

TCVN 7512 : 2005

Xuất bản lần 1

**QUI PHẠM THỰC HÀNH CHIẾU XẠ TỐT ĐỂ ỨNG CHẾ
SỰ NẢY MẦM CỦA CÁC LOẠI CỦ VÀ THÂN CỦ**

*Code of good irradiation practice for sprout inhibition
of bulb and tuber crops*

Lời nói đầu

TCVN 7512 : 2005 tương đương có sửa đổi ICGFI No 8.

TCVN 7512 : 2005 do Tiểu ban kỹ thuật TCVN/TC/F5/SC1
Thực phẩm chiếu xạ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường
Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Lời giới thiệu

Hội đồng Tư vấn Quốc tế về chiếu xạ thực phẩm (ICGFI) được thành lập ngày 9/05/1984 dưới sự bảo hộ của FAO, IAEA và WHO. ICGFI bao gồm các chuyên gia và các đại diện khác được tiến cử bởi các chính phủ đã chấp nhận các điều khoản của "Tuyên bố" thành lập ICGFI và cam kết tự nguyện đóng góp bằng tài chính hoặc nhân lực để thực hiện các hoạt động của ICGFI.

ICGFI có các chức năng sau:

- a. Đánh giá sự phát triển toàn cầu về lĩnh vực chiếu xạ thực phẩm;
- b. Đưa ra các khuyến cáo chính về việc áp dụng chiếu xạ thực phẩm cho các tổ chức và các quốc gia thành viên; và
- c. Cung cấp các thông tin khi được yêu cầu qua các tổ chức, tới Hội đồng chuyên gia chung FAO / IAEA / WHO và tới Ủy ban tiêu chuẩn thực phẩm quốc tế CAC về tính lành của thực phẩm chiếu xạ.

Tại thời điểm phát hành qui phạm này (đầu năm 1991) thành viên của ICGFI gồm:

Argentina, Ostrâyliia, Bangladesh, Bỉ, Brazil, Bungary, Canada, Chile, Costarica, Bờ biển Ngà, Ecuador, Ai Cập, Pháp, Đức, Ghana, Hy Lạp, Hungary, Ấn Độ, Indonesia, Irắc, Israel, Italia, Malaysia, Mexico, Hà Lan, New Zealand, Pakistan, Peru, Philipin, Ba Lan, Xiri, Thái Lan, Thổ Nhĩ Kỳ, Anh, Mỹ, Việt Nam và Nam Tư cũ.

"Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để ức chế sự nảy mầm của các loại củ và thân củ" này nhằm mục đích thúc đẩy áp dụng kỹ thuật chiếu xạ thực phẩm ở qui mô thương mại. Qui phạm cũng hữu ích cho nhà chức trách trong việc xem xét cấp giấy phép cho việc áp dụng chiếu xạ để ức chế nảy mầm của các loại củ và thân củ hoặc nhập khẩu các sản phẩm chiếu xạ đó. Qui phạm này bổ sung cho TCVN 7247 : 2003 (CODEX STAN 106 – 1983) *Thực phẩm chiếu xạ – Yêu cầu chung*, trong đó mô tả "thực hành chiếu xạ tốt" để ức chế sự nảy mầm của các loại củ và thân củ.

Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để ức chế sự nảy mầm của các loại củ và thân củ

Code of good irradiation practice for sprout inhibition of bulb and tuber crops

1 Phạm vi áp dụng

Qui phạm này áp dụng cho các loại củ và thân củ dễ bị nảy mầm trong thời gian bảo quản.

Các loại củ:

- Hành (*Allium cepa* L.)
- Tỏi (*Allium sativum* L.)

Các loại thân củ:

- Khoai tây (*Solanum tuberosum* L.)
- Khoai lang, củ từ (một số loài thuộc họ *Dioscorea* L.)

2 Mục đích của chiếu xạ

Mục đích duy nhất của chiếu xạ nêu trong qui phạm này là để ức chế sự nảy mầm của các loại củ và thân củ trong quá trình bảo quản và vận chuyển. Bản thân những thực phẩm này là đối tượng xử lý chiếu xạ và không có bất kỳ vi sinh vật nào có thể tồn tại.

3 Chiếu xạ

3.1 Xử lý và bảo quản trước chiếu xạ

3.1.1 Yêu cầu chung

Xử lý trước chiếu xạ là yếu tố quan trọng của toàn bộ quá trình bảo quản các loại thực phẩm này bằng chiếu xạ. Mỗi loại thực phẩm có những yêu cầu riêng, vì vậy mỗi loại sẽ được đề cập riêng biệt.

Các điều kiện ảnh hưởng đến khả năng bảo quản các loại củ và thân củ cũng ảnh hưởng đến kết quả của xử lý chiếu xạ. Chỉ có các củ và thân củ có chất lượng tốt mới thích hợp để xử lý chiếu xạ và bảo quản lâu dài.

Sự hư hỏng hàng hoá thường bắt đầu từ khâu thu hoạch trên đồng ruộng và tiếp tục xảy ra trong quá trình vận chuyển từ đồng ruộng về kho chứa hoặc xưởng sơ chế phân loại, quá trình xuất kho và bán sản phẩm. Chỉ có các sản phẩm có chất lượng ban đầu tốt mới thích hợp để chiếu xạ. Chiếu xạ không cải thiện được các đặc tính bảo quản của các loại củ và thân củ mà tại thời điểm xử lý chúng đã bị hư hỏng hoặc không tốt, những củ như vậy khi chiếu xạ thậm chí còn có thể có hại.

Thu hoạch và phân loại bằng cơ học có thể làm tăng thêm tổn thương cơ học cho củ và thân củ, phổ biến nhất là gây ra các vết thâm tím. Mặc dù khó có thể tránh khỏi những tổn thương cho củ trong các công đoạn nêu trên, nhưng cần phải đặt mục tiêu để giảm thiểu sự hư hỏng bằng cách sử dụng những công cụ thu hoạch và phân loại thích hợp và phải thực hiện các thao tác nhẹ nhàng ở mọi giai đoạn.

Sau khi thu hoạch, các sản phẩm trên cần được làm khô cẩn thận, được làm sạch đất và bụi còn bám dính (đặc biệt là khoai tây) và loại bỏ các củ bị hỏng và bị nhiễm bệnh. Các loại củ và thân củ không nên thu hoạch khi đồng ruộng còn ướt để tránh đất và bùn dính vào chúng.

3.1.2 Các loại củ

3.1.2.1 Củ hành

Chỉ có một số giống và chủng loại hành có chất lượng tốt mới thích hợp để chiếu xạ và bảo quản lâu dài.

Để thu được kết quả tốt, điều cần thiết là củ hành cần phải được trồng ở điều kiện tốt nhất có thể, để đảm bảo độ già đồng đều của củ. Thu hoạch hành để bán bắt đầu khi trên 80 % lá đã rũ xuống hoặc khi lá đã già và khô đổ xuống hoàn toàn. Không nên cắt cuống quá sát củ; nên cắt sao cho để lại một phần cuống dài từ 3 cm đến 5 cm. Củ cần phải đảm bảo chất lượng theo tiêu chuẩn và phải hoàn toàn già, lành lặn, rắn chắc và được bao phủ tốt bởi phần vỏ khô, phần cùi không được lộ ra. Những củ quá bé hoặc các củ có cuống to cần được loại bỏ.

Hiệu quả của sự ức chế nảy mầm bởi chiếu xạ có thể thay đổi phụ thuộc vào các loại giống, điều kiện đất đai và khí hậu trong thời gian trồng và phụ thuộc vào kích cỡ của củ. Đối với một số giống, thì những củ nhỏ có thể nảy mầm sớm hơn so với củ to, nhưng với một số giống khác thì ngược lại.

Việc xử lý đúng cách (làm khô bề mặt ngoài và cuống) đối với củ hành trước chiếu xạ là cần thiết. Lớp vỏ ngoài của củ hành được làm khô sẽ giảm bớt sự hút ẩm và sự xâm nhập của vi sinh vật gây bệnh vào củ. Làm khô cũng giúp cho màu của lớp vỏ ngoài trở nên đẹp hơn. Quá trình làm khô có thể được thực hiện bằng cách phơi khô tự nhiên hoặc làm khô nhân tạo.

3.1.2.2 Củ tỏi

Củ cần phải già, cứng và nặng. Tỏi nhẹ là do bị mất nước hoặc thối hỏng không thích hợp cho chiếu xạ.

Cách xử lý tỏi trước chiếu xạ về cơ bản giống như xử lý hành (xem 3.1.2.1).

3.1.3 Các loại thân củ

3.1.3.1 Yêu cầu chung

Khoai tây bị ướt không nên đưa vào bảo quản ngay mà trước tiên cần làm khô chúng. Không nên rửa củ để làm sạch bùn và đất bám dính, vì nếu làm khô không đúng cách và không tránh được sự nhiễm vi sinh vật trong nước rửa thì quá trình rửa có thể làm tăng hư hỏng khi bảo quản. Sự có mặt của màng nước trên khoai tây có thể dẫn đến sự xâm nhập vi khuẩn và gây thối rữa trong vài ngày ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 10 °C, thậm chí ở nhiệt độ 5 °C cũng có thể dẫn đến thối rữa ở mức độ chậm.

3.1.3.2 Khoai tây

Độ già của khoai tây có ảnh hưởng đến tính nhạy cảm đối với những tổn thương của củ và đặc tính bảo quản của chúng. Khoai tây còn non có lớp chu bì phát triển còn yếu, vỏ chưa đầy, trong khi thu hoạch vỏ dễ bị trầy xước. Tốc độ mất nước của những củ như vậy lớn hơn 15 lần đến 100 lần so với tốc độ mất nước của củ có vỏ còn nguyên vẹn. Khoai tây non được thu hoạch trong khi thân dây vẫn còn non xanh; còn những củ có lớp vỏ ngoài phát triển đầy đủ được thu hoạch từ những cây có thân dây già tự nhiên hoặc đã được phá bỏ theo cách nhân tạo. Phép kiểm tra đơn giản về độ già của các thân củ được mô tả bởi Burton (1978) và V.D. Zaag (1970).

Các giống khoai tây khác nhau có độ dày của lớp vỏ ngoài khác nhau. Những giống có lớp vỏ ngoài dày hơn càng có khả năng chống tổn thương cơ học tốt hơn, do đó sẽ giảm bớt được sự hư hỏng trong quá trình thu hoạch và xử lý. Nhiệt độ thân củ cũng có thể ảnh hưởng đến sự hư hỏng cơ học. Khoai tây nên được bảo quản tránh ánh sáng để ngăn ngừa củ bị xanh do ánh sáng và sinh ra solanin là một gluco-ancaloit độc hại.

Để bảo quản củ hiệu quả, chúng cần được xử lý đúng cách sau khi thu hoạch; nghĩa là những tổn thương gây ra do thu hoạch và xử lý cần phải được lành lại. Việc tự lành này cần phải thực hiện trước khi củ được chiếu xạ, vì chiếu xạ gây trở ngại cho việc tự lành tự nhiên đó. Do đó, sau thu hoạch, khoai tây cần phải được giữ ở một thời gian nhất định (tối 30 ngày) trước chiếu xạ tùy thuộc vào giống và giai đoạn sinh lý của chúng. Giữ khoai tây ở 15 °C đến 25 °C và độ ẩm 90 % đến 95 % thì sự tự lành đạt được tối đa. Sau đó khoai tây cần phải xử lý bằng cách sao cho giảm tối thiểu sự hư hỏng.

3.1.3.3 Khoai lang

Khoai lang để bảo quản cần phải già, cứng và không có khuyết tật nhìn thấy được. Tốt nhất là không bị tổn thương trong khi thu hoạch và xử lý. Nếu có những tổn thương thì cần phải bảo quản để chúng tự

lành trước khi được chiếu xạ. Các giống khác nhau yêu cầu nhiệt độ xử lý khác nhau để chữa lành tổn thương. Nói chung, cần đạt được nhiệt độ 35 °C sau thu hoạch càng sớm càng tốt. Cần xác định nhiệt độ tối ưu cho các giống khoai lang cụ thể.

3.2 Vật chứa và bao gói

3.2.1 Yêu cầu chung

Vật liệu bao gói tiếp xúc với sản phẩm được đề cập trong qui phạm này, khi chiếu xạ ở liều yêu cầu, không được làm thay đổi đáng kể tính chất của nó hoặc tạo ra các chất độc mà có thể truyền sang cho sản phẩm.

Kích thước và hình dạng của vật chứa có thể dùng để chiếu xạ được xác định một phần bởi các tính năng của thiết bị chiếu xạ. Các tính năng quan trọng gồm các đặc trưng của hệ thống vận chuyển sản phẩm và nguồn chiếu xạ, cũng như cấu tạo của vật chứa.

Do đó, quá trình chiếu xạ sẽ thuận lợi, nếu bao gói có kích thước phù hợp và đồng đều. Đối với một số thiết bị chiếu xạ nhất định, cần thiết phải qui định các kích thước và hình dạng bao gói cụ thể.

Việc lựa chọn bao bì, vật liệu bao gói phải tuân theo các qui định hiện hành.

3.2.2 Các loại củ - Hành và tỏi

Hành và tỏi có thể đóng thành thùng lớn hoặc đóng vào các thùng có kích thước bằng kích thước giá nâng hàng tại thời điểm thu hoạch và chính thùng đó được dùng để chiếu xạ và bảo quản để tránh hư hỏng. Các túi hoặc bao được làm bằng sợi đay hay sợi tổng hợp là thích hợp làm vật đựng hàng.

Trong một vài trường hợp, thiết bị chiếu xạ có thể được thiết kế đặc biệt không cần các thùng chứa khi chiếu xạ, thay vào đó sản phẩm được chiếu xạ theo dòng chảy liên tục (chẳng hạn luồng hành đi qua nguồn chiếu xạ nhờ trọng lực).

3.2.3 Các loại thân củ - Khoai tây và khoai lang

Để giảm thiểu các tổn thương cho củ khi chiếu xạ và sau khi chiếu xạ, cách tốt nhất là sử dụng các thùng bốc hàng hoặc các thùng chứa lớn được dùng để bảo quản sản phẩm, làm khô và chiếu xạ. Trong điều kiện như thế, củ ít bị xáo trộn nhất và giảm thiểu được những hư hỏng, điều này là yếu tố quyết định để bảo quản thành công sản phẩm trong thời gian dài. Bảo quản sau chiếu xạ có thể bằng chính thùng bốc hàng hoặc trong thùng chứa lớn, mặc dù trong trường hợp để trong thùng chứa lớn thì sự hư hỏng có thể xảy ra khi dỡ hàng. Dùng các thùng bốc hàng thì có thể thực hiện bằng cơ giới và di chuyển nhanh các sản phẩm với hư hỏng được giảm đến mức tối thiểu. Các thùng bốc hàng có thể được chồng lên nhau mà không đè nặng lên các lớp củ dưới.

Túi hoặc bao làm từ sợi đay hoặc sợi tổng hợp có thể là vật chứa phù hợp cho khoai tây trắng. Tuy vậy, việc dùng các vật chứa đó có thể làm hỏng khoai tây nếu không được bố xếp cẩn thận.

Quá trình xếp khoai tây vào các hộp hoặc các thùng chứa nhỏ để chiếu xạ và rồi dỡ ra cho vào thùng bảo quản cuối cùng có thể dẫn tới hư hỏng và làm củ thâm tím. Những tổn thương đó có thể không lành lại trong quá trình bảo quản sau đó và các vi khuẩn gây thối có thể xâm nhập làm tăng sự hư hỏng trong suốt quá trình bảo quản. Tương tự, dùng băng tải để chuyển khoai tây thành lớp qua nguồn chiếu xạ cũng có thể làm tăng sự hư hại bề mặt củ khi các củ rơi từ băng tải này xuống băng tải khác, hoặc khi chúng rơi vào các thùng chứa hoặc thùng bảo quản. Điều này có thể làm tăng sự hư hỏng củ trong suốt quá trình bảo quản. Tuy vậy, thực tiễn với kỹ thuật nông học hiện đại trong việc xử lý và bảo quản khoai tây để rời, đã xây dựng cơ cấu vận chuyển hàng phù hợp "xử lý mềm" và những cơ cấu này khi cần có thể điều chỉnh thích ứng được.

Mặc dù chưa có kinh nghiệm về chiếu xạ khoai lang trong các thùng chứa lớn, nhưng loại củ này cũng có các yêu cầu đặc biệt tương tự như xử lý chiếu xạ và sau chiếu xạ đối với khoai tây. Chưa có chứng cứ thực nghiệm về khả năng chữa lành tổn thương của khoai lang sau chiếu xạ. Tuy nhiên, có thể thấy rằng chiếu xạ có thể cản trở khả năng tự chữa lành các tổn thương ở lớp vỏ ngoài của củ. Vì thế, điều quan trọng là tránh làm tổn thương củ khoai lang trong khi chiếu xạ và sau khi chiếu xạ.

3.3 Vận chuyển và bảo quản trước khi chiếu xạ

Để tránh hoặc giảm thiểu tổn thương cơ học cho các loại củ và thân củ, cần phải cẩn thận ở bất cứ công đoạn nào trong quá trình bảo quản trước chiếu xạ và vận chuyển. Theo thông lệ, chiếu xạ củ phải thực hiện ngay khi quá trình phục hồi tổn thương đã hoàn thành, nói chung là khoảng một tháng sau khi thu hoạch.

Hành cần được chiếu xạ để ức chế sự nảy mầm trước khi hết giai đoạn ngủ sinh lý. Thời gian ngủ sinh lý khác nhau đối với các giống hành khác nhau và nhiệt độ bảo quản sau thu hoạch. Nói chung, hành không nên giữ quá lâu sau thu hoạch và trước chiếu xạ. Chiếu xạ được thực hiện trong thời gian từ một đến hai tháng sau khi thu hoạch có thể cho hiệu quả ức chế nảy mầm tốt nhất.

Cần chọn nhiệt độ bảo quản thích hợp để ngăn ngừa được hiện tượng thối củ và sự biến màu nâu phần mầm bên trong. Trong trường hợp đối với củ bảo quản ở nhiệt độ cao hơn (chẳng hạn 15 °C đến 20 °C) và độ ẩm tương đối thấp là phù hợp, trong trường hợp này sự tổn hao khối lượng sẽ tăng lên chút ít.

Khoai tây cần bảo quản tránh ánh sáng để ngăn ngừa sinh ra solanin, là một gluco-ancaloid độc.

3.4 Chiếu xạ

3.4.1 Các yêu cầu và vận hành thiết bị chiếu xạ; các thông số quá trình và các điểm kiểm soát vận hành tối hạn; các nguồn bức xạ ion hoá được dùng.

Khuyến cáo tham khảo các tiêu chuẩn sau:

- a. TCVN 7247 : 2003 (CODEX STAN 106 – 1983) *Thực phẩm chiếu xạ - Yêu cầu chung.*
- b. TCVN 7250 : 2003 (CAC/RCP 19 – 1979 (Rev. 1 – 1983) *Qui phạm vận hành các thiết bị chiếu xạ xử lý thực phẩm.*

Hai tiêu chuẩn này cung cấp những yêu cầu và hướng dẫn đối với các thông số quá trình chiếu xạ, các thiết bị chiếu xạ và vận hành chúng.

Theo TCVN 7247 : 2003 (CODEX STAN 106 – 1983), bức xạ ion hoá dùng để chiếu xạ thực phẩm là:

- a. Bức xạ gamma phát ra từ các đồng vị ^{60}Co hoặc ^{137}Cs .
- b. Tia X phát ra từ nguồn máy với mức năng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5 MeV.
- c. Chùm điện tử phát ra từ nguồn máy với mức năng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10 MeV.

Chiếu xạ bằng chùm điện tử do có độ đâm xuyên kém nên việc sử dụng chúng để xử lý sản phẩm có khối lượng lớn như củ và thân củ cần phải chú ý.

Không thể phân biệt được sản phẩm đã chiếu xạ và chưa chiếu xạ bằng mắt thường, vì thế điều quan trọng khi vận hành thiết bị chiếu xạ cần có rào ngăn cơ học để phân biệt sản phẩm đã chiếu xạ và chưa chiếu xạ.

Các chỉ thị làm đổi màu hay các chỉ thị khác ổn định khi tiếp xúc với bức xạ ở liều qui định hiện đang được nghiên cứu. Các chỉ thị như vậy thông thường trong công nghệ tiệt trùng bức xạ được dùng dưới dạng các nhãn dính hoặc loại tương tự được dán vào mỗi đơn vị sản phẩm như hộp cactông để người vận hành nhận biết được sản phẩm đã chiếu xạ.

Điều quan trọng là phải ghi chép đầy đủ về hoạt động của thiết bị và được lưu giữ. Củ và thân củ được chiếu xạ cần phải được phân biệt bằng số lô hoặc bằng các biện pháp thích hợp khác. Các biện pháp như vậy có thể là bằng chứng của xử lý chiếu xạ phù hợp với qui định hiện hành.

3.4.2 Tổng liều (liều hấp thụ)

3.4.2.1 Yêu cầu chung

Thông số quan trọng nhất của quá trình chiếu xạ là tổng năng lượng ion hoá hấp thụ bởi vật chất, được gọi là "liều hấp thụ". Đơn vị của liều hấp thụ là Gray (Gy). 1 Gy tương đương với năng lượng 1 Jun/kg. Liều hấp thụ phụ thuộc vào mục đích chiếu xạ. Điều quan trọng là thực phẩm phải hấp thụ được liều tối thiểu

yêu cầu để đạt được hiệu ứng mong muốn và tỉ số đồng đều liều được duy trì ở mức hợp lý. Điều này đòi hỏi phải thực hiện đo phân bố liều trong sản phẩm ¹⁾.

Để kiểm soát quá trình chiếu xạ sao cho đạt được liều qui định cần phải xem xét nhiều khía cạnh, trong đó quan trọng nhất là kỹ thuật đo liều. Cần tham khảo các tài liệu hướng dẫn đo liều. Ba tài liệu về đo liều được liệt kê trong phần tham khảo (Xem tiêu chuẩn ASTM E1204; ASTM E1261; McLaughlin, et.al. 1989).

3.4.2.2 Liều để ức chế sự nảy mầm đối với các loại củ: Hành và tỏi

Liều hấp thụ để ức chế sự nảy mầm của hành phụ thuộc nhiều vào điều kiện trồng trọt, sự khác nhau về giống, trạng thái ngủ sinh lý của củ, điều kiện xử lý và nhiệt độ bảo quản sau chiếu xạ. Nhìn chung, liều hấp thụ cần để ức chế sự nảy mầm của hành và tỏi là từ 20 Gy đến 150 Gy, phụ thuộc vào các yếu tố trên và ảnh hưởng tác động lẫn nhau của các yếu tố đó. Nếu chiếu xạ sau khi thu hoạch trong vòng 1 tháng đến 2 tháng thì liều chiếu hiệu quả là 20 Gy đến 70 Gy. Nếu chiếu xạ sau giai đoạn đó (tức là khi củ không còn ngủ sinh lý), thì củ sẽ nảy mầm nhiều hơn, đặc biệt, chiếu đến liều trên 80 Gy thì các mầm vẫn xuất hiện rồi sau đó sẽ bị chết và héo đi.

Giai đoạn ngủ sinh lý của một số giống hành có thể được kéo dài do bảo quản ở nhiệt độ cao từ 26 °C đến 30 °C. Với các giống khác, nhiệt độ bảo quản thấp từ 3 °C đến 5 °C thì kéo dài thời gian ngủ sinh lý. Vì vậy, rõ ràng là nhiệt độ bảo quản tối ưu trước chiếu xạ cần được xác định đối với từng giống nhất định và điều kiện địa phương sau thu hoạch. Củ nhỏ hơn có thể yêu cầu liều cao hơn.

Cũng tương tự như đối với hành, liều hấp thụ để ức chế sự nảy mầm của tỏi phụ thuộc vào thời điểm chiếu xạ sau thu hoạch. Liều hấp thụ từ 20 Gy đến 60 Gy áp dụng cho tỏi sau thu hoạch một thời gian ngắn thì có hiệu quả. Nếu tỏi được chiếu xạ sau thu hoạch muộn hơn thì cần liều từ 100 Gy đến 150 Gy.

3.4.2.3 Liều để ức chế sự nảy mầm đối với các loại thân củ: Khoai tây và khoai lang

Liều hấp thụ tối ưu để ức chế nảy mầm ở khoai tây thay đổi phụ thuộc vào giống, thời điểm chiếu xạ sau thu hoạch và nhiệt độ bảo quản sau chiếu xạ. Đối với nhiều giống khoai tây, liều từ 70 Gy đến 100 Gy là hiệu quả. Tuy vậy, cần phải xác định chính xác liều cần thiết cho từng giống cụ thể. Việc xử lý với lượng lớn sản phẩm trong thùng chứa lớn sẽ dẫn đến phân bố liều khác nhau đáng kể. Vì vậy, cần chú ý đến hiệu ứng của liều cực đại.

Sự ức chế nảy mầm đạt hiệu quả nhất nếu chiếu xạ được thực hiện ngay sau khi thu hoạch khi khoai tây đang trong thời kỳ ngủ sinh lý. Nếu chiếu xạ sau giai đoạn ngủ sinh lý thì cần liều chiếu yêu cầu phải cao hơn.

¹⁾ TCVN 7247 : 2003 (CODEX STAN 106 – 1983) *Thực phẩm chiếu xạ - Yêu cầu chung*, khuyến nghị liều hấp thụ không được vượt quá 10 kGy (liều hấp thụ trung bình).

Với một số giống khoai tây, liều hấp thụ yêu cầu cao hơn nếu bảo quản ở nhiệt độ cao hơn (chẳng hạn 13 °C). Cần phải xác định chính xác liều hấp thụ cho từng giống cụ thể cũng như nhiệt độ bảo quản áp dụng.

Để ức chế có hiệu quả sự nảy mầm của khoai lang đang trong giai đoạn ngủ sinh lý, thì liều hấp thụ cần thiết là 75 Gy. Nếu chiếu xạ sau giai đoạn ngủ sinh lý thì liều hấp thụ cần thiết tới 200 Gy mới ức chế nảy mầm hoàn toàn. Sau giai đoạn ngủ sinh lý, chiếu xạ liều thấp vẫn có một số nảy mầm nhưng các mầm đó sẽ chết sau đó.

3.4.3 Điều kiện chiếu xạ

Chiếu xạ được thực hiện ở nhiệt độ môi trường. Khu vực chiếu xạ cần được thông gió tốt để tránh tích tụ ôzôn.

3.5 Xử lý và bảo quản sau chiếu xạ

3.5.1 Các loại củ: Hành và tỏi

Để bảo quản lâu dài hành không chiếu xạ, thì nhiệt độ bảo quản ở khoảng 0 °C và độ ẩm tương đối từ 65 % đến 70 % là tốt nhất. Nếu chiếu xạ hành đang trong giai đoạn ngủ sinh lý, thì liều thích hợp là từ 20 Gy đến 70 Gy và bảo quản ở nhiệt độ 5 °C đến 20 °C. Đối với một vài giống hành, nên bảo quản hành đã chiếu xạ ở 0 °C đến 3 °C để ngăn ngừa sự biến màu của phần chồi ở tâm củ, nếu xét về mục đích thực tiễn thì việc này là không quan trọng. Khi bảo quản cần lưu thông không khí trong thùng hoặc các chống hàng để giảm nhiệt do hô hấp của hành tạo ra. Hành được chứa trong túi lưới hoặc trong thùng thưa dlat mỏng hoặc thùng nâng hàng cũng cần được đối lưu không khí. Độ ẩm dưới 50 % gây ra sự mất nước nhanh hơn; còn độ ẩm trên 85 % sẽ gây thối củ. Hành có thể giữ được tới 8 tháng đến 9 tháng ở nhiệt độ môi trường trong điều kiện khí hậu ôn hoà.

Khi độ ẩm tương đối từ 75 % đến 85 % thì việc bảo quản hành ở nhiệt độ môi trường có thể kéo dài được 4 tháng đến 5 tháng, tuy nhiên cần có biện pháp lưu thông không khí tốt.

Tỏi có thể giữ được từ 8 tháng đến 9 tháng ở nhiệt độ 0 °C và độ ẩm tương đối 80 % đến 85 %. Ở nhiệt độ 25 °C đến 33 °C chỉ có thể bảo quản được 1 tháng hoặc ít hơn. Ở nhiệt độ 10 °C đến 11 °C và độ ẩm 85 % đến 90 % có thể giữ được 6 tháng đến 7 tháng. Sự hao hụt trong khi bảo quản thường do vi sinh vật gây ra và do mất nước.

3.5.2 Các loại thân củ: Khoai tây và khoai lang

3.5.2.1 Khoai tây

Khoai tây cần được bảo quản tránh ánh sáng để ngăn ngừa việc tạo ra các độc tố solanin, là một gluco-ancaloit độc. Vì quá trình tự chữa lành các tổn thương của khoai tây bị vô hiệu hoá bởi chiếu xạ

nên cần phải giảm thiểu sự gây thêm các tổn thương sau khi đã chiếu xạ. Cách tốt nhất để giảm thiểu sự gây ra các tổn thương đó là sử dụng các thùng nâng hàng hoặc thùng chứa lớn để bảo quản, làm khô, xử lý, chiếu xạ và bảo quản sau đó. Điều này giúp giảm thiểu được các tác động cơ học và do đó giảm được hư hỏng.

Mặc dù chiếu xạ làm ức chế được sự nảy mầm của củ, nhưng điều quan trọng là vẫn phải bảo quản củ ở điều kiện nhiệt độ được kiểm soát để làm chậm sự phát triển của nấm và vi khuẩn.

Khoai tây được bảo quản để bán ở dạng tươi có thể bảo quản ở 3 °C đến 5 °C và độ ẩm tương đối 90 %. Khoai tây dùng để chế biến khoai tây rán hoặc chiên giòn có thể bảo quản ở 8 °C đến 10 °C và độ ẩm tương đối 90 %. Bảo quản ở nhiệt độ cao hơn thì giảm thiểu được sự tích lũy đường trong khoai tây.

Ở vùng khí hậu ôn đới, nhiệt độ bảo quản thích hợp có thể được đảm bảo bằng cách làm lưu thông với không khí lạnh bên ngoài. Ở khí hậu nhiệt đới, bảo quản khoai tây trong thời gian dài ở nhiệt độ môi trường là không thể được. Nhiệt độ ở 15 °C có thể bảo quản tới 4 tháng. Nhiệt độ ở 10 °C hoặc thấp hơn có thể bảo quản được lâu hơn.

Nếu có thể, tốt nhất khoai tây được xử lý, chiếu xạ và bảo quản trong cùng một thùng chứa lớn. Điều này làm giảm thiểu tổn hao do hư hỏng trong quá trình xử lý. Cần phải lưu thông không khí trong thùng chứa. Khoai tây bảo quản trong thùng chứa cao 4,5 m cần thông gió tốt để chống thối.

3.5.2.2 Khoai lang

Khoai lang có thể bảo quản từ 4 tháng đến 6 tháng trong kho ở nhiệt độ 25 °C đến 37 °C và độ ẩm tương đối từ 50 % đến 85 %. Trong các kho chứa khoai lang, người ta thường sử dụng các khung chứa dạng thẳng đứng hoặc gần thẳng đứng. Khoai lang được treo thành từng chùm riêng rẽ vào những sợi giây được căng trên khung.

Khoai lang được bảo quản ở nhiệt độ 12 °C hoặc thấp hơn sẽ bị nứt sinh lý. Điều kiện tối ưu để kéo dài thời gian bảo quản khoai lang là ở nhiệt độ 16 °C và độ ẩm tương đối 70 %.

3.6 Ghi nhãn

Thực phẩm đã chiếu xạ cần được ghi nhãn "đã chiếu xạ" hoặc "đã được xử lý bằng bức xạ ion hoá". Nhãn không chỉ để nhận biết thực phẩm đã được chiếu xạ mà còn thông tin cho người tiêu dùng biết mục đích và lợi ích của việc xử lý này. Dấu hiệu quốc tế (logo) dưới đây đã được nhiều quốc gia chấp nhận để ghi nhãn cho thực phẩm chiếu xạ:



Ghi nhãn sản phẩm đã chiếu xạ theo TCVN 7247 : 2003 (CODEX STAN 106 – 1983) *Thực phẩm chiếu xạ – Yêu cầu chung* và TCVN 7087 : 2002 [CODEX STAN 1 – 1985 (Rev. 1–1991, Amd. 1999 & 2001)] *Ghi nhãn thực phẩm bao gói sẵn*, bao gồm các điều khoản về ghi nhãn thực phẩm chiếu xạ và cả tài liệu kèm theo và ghi nhãn thực phẩm chiếu xạ bao gói sẵn.

3.7 Chiếu xạ lại

Nhìn chung, không khuyến cáo chiếu xạ cùng một sản phẩm nhiều hơn một lần. Khi chiếu xạ lại để ức chế sự nảy mầm của các loại củ và thân củ sẽ không có lợi. Trong TCVN 7247 : 2003 (CODEX STAN 106 – 1983) có các qui định đối với việc chiếu xạ lại thực phẩm.

3.8 Chất lượng củ và thân củ đã chiếu xạ

3.8.1 Yêu cầu chung

Nói chung, chiếu xạ ở mức liều yêu cầu để ức chế nảy mầm được đề cập đến trong qui phạm này không làm thay đổi kết cấu và hình dạng bên ngoài của sản phẩm. Như chi tiết ở dưới đây, một vài thay đổi xuất hiện có thể ảnh hưởng đến sản phẩm. Sự khác nhau của các loại thực phẩm cá biệt đóng vai trò rất quan trọng trong sự thay đổi đó. Điều đó cho thấy cần phải giới hạn chiếu xạ đối với một số loại thực phẩm nhất định.

3.8.2 Các loại củ

3.8.2.1 Củ hành

Chiếu xạ có thể làm cho chồi sinh trưởng ở tâm củ biến thành màu nâu hoặc đen sẫm. Vùng bị ảnh hưởng là phần nhỏ của củ và nằm cạnh lõi hoặc đầu cuống. Sự biến màu này là nhỏ nhất khi chiếu xạ các thân củ ở giai đoạn ngủ sinh lý sâu nhất. Điều này cho thấy khi bảo quản ở nhiệt độ 0 °C đến 3 °C có thể ngăn ngừa được sự biến màu của mầm ở tâm củ của một số giống hành.

Nhìn chung, sự biến màu của mầm củ hầu như không ảnh hưởng đến giá trị sử dụng của hành, kể cả khi sản xuất hành thái lát sấy khô.

3.8.2.1 Củ tỏi

Chiếu xạ không làm ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của tỏi. Sự mất màu vàng nhạt của mầm củ bên trong có thể xuất hiện sau bảo quản, nhưng điều này không ảnh hưởng đến chất lượng của tỏi.

Có một số thông tin cho thấy tỏi thái lát sấy khô được chế biến từ tỏi đã được chiếu xạ có màu sáng hơn và cay hơn so với loại được chế biến từ tỏi không chiếu xạ.

3.8.3 Các loại thân củ

3.8.3.1 Khoai tây

Cùng một khoảng thời gian bảo quản, thì hàm lượng đường của khoai tây chiếu xạ khi bảo quản ở 14 °C đến 15 °C nói chung thấp hơn khoai tây không chiếu xạ được bảo quản ở 2 °C đến 4 °C.

Vị ngọt có thể nhận thấy ngay sau khi chiếu xạ một số giống khoai tây nào đó. Điều này do sự tăng nhất thời hàm lượng đường, theo thời gian nó có thể sẽ trở lại mức bình thường. Nhiệt độ bảo quản ảnh hưởng đến hiện tượng này. Sự tăng thường xuyên hàm lượng đường có thể xảy ra khi bảo quản kéo dài. Điều này làm cho khoai tây không còn phù hợp để chế biến thành món khoai tây chiên, lát mỏng, rán giòn.

Nói chung, trong khoai tây đã chiếu xạ hàm lượng vitamin C không thấp hơn so với khoai tây không chiếu xạ.

Đối với một số giống khoai tây nhất định, khoai tây đã chiếu xạ khi luộc hoặc rán giòn có mất đi màu xanh nhạt. Nói chung, sự mất màu này xuất hiện sau thời gian bảo quản từ 2 tháng đến 3 tháng. Sau khi nấu, sự thâm màu ở khoai tây chiếu xạ giống như xuất hiện ở một số giống khoai không chiếu xạ. Sự thâm màu do chiếu xạ có thể ngăn ngừa được hoặc giảm đi bằng cách bỏ vỏ trước khi cho vào nước sôi, thêm một lượng nhỏ axit xitric vào nước luộc, hoặc giữ khoai tây ít ngày ở nhiệt độ 34 °C đến 35 °C. Tuy vậy, việc bỏ vỏ không giảm được sự thâm màu trong khoai tây nướng.

Sau một thời gian bảo quản dài, đặc biệt ở 10 °C đến 15 °C, với một số giống cụ thể mà thường ruột có màu vàng hoặc màu kem, chiếu xạ có thể làm cho màu nhạt hơn hoặc trắng hơn. Giữ khoai tây ít ngày ở nhiệt độ cao hơn thì phục hồi lại màu bình thường.

Ở một số giống khoai tây nhất định, có thể xuất hiện đốm đen bên trong mô và mạch màu nâu. Cách thức trồng trọt và điều kiện bảo quản ảnh hưởng đến hiện tượng này.

Chiếu xạ ức chế được sự phát sinh màu xanh tạo ra do ánh sáng, nhưng sự phát hiện hiệu ứng của nó về việc tạo thành solanin, một gluco-ankaloit độc do ánh sáng là trái ngược nhau.

Nói chung, theo trải nghiệm, người tiêu dùng chấp nhận khoai tây chiếu xạ, cũng giống như khoai tây không chiếu xạ hoặc ức chế nảy mầm bằng hoá chất, nhưng được ưa thích hơn so với khoai tây bảo quản lạnh.

3.8.3.2 Khoai lang

Chiếu xạ khoai lang với liều đến 150 Gy không ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sản phẩm. Tuy vậy, khi chiếu với liều 200 Gy và cao hơn sẽ làm hư hỏng các tế bào bên trong khi bảo quản. Chiếu xạ không làm thay đổi đáng kể lượng tinh bột và đường của khoai lang.

Thư mục tài liệu tham khảo

(1) Scientific Literature

- Adesuyi, S.A., Mackenzie, J.A. 1973. The inhibition of sprouting in stored yams, *Dioscorea rotundata* Poir, by gamma irradiation and chemicals. In "Radiation Preservation of Food" (Bombay, Proc. Symp. 1972). IAEA. Vienna.
- Adesuyi, S.A. 1976. The use of radiation for control of sprouting and improving the food qualities of yam *Dioscorea* spp. IAEA, (IAEA - R -1506 - F), Report Final vegetables, and fruits irradiated of extension shelf-life the on programme coordinated a Part
- Anonymous 1977. "Manual of Food Irradiation Dosimetry" Tech. Pub. Series No. 178. IAEA. Vienna.
- ASTM Standard E 1204 "Practice for Application of Dosimetry in the Characterization and Operation of a Gamma Irradiation Facility for Food Processing". Annual Book of ASTM Standards, Vol. 12.02.
- ASTM Standard E 1261 "Guide for Selection and Application of Dosimetry Systems for Radiation Processing of Food". Annual Book of ASTM Standard, Vol. 12.02
- Delincée, F., Ehlermann, D., Gruenewald, T., Muenzner, R., Bibliography on Irradiation of Food, Bundesforschungsanstalt fuer Ernährung, D - 7500 Karlsruhe, FRG, 1979 - 1986.
- Dűflstadt. R. 1984. A new onion irradiator, Food Irradiation Newsl. 8 (2), 40.
- Matsuyama, A. and Umeda, K. 1983. Sprout inhibition in tubers and bulbs. In "Preservation of Food by Ionizing Radiation, (E.S. Josephson and M.S. Peterson, eds.). Vol. III CRC Press, Boca Raton, Florida.
- McLaughlin, W.L., Boyd, A.W., Chadwick, K.H., McDonald, J.C. and Miller, A. 1989. Dosimetry for Radiation Processing. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia.
- Thomas, P., Srinrangarajan, A.N., Padwal - Desai, S.R., Ghanekar, A.S., Shirsat, S.G., Pendharkar, M.B., Nair, P.M., Nadkarni, G.B. 1978. Feasibility of radiation processing for post-harvest storage of potatoes under tropical condition, In: "Food Preservation by Irradiation", Vol. 1 (Wageningen, Proc. Symp.) IAEA. Vienna
- Thomas P. 1983. Radiation preservation of foods of plant origin. Part 1. Potatoes and other tuber crops. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 19 (4) 327.

- Thomas P. 1984. Radiation preservation of foods of plant origin. Part 2. Onions and other bulbs crops. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 21 (4) 95.
- Umeda, K. 1978. The first potato irradiator in Japan, the success and setbacks encountered during three years commercial operation, Food Irradiat. Inform. 8 31, Karlsruhe.
- Umeda K. 1983. Commercial experience with the Shihoro potato irradiator. Food Irradiat. Newsl. 7 (3). 19.
- Urbain, W.M. "Food Irradiation". Academic Press Orlando, Florida. 1986.

(2) ICGFI Publications Relating to Good Practices in the Control and Application of Radiation Treatment of Food

- Guidelines for Preparing Regulations for the Control of Food Irradiation Facilities (ICGFI Document No. 1).
- International Inventory of Authorized Food Irradiation Facilities (ICGFI Document No. 2).
- TCVN 7509 : 2005 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để diệt côn trùng trong các loại hạt ngũ cốc [Code of Good Irradiation Practice for Insect Disinfestation of Cereal Grains (ICGFI Document No. 3)].
- TCVN 7413 : 2004 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt đối với thịt gia súc và thịt gia cầm đóng gói sẵn (để kiểm soát mầm bệnh và/hoặc kéo dài thời gian bảo quản) [Code of Good Irradiation Practice for Prepackaged Meat and Poultry (to control pathogens and/or extend shelf-life) (ICGFI Document no. 4)].
- TCVN 7415 : 2004 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để kiểm soát các vi khuẩn gây bệnh và các vi khuẩn khác trong gia vị, thảo mộc và các loại rau thơm. [Code of Good Irradiation Practice for the Control of Pathogens and other Microflora in Spices, Herbs and other Vegetable Seasonings (ICGFI Document no. 5)].
- TCVN 7510 : 2005 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để kéo dài thời gian bảo quản của chuối, xoài và đu đủ [Code of Good Irradiation Practice for Shelf - life Extension of Bananas, Mangoes and Papayas (ICGFI Document No. 6)].
- TCVN 7511 : 2005 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để diệt côn trùng trong các loại quả tươi [Code of Good Irradiation Practice for Insect Disinfestation of Fresh Fruits (as a quarantine treatment) (ICGFI Document No. 7)].
- TCVN 7512 : 2005 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để ức chế sự nảy mầm của củ và thân củ [Code of Good Irradiation Practice for Sprout Inhibition of Bulb and Tuber Crops (ICGFI Document No. 8)].

- TCVN 7416 : 2004 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để diệt côn trùng trong cá khô và cá khô ướp muối [Code of Good Irradiation Practice for Insect Disinfestation of Dried Fish and Salted and Dried Fish (ICGFI Document no. 9)].
- TCVN 7414 : 2004 Qui phạm thực hành chiếu xạ tốt để kiểm soát vi khuẩn trong cá, đùi ếch và tôm. [Code of Good Irradiation Practice for the Control of Microflora in Fish, Frog Legs and Shrimps (ICGFI Document no. 10)].
- Irradiation of Poultry Meat and its Products - A Compilation of Technical Data for its Authorization and Control (ICGFI Document No. 11).
- Irradiation of Spices and other Vegetable Seasonings - A Compilation of Technical Data for its Authorization and Control (ICGFI Document No. 12).

(3) Publications relating to Food Irradiation issued under the Auspices of ICGFI

- Trade Promotion of Irradiated Food. (IAEA -TECDOC 391)
 - Legislations in the Field of Food Irradiation. (IAEA -TECDOC 422)
 - Regulations in the Field of Food Irradiation (IAEA -TECDOC 585)
 - Task Force on the Use of Irradiation to Ensure Hygienic Quality of Food. Report of the Task Force Meeting on the Use of Irradiation to Ensure Hygienic Quality of Food, held in Vienna, 14-18 July 1986. (WHO/EHE/FOS/87.2)
 - Guidelines for Acceptance of Food Irradiation. Report of a Task Force Meeting on Marketing/Public Relations of Food Irradiation. (IAEA - TECDOC 432)
 - Safety Factors Influencing the Acceptance of Food Irradiation Technology. Report of the Task Force Meeting on Public Information of Food Irradiation, held in Cadarache, France, 18 - 21 April 1988. (IAEA-TECDOC 490)
 - Consultation on Microbiological Criteria for Foods to be further processed including by irradiation. Report of a Task Force Meeting, held in Geneva, 29 May to 2 June 1989. (WHO/EHE/FOS/89.5)
 - Methods for the Identification of Irradiated Foods. (IAEA-TECDOC 587)
 - Task Force on Irradiation as a Quarantine Treatment (1991) (to be published).
-