

TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 7413:2010
ASTM F 1356:2008**

Xuất bản lần 2

**TIÊU CHUẨN THỰC HÀNH CHIẾU XẠ
ĐỂ KIỂM SOÁT CÁC VI SINH VẬT GÂY BỆNH
VÀ CÁC VI SINH VẬT KHÁC TRONG THỊT ĐỎ,
THỊT GIA CÀM TƯƠI VÀ ĐÔNG LẠNH**

***Standard practice for irradiation of fresh and frozen red meat
and poultry to control pathogens and other microorganisms***

HÀ NỘI - 2010

Lời nói đầu

TCVN 7413:2010 thay thế TCVN 7413:2004;

TCVN 7413:2010 được xây dựng trên cơ sở chấp nhận hoàn toàn tương đương với *ASTM F 1356:2008 Standard practice for irradiation of fresh and frozen red meat and poultry to control pathogens and other microorganisms* với sự cho phép của ASTM quốc tế, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USD. Tiêu chuẩn ASTM F 1356:2008 thuộc bản quyền của ASTM quốc tế;

TCVN 7413:2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/F5 Vệ sinh thực phẩm và chiếu xạ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Mục đích của tiêu chuẩn này là để đưa ra các thông tin về việc sử dụng bức xạ ion hoá trong việc xử lý thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh để giảm thiểu hoặc diệt số lượng vi sinh vật sinh dưỡng, gây bệnh và ký sinh trùng và để kéo dài thời gian bảo quản lạnh của các sản phẩm này bằng cách giảm lượng vi sinh vật sinh dưỡng gây hư hỏng sản phẩm.

Tiêu chuẩn này dùng để tham khảo khi sử dụng công nghệ chiếu xạ đã được cơ quan có thẩm quyền cấp phép. Tiêu chuẩn này không nên dùng như là yêu cầu bắt buộc khi sử dụng công nghệ chiếu xạ. Khi chiếu xạ phải tuân thủ một số yêu cầu cần thiết để đạt được mục tiêu xử lý, một số thông số có thể thay đổi để tối ưu hóa quá trình.

Tiêu chuẩn này được soạn thảo từ qui phạm thực hành chiếu xạ tốt do Hội đồng Tư vấn Quốc tế về chiếu xạ Thực phẩm (ICGFI) công bố, dưới sự bảo trợ của FAO, WHO và IAEA (1)¹⁾.

¹⁾ Số in đậm trong dấu ngoặc đơn viết gần trong Tài liệu viện dẫn ở cuối tiêu chuẩn này

Tiêu chuẩn thực hành chiếu xạ để kiểm soát các vi sinh vật gây bệnh và các vi sinh vật khác trong thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh²⁾

Standard practice for irradiation of fresh and frozen red meat and poultry to control pathogens and other microorganisms

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn thực hành này đưa ra các qui trình chiếu xạ thịt đỏ và thịt gia cầm tươi hoặc đông lạnh.

CHÚ THÍCH 1 Ủy ban Codex quốc tế định nghĩa thịt là "phần ăn được của động vật có vú bất kỳ" và thịt gia cầm là "phần ăn được của mọi gia cầm bao gồm: gà, gà tây, vịt, ngỗng, chim hoặc chim bồ câu" (CAC/MISC 5).

CHÚ THÍCH 2 Các qui định hiện hành của Mỹ giới hạn định nghĩa các loài gia súc: cừu, lợn, dê, ngựa, la hoặc loài họ ngựa khác và các loài gia cầm: gà, gà tây, vịt, ngỗng và chim (2, 3).

1.2 Tiêu chuẩn này bao trùm các dải liều hấp thụ được sử dụng để làm bất hoạt các ký sinh trùng và giảm lượng vi khuẩn trong thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh. Các liều này thường nhỏ hơn 10 kGy.

1.3 Tiêu chuẩn này đề cập đến việc chiếu xạ sản phẩm bao gói sẵn để bán lẻ hoặc để sử dụng như một thành phần của các sản phẩm khác. Tiêu chuẩn này cũng đề cập đến việc chiếu xạ sản phẩm chưa bao gói.

1.4 Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả các vấn đề liên quan đến an toàn. Trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn này là phải tự thiết lập các tiêu chuẩn thích hợp về thực hành an toàn và sức khoẻ và xác định khả năng áp dụng các giới hạn luật định trước khi sử dụng.

²⁾ Tiêu chuẩn thực hành này nằm trong phạm vi thẩm quyền của ASTM Ban E 10 Công nghệ và ứng dụng hạt nhân và thuộc trách nhiệm của Tiểu ban E10.01 Hệ đo liều và Ứng dụng.

An bản hiện hành được thông qua vào ngày 1 tháng 1 năm 2008, được xuất bản tháng 2 năm 2008, nguyên bản là ASTM F 1355-99 và được soát xét vào năm 1999 là ASTM F 1355-99.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

2.1 Tiêu chuẩn ASTM³⁾

ASTM E 170, *Terminology Relating to Radiation Measurements and Dosimetry* (Thuật ngữ liên quan đến các phép đo bức xạ và đo liều).

ASTM E 2303, *Guide for Absorbed-Dose Mapping in Radiation Processing Facilities* (Hướng dẫn xác định trường phân bố liều hấp thụ của các thiết bị xử lý chiếu xạ).

ASTM F 1416, *Guide for Selection of Time-Temperature Indicators* (Hướng dẫn lựa chọn chỉ thị nhiệt độ - thời gian).

ASTM F 1640, *Guide for Selection and Use of Packaging Materials for Foods to Be Irradiated* (Hướng dẫn lựa chọn và sử dụng vật liệu bao gói thực phẩm chiếu xạ).

2.2 Tiêu chuẩn ISO/ASTM³⁾

TCVN 7248 (ISO/ASTM 51204), *Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ gamma dùng để xử lý thực phẩm*.

TCVN 7249 (ISO/ASTM 51431), *Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ chùm tia điện tử và tia X (bức xạ hãm) dùng để xử lý thực phẩm*.

TCVN 8230 (ISO/ASTM 51539), *Tiêu chuẩn hướng dẫn sử dụng dụng cụ chỉ thị bức xạ*.

ISO/ASTM 51261, *Guide for Selection and Calibration of Dosimetry Systems for Radiation Processing* (Hướng dẫn lựa chọn và hiệu chuẩn các hệ đo liều trong công nghệ bức xạ).

2.3 Tiêu chuẩn và qui phạm thực hành của Codex⁴⁾

TCVN 5603:2008 (CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003), *Quy phạm thực hành về những nguyên tắc chung đối với vệ sinh thực phẩm*.

TCVN 7087 (CODEX STAN 1)⁵⁾, *Ghi nhãn thực phẩm bao gói sẵn*.

³⁾ Đối với các tiêu chuẩn của ISO/ASTM, xem website của ASTM tại www.astm.org, hoặc liên hệ với Bộ phận chăm sóc khách hàng của ASTM theo địa chỉ service@astm.org. Về niên giám tiêu chuẩn ASTM, xem website của ASTM.

⁴⁾ Cơ sở tư tổ chức hợp tác giữa FAO/WHO về Tiêu chuẩn hoá thực phẩm, trụ sở chính Via delle Terme di Caracalla, 00100, Rome, Italia

⁵⁾ Tiêu chuẩn CODEX STAN 1:1985, Rev.1991, Amend 2001 hiện nay đã có phiên bản năm 2005 và đã được chấp nhận thành TCVN 7087:2008

TCVN 7247:2007 (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003), *Thực phẩm chiếu xạ – Yêu cầu chung.*

TCVN 7250:2007 (CAC/RCP 19-1979, Rev.2-2003), *Quy phạm thực hành chiếu xạ xử lý thực phẩm.*

CAC/MISC 5-1993, Amd. 2003, *Glossary of Term and Definitions (Veterinary Drug Residues in Food) [Thuật ngữ và định nghĩa (Dư lượng lượng thuốc thú y trong thực phẩm)].*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1 Định nghĩa: Các thuật ngữ và định nghĩa khác được sử dụng trong tiêu chuẩn này, xem ASTM E 170 – *Thuật ngữ.*

3.1.1

Liều hấp thụ (Absorbed dose)

Lượng năng lượng bức xạ ion hoá truyền cho một đơn vị khối lượng vật chất xác định. Đơn vị đo liều hấp thụ quốc tế SI là gray (Gy), một gray tương đương với sự hấp thụ một jun trên một kilogam vật chất xác định (1 Gy = 1 J/kg).

3.1.1.1 Giải thích: Định nghĩa thường được sử dụng về liều hấp thụ được nêu trong ASTM E 170.

3.1.2

Giá trị D_{10} (D_{10} value)

Liều hấp thụ cần thiết để giảm 90 % mật độ vi sinh vật có trong thực phẩm (1 log₁₀).

3.1.3

Phân bố liều (Dose distribution)

Sự biến thiên về liều hấp thụ bức xạ ion hóa trong một đơn vị nạp hàng.

3.1.4

Đơn vị nạp hàng (Process load)

Thể tích vật liệu có cấu hình nạp hàng xác định được chiếu xạ như một đơn vị độc lập.

3.1.5

Hệ thống vận chuyển (Transport system)

Hệ thống băng chuyền hoặc hệ thống cơ khí khác để chuyển đơn vị nạp hàng đi qua nguồn chiếu xạ.

4 Ý nghĩa và ứng dụng

4.1 Mục đích của việc xử lý chiếu xạ là để kiểm soát (giảm số lượng) vi sinh vật gây bệnh trong thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh để đảm bảo an toàn thực phẩm cho người tiêu dùng. Việc chiếu xạ làm giảm đáng kể số lượng vi khuẩn gây bệnh sinh dưỡng như: *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Listeria*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, hoặc *Yersinia enterocolitica*

4.2 Chiếu xạ cũng làm bất hoạt ký sinh trùng như: *Trichinella spiralis* và *Toxoplasma gondii*.

4.3 Chiếu xạ có thể kéo dài thời gian bảo quản của thịt đỏ, thịt gia cầm tươi bằng cách giảm số lượng các vi sinh vật sống, vi khuẩn sinh dưỡng làm hư hỏng sản phẩm như: các loài *Pseudomonas*.

4.4 Quá trình chiếu xạ thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh là điểm kiểm soát tới hạn (CCP) của hệ thống phân tích mối nguy của các điểm kiểm soát tới hạn (HACCP). Hệ thống này là một công cụ quan trọng để kiểm soát mọi rủi ro tồn dư các vi sinh vật gây bệnh trước khi sản phẩm đến tay người tiêu dùng.

5 Tiêu chí đánh giá hiệu quả chiếu xạ

5.1 Chiếu xạ để kiểm soát vi khuẩn gây bệnh

Số lượng vi khuẩn gây bệnh cần kiểm soát trong sản phẩm bị nhiễm khác nhau theo các loài vi khuẩn cụ thể và tính nhạy cảm đối với người tiêu dùng. Tiêu chí chấp nhận, ở Mỹ đối với việc tiệt trùng sữa hoặc thực phẩm đóng hộp có độ axit thấp yêu cầu không có bất kỳ loại vi khuẩn gây bệnh nào trong sản phẩm cuối cùng (4, 5).

5.2 Chiếu xạ để bất hoạt ký sinh trùng

Các tiêu chí để xác định sự bất hoạt các ký sinh trùng trong sản phẩm chưa nấu, sản phẩm đã chiếu xạ là: không bị nhiễm hoặc không bị lây lan ký sinh trùng khi có điều kiện thích hợp (không yêu cầu ký sinh trùng phải bị tiêu diệt do quá trình chiếu xạ).

5.3 Chiếu xạ để kéo dài thời gian bảo quản

Tiêu chí để đánh giá là số đếm vi sinh vật bằng đếm đĩa sử dụng thời gian, nhiệt độ và các thông số môi trường thích hợp. Trong tiêu chuẩn này không thể qui định mức độ vi sinh vật cụ thể phải đạt được trong sản phẩm cuối cùng, trừ khi có qui định quốc gia, yêu cầu của khách hàng hoặc cả hai. Do đó, người tiêu dùng nên đưa ra các yêu cầu về số đếm đĩa vi khuẩn đối với sản phẩm cuối cùng.

5.4 Khi các tiêu chí này không đáp ứng được thì phải chú ý trực tiếp đến qui trình (xem 8.1) và thiết lập lại hệ thống Thực hành sản xuất tốt (GMP), nếu cần. Hệ thống phân tích mối nguy và điểm kiểm soát tới hạn (HACCP) hoặc hệ thống kiểm soát tương tự khác cần được áp dụng cho toàn bộ quá trình sản xuất và chuỗi phân phối. Với hệ thống này, bất kỳ điểm nào trong chuỗi khi có thể có mối nguy hoặc thời điểm có nguy cơ đều được kiểm tra và kiểm soát để tránh sản phẩm mất an toàn và không lành cho người tiêu dùng sử dụng. Xem TCVN 5603:2008 (CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003) và (6, 7).

5.4.1 Việc thực hiện hệ thống kiểm soát quá trình để đạt được hiệu quả bức xạ cần bao gồm việc kiểm tra vi sinh đối với sản phẩm trước và ngay sau khi chiếu xạ, sử dụng các chỉ số về nhiệt độ/thời gian trong suốt chuỗi quá trình (xem hướng dẫn ASTM F 1416), và kiểm tra độ nguyên vẹn của bao gói. Việc kiểm tra vi khuẩn của sản phẩm chiếu xạ cho thấy số đếm vi khuẩn được giảm đáng kể so với

sản phẩm không chiếu xạ. Việc giám sát nhiệt độ cần cảnh báo cho người giám sát rằng khi chế độ sử dụng sai thì có thể làm tăng tổng vi khuẩn sau khi chiếu xạ.

6 Xử lý sản phẩm trước chiếu xạ

6.1 Sản phẩm phải được xử lý trong môi trường không làm tăng nguy cơ lây nhiễm từ môi nguy vật lý, hoá học hoặc sinh học. Biện pháp giảm thiểu sự nhiễm khuẩn và sự phát triển của chúng theo các tiêu chuẩn GMP có liên quan như sau: ví dụ các hệ thống GMP của Cục quản lý thuốc và thực phẩm của Mỹ (FDA) (8). Các qui trình thực hành vệ sinh chuẩn (SSOP) của Cục thanh tra và an toàn thực phẩm (FSIS) (9). Qui phạm thực hành [TCVN 5603:2008 (CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003) (xem 2.3)] (10).

6.2 Sản phẩm chưa bao gói

Trong các cơ sở xử lý sản phẩm không bao gói thì môi trường chiếu xạ và thiết bị chiếu xạ phải được thiết kế, xây dựng sao cho dễ làm sạch, ổn định để duy trì điều kiện vệ sinh và không làm tăng nguy cơ nhiễm bẩn.

CHÚ THÍCH 3 Môi trường thực hiện có độ ẩm hoặc có lưu lượng không khí lưu thông cao thì có thể tạo nguy cơ nhiễm vi khuẩn cho sản phẩm. Độ ẩm tạo môi trường thuận lợi cho vi khuẩn phát triển và lưu thông không khí làm lây lan vi khuẩn. Bề mặt thực phẩm tiếp xúc với chất nhiễm bẩn nhiễm vào thực phẩm có thể làm nhiễm các chất bản hoá học hoặc vật lý trừ khi bề mặt đó được chế tạo từ các vật liệu thích hợp và luôn được bảo dưỡng và dễ làm sạch. Đồng thời kiểm soát chặt chẽ vệ sinh và dịch hại.

6.3 Sản phẩm bao gói sẵn

Đối với sản phẩm bao gói sẵn, chính các bao gói phải là rào cản để giảm nguy cơ tái nhiễm. Do đó, có nhiều yêu cầu về môi trường chiếu xạ và thiết bị cần thiết cho việc xử lý sản phẩm chưa bao gói có thể không áp dụng được cho thiết bị mà chỉ dùng để xử lý sản phẩm bao gói sẵn. Trước khi thực hiện cần có thông tin về các yêu cầu áp dụng theo các qui định của cơ quan có thẩm quyền.

6.4 Kiểm tra trước chiếu xạ

Cơ sở chiếu xạ khi nhận hàng cần kiểm tra bao gói và vật chứa thịt đỏ và thịt gia cầm tươi và đông lạnh để đảm bảo rằng sản phẩm phù hợp cho việc chiếu xạ. Các tiêu chí chấp nhận bằng văn bản của sản phẩm bao gồm nhiệt độ, tình nguyên vẹn của bao gói và tần suất kiểm tra nếu có thể áp dụng được thì chủ hàng và cơ sở chiếu xạ phải thống nhất trước khi chuyển sản phẩm đến cơ sở chiếu xạ. Các tiêu chí xử lý sản phẩm không phù hợp để chiếu xạ cũng cần được thiết lập.

6.4.1 Nhiệt độ của sản phẩm

Khi nhận sản phẩm, nhiệt độ của sản phẩm cần được đo bằng dụng cụ cảm biến nhiệt, sạch đã hiệu chỉnh để đo nhiệt độ ở vị trí xác định trước và tần suất đo được qui định bằng hệ thống HACCP và GMP. Nhiệt độ nên từ $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ đối với thịt đỏ và thịt gia cầm tươi để lạnh, từ $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp

hơn đối với thịt đỏ và thịt gia cầm tươi đông lạnh. Đối với sản phẩm không bao gói, đưa dụng cụ đo trực tiếp vào sản phẩm và cần vệ sinh dụng cụ giữa mỗi lần đo. Đối với sản phẩm bao gói sẵn, sử dụng dụng cụ đo mà có thể đặt được giữa các bao gói riêng lẻ mà không được đâm thủng chúng.

6.4.2 Tính nguyên vẹn của bao gói

Tiến hành kiểm tra bằng mắt thường bao gói của sản phẩm để chắc chắn rằng không có dấu hiệu sản phẩm bị giảm chất lượng hoặc bị hư hỏng. Đồng thời cũng nên kiểm tra cảm quan. Khi kiểm tra không được có dấu hiệu rò rỉ dịch lỏng hoặc mùi sản phẩm bị hư hỏng.

6.4.3 Kiểm kê sản phẩm

Số lượng vật chứa cần được đếm và việc mô tả/nhận biết sản phẩm chiếu xạ cần được kiểm tra và so sánh với tài liệu của nhà cung cấp sản phẩm. Việc so sánh số đếm trước chiếu xạ và sau chiếu xạ là để chắc chắn rằng tất cả sản phẩm đã được chiếu xạ hết.

6.4.4 Nhận biết sản phẩm

Cần ghi và lưu lại số hiệu nhận biết thống nhất để theo dõi sản phẩm qua quá trình chiếu xạ và lập thành văn bản đối với sản phẩm đưa vào chiếu xạ.

6.5 Bảo quản trước chiếu xạ

6.5.1 Đối với thịt đỏ, thịt gia cầm tươi thì yêu cầu chính để bảo quản trước chiếu xạ là duy trì nhiệt độ sản phẩm từ -2°C đến $+4^{\circ}\text{C}$ mà không làm đóng băng.

CHÚ THÍCH 4 Các qui định về thịt gia cầm ở Mỹ yêu cầu nhiệt độ của thịt gia cầm tươi phải được duy trì ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng $4,4^{\circ}\text{C}$ (10).

CHÚ THÍCH 5 Việc giữ sản phẩm đông lạnh quá dài sẽ vi phạm nguyên tắc của GMP, do việc xử lý này có thể làm phát triển mạnh các vi khuẩn ưa ẩm và làm thay đổi không mong muốn đối với sản phẩm.

6.5.2 Yêu cầu thứ hai là giảm thiểu thời gian bảo quản trước chiếu xạ tại cơ sở chiếu xạ, khoảng một ngày hoặc ít hơn một ngày khi có thể.

6.5.3 Đối với thịt đỏ hoặc thịt gia cầm đông lạnh, cần giữ nhiệt độ sản phẩm luôn ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng -18°C . Thời gian bảo quản sản phẩm đông lạnh tương đối ngắn trước khi chiếu xạ dưới các điều kiện thương mại thông thường là không đặc biệt quan trọng. Tuy nhiên, việc lạnh đông không thể kéo dài thời gian bảo quản mà không làm giảm chất lượng và do đó nên giảm thiểu thời gian bảo quản trước chiếu xạ

6.6 Cách ly sản phẩm

Khi kiểm tra bằng mắt thường không thể phân biệt được sản phẩm đã chiếu xạ và chưa chiếu xạ. Do đó, cần sử dụng các biện pháp thích hợp với thiết kế của cơ sở chiếu xạ, như rào ngăn cơ học hoặc để cách ly trong khu vực xác định, để đảm bảo tách riêng sản phẩm chưa chiếu xạ với sản phẩm đã chiếu xạ.

CHÚ THÍCH 6 Các chỉ thị nhạy bức xạ sẽ bị đổi màu khi tiếp xúc với bức xạ trong dải liều thích hợp. Các chỉ thị này là để xác định bằng mắt thường xem sản phẩm đã được chiếu xạ hay chưa. Các chỉ thị này không phải là liều kế và không được sử dụng thay thế hệ đo liều. Thông tin về các hệ đo liều và các liều kế nhạy bức xạ được qui định trong ISO/ASTM 51261 và TCVN 8230 (ISO 51539), tương ứng.

7 Bao gói và cấu hình nạp sản phẩm

7.1 Vật liệu bao gói

7.1.1 Sử dụng các vật liệu bao gói thích hợp cho sản phẩm, cần tính đến qui trình đã định trước (bao gồm cả chiếu xạ) và sự phù hợp với các qui định hiện hành (xem ASTM F 1640).

7.1.2 Vật liệu bao gói phải đảm bảo kín khí và chống ẩm thích hợp để duy trì chất lượng sản phẩm.

7.2 Cấu hình nạp sản phẩm

7.2.1 Kích thước, hình dạng, mật độ và cấu hình nạp hàng của đơn vị nạp hàng để chiếu xạ phải được xác định trước theo các thông số thiết kế của cơ sở chiếu xạ. Các thông số thiết kế chuẩn bao gồm các đặc tính của hệ thống vận chuyển sản phẩm và của nguồn bức xạ liên quan đến sự phân bố liều thu được trong đơn vị nạp hàng.

7.2.2 Sự phân bố liều trong đơn vị nạp hàng thông thường được tối ưu hoá bằng cách sử dụng các bao gói sản phẩm có cấu trúc hình học xác định và được nạp đều. Với những thiết bị chiếu xạ nhất định, nên hạn chế việc sử dụng bao gói sản phẩm có hình dáng và kích thước đặc biệt dựa theo mật độ của sản phẩm và việc đánh giá kiểm tra mật độ sản phẩm đã biết trong các cơ sở chiếu xạ [xem TCVN 7248 (ISO/ASTM 51204) và TCVN 7249 (ISO/ASTM 51431)].

7.2.3 Khi xác định cấu hình nạp sản phẩm thích hợp (xem 8.4) cần phải tính các qui định về liều đối với sản phẩm cụ thể.

8 Chiếu xạ

8.1 Qui trình vận hành chuẩn (SOPs)

Qui trình vận hành chuẩn hoặc qui trình chiếu xạ thực phẩm được viết thành văn bản được sử dụng để đảm bảo rằng dải liều hấp thụ khuyến cáo và các điều kiện chiếu xạ được chuyên gia xử lý bức xạ lựa chọn là thích hợp trong các điều kiện chế biến thương mại để đạt hiệu quả đã định cho sản phẩm

TCVN 7413:2010

cụ thể trong cơ sở chiếu xạ cụ thể. Các qui trình này phải được những người có chuyên môn đã được đào tạo về chiếu xạ thực phẩm thiết lập (11). Các qui trình này phải đáp ứng các yêu cầu trong TCVN 7247:2007 (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003) và các khuyến nghị trong TCVN 7250:2007 (CAC/RCP 19-1979, Rev.2-2003).

8.2 Nguồn bức xạ

Nguồn bức xạ ion hóa có thể được dùng trong chiếu xạ các sản phẩm thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh được giới hạn như sau [xem TCVN 7247:2007 (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003)]:

8.2.1 Nguồn đồng vị

Tia gamma từ các đồng vị phóng xạ ^{60}Co (1,17 MeV và 1,33 MeV) hoặc ^{137}Cs (0,66 MeV).

8.2.2 Nguồn máy

Tia X và chùm tia electron gia tốc.

CHÚ THÍCH 7 Đối với việc xử lý bằng chùm tia electron thì độ đâm xuyên qua vật liệu phụ thuộc vào năng lượng của electron và mật độ của vật liệu.

CHÚ THÍCH 8 Tiêu chuẩn Codex cũng như qui định của một số quốc gia có giới hạn tối đa năng lượng electron và năng lượng tia X chuẩn cho mục đích chiếu xạ thực phẩm [xem TCVN 7247:2007 (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003)].

8.3 Liều hấp thụ

8.3.1 Liều hấp thụ yêu cầu để đạt được hiệu quả nhất định

Khi nhà cung cấp thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và/hoặc đông lạnh đưa ra các yêu cầu về chiếu xạ thực phẩm thì phải bao gồm các giới hạn liều hấp thụ tối thiểu và tối đa: liều tối thiểu cần để đảm bảo hiệu quả đã định (ví dụ: giảm tổng lượng vi sinh vật, bất hoạt vi sinh vật gây bệnh), và liều tối đa để không làm ảnh hưởng chất lượng sản phẩm như làm mất mùi và đổi màu (12). Một hoặc cả hai giới hạn này có thể được cơ quan có thẩm quyền qui định đối với một ứng dụng nhất định. Độ nhạy của thịt đỏ và thịt gia cầm chiếu xạ thay đổi theo chủng loại sản phẩm, môi trường bao gói, nhiệt độ sản phẩm trong quá trình chiếu xạ và các yếu tố khác. Đối với các sản phẩm đông lạnh, liều tối thiểu yêu cầu cao hơn so với liều tối thiểu dùng để chiếu xạ sản phẩm được chiếu xạ trong trạng thái lạnh, để đạt được cùng một mục đích, vì khả năng chịu đựng của vi khuẩn với bức xạ cao hơn khi ở nhiệt độ dưới mức đông lạnh (13, 14).

8.3.2 Liều hấp thụ để kiểm soát vi khuẩn gây bệnh

Vi khuẩn gây bệnh có thể có mặt phía trong hoặc phía trên thịt đỏ, thịt gia cầm tươi hoặc đông lạnh bao gồm các loài *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* và *Yersinia enterocolitica*. Liều hấp thụ yêu cầu để làm giảm số vi khuẩn này

tới mức an toàn cho sản phẩm tiêu dùng phụ thuộc vào số lượng tiêu chí. Dải liều hấp thụ yêu cầu được thiết lập dựa trên mật độ vi khuẩn trên sản phẩm chưa chiếu xạ, độ nhạy bức xạ của vi khuẩn có mặt, nhiệt độ của sản phẩm trong suốt quá trình chiếu xạ, môi trường được kiểm soát quanh sản phẩm đã được bao gói trong quá trình chiếu xạ, và qui định hoặc yêu cầu đối của khách hàng về số lượng vi khuẩn còn lại có thể chấp nhận được. Phụ lục A.1 đưa ra một số thông tin được lấy từ tài liệu khoa học về độ nhạy bức xạ (giá trị D_{10}) của vi khuẩn sinh dưỡng gây bệnh chính được tìm thấy trong sản phẩm thịt đỏ và thịt gia cầm.

8.3.3 Liều hấp thụ để bất hoạt ký sinh trùng

Phần lớn các ký sinh trùng sẽ không lây lan khi được hấp thụ bởi liều nhỏ hơn 1 kGy. Liều hấp thụ hiệu quả tối thiểu sẽ phụ thuộc vào ký sinh trùng cụ thể cần phải làm bất hoạt (15-19).

8.3.4 Liều hấp thụ để kéo dài thời gian bảo quản

Liều hấp thụ để kéo dài thời gian bảo quản của các sản phẩm thịt đỏ, thịt gia cầm tươi hoặc đông lạnh phụ thuộc vào mức độ nhiễm vi khuẩn ban đầu và độ nhạy bức xạ của vi khuẩn có mặt.

8.3.5 Cơ sở chiếu xạ có trách nhiệm cung cấp các liều hấp thụ yêu cầu trong dải liều khuyến nghị về công nghệ [xem TCVN 7248 (ISO/ASTM 51204) và TCVN 7249 (ISO/ASTM 51431)].

8.4 Đo liều

Đo liều là một thành phần chính của chương trình đảm bảo chất lượng tổng thể có kết hợp thực hành sản xuất tốt trong việc sản xuất thực phẩm sạch và an toàn. TCVN 7247:2007 (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003) và TCVN 7250:2007 (CAC/RCP 19-1979, Rev.2-2003) nhấn mạnh vai trò của hệ đo liều để đảm bảo rằng việc chiếu xạ đã được tiến hành đúng.

8.4.1 Hệ đo liều phải được tiến hành theo các yêu cầu của TCVN 7248 (ISO/ASTM 51204) đối với thiết bị chiếu xạ gamma dùng để xử lý thực phẩm hoặc TCVN 7249 (ISO/ASTM 51431) đối với thiết bị chiếu xạ chùm tia và tia X (bức xạ hãm) dùng để xử lý thực phẩm.

8.4.2 Hướng dẫn về biểu đồ phân bố liều được nêu trong ASTM E 2303.

8.5 Nhiệt độ của sản phẩm

8.5.1 Đo và ghi lại nhiệt độ của sản phẩm khi đưa vào và đưa ra khỏi thiết bị chiếu xạ để đảm bảo rằng các yêu cầu của qui trình vận hành chuẩn (SOPs) đã được đáp ứng.

8.5.2 Nếu nhiệt độ của vùng chiếu xạ và thời gian cần thiết để đạt được liều hấp thụ mong muốn, mà làm tăng nhiệt độ sản phẩm ngoài giới hạn qui định thì các điều kiện của quá trình là không đáp ứng. Cần thay đổi qui trình và có thể bao gồm việc cách ly lô sản phẩm hoặc làm lạnh khu vực chiếu xạ.

TCVN 7413:2010

Nếu sản phẩm được cách ly trong quá trình chiếu xạ thì cần phải bổ sung vật liệu cách nhiệt cho đơn vị nạp hàng để giữ lại các đặc tính của sự phân bố liều hấp thụ.

CHÚ THÍCH 9 Kiểm soát nhiệt độ sản phẩm là một điểm tới hạn vì ảnh hưởng đến an toàn thực phẩm trong quá trình chiếu xạ, do vi khuẩn tăng rất nhanh theo sự tăng nhiệt độ sản phẩm. Ví dụ: ở nhiệt độ môi trường, số lượng *Listeria* trong thịt đỏ hoặc thịt gia cầm có thể nhân lên gấp đôi so với khi ở nhiệt độ làm lạnh (20).

8.6 Môi trường bao gói

8.6.1 Chiếu xạ có thể kéo dài thời gian bảo quản của thịt đỏ và thịt gia cầm do tác động của chiếu xạ lên mật độ vi khuẩn. Có nhiều cơ chế khác ngoài tác động của vi khuẩn làm cho thịt bị hỏng. Đó là tác động hoá học nói chung liên quan việc oxy hoá sản phẩm, dẫn đến mất màu và bị ôi thiu. Có thể cần đến những biện pháp khác ngoài chiếu xạ để nhận được sản phẩm đạt yêu cầu. Khi có thể, nên bao gói để giảm tối thiểu môi trường ôxy (ví dụ: bao gói chân không) để giảm thiểu những ảnh hưởng này.

CHÚ THÍCH 10 Thịt đỏ tươi, đặc biệt có sắc tố cao như thịt bò, cần phải có oxy để duy trì màu đỏ thông thường của chúng. Nếu dùng bao gói trong chân không và màng mỏng không thấm thấu oxy thì sẽ làm cho thịt có màu sẫm trong bao gói, mặc dù khi mở bao gói thịt vẫn giữ được màu đỏ thông thường. Đối với thịt đỏ và thịt gia cầm có sắc tố yếu, thì sự thay đổi màu sắc do việc bao gói trong chân không là không đáng kể.

8.6.2 Chiếu xạ ở các liều hấp thụ nhỏ hơn 10 kGy có thể không đủ để giảm số lượng bào tử *Clostridium botulinum* đến mức an toàn. Cần phải có liều hấp thụ cao hơn đáng kể để làm cho sản phẩm đạt được vô trùng, ổn định tương đương với hấp diệt trùng bằng nhiệt. Ngoài ra, khi không có mặt oxy, thì việc chiếu xạ có thể hạn chế đáng kể sự phát triển của vi khuẩn gây hỏng có cạnh tranh với *C.botulinum*. Nhiệt độ bảo quản đúng (xem 5.4.1) sẽ giảm thiểu được nguy cơ tạo độc của botulinum mà khi kiểm tra cảm quan không thấy được dấu hiệu hư hỏng.

CHÚ THÍCH 11 Các bào tử *C. botulinum* có các giá trị bức xạ D_{10} từ 3,45 kGy đến 3,85 kGy phụ thuộc vào kiểu huyết thanh của chúng và nhiệt độ được chiếu xạ (21). Do đó, liều hấp thụ 10 kGy sẽ phá huỷ 2,5 log đến 3 log đơn vị hình thành khuẩn lạc (cfu) của các bào tử *C. botulinum*. Yêu cầu chung đối với việc tiệt trùng bằng xử lý nhiệt là giảm 12 log cfu.

8.7 Số gia chiếu xạ

Số gia chiếu xạ là việc ứng dụng khi dải liều khuyến nghị đạt được về mặt kỹ thuật trong việc tiếp xúc chiếu xạ nhiều lần. Để sản phẩm đã nhận được một phần tổng liều qui định riêng rẽ khỏi sản phẩm chưa chiếu xạ và sản phẩm đã chiếu xạ đủ liều yêu cầu. Ngoài ra, sản phẩm phải được duy trì trong dải nhiệt độ yêu cầu và khoảng thời gian giữa các lần chiếu xạ nên giữ ở mức ngắn nhất.

9 Xử lý và bảo quản sau chiếu xạ

9.1 Kiểm tra sau chiếu xạ

Kiểm tra lại các bao gói hoặc vật chứa thịt đỏ và thịt gia cầm sau chiếu xạ để đảm bảo rằng sản phẩm đáp ứng được các tiêu chí nhập nhận đã được lập thành văn bản.

9.2 Ghi nhãn sau chiếu xạ

Một số người tiêu dùng và một số nhà chế biến thực phẩm muốn có sự lựa chọn giữa thực phẩm chiếu xạ và thực phẩm không chiếu xạ, do đó, nhiều quốc gia đã chấp nhận các yêu cầu ghi nhãn cụ thể đối với thực phẩm chiếu xạ [xem 5.2 của TCVN 7087 (Codex Stan 1-2005)]. Nhãn dùng để nhận biết sản phẩm đã chiếu xạ và có thể cung cấp thông tin cho người tiêu dùng biết mục đích và lợi ích của việc xử lý này cũng như việc xử lý hoặc yêu cầu bảo quản (xem 9.3 và 9.4).

CHÚ THÍCH 12 Các yêu cầu ghi nhãn khác nhau giữa các nước khác nhau. Người sản xuất cần liên hệ với các nhà chức trách trước khi thiết kế vật liệu ghi nhãn. Dấu hiệu quốc tế (logo) dưới đây đã được nhiều quốc gia chấp nhận để ghi nhãn cho thực phẩm chiếu xạ (xem Hình 1). Ở một số quốc gia, như Mỹ (22) thì logo này phải kèm theo việc ghi nhãn là "đã chiếu xạ" hoặc "đã được xử lý bằng bức xạ".



Hình 1 Logo Radura

9.3 Xử lý sau chiếu xạ

Việc xử lý sản phẩm thịt đỏ, thịt gia cầm tươi và đông lạnh trong các cơ sở chiếu xạ phải phù hợp với các GMP hiện hành và có liên quan. Phải có biện pháp để tách riêng sản phẩm đã chiếu xạ với sản phẩm chưa chiếu xạ. Khi kiểm tra bằng mắt thường, không thể phân biệt được giữa thực phẩm đã chiếu xạ và chưa chiếu xạ. Do vậy, điều quan trọng là phải sử dụng các biện pháp thích hợp như cần có rào ngăn cơ học hoặc có khu vực dành riêng cho sản phẩm đã chiếu xạ và các sản phẩm chưa chiếu xạ.

9.3.1 Nhiệt độ sản phẩm

Đưa nhiệt độ của sản phẩm tươi đến khoảng từ -2°C đến $+4^{\circ}\text{C}$ trong khoảng thời gian cần thiết để ngăn ngừa sự phát triển của bất kỳ vi khuẩn nào còn sống. Đưa nhiệt độ của sản phẩm lạnh đông đến thấp hơn hoặc bằng -18°C càng sớm càng tốt sau khi chiếu xạ.

9.3.2 Tính nguyên vẹn của bao gói

Khi kiểm tra không được thấy có sự rò rỉ dịch lỏng hoặc mùi cho thấy sản phẩm bị hư hỏng.

9.3.3 Tính nguyên vẹn của sản phẩm

Cần chú ý đến tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, kể cả số lượng vi khuẩn. Ví dụ, việc thay đổi sắc tố có thể làm cho sản phẩm mất màu và sự oxy hóa lipid có thể ảnh hưởng đến hương vị của sản phẩm. Nếu bao gói chân không hoặc sử dụng môi trường bao gói cải biến không có oxy thì

TCVN 7413:2010

phải đặc biệt chú ý kiểm soát nhiệt độ bảo quản ở 4 °C hoặc thấp hơn để ngăn cản sự xâm nhập và phát triển của *C. botulinum* trong sản phẩm.

9.3.4 Kiểm kê sản phẩm

Đếm số lượng vật chứa đã được chiếu xạ. So sánh số lượng đếm được này với số đếm trước khi chiếu xạ để chắc chắn rằng tất cả sản phẩm đã được chiếu xạ hoặc đã được đếm và lưu hồ sơ.

9.4 Bảo quản sau chiếu xạ

Bảo quản sản phẩm đã chiếu xạ giống như bảo quản sản phẩm chưa chiếu xạ. Đối với sản phẩm tươi nhiệt độ bảo quản phải được duy trì từ -2 °C đến +4 °C trong suốt thời gian bảo quản. Đối với sản phẩm đông lạnh, nhiệt độ bảo quản phải được duy trì ở -18 °C hoặc thấp hơn trong suốt thời gian bảo quản.

10 Lưu giữ hồ sơ

10.1 Cần đảm bảo rằng mỗi lô sản phẩm cần xử lý được nhận biết bằng số lô hoặc bằng mã số khác mà phân biệt được với các lô sản phẩm khác trong cơ sở chiếu xạ. Sử dụng việc nhận biết này trên tất cả các tài liệu về lô hàng.

10.2 Lập hồ sơ vận hành của thiết bị chiếu xạ.

10.2.1 Ghi và lưu hồ sơ số lượng vật chứa trong lô hàng và điều kiện của lô, ngày lô sản phẩm đưa vào cơ sở chiếu xạ, nhiệt độ và trạng thái của lô hàng khi nhận, ngày chiếu xạ, thời gian bắt đầu và kết thúc chiếu xạ, nhiệt độ tăng trong khi chiếu xạ, nhiệt độ và trạng thái của lô hàng sau khi chiếu xạ, ngày lô sản phẩm rời khỏi cơ sở chiếu xạ, tên của người vận hành và mọi điều kiện đặc biệt nào mà có thể ảnh hưởng đến quá trình chiếu xạ hoặc sản phẩm được chiếu xạ.

10.2.2 Ghi và lưu hồ sơ tất cả dữ liệu về hệ đo liều liên quan đến biểu đồ phân bố liều và qui trình chiếu xạ thường xuyên [xem TCVN 7248 (ISO/ASTM 51204) và TCVN 7249 (ISO/ASTM 51431)] (23, 24).

10.2.3 Ghi và lưu hồ sơ bất kỳ sự sai lệch so với SOP hoặc qui trình đã định để đánh giá hiệu lực của quá trình.

10.3 Kiểm tra tất cả các tài liệu trước khi đưa sản phẩm ra khỏi cơ sở chiếu xạ, để đảm bảo rằng hồ sơ chính xác và đầy đủ. Người kiểm tra sổ sách phải ký tên vào hồ sơ đó. Tất cả những thiếu sót cần được lưu vào các tệp tài liệu riêng để cơ quan có thẩm quyền kiểm tra, khi cần.

10.4 Giữ lại tất cả các hồ sơ về mỗi lô hàng đã chiếu xạ tại cơ sở chiếu xạ, trong một khoảng thời gian qui định, theo các điều luật có liên quan và chúng phải có sẵn khi cần kiểm tra.

Phụ lục A
(Tham khảo)

Độ nhạy bức xạ của vi khuẩn tìm thấy trong sản phẩm thịt đỏ và thịt gia cầm

A.1 Bảng A.1 đưa ra một số thông tin, được lấy từ tài liệu khoa học về độ nhạy bức xạ (giá trị D_{10}) của vi khuẩn gây hại sinh dưỡng chính tìm thấy trên sản phẩm thịt đỏ và thịt gia cầm.

Bảng A.1 – Giá trị D_{10} (kGy) đối với vi khuẩn gây bệnh trên thịt đỏ và thịt gia cầm chứa xương ở nhiệt độ chiếu xạ ở 5 °C và ở -20 °C

Vi khuẩn gây bệnh	Giá trị D_{10} (kGy) ở 5 °C	Giá trị D_{10} (kGy) ở -20 °C	Tài liệu tham khảo
<i>Campylobacter jejuni</i>	0,18 ± 0,00	0,24 ± 0,02	A
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0,30 ± 0,02	0,57	B,C
	0,24 ± 0,01	0,31 ± 0,02	A
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,45 ± 0,03	1,21 ± 0,06	C,D
	0,59 ± 0,06	0,61 ± 0,04	E
Các loài <i>Salmonella</i>	0,41 ± 0,00	0,63 ± 0,00	F
	0,70 ± 0,04	0,92	C,G
	0,62 ± 0,09	0,80 ± 0,05	A
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,46 ± 0,02	0,74	C,H
	0,45 ± 0,04	0,45 ± 0,04	D
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0,19 ± 0,02	0,38 ± 0,02	I

^A Clavero, M. R. S., Monk, J. D., Beuchat, L. R., Doyle, M. P., and Brakett, R. E., "Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonellae*, and *Campylobacter jejuni* in Raw Ground Beef by Gamma Irradiation" *Appl. Environ Microbiol.*, Vol. 60, 1994, pp. 2069-2075.

^B Thayer, D. W., and Boyd, G., "Elimination of *Escherichia coli* O157:H7 in Meats by Gamma Irradiation" *Appl Environ. Microbiol.*, Vol 59, 1993, pp 1030-1034.

^C Thayer, D. W., Boyd, G., Fox Jr., J.B., Lakritz, L., and Hampson, J. W. "Variations in Radiation Sensitivity of Foodborne Pathogens Associated with the Suspending Meat." *J. Food Sci.*, Vol 60, 1995, pp 63-67.

^D Thayer, D.W. and Boyd, G., "Rotation Sensitivity of *Listeria monocytogenes* on Beef as Affected by Temperature." *J. Food Sci.*, Vol 60, 1995, pp 237-240.

^E Monk, J. D., Clavero, M.R. S., Beuchat, L.R., Doyle, M. P. and Brackett, R. E., "Irradiation Inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in Low- and High-Fat, Frozen and Refrigerated Ground Beef." *J. Food Prot.* Vol 57, 1994, pp. 969-974.

^F Preville, J. J., Chang, Y., and El Bisi, H. M., "Effects of Radiation Pasteurization on *Salmonella* I. Parameters Affecting Survival and Recovery from Chicken" *Can. J. Microbiol.*, Vol 16, 1970, pp. 465-471

^G Thayer, D. W and Boyd, G. "Survival of *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 on the Surface of Chicken Legs or in Mechanically Deboned Chicken Meat Gamma irradiated in Air or Vacuum at Temperatures of -20 to +20 °C" *Poultry Science*, Vol 70, 1991 pp. 1026-1033

^H Thayer, D.W. and Boyd, G., "Gamma Ray Processing to Destroy *Staphylococcus aureus* in Mechanically Deboned Chicken Meat." *J. Food Sci.* Vol 57, 1992, pp 848-851

^I Sommers C H., Niemira B A., Tunick M. and Boyd G., "Effect of Temperature on the Radiation Resistance of Virulent *Yersinia enterocolitica*" *Meat Science*, Vol 63, 2002, pp 323-328

Thư mục tài liệu tham khảo

- (1) International Consultative Group on Food Irradiation. *Code of Good Irradiation Practice for Prepackaged Meat and Poultry (to control pathogens and/or extend shelf-life)*. ICGFI Document No. 4, Issued by the Secretariat of ICGFI. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna, Austria 1991.
- (2) US Code of Federal Regulations, Title 9, Section 301.2(qq), Washington, DC.
- (3) US Code of Federal Regulations Title 9, Section 381.1(40), Washington, DC.
- (4) US. Food and Drug Administration. *The Grade A Pasteurized Milk Ordinance*. 1993 Revision. Recommendations of the US. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Food and Drug Administration, Publication No. 229. Washington, DC.
- (5) US. Code of Federal Regulations, Title 21, Section 108.35 and Section 113, Subpart E. Washington, DC.
- (6) National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. *Hazard Analysis and Critical Control Point Principles and Application Guidelines*. USDA. Food Safety and Inspection Service. Washington, DC. August 1997. |
- (7) U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service, *Generic HACCP Model for Irradiation*, HACCP-8, Washington, DC. April 1997.
- (8) U.S Code of Federal Regulations. Title 21. Part 110. *Current Good Manufacturing Practices in Manufacturing, Packaging, or Handling Human Food*, Washington, DC.
- (9) U.S. Code of Federal Regulations. Title 9. Part 416. Sanitation, Washington, DC.
- (10) U.S. Code of Federal Regulations. Title 9 Section 381.66, Washington, DC.
- (11) U.S. Code of Federal Regulations, Title 21, Section 179.25(d), Washington, DC.
- (12) Luchsinger, S. E., et al, "Sensory Analysis of Irradiated Ground Beef Patties and Whole Muscle Beef," *Journal of Sensory Studies*, Vol 12, 1997. pp. 105-126.
- (13) U.S Code of Federal Regulations, Title 21. Section 179.26(b). Washington, DC.
- (14) Molins. R. A., ed., "Irradiation of Meat and Poultry." *Food Irradiation: Principles and Applications*. Chapter 6. Wiley-Interscience. New York. 2001.
- (15) Dubey, J. P., and Thayer D. W. "Killing of Different Strains of *Toxoplasma gondii* Tissue Cysts by Irradiation Under Defined, Conditions " *J Parasitol.*, Vol 80, 1994 pp. 764-767
- (16) Dubey, J. P., Thayer D. W., Speer C. A., and Shen S. K., "Effect of Gamma Irradiation on Unsporulated and Sporulated *Toxoplasma gondii* Oocysts " *Int J Parasitology* Vol 28 1998 pp. 369-375

- (17) Brake. R. J., et al, "Destruction of *Trichinella Spiralis* by Low-Dose Irradiation of Infected Pork." *J. Food Safety*. Vol 7. 1985. pp. 127-143.
- (18) King. B. L and Josephson. E. S., eds., "Action of Radiation on Protozoa and Helminths," *Preservation of Food by Ionizing Radiation*. Vol III, CRC Press, Boca Raton, FL. 1983. pp. 245-267.
- (19) Farkas, J., "Decomination, Including Parasite Control, of Dried Chilled, and Frozen Foods by Irradiation." *Acta-Alimentaria* Vol 16, 1987. pp. 351-384.
- (20) U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service. 2004, Pathogen Modeling Program Version 7.0, <http://www.arserrc.gov/mfs/pathogen.htm>, free of charge, contact Mark Tamplin, Eastern Regional Research Center, 600 East Mermaid Lane, Wyndmoor. PA 19038, 215-836-3794.
- (21) International Consultative Group on Food Irradiation. *Irradiation of Red Meat, A Compilation of Technical Data for Its Authorization and Control*. IAEA-TECDOC-902, Issued by the Secretariat of ICGFI, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna. Austria. 1996.
- (22) U.S. Code of Federal Regulations. Title 21. Section 179.26(c), Washington. DC.
- (23) McLaughlin. W. L., Boyd, A. W., Chadwick, K. H., McDonald. J. C. and Miller. A., *Dosimetry for Radiation Processing*, Taylor and Francis. London. New York. Philadelphia, 1989.
- (24) *Dosimetry for Food Irradiation*. IAEA, Vienna, 2002. Technical Reports Series 409, http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS409_scr.pdf.
-