	Liều hấp thụ tối đa (kGy)	
			Tối thiểu	Tối đa
1	Loại 1: Sản phẩm nông sản dạng thân, rễ, củ.	Ức chế sự nảy mầm trong quá trình bảo quản	0,1	0,2
2	Loại 2: Rau, quả tươi (trừ loại 1)	a) Làm chậm quá trình chín	0,3	1,0
		b) Diệt côn trùng, ký sinh trùng	0,3	1,0
			1,0	2,5
		c) Kéo dài thời gian bảo quản	0,2	1,0
	d) Xử lý kiểm dịch			
3	Loại 3: Ngũ cốc và các sản phẩm bột nghiền từ ngũ cốc; đậu hạt, hạt có dầu, hoa quả khô	a) Diệt côn trùng, ký sinh trùng	0,3	1,0
			1,5	5,0
		b) Giảm nhiễm bẩn vi sinh vật	0,1	0,25
	c) Ức chế sự nảy mầm			
4	Loại 4: Thủy sản và sản phẩm thủy sản, bao gồm động vật không xương sống, động vật lưỡng cư ở dạng tươi sống hoặc	a) Hạn chế vi sinh vật gây bệnh	1,0	7,0
			1,0	3,0
		b) Kéo dài thời gian bảo quản	0,1	2,0
	c) Kiểm soát động thực vật ký sinh			

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

	lạnh đông.			
5	Loại 5: Thịt gia súc, gia cầm và sản phẩm từ gia súc, gia cầm ở dạng tươi sống hoặc lạnh đông.	a) Hạn chế vi sinh vật gây bệnh b) Kéo dài thời gian bảo quản c) Kiểm soát động thực vật ký sinh	1,0 1,0 0,5	7,0 3,0 2,0
6	Loại 6: Rau khô, gia vị và thảo mộc	a) Hạn chế vi sinh vật gây bệnh b) Diệt côn trùng, ký sinh trùng	2,0 0,3	10,0 1,0
7	Loại 7: Thực phẩm khô có nguồn gốc động vật	a) Diệt côn trùng, ký sinh trùng b) Kiểm soát nấm mốc c) Hạn chế vi sinh vật gây bệnh	0,3 1,0 2,0	1,0 3,0 7,0

Điều 10. Bao gói, bảo quản, ghi nhãn

1. Thực phẩm trước và sau khi chiếu xạ phải được đóng gói trong cùng một bao bì.
2. Thực phẩm đã chiếu xạ phải được bảo quản theo quy định như thực phẩm khi chưa chiếu xạ.
3. Trên bao bì của thực phẩm đã chiếu xạ, ngoài những thông tin bắt buộc theo quy định của pháp luật về ghi nhãn thực phẩm phải có dòng chữ: “Thực phẩm chiếu xạ” hoặc dán nhãn hiệu nhận biết thực phẩm chiếu xạ (theo Phụ lục kèm theo Quyết định này).

Bảo quản nông sản bằng phương pháp chiếu xạ

Kết luận

Chiếu xạ nông sản là một hướng đi đúng đắn trong việc tăng thời gian bảo quản, giữ được chất lượng nông sản lâu dài nhất. Nếu sử dụng hợp lý và kết hợp với các phương pháp khác thì hiệu quả sẽ nâng lên rất cao.

Phương pháp này hứa hẹn sẽ giúp nông sản Việt Nam vươn ra thị trường quốc tế dễ dàng hơn và có sức cạnh tranh với các nước phát triển khác. Góp phần vào sự phát triển của khoa học công nghệ, phát triển đất nước.