

**SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TP-HCM
TRUNG TÂM THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**



BÁO CÁO PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ

Chuyên đề:

**XU HƯỚNG ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA
(TIA GAMMA, TIA X, CHÙM TIA ĐIỆN TỬ) ĐỂ KHỬ
TRÙNG DỤNG CỤ Y TẾ, THANH TRÙNG THỰC PHẨM,
KIỂM DỊCH TRÁI CÂY VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI**



Biên soạn: Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ TP. HCM

Với sự cộng tác của:

- **Ông Đoàn Bình**
TT Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ
- **Bà Đoàn Thị Thế**
TT Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ

TP.Hồ Chí Minh, 10/2013

MỤC LỤC

I. TỔNG QUAN THỰC TRẠNG VÀ XU HƯỚNG ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA ĐỂ KHỬ TRÙNG DỤNG CỤ Y TẾ, THANH TRÙNG THỰC PHẨM, KIỂM DỊCH TRÁI CÂY VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM.....	4
1. Lịch sử hình thành và phát triển ứng dụng bức xạ ion hóa trên thế giới	4
2. Bức xạ ion hóa	5
3. Các loại nguồn bức xạ ion hóa thường sử dụng ở quy mô công nghiệp.....	6
4. Khử trùng bức xạ	7
5. Thanh trùng thực phẩm bằng bức xạ	8
6. Kiểm dịch trái cây bằng bức xạ	10
7. Xử lý nước thải, khí thải bằng bức xạ.....	10
8. Thực trạng ứng dụng bức xạ ion hóa ở Việt Nam	12
9. Nhận xét.....	12
II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA TRONG Y HỌC, THỰC PHẨM VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ	13
1. Tình hình đăng ký sáng chế về nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa nói chung.....	13
2. Ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm	15
3. Ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải.....	17
4. Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế	19
5. So sánh tình hình đăng ký sáng chế về nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa ở 3 lĩnh vực: khử trùng trong y tế; thực phẩm; xử lý nước thải, khí thải.....	21
6. Một số sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa ở 3 lĩnh vực: khử trùng trong y tế; thực phẩm; xử lý nước thải, khí thải	23
7. Nhận xét.....	25
III. ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA ĐỂ KHỬ TRÙNG DỤNG CỤ Y TẾ	25
1. Thiết bị chiếu xạ ở Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ (VINAGAMA).....	25
2. Chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế.....	29
3. Nhận xét.....	34
IV. ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA ĐỂ THANH TRÙNG THỰC PHẨM VÀ KIỂM DỊCH TRÁI CÂY.....	34
1. Công nghệ chiếu xạ thực phẩm.....	34
2. Quy phạm và tiêu chuẩn cho chiếu xạ thực phẩm ở Việt Nam	37

3. Tình hình chiếu xạ, thanh trùng thực phẩm và kiểm dịch trái cây ở Việt Nam.....	38
4. Ứng dụng chiếu xạ thực phẩm tại Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam (VINATOM)	40
5. Triển vọng tương lai	42
V. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG BỨC XẠ.....	43
1. Giới thiệu	43
2. Xử lý nước thải bằng chùm tia điện tử (EB).....	43
3. Phản ứng hóa học bức xạ của nước	43
4. Nguyên tắc xử lý nước thải bằng chùm tia điện tử (EB)	44
5. Kết quả xử lý nước thải tại Khu phức hợp dệt-nhuộm Daegu, Hàn Quốc.....	44
6. Nhận xét.....	47
VI. XỬ LÝ KHÍ THẢI BẰNG BỨC XẠ	47
TÀI LIỆU THAM KHẢO	49

XU HƯỚNG ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA (TIA GAMMA, TIA X, CHùm TIA ĐIỆN TỬ) ĐỂ KHỬ TRÙNG DỤNG CỤ Y TẾ, THANH TRÙNG THỰC PHẨM, KIỂM DỊCH TRÁI CÂY VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI

I. TỔNG QUAN THỰC TRẠNG VÀ XU HƯỚNG ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA ĐỂ KHỬ TRÙNG DỤNG CỤ Y TẾ, THANH TRÙNG THỰC PHẨM, KIỂM DỊCH TRÁI CÂY VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

1. Lịch sử hình thành và phát triển ứng dụng bức xạ ion hóa trên thế giới

Năm 1895: W.C. Roentgen phát hiện ra tia X.

Năm 1896: A.H. Becquerel quan sát thấy phóng xạ phát ra từ Uranium; H.Minsch (Đức) có một công bố đề nghị dùng bức xạ ion hóa để bảo quản thực phẩm nhằm giết các vi khuẩn gây hư thực phẩm.

Năm 1897: J.J. Thompson phát hiện ra điện tử (e^-); Pacronotti và Procelli phát hiện ra hiệu ứng của bức xạ lên vi khuẩn.

Năm 1898: Marie và P. Curie phát hiện ra nhiều nguyên tố phóng xạ.

Năm 1904: S.C Prescott phát hiện ra hiệu ứng diệt khuẩn của bức xạ.

Năm 1905: ở Anh và Hoa Kỳ dùng bức xạ ion hoá để diệt khuẩn trong thực phẩm.

Năm 1921: B. Schwartz có các nghiên cứu về ảnh hưởng của tia X lên *Trichinella spiralis* trong thịt heo tươi.

Từ 1920-1930: nhiều chương trình phát triển máy gia tốc chùm tia điện tử.

Năm 1953: ở Anh và Hoa Kỳ đã có các chương trình chiếu xạ thực phẩm.

Từ 1958-1959: Liên Xô (cũ) chấp thuận cho chiếu xạ khoai tây và ngũ cốc.

Năm 1960: Canada cho phép chiếu xạ khoai tây.

Năm 1963: nguồn chiếu xạ gamma đầu tiên lắp đặt ở Hoa Kỳ cho khử trùng dụng cụ y tế.

Từ 1963-1964: Hoa Kỳ cho phép chiếu xạ lườn heo, lúa mì, bột mì, khoai tây.

Năm 1973: nhà máy chiếu xạ công nghiệp cho khoai tây ở Nhật Bản.

Năm 1996: có 40 quốc gia đồng ý cho chiếu xạ thương mại một loại thực phẩm hay nhiều loại thực phẩm.

Năm 2000: các nước châu Âu chấp thuận cho chiếu xạ gia vị, dược liệu.

2. Bức xạ ion hóa

Bức xạ ion hóa là bức xạ được phát ra từ một nguồn phát, di chuyển và tác động lên vật chất làm cho một phần năng lượng bị mất đi do vật chất hấp thụ đồng thời sinh ra hiệu ứng tạo cặp, Compton, ion hoá,...

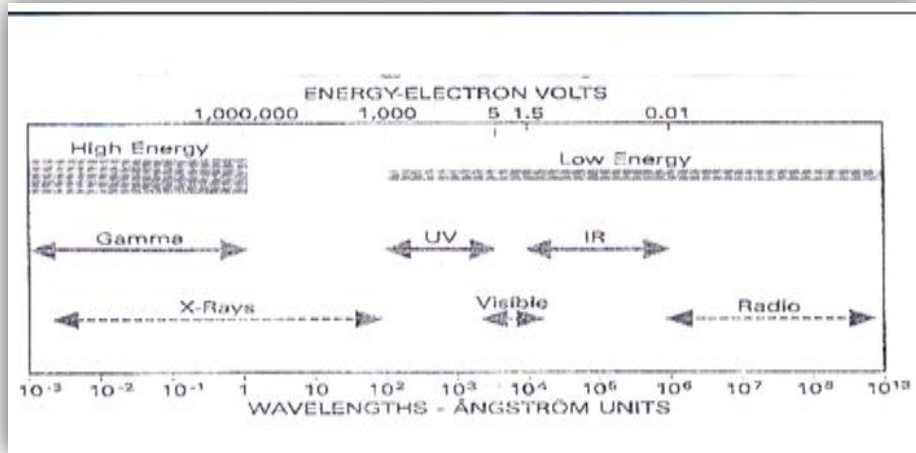
Bức xạ ion hóa: hạt alpha, hạt beta, tia gamma, tia X.

Hạt alpha (tia α) chính là hạt nhân He (He^{2+}) bị phân rã ở trạng thái kích thích để cho phân rã gamma nhằm giải phóng năng lượng.

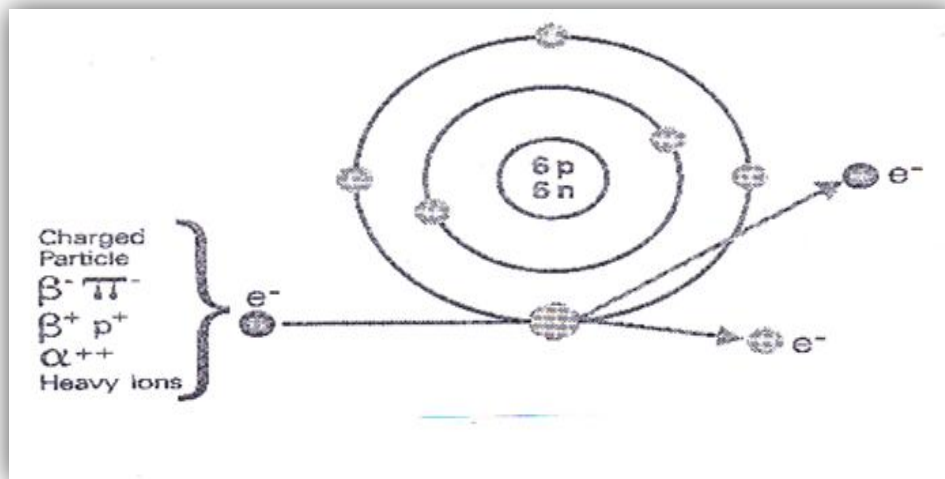
Hạt beta tên chung cho các điện tử (e^- , β^-) và positron (e^+ , β^+) trong quá trình phân rã beta.

Năng lượng hấp thụ bức xạ/đơn vị khối lượng vật chất tính bằng Gray (Gy) theo SI ($1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$).

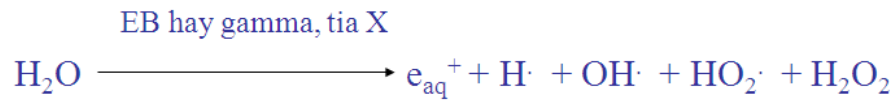
Bức xạ ion hóa có khả năng đánh bật các điện tử ra khỏi các nguyên tử, cắt đứt các liên kết hóa học hay tạo ra các ion có hoạt tính cao:



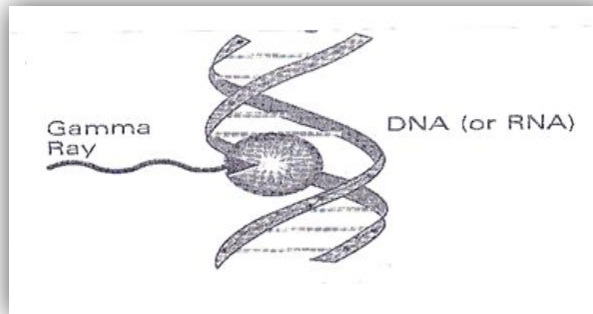
Khi bức xạ đi qua môi trường vật chất làm cho môi trường đó ion hóa trực tiếp:



Khi bức xạ đi qua môi trường vật chất làm cho môi trường đó ion hóa gián tiếp:



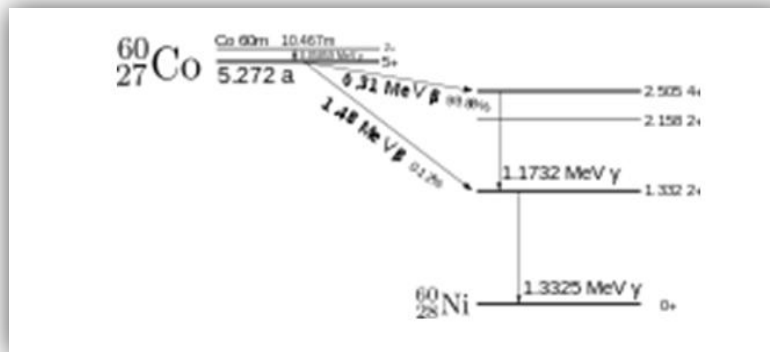
Bức xạ gây ra tổn thương trên các vi khuẩn, virus, côn trùng,... và làm thay đổi cấu trúc hóa học của các đối tượng vật chất trong môi trường đó:



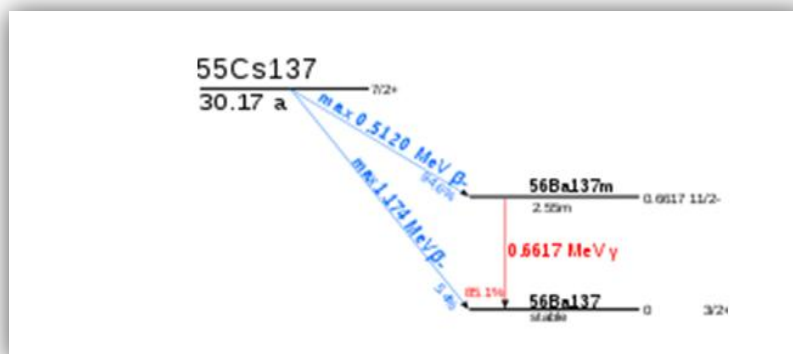
3. Các loại nguồn bức xạ ion hóa thường sử dụng ở quy mô công nghiệp

Nguồn gamma: phát ra từ nguồn đồng vị phóng xạ, độ xuyên vào vật chất cao

- ❖ Co-60 (Cobalt-60) phát tia gamma có năng lượng tổng 2,5 MeV

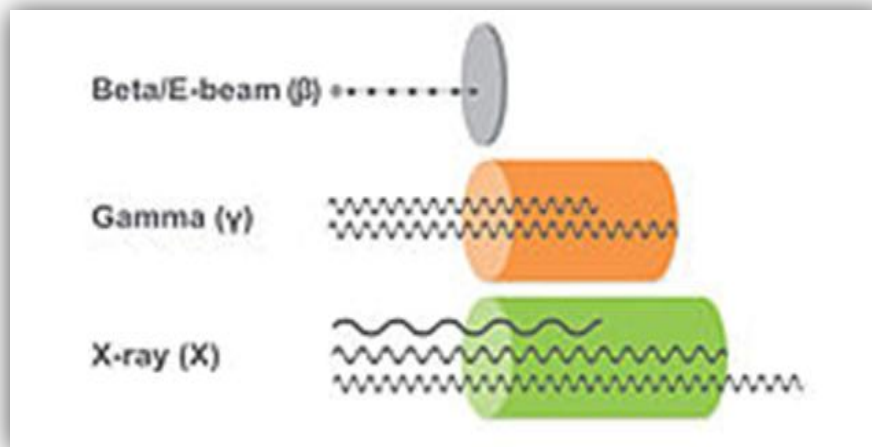


- ❖ Cs-137 (Cesium-137) phát tia gamma có năng lượng 0.66 MeV



Tia X (Bremsstrahlung): một dạng năng lượng ion hóa, có độ xuyên vào vật chất cao, năng lượng cao của tia X được phát ra từ một máy phát tia X, máy có thể bật/tắt. Tia X phát ra do va chạm của các điện tử nhanh vào các tia có số khối lớn như Tantalum, Tungsten.

Chùm tia điện tử: một dạng năng lượng ion hóa, có độ xuyên thấp hơn tia gamma và tia X, được phát ra từ một máy phát, có thể bật/tắt, thời gian chiếu xạ rất nhanh.



4. Khử trùng bức xạ

Khử trùng là diệt hay bất hoạt tất cả các loài vi sinh vật kể cả dạng sinh dưỡng và bào tử, các nang ký sinh trùng và các siêu vi trùng (thông qua sự phá hỏng ADN hay cấu trúc tế bào làm tế bào mất khả năng sao chép).

Bức xạ ion hóa có hiệu lực diệt khuẩn cao, hệ số bất hoạt đạt 10^{160} so với khử trùng nhiệt (10^{20}), khử trùng hóa chất (10^9).

Khử trùng bức xạ là một phương pháp khử trùng lạnh, không sinh nhiệt.

Bức xạ có độ xuyên thấu sản phẩm cao, có thể khử trùng nguyên khối, nguyên bao bì và khối lượng lớn.

Có các phương pháp khử trùng khác nhau:

- ✓ Khử trùng nhiệt: nhiệt ẩm, nhiệt khô,...
- ✓ Khử trùng bức xạ: tia gamma, tia X, chùm tia điện tử,...
- ✓ Khử trùng hóa chất: Etilen oxit, Formaldehit, NO_2 , Ozon,...

Các loại dụng cụ y tế có thể khử trùng bức xạ: bơm tiêm nhựa, dây truyền dịch, găng tay, băng gạc, que khám, vật liệu cấy ghép, chỉ khâu, dao mổ, vỏ chai thuốc nhỏ mắt, tăm giấy nha khoa, kit thử, đĩa petri, băng dính, núm vú, mặt nạ...

Liều khử trùng bức xạ: 15-35 kGy.

Các sản phẩm tiếp xúc trực tiếp mô tế bào phải đòi hỏi có SAL (Sterility Assurance Level: Độ đảm bảo vô trùng): $\text{SAL}=10^{-6}$.

Các sản phẩm không tiếp xúc trực tiếp mô tế bào cần có SAL=10⁻³.

Có 160 nguồn chiếu xạ Co-60 và 200 máy phát chùm tia điện tử và tia X công nghiệp dùng cho khử trùng dụng cụ y tế trên thế giới.

Hiệu lực của quá trình khử trùng dụng cụ y tế bằng bức xạ cho kiểm soát QA/QC theo tài liệu ISO- 11137.

Kiểm soát chất lượng (QC) quá trình khử trùng bức xạ dựa trên:

✓ Độ nhiễm khuẩn ban đầu (Bioburden)

✓ Tính chất của vật liệu

➔ Định ra liều khử trùng theo tiêu chuẩn ISO-11137

Đảm bảo chất lượng chiếu xạ (QA):

✓ Bằng cách đo liều bức xạ

✓ Tính nguyên vẹn của sản phẩm

5. Thanh trùng thực phẩm bằng bức xạ

Chiếu xạ thực phẩm là một quá trình trong đó sản phẩm được chiếu xạ bằng tia gamma, tia X hay chùm tia điện tử ở một liều lượng nào đó tùy theo luật của từng quốc gia như ở Hoa Kỳ có cơ quan FDA, ở Việt Nam có Bộ Y tế.

Chiếu xạ thực phẩm nhằm làm cho thực phẩm an toàn hơn, giảm các nguy cơ gây bệnh do chiếu xạ làm bất hoạt các loại vi khuẩn, ký sinh trùng, nấm hay côn trùng gây bệnh.

Chiếu xạ thực phẩm có thể làm giảm sự hư hỏng sản phẩm vì bức xạ có thể kéo dài thời gian bảo quản của các sản phẩm dễ hư sau thu hoạch giống như các phương pháp bảo quản khác: đông lạnh, đóng hộp, phơi khô,...

Thực phẩm chiếu xạ an toàn để ăn như FDA (Hoa Kỳ) đã theo dõi hơn 50 năm qua, ví dụ như thịt sống, thịt qua chế biến, thức ăn nhanh,...

Theo quy định quốc tế, thực phẩm chiếu xạ phải dán nhãn có biểu tượng “Radura” dưới đây:



Biểu tượng “Radura”

Ở Hoa Kỳ, các quy định trong ngành thực phẩm cho phép chiếu xạ: bột mì, khoai tây, gia vị, bột hương liệu, trái cây tươi, thịt đỏ, thịt heo, thịt gia cầm, thức ăn nhanh,...

Ngoài Hoa Kỳ, một số nước khác cho phép chiếu xạ thực phẩm như Liên Xô cũ, Liên minh châu Âu, Canada, Úc, Nam Phi, Trung Quốc, Indonesia, Việt Nam, ...

Cơ sở khoa học để đánh giá độ nhạy bức xạ của vi sinh vật:

- ✓ Quần thể vi sinh vật giảm hàm mũ theo liều hấp thụ
- ✓ Động học gây chết vi sinh vật theo phản ứng bậc 1
- ✓ Độ nhạy bức xạ đối với từng loại VSV khác nhau là khác nhau
- ✓ Để so sánh giữa các loài VSV khác nhau và cùng loài VSV dưới các điều kiện khác nhau, công thức sau mô tả lượng bức xạ cần có để giảm quần thể VSV đến 90%:

$$D_{10} = D / (\log_{10}N_0 - \log_{10}N_1)$$

D_{10} : giá trị giảm thập phân (1 bậc \log_{10})

D: liều hấp thụ được chiếu xạ

N_0 : quần thể VSV trước chiếu xạ

N_1 : quần thể VSV sau chiếu xạ

Quá trình diệt khuẩn trong thực phẩm căn cứ trên giá trị D_{10} và được xác định ở một mức độ phù hợp để đảm bảo độ an toàn cho người sử dụng như ở Hoa Kỳ thường giảm khoảng 5 bậc \log_{10} ($5D_{10}$). Vi khuẩn có bào tử, virus có độ kháng xạ tương đối cao, Riêng ký sinh trùng, khá nhạy với bức xạ, như *Trichinella spiralis* chỉ chiếu xạ 0,3 kGy là an toàn.

Vi khuẩn, virus	Điều kiện	D_{10} (kGy)
<i>Clostridium perfringens</i> *	20-25 °C, nước	1,2-1,3
<i>Salmonella</i>	3°C, thịt bò tươi	0,567
(<i>typhimurium</i>)	20°C, thịt bò xay	0,55
<i>Vibrio</i>	Tôm đông lạnh	0,11
(<i>cholerae</i>)		
Polio**	0°C, trong cá	3,0

Độ nhạy bức xạ có ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như độ ẩm, nhiệt độ, ví dụ: *Escherichia coli* O157:H7, giá trị D_{10} có khác nhau ở 0,28 kGy (+5 °C) và 0,44 kGy (-5 °C). Giá trị D_{10} cho *Salmonella senftenberg* là 0,13 kGy (đệm) nhưng 0,56 kGy (thịt xương).

Theo nhóm nghiên cứu hỗn hợp FAO/IAEA/WHO, chiếu xạ thực phẩm làm thay đổi những thành phần có trong thực phẩm như cacbon hidrat, protein, lipit, vitamin,...là nhỏ, không đáng kể cũng giống như các công nghệ bảo quản truyền thống khác: nhiệt,

đóng hộp, đông lạnh,...nhưng công nghệ chiếu xạ loại bỏ được các mầm họa sinh học, an toàn sử dụng cho người tiêu dùng.

6. Kiểm dịch trái cây bằng bức xạ

Kiểm dịch là một quá trình áp dụng cho các loại hàng hóa trong đó các loại vi sinh vật đã được kiểm dịch không phát hiện thấy trong chúng.

Kiểm dịch hàng hóa có thể thực hiện bằng nhiều công cụ như thuốc diệt côn trùng, diệt nấm mốc, nhiệt nóng, nhiệt lạnh, khí quyển có nồng độ oxi thấp, bức xạ ion hóa.

Phương pháp chiếu xạ khác so với các phương pháp kiểm dịch khác ở chỗ không cần cung cấp mức độ tử vong cấp tính tại liều chiếu dành cho các loại hàng nông sản tươi.

Chiếu xạ là một trong những phương pháp kiểm dịch nhanh, hiệu quả và ít tổn hại đến các tính chất của nông sản.

Chiếu xạ kiểm dịch rất hiệu quả cho nhóm côn trùng gây hại; ruồi đục quả, bọ, Homoptera trong các loại rau quả.

Năm 1956: ở Hawai (Hoa Kỳ), có các nghiên cứu về kiểm dịch bức xạ trái cây để diệt ấu trùng ruồi đục quả.

Năm 1986: chuyến hàng chở xoài đầu tiên từ Puerto Rico đến Florida (Hoa Kỳ) đã qua kiểm dịch chiếu xạ.

Năm 1987: trái đu đủ ở Hawai được chiếu xạ kiểm dịch và bán ở California (Hoa Kỳ).

Năm 2000: Hawai (Hoa Kỳ) đã chiếu xạ kiểm dịch nhiều loại trái cây như đu đủ, nhãn, vải, chôm chôm,.. tại liều 250 Gy để loại ấu trùng ruồi đục quả, kiến và bọ rầy.

Liều 250 Gy được chấp nhận để kiểm dịch các loại trái cây từ Hawai, Địa Trung Hải để diệt ấu trùng ruồi đục quả bởi USDA/APHIS (Hoa Kỳ).

Ở Việt Nam, Cơ quan APHIS (Hoa Kỳ) cho phép nhập các loại trái cây như thanh long, chôm chôm, vải, nhãn vào Hoa Kỳ qua kiểm dịch chiếu xạ.

7. Xử lý nước thải, khí thải bằng bức xạ

7.1. Xử lý nước thải bằng bức xạ:

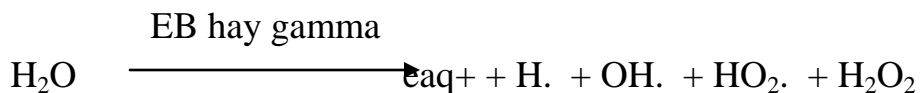
Nhu cầu nước ngày càng tăng do dân số phát triển, công nghiệp – nông nghiệp phát triển, đặc biệt lối sống của con người cũng thay đổi và lượng nước sạch dùng càng tăng cao.

Đặc biệt, sự phát triển công nghiệp và canh tác nông nghiệp ngày càng sử dụng nhiều hóa chất như thuốc trừ sâu, thuốc kích thích sinh trưởng làm cho nguồn nước sạch bị nhiễm bẩn trầm trọng.

Các ngành công nghiệp sau là nhân tố gây nhiễm bẩn nguồn nước: dệt nhuộm, da giày, giấy, hóa chất, mạ, pin-ắc quy,... Ngoài ra, nước thải sinh hoạt cũng là nguồn nước bị nhiễm bẩn vi sinh và tạp chất hữu cơ.

Chiếu xạ nước tạo ra các chất có hoạt tính oxi hóa hay khử rất cao nhằm phân hủy các chất gây bẩn trong nước, kết quả cải tiến được các chỉ số của nước thải như BOD, COD, TOC tốt hơn.

Cơ chế phân li nước bằng bức xạ như sau:



Một máy gia tốc chùm tia điện tử (0,3-1,5 MeV) tại liều 2-5 kGy tại 01 nhà máy giấy, có thể xử lý nước thải và đạt COD: 25 ppm.

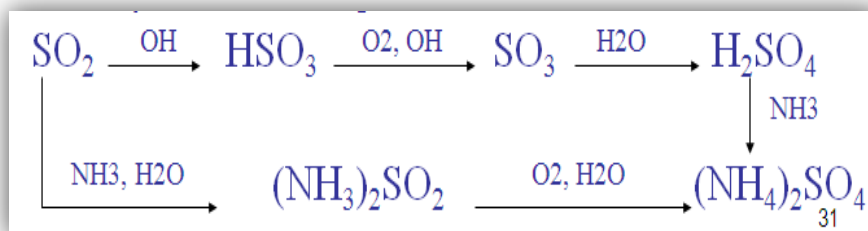
Một nhà máy dệt nhuộm có 03 máy EB (Công suất 300 kW) tại liều 1 kGy có thể xử lý 15.000 m³/ngày.

7.2. Xử lý khí thải bằng bức xạ:

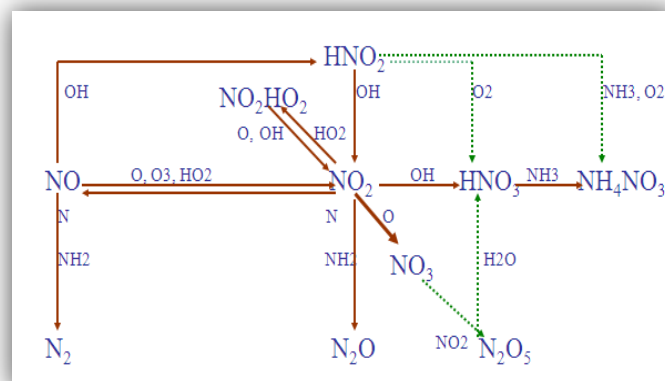
Tại các nhà máy nhiệt điện (đốt bằng than đá) thường tạo ra các khí độc như SO_x, NO_x là nguyên nhân tạo ra các trận mưa axit làm hư hại mùa màng.

Trên thế giới có nhiều nhà máy nhiệt điện đã lắp đặt các máy gia tốc điện tử để xử lý các khí thải trên nhờ bức xạ và kết hợp nước amôniac để tạo ra sản phẩm phụ là phân bón, ví dụ như Indianapolis (Hoa Kỳ), Karlsruhe (Badenwerk, Đức), Nagoya (Nhật Bản), Kaweczyn (Ba Lan), Chengdu, Beijing (Trung Quốc),...

Cơ chế loại SO_x trong khí thải do đốt than đá trong các nồi hơi tại liều 0-20 kGy, 60-100 °C, có phun nước và amôniac:



Cơ chế loại NO_x trong khí thải do đốt than đá có 95% NO_x ở dạng NO và 5% ở dạng NO₂:



8. Thực trạng ứng dụng bức xạ ion hóa ở Việt Nam

Ở Việt Nam, khử trùng bức xạ dụng cụ y tế đang có sự cạnh tranh với các công nghệ truyền thống khác như EtO vì giá xử lý rẻ hơn và công nghệ ít phức tạp hơn.

Chiều xạ thực phẩm bằng bức xạ đang có ưu thế và ngày càng phát triển, chủ yếu ở mặt hàng thủy sản đông lạnh, gia vị, nguyên liệu đông nam dược, hương liệu...

Hiện nay, kiểm dịch trái cây và các sản phẩm ở Việt Nam đang có hai luồng tư tưởng:

- ✓ Dùng các phương pháp truyền thống như hóa chất, hơi nước nóng...
- ✓ Dùng phương pháp bức xạ tiên tiến, đầu tư công nghệ cao và kiểm dịch ở nước xuất khẩu hay nhập khẩu

Xử lý nước thải, khí thải chưa được phát triển ở Việt Nam vì công nghệ, đầu tư, giá thành xử lý cao. Ngoài ra, bảo trì và thay thế phụ tùng cũng là vấn đề khó cho Việt Nam, vì công nghệ phụ trợ chưa phát triển và nguồn nhân lực cũng chưa đáp ứng được.

Ngoài các công nghệ trên đã được phát triển, Việt Nam cũng đang nghiên cứu và phát triển các ứng dụng của bức xạ ion trong các lĩnh vực y tế: chuẩn đoán và điều trị; phân tích không phá mẫu, và biến tính vật liệu polyme.

9. Nhận xét

- Khử trùng dụng cụ y tế bằng bức xạ:
 - ✓ Về công nghệ đã hoàn thiện.
 - ✓ Về sản phẩm có xu hướng tăng dần theo từng năm do sự thuận lợi của công nghệ, cơ cấu sản phẩm đã thay đổi từ khử trùng EtO (do một số nước cấm dùng khí này vì gây ung thư) sang khử trùng bức xạ.
- Thanh trùng thực phẩm:
 - ✓ Về công nghệ đang hoàn thiện dần.
 - ✓ Về sản phẩm có xu hướng phát triển nhanh do nhiều nước đang chấp nhận phương pháp này, nhiều sản phẩm được chấp thuận vì tính an toàn (khả năng diệt khuẩn mầm bệnh cao), sản phẩm xử lý lạnh tính. Nhiều kết quả nghiên cứu và quy định quốc gia chứng minh các loại thực phẩm qua xử lý bức xạ an toàn và tiện lợi.
 - ✓ Trên thế giới cho phép chiếu xạ thực phẩm để kiểm soát thực phẩm bị nhiễm các loại vi khuẩn gây bệnh, ký sinh trùng, côn trùng; giảm vi khuẩn hiếu khí, diệt các loại vi khuẩn gây hư hỏng sản phẩm nhằm tăng chất lượng và giảm hao hụt nông sản sau thu hoạch.
- Kiểm dịch trái cây bằng bức xạ:
 - ✓ Công nghệ đang phát triển.

✓ Phương pháp đang dần hoàn thiện vì giá xử lý còn cao và sản phẩm kiểm dịch có tính chọn lọc, tập trung chủ yếu ở trái cây tươi, hoa tươi và một số rau củ tươi,...

✓ Các nhà chức trách về kiểm soát dịch bệnh ở mỗi quốc gia có các ý kiến khác nhau hoặc kiểm dịch tại nước xuất hoặc kiểm dịch ở nước nhập vì lý do giảm giá thành xử lý và kiểm soát an toàn các nguồn phát tán.

– Xử lý nước thải, khí thải bằng bức xạ:

✓ Công nghệ có xu hướng chọn máy gia tốc chùm tia điện tử có mức năng lượng thấp nhưng công suất cao.

✓ Giá đầu tư cao và giá xử lý cao nên công nghệ này đang phát triển chậm và mức độ phổ biến còn hẹp. Công nghệ đang được đầu tư chủ yếu từ chính phủ hay các tổ chức quốc tế, được chuyển giao từ nước ngoài, Việt Nam chưa thể phát triển vì đây là công nghệ cao.

– Ngoài 4 lĩnh vực chính đã được đề cập ở trên, bức xạ ion hóa còn có các ứng dụng khác:

✓ Chuẩn đoán và điều trị trong y học.

✓ Phân tích không phá mẫu.

✓ Biến tính các vật liệu polyme như cáp điện, vỏ xe ô tô, teflon, sơn phủ bề mặt...

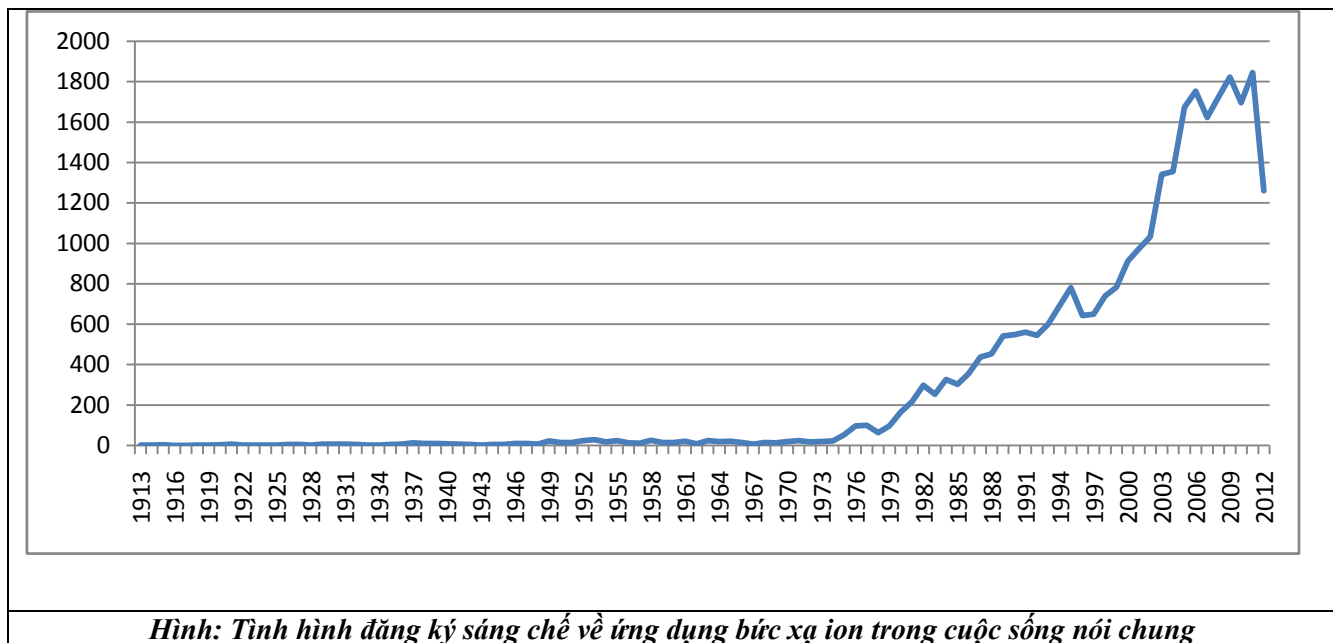
✓ Đột biến một số giống cây.

✓ Chiếu xạ đá quý.

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA TRONG Y HỌC, THỰC PHẨM VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI, KHÍ THẢI TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

1. Tình hình đăng ký sáng chế về nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa nói chung

Bức xạ ion hóa là một trong những nghiên cứu có nhiều ứng dụng thực tiễn trong cuộc sống. Lượng sáng chế mà Trung tâm tiếp cận được về ứng dụng bức xạ ion hóa phục vụ nhu cầu đời sống con người có khoảng trên 30000 sáng chế và được đăng ký ở khoảng 50 quốc gia trên toàn thế giới.



Theo nguồn thông tin tiếp cận được từ cơ sở dữ liệu Wipsglobal, đầu thế kỷ 20 đã có sáng chế đăng ký liên quan đến cải tiến hệ thống X-quang phục vụ nhu cầu khám chữa bệnh của con người. Tuy có sáng chế đăng ký khá sớm nhưng lượng sáng chế bắt đầu tập trung nhiều từ thập niên 80 cho đến nay.

Hiện nay, bức xạ ion hóa được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, như: nông nghiệp, y tế, thực phẩm, Theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC, một số hướng nghiên cứu về bức xạ ion hóa có ứng dụng thực tế trong cuộc sống, như:

- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa trong chẩn đoán, phẫu thuật
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng dụng cụ y tế nói chung
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa trong các phương pháp trị liệu
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để bảo quản thực phẩm
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa trong nông nghiệp: như đột biến giống, biến đổi gen cây trồng, ...
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải, ...

....

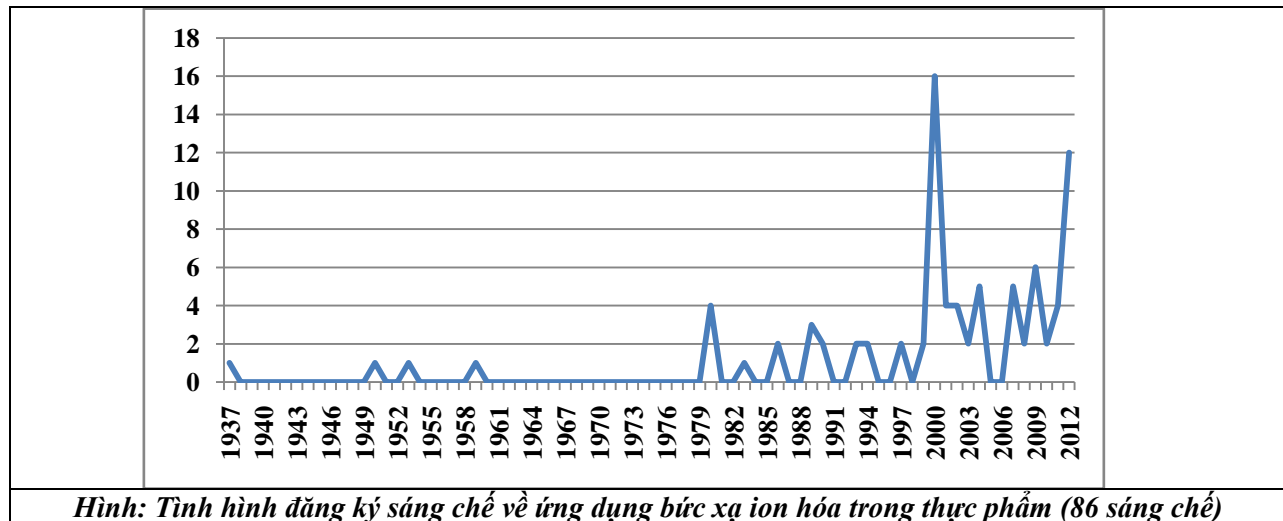
Trong khuôn khổ của chương trình, chúng tôi tập trung khảo sát ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực:

- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải

Theo nguồn thông tin tiếp cận được từ cơ sở dữ liệu Wipsglobal (WIPS), nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực trên có 523 sáng chế, cụ thể như sau:

- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm nói chung: 86 sáng chế
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải: 150 sáng chế
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế: 287 sáng chế

2. Ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm

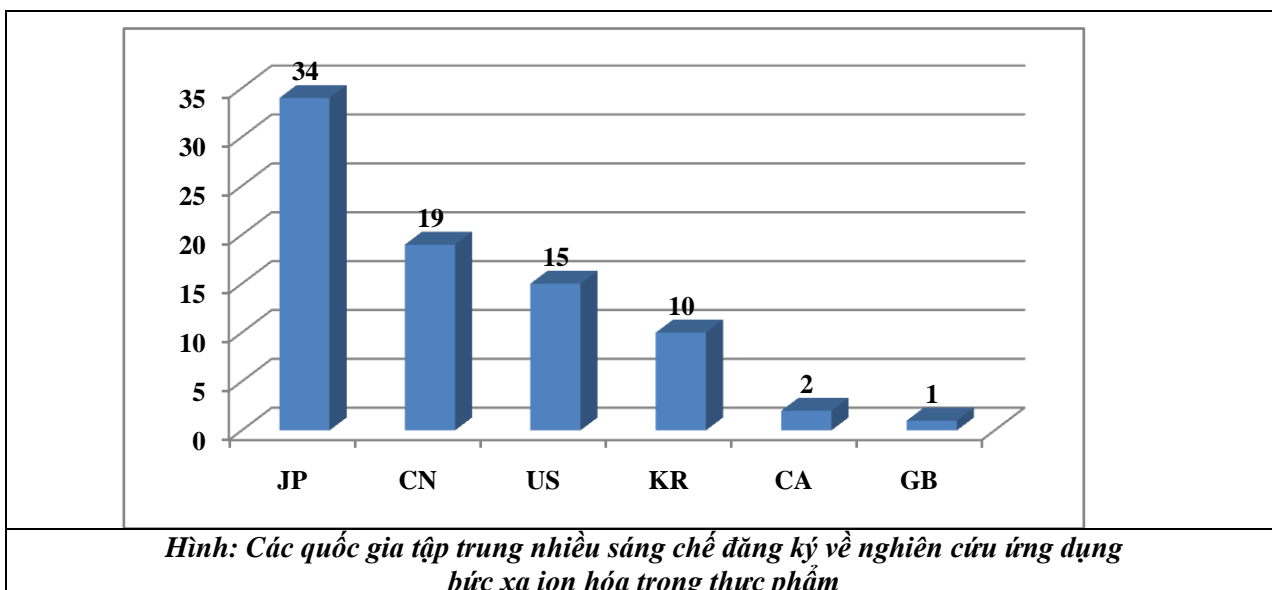


Theo đồ thị biểu diễn, năm 1937 đã có sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm. Sáng chế đầu tiên đề cập tới việc điều chỉnh điện áp cho máy chiếu tia X dùng trong thực phẩm. Đây là một sáng chế đăng ký tại Mỹ, ngày nộp đơn: 03/05/1937, ngày cấp bằng: 13/12/1938.

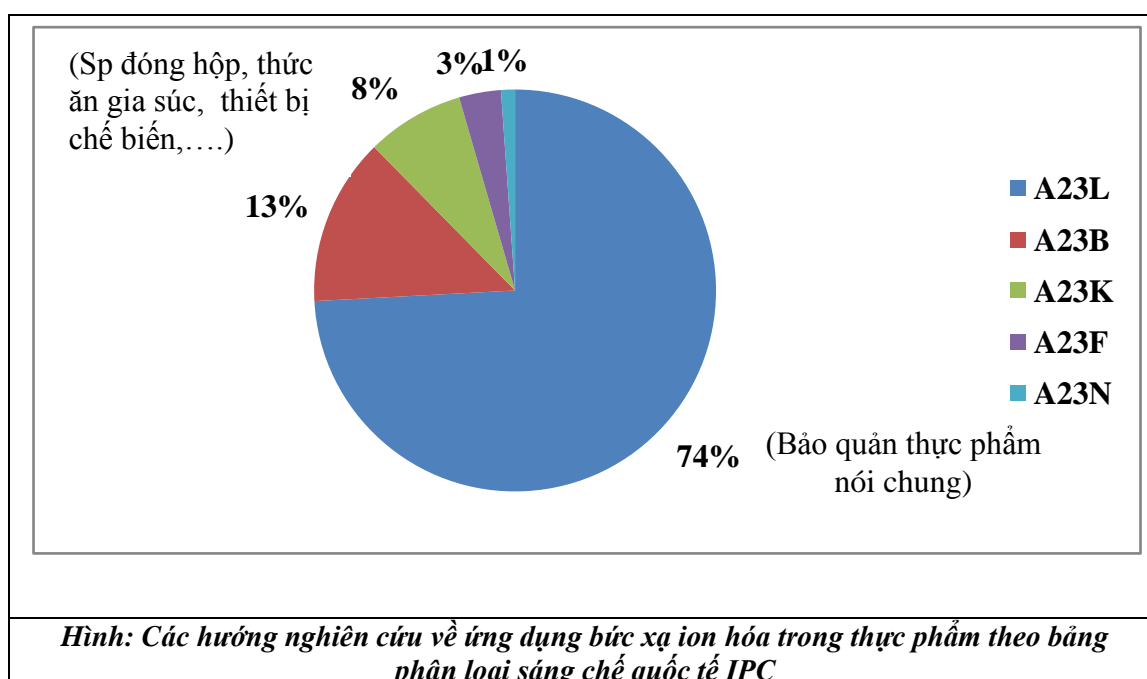
Trong những năm thập niên 50, có thêm 3 sáng chế đăng ký. Những sáng chế này đề cập tới việc ứng dụng bức xạ ion hóa để thanh trùng, tiệt trùng thực phẩm.

Từ năm 1980 trở đi, tình hình đăng ký sáng chế bắt đầu tăng liên tục và đến năm 2000, lượng sáng chế tăng cao với 16 sáng chế.

Hiện nay, sáng chế về nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm được đăng ký bảo hộ chủ yếu ở 6 quốc gia: Nhật Bản (JP): 34SC, Trung Quốc (CN): 19SC, Mỹ (US): 15SC, Hàn Quốc (KR): 10SC, Canada (CA): 2SC và Anh (GB): 1SC



Theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC:

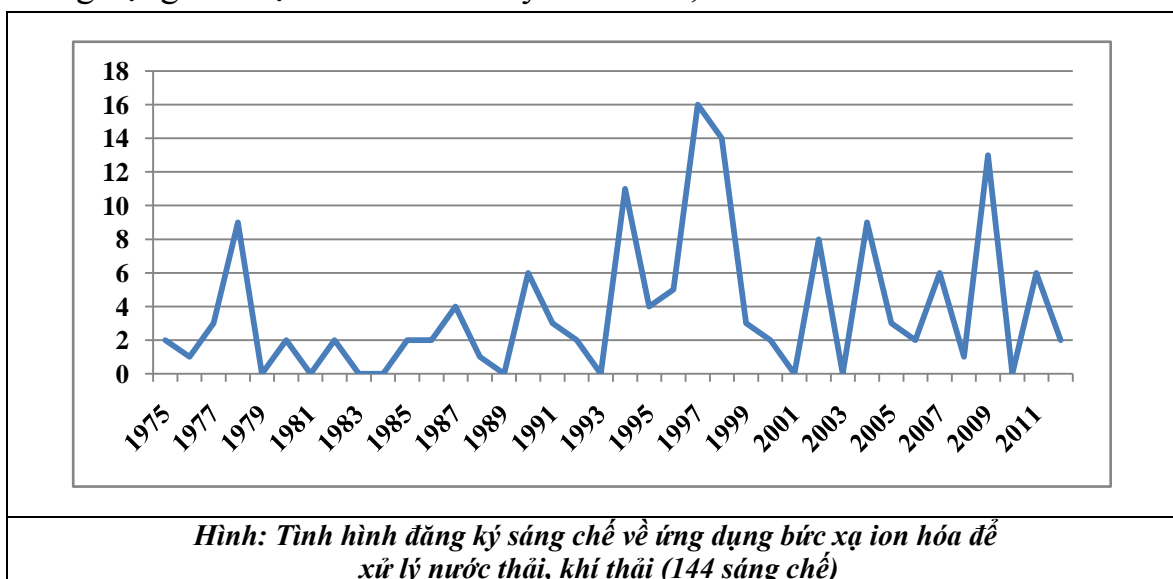


- Phần lớn các sáng chế tập trung vào hướng nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa để bảo quản thực phẩm nói chung (chỉ số phân loại A23L), chiếm 74% trên tổng lượng sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm.
- Lượng sáng chế còn lại tập trung vào các nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa liên quan đến: các sản phẩm đóng hộp, thức ăn gia súc, sản phẩm đồ uống,...

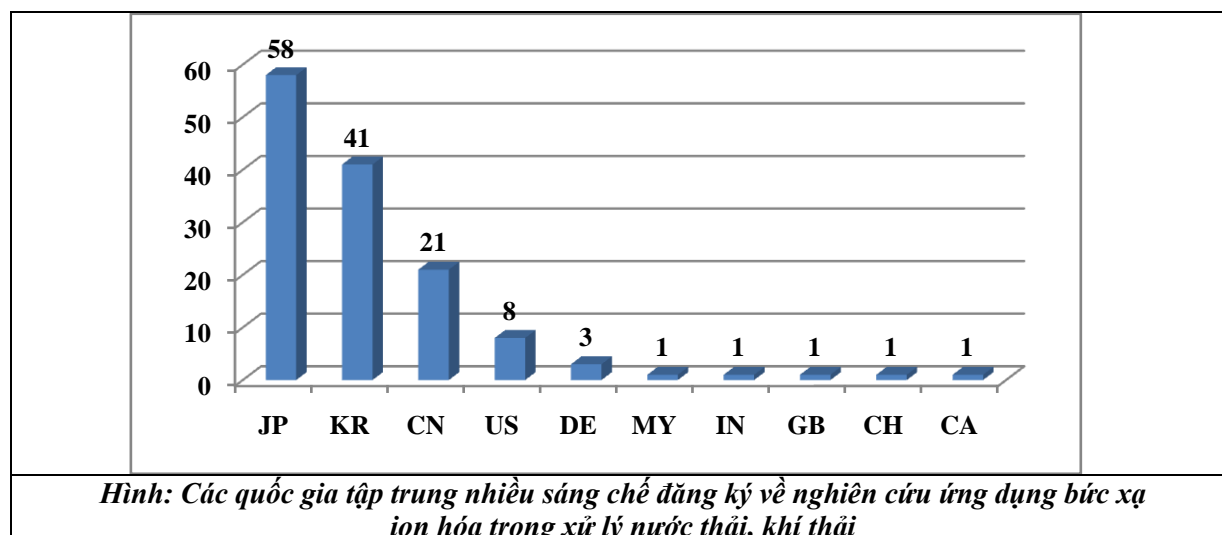
3. Ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải

Từ năm 1975 đã có sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải. Sáng chế đầu tiên được đăng ký tại Nhật, đề cập tới việc sử dụng chùm tia điện tử để loại bỏ SO₂, NO_x trong khí thải. Trong đó, SO₂ và NO_x loại bỏ đi được sử dụng để chuyển thành phân bón trong nông nghiệp.

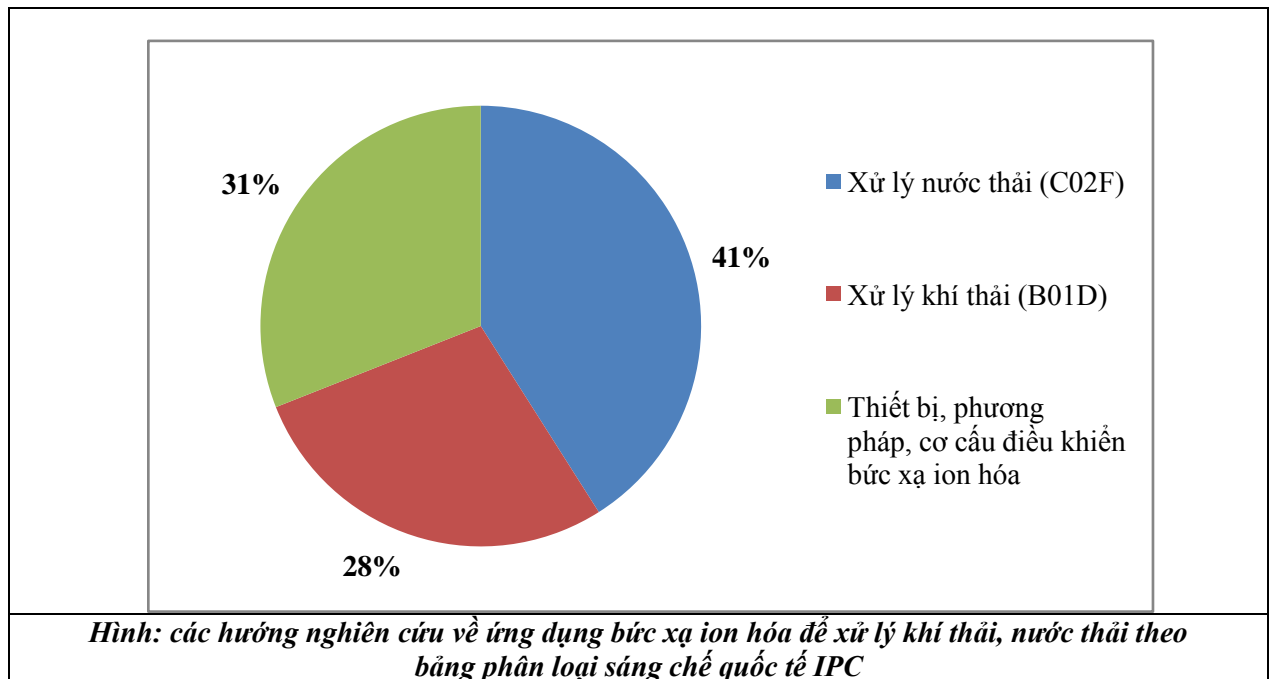
Theo đồ thị biểu diễn, tình hình đăng ký sáng chế có nhiều biến động, tăng giảm qua các năm, tập trung nhiều vào thập niên 90 với 65 sáng chế, chiếm 44% tổng lượng sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải



Hiện nay, sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải được đăng ký bảo hộ ở 10 quốc gia: Nhật Bản (JP): 58SC, Hàn Quốc (KR): 41SC, Trung Quốc (CN): 21SC, Mỹ (US): 8SC, Đức (DE): 3SC, Malaysia (MY): 1 SC, Ấn Độ (IN): 1SC, Anh (GB): 1SC, Thụy Sĩ (CH): 1SC và Canada (CA): 1 SC.

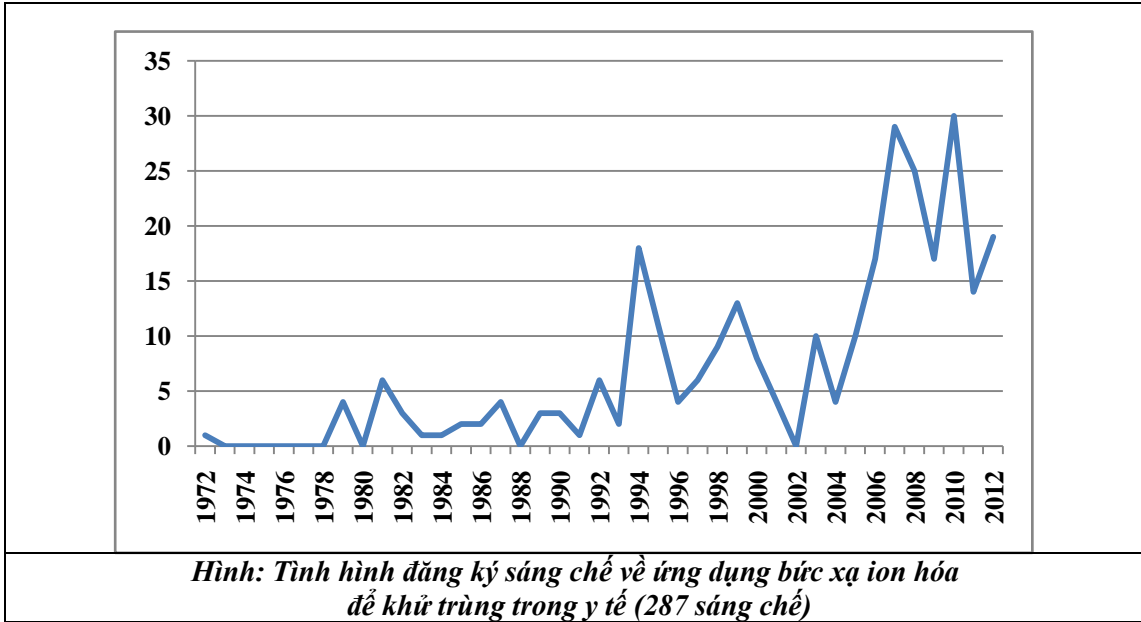


Theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC:



- Nghiên cứu về ứng dụng bức xạ ion hóa trong xử lý nước thải (chỉ số phân loại C02F); có 61SC, chiếm 41% trên tổng sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải.
- Nghiên cứu về ứng dụng bức xạ ion hóa trong xử lý khí thải (chỉ số phân loại B01D); có 42SC, chiếm 28% trên tổng sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải.
- Các sáng chế còn lại tập trung vào hướng nghiên cứu các thiết bị, phương pháp, cơ cấu điều khiển bức xạ ion hóa trong xử lý nước thải, khí thải; có 47SC, chiếm 31% trên tổng sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải, khí thải.

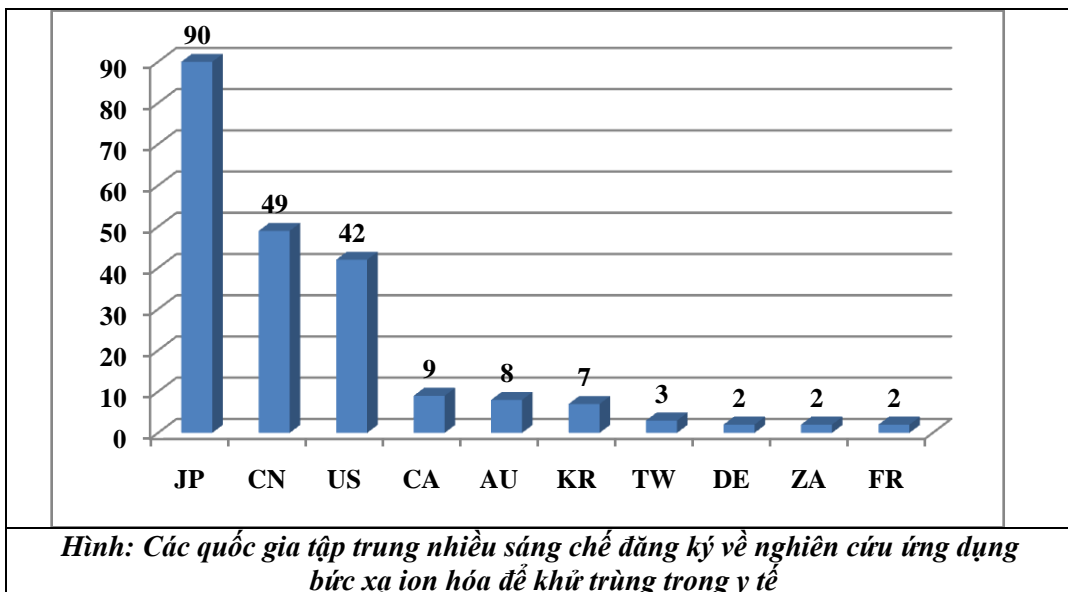
4. Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế



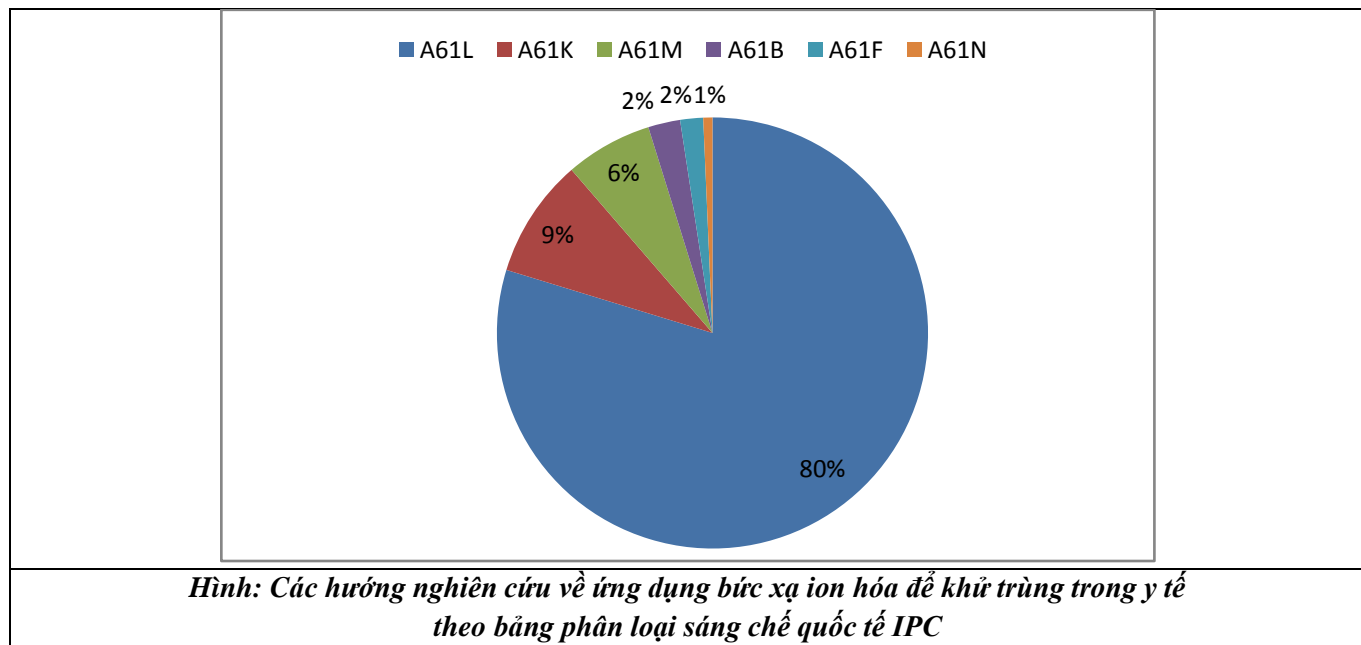
Nghiên cứu về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế có khoảng 287 sáng chế đăng ký.

Theo đồ thị biểu diễn, tình hình đăng ký sáng chế có nhiều biến động nhưng nhìn chung tăng dần theo thời gian:

- Từ 1972-1979: 5 sáng chế
- Từ 1980-1989: 22 sáng chế
- Từ 1990-1999: 73 sáng chế
- Từ 2000-2012: 187 sáng chế



Hiện nay, sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế được đăng ký bảo hộ chủ yếu ở 18 quốc gia. Trong đó, 10 quốc gia tập trung nhiều sáng chế đăng ký nhất: Nhật (JP): 90 SC, Trung Quốc (CN): 49SC, Mỹ (US): 42SC, Canada (CA): 9SC, Úc (AU): 8SC, Hàn Quốc (KR): 7SC, Đài Loan (TW): 3SC, Đức (DE): 2SC, Nam Phi (ZA): 2SC và Pháp (FR): 2SC.



Các sáng chế đăng ký tập trung chủ yếu vào phương pháp và thiết bị ứng dụng bức xạ ion hóa để sát trùng hay khử trùng vật liệu và đồ dùng y tế nói chung (như: dụng cụ trong phẫu thuật, vật liệu để làm băng, băng cuộn, đệm hấp thu) chiếm tới 80% lượng sáng chế đăng ký (232SC).

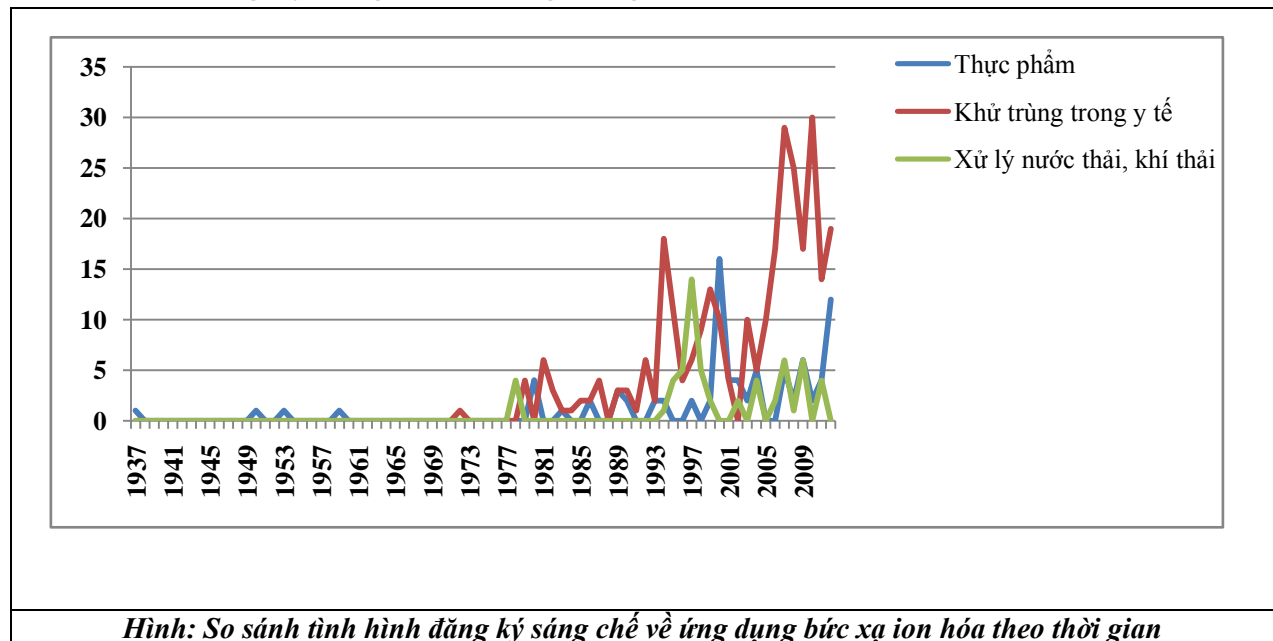
Lượng sáng chế còn lại liên quan đến:

- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng dụng cụ nha khoa, vệ sinh răng miệng (9%)
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng dụng cụ đưa thuốc hoặc các chất khác vào cơ thể hoặc đặt thuốc lên da người, dụng cụ để tái nạp hay đào thải thuốc hoặc các chất khác của cơ thể (6%)
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế có một phần liên quan đến chẩn đoán; phẫu thuật (2%)
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng các thiết bị cấy vào cơ thể (dụng cụ tránh thụ thai,...), dụng cụ chỉnh hình, bộ phận nhân tạo gắn vào cơ thể (2%)
- ✓ Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế có một phần liên quan đến liệu pháp điện, liệu pháp từ, liệu pháp phóng xạ, liệu pháp siêu âm trong chữa bệnh (1%)

5. So sánh tình hình đăng ký sáng chế về nghiên cứu ứng dụng bức xạ ion hóa ở 3 lĩnh vực: khử trùng trong y tế; thực phẩm; xử lý nước thải, khí thải

a) Theo thời gian

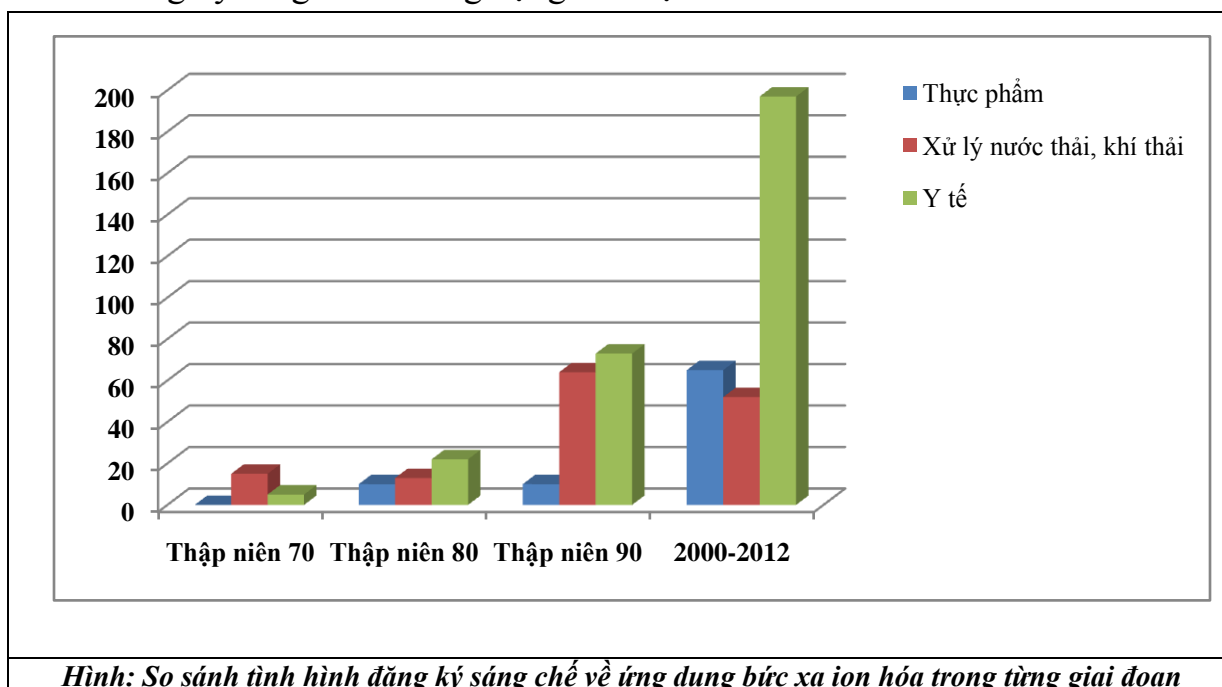
Trình tự đăng ký sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa như sau:



Hình: So sánh tình hình đăng ký sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa theo thời gian

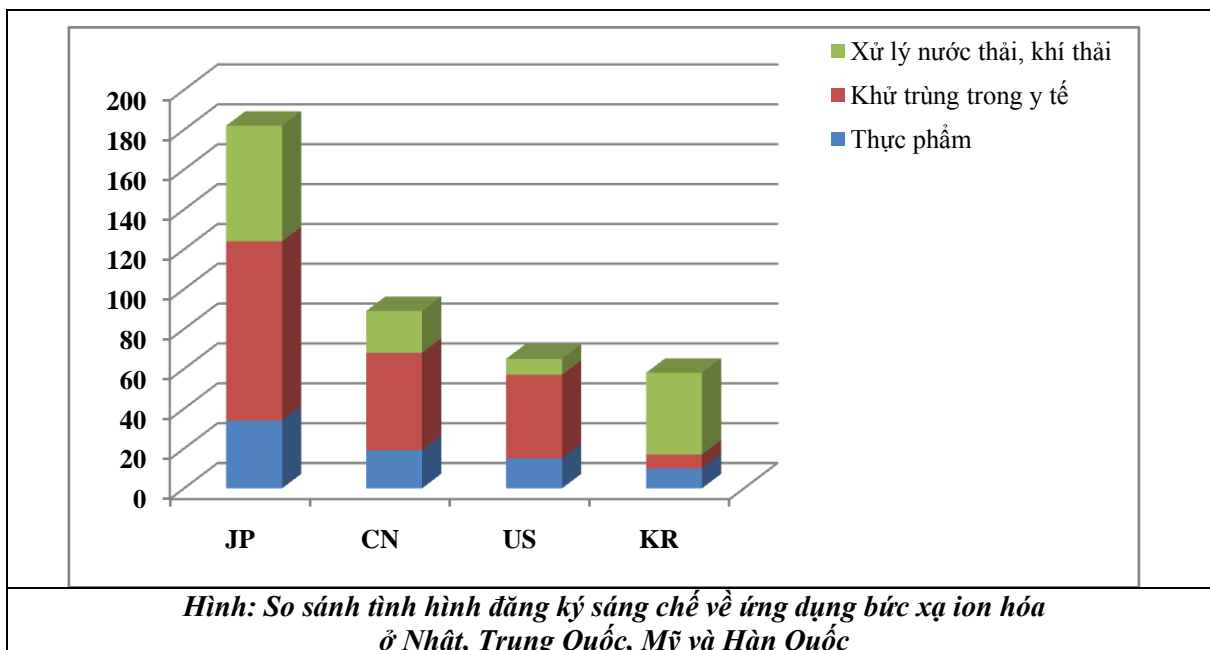
- Ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm có sáng chế đầu tiên vào năm 1937
- Ứng dụng bức xạ ion hóa trong khử trùng của lĩnh vực y tế có sáng chế đầu tiên vào năm 1972
- Ứng dụng bức xạ ion hóa trong xử lý nước thải, khí thải có sáng chế đầu tiên vào năm 1975

Tình hình đăng ký sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa như sau:



- Lượng sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm và khử trùng trong y tế tập trung chủ yếu vào giai đoạn 2000-2012.
 - ✓ Lượng sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm giai đoạn 2000-2012 chiếm 76% trên tổng lượng sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm.
 - ✓ Lượng sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế giai đoạn 2000-2012 chiếm 69% trên tổng lượng sáng chế đăng ký ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế.
- Lượng sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải và khí thải tập trung chủ yếu vào giai đoạn 1990-1999, chiếm 44% trên tổng lượng sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải và khí thải

b) Theo quốc gia.



Trong các quốc gia tập trung nhiều sáng chế đăng ký về ứng dụng bức xạ ion hóa ở 3 lĩnh vực: thực phẩm, xử lý nước thải - khí thải và khử trùng trong y tế thì Nhật, Trung Quốc, Mỹ và Hàn Quốc là 4 nước tập trung nhiều sáng chế đăng ký nhất. Trong đó:

- Sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế được đăng ký nhiều ở Nhật, Trung Quốc và Mỹ:
 - ✓ Nhật: lượng SC về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế chiếm 49% trên tổng lượng SC ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực
 - ✓ Trung Quốc: lượng SC về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế chiếm 55% trên tổng lượng SC ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực
 - ✓ Mỹ: lượng SC về ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế chiếm 65% trên tổng lượng SC ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực
- Sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa để xử lý nước thải và khí thải được đăng ký chủ yếu ở Hàn Quốc, lượng sáng chế đăng ký trong nhóm này chiếm 71% trên tổng lượng SC ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực

6. Một số sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa ở 3 lĩnh vực: khử trùng trong y tế; thực phẩm; xử lý nước thải, khí thải

a. Phương pháp ứng dụng bức xạ của tia gamma để khử trùng máy thẩm tách máu có màng bán thấm bằng polymer.

Sáng chế đăng ký tại Nhật

Ngày nộp đơn: 15/03/1995

Tác giả: Kawaguchi; Takeyuki | Matsuda; Hironori | Tsukioka; Masaaki | Daido; Takahiro

b. Phương pháp sử dụng chùm tia điện tử để khử trùng các dụng cụ y tế

Sáng chế đăng ký tại tổ chức châu Âu EP 2322230

Ngày nộp đơn: 12/10/2010

Tác giả: Falotico, Robert | Li, Chengxue | Nguyen, Thai Minh | Parker, Theodore L | Zhao, Jonathon Z

c. Phương pháp xử lý nước thải chứa dầu bằng phương pháp chiếu xạ bằng chùm tia điện tử

(đây là phương pháp xử lý nước của các nhà máy lọc dầu, phương pháp kết hợp chiếu xạ bằng chùm tia điện tử với các ống nano carbon hấp phụ. Ưu điểm của phương pháp: quá trình đơn giản, dễ vận hành, tỷ lệ loại bỏ các chất hữu cơ cao, hơn 99%)

Sáng chế đăng ký tại Trung Quốc CN101050035

Ngày nộp đơn: 29/03/2007

Tác giả: Minghong, Zhao Wu

d. Tách dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm bằng bức xạ ion hóa

(Theo sáng chế, ứng dụng bức xạ ion hóa có thể làm giảm dư lượng pirimiphos-methyl trong khoai tây, nho / giảm dư lượng malathion và cypermethrin trong nho)

Sáng chế đăng ký tại Mỹ US2013-0129877

Ngày nộp đơn: 17/01/2013

Tác giả: Ahmed Ali Basfar / Khaled Abdel-Aziz Mohamed

e. Phương pháp làm giảm sulfite hoặc SO₂ trong sản phẩm thủy sản thông qua sự bức xạ của chùm tia điện tử năng lượng cao

(Theo sáng chế, phương pháp này đơn giản, chi phí ít; sản phẩm vẫn giữ được kết cấu-hương vị ban đầu, giá trị dinh dưỡng không bị giảm; đạt được hiệu quả của khử trùng lạnh. Do đó, các sản phẩm có thể được bảo dài ngày ở nhiệt độ thường)

Sáng chế đăng ký tại Trung Quốc CN 102987179

Ngày nộp đơn: 15/09/2011

Tác giả: Yang Huicheng / Zhong Mingjie / Liao Miaofei

7. Nhận xét

Trong 3 lĩnh vực: thực phẩm; xử lý nước thải, khí thải và khử trùng trong y tế; ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm có sáng chế sớm nhất vào những năm thập niên 30; đến thập niên 70 ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế và xử lý nước thải, khí thải mới bắt đầu có sáng chế đăng ký.

Hiện nay, các sáng chế tập trung chủ yếu vào ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng trong y tế, chiếm 56% trên tổng lượng sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa trong 3 lĩnh vực.

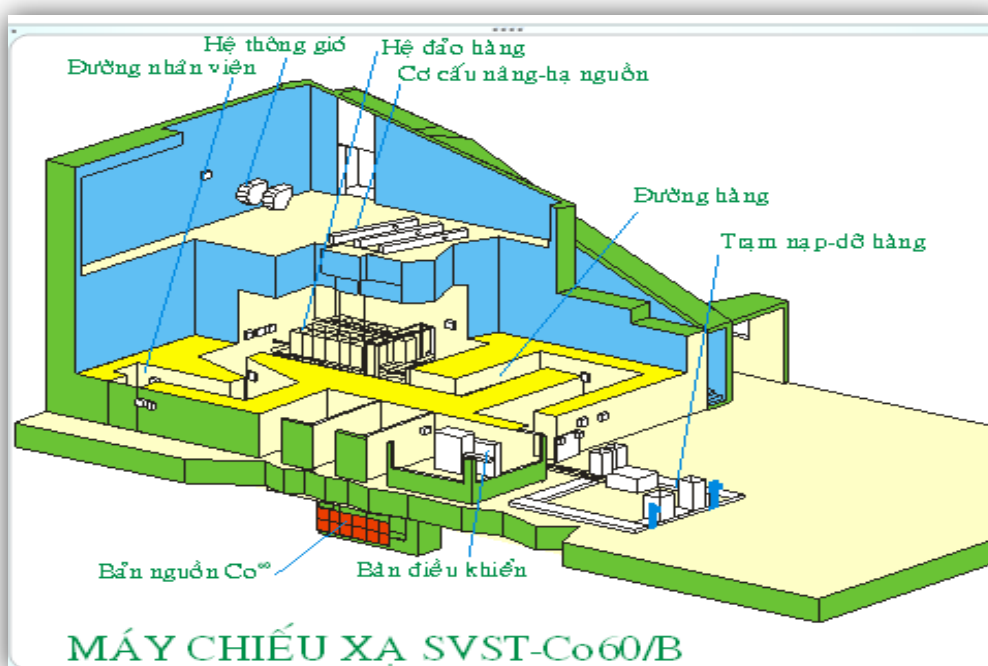
Các sáng chế về ứng dụng bức xạ ion hóa trong thực phẩm; xử lý nước thải, khí thải và khử trùng trong y tế được đăng ký bảo hộ chủ yếu ở khu vực châu Á, cụ thể:

- Khu vực châu Á: Nhật Bản, Trung Quốc, Hàn Quốc, Đài Loan, Hồng Kông, Ấn Độ, Israel, Malaysia
- Khu vực châu Âu: Anh, Đức, Pháp, Nga, Ai len
- Khu vực châu Mỹ: Canada, Mỹ, Mexico
- Khu vực châu Úc: Úc, New Zealand
- Khu vực châu Phi: Nam Phi

III. ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA ĐỂ KHỬ TRÙNG DỤNG CỤ Y TẾ

1. Thiết bị chiếu xạ ở Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ (VINAGAMA)

1.1. Nguồn chiếu xạ gamma Co-60



Tên thiết bị: nguồn chiếu xạ đa năng Co-60, SVST-Co 60/B.

Nhà sản xuất: công ty Viện đồng vị, Hungary.

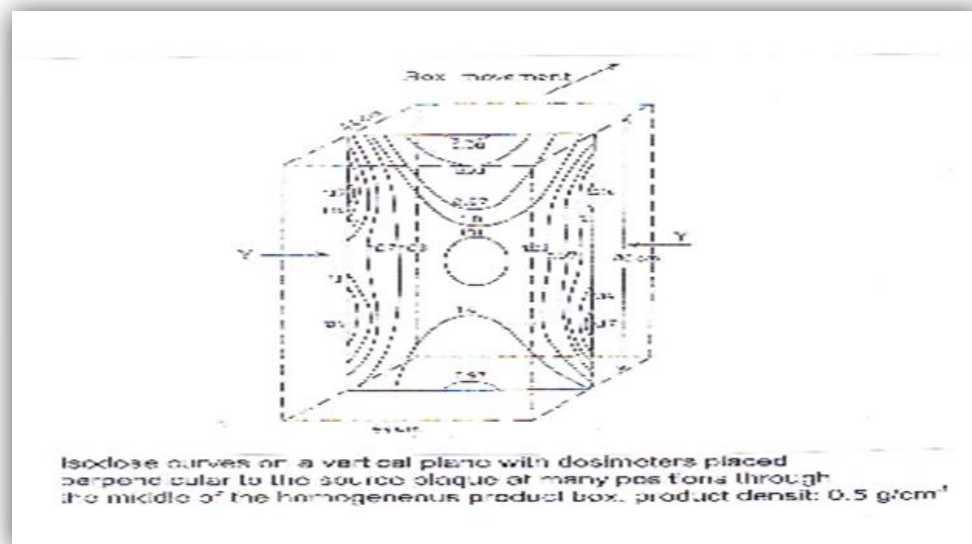
Loại thiết bị: hộp chứa sản phẩm (Tote Box), bể nước

Nguồn phóng xạ:

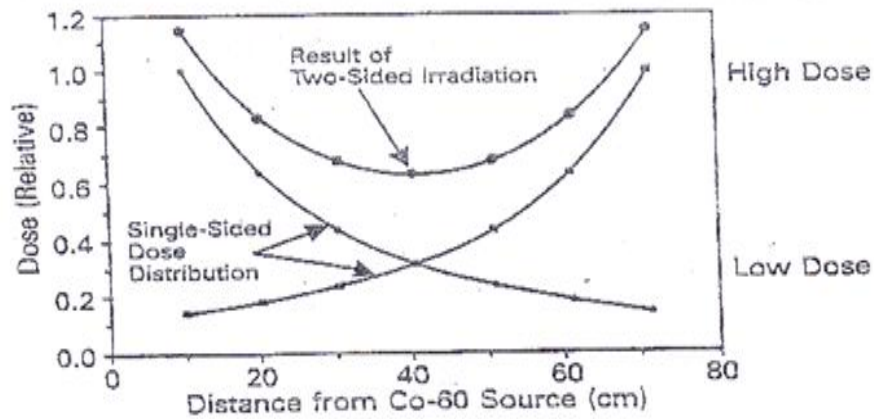
- ✓ Loại nguồn: Coblat-60
- ✓ Ký hiệu nguồn: CoS-43HH, RSL 2086
- ✓ Hoạt độ cực đại có thể nạp: 1 MCi
- ✓ Số bản nguồn: 03
- ✓ 04 mô đun trong một bản nguồn
- ✓ Số thanh nguồn trong một mô đun: 40

Thiết kế che chắn: 2MCi

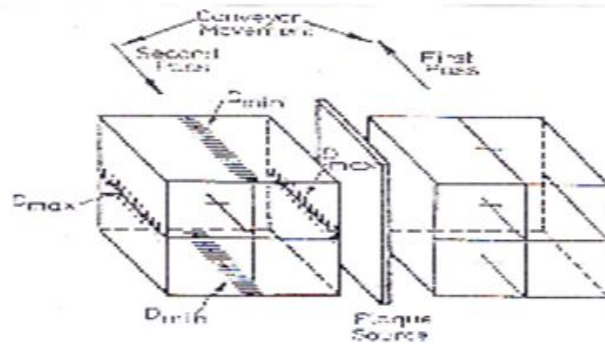
Bể chứa nguồn: nước, sâu 6m



Phân bố liều hấp thụ trong thùng hàng chiếu xạ



Phân bố liều theo chiều sâu của thùng sản phẩm khi chiếu xạ hai mặt bằng tia gamma



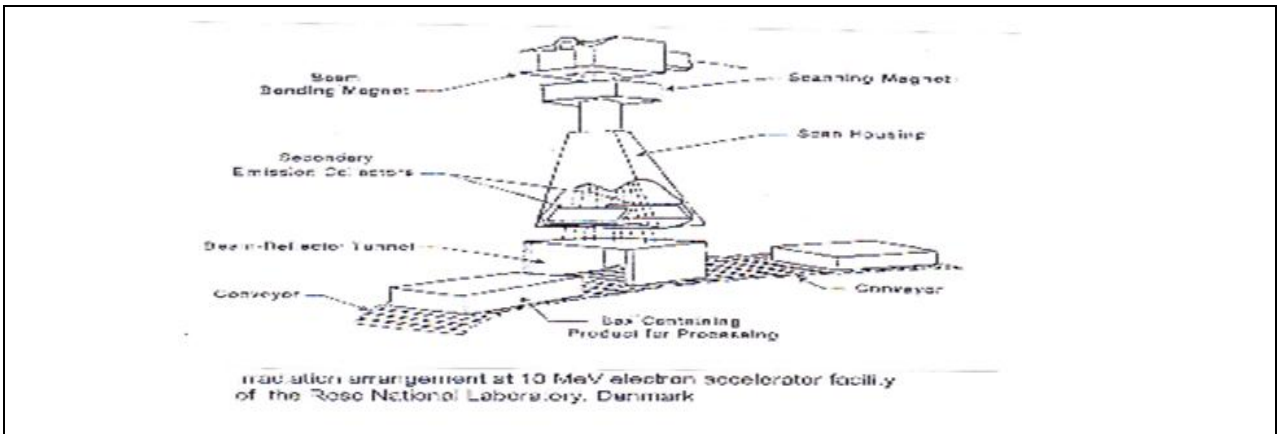
Two single-direction passes of a rectangular package, one on each side of a stationary gamma ray plaque source

Chiếu xạ tia gamma khi đảo mặt thùng sản phẩm

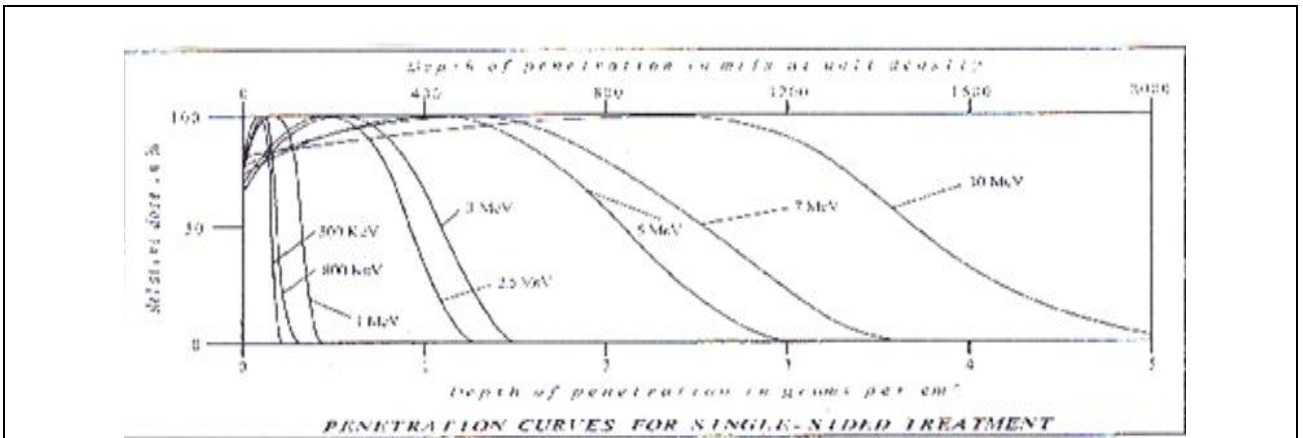
1.2. Thiết bị chiếu xạ chùm tia điện tử - UELR-10-15S2



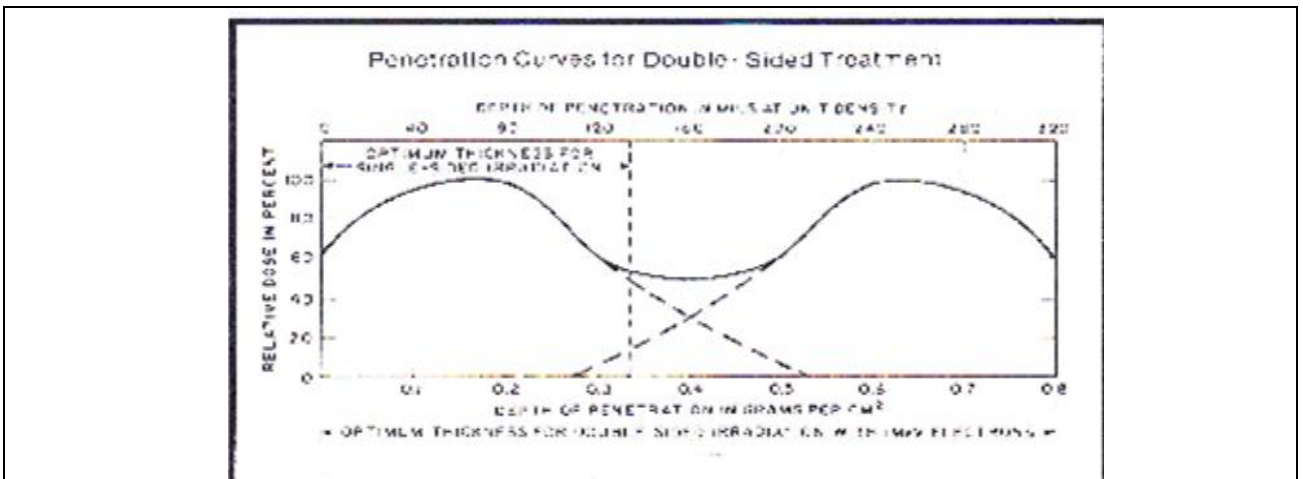
- ✓ Năng lượng chùm tia e-: 10 MeV
- ✓ Công suất chùm tia e-: 15 kW
- ✓ Độ rộng chùm tia quét: 50, 45, 40 cm
- ✓ Tiêu thụ năng lượng: 150 kVA



Thùng sản phẩm di chuyển qua chùm tia EB



Độ xuyên của chùm tia điện tử chiếu xạ một mặt



Phân bố liều khi chiếu xạ EB 2 mặt

2. Chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế

2.1. Sự phát triển của công nghệ khử trùng dụng cụ y tế

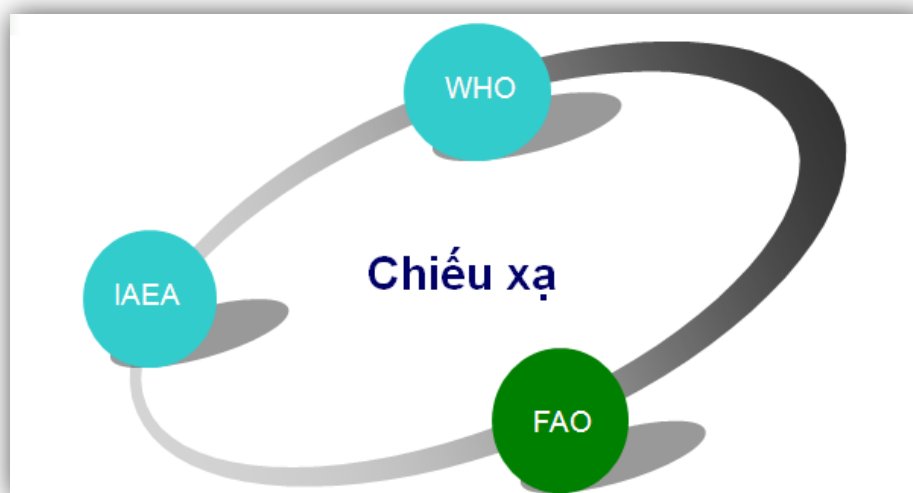
Sau năm 1895: W. C. Roentgen phát minh ra tia X và H. Becquerel phát hiện ra phóng xạ.

Năm 1955: công ty Johnson&Johnson, lần đầu tiên trên thế giới, đã đưa vào sử dụng máy gia tốc chùm tia điện tử dùng cho chiếu xạ khử trùng chỉ phẫu thuật quy mô thương mại.

Năm 1960: máy chiếu xạ nguồn Cobalt-60 xử lý 15.000 tấn khoai tây/năm được đưa vào hoạt động ở Canada.

Hiện nay trên thế giới có hơn 126 thiết bị chiếu xạ nguồn Co-60 ở 48 nước và khoảng vài trăm máy gia tốc được sử dụng chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế.

03 tổ chức lớn quốc tế khuyến khích phát triển công nghệ chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế: Tổ chức Lương Nông quốc tế (FAO), Tổ chức Y tế thế giới (WHO) và Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA)



2.2. Bức xạ Ion hóa – Giới hạn năng lượng

Giới hạn năng lượng bức xạ ion hóa dùng cho khử trùng dụng cụ y tế:

- Đối với tia gamma và tia X: $E < 5 \text{ MeV}$
- Đối với chùm tia điện tử: $E < 10 \text{ MeV}$

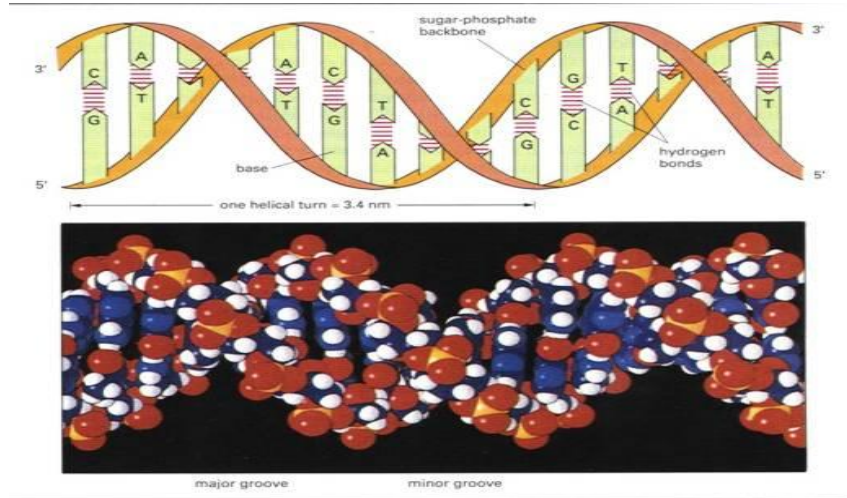
Đồng vị phóng xạ Co-60:

- Co-60: phát tia gamma; 1,174 MeV và 1,332 MeV; chu kỳ bán rã là 5,27 năm
- Cs-137: phát tia gamma; 0,66 MeV; chu kỳ bán rã là 30 năm

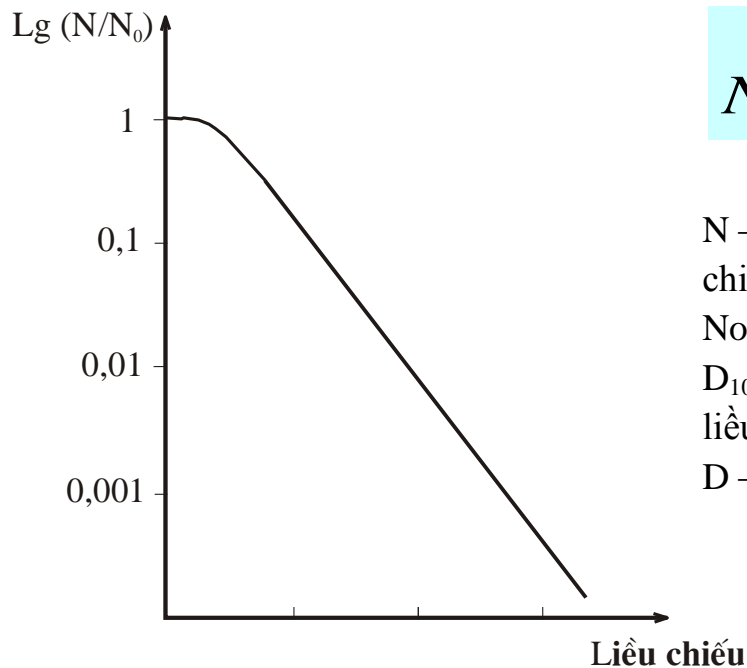
2.3. Cơ chế diệt vi sinh vật

❖ Ion hóa phân tử DNA:

Tia bức xạ ion hóa sẽ ion hóa nguyên tử, phân tử tạo nên tế bào vi sinh, đặc biệt là tạo ra đứt gãy phân tử ADN. Nếu chiếu liều đủ lớn, tế bào sẽ bị chết trong quá trình phân bào, vi sinh vật gây bệnh sẽ bị chết.



❖ Quy luật diệt vi sinh vật:



$$N = N_0 10^{-\frac{D}{D_{10}}}$$

- N – Số vi sinh sống sót sau khi chiếu xạ
- N_0 – Số vi sinh ban đầu
- D_{10} – Giá trị giảm thập phân, kGy, liều gây chết 90% vi sinh vật
- D – Liều hấp thụ, kGy

Sự phụ thuộc số vi sinh sống sót vào liều chiếu

❖ **Liều D₁₀ một số loài vi vật:**

TT	Loài vi sinh	Liều D₁₀ (kGy)
1	Moraxella osloenensis	5 ÷ 10
2	Micrococcus Radiodurans	3 ÷ 7
3	Clostridium Botulium	2 ÷ 3,5
4	Bào tử của nấm	0,5 ÷ 5
5	Saccharomys cervisiae	0,4 ÷ 0,6
6	Salmonella	0,2 ÷ 1
7	Staphylococcus aureus	0,2 ÷ 0,6
8	Escherichia coli	0,1 ÷ 0,35
9	Pseudomonas	0,02 ÷ 0,2

❖ **Liều gây chết đối với cơ thể sinh học:**

Cơ thể sinh học	Liều, kGy
Các động vật bậc cao, người	0,005 ÷ 0,01
Côn trùng	0,1 ÷ 1
Vi khuẩn dạng không bào tử	0,5 ÷ 10
Vi khuẩn dạng bào tử	10 ÷ 50
Virus	10 ÷ 200

2.4. Chiếu xạ- Một biện pháp hữu hiệu cho khử trùng dụng cụ y tế

❖ So sánh một số phương pháp khử trùng:

Điểm so sánh	EB	Vi sóng	Hấp hơi	Hóa chất	Nhiệt
Tăng thêm khối lượng	Không	Có	Có	Có	Không
Cần phụ gia	Không	Có	Có	Có	Không
Cần quá trình tiên xử lý	Không	Có	Có	Có	Có
Tốc độ khử trùng, kg/giờ	2.000	100-250	135-454	135-454	-
Thải khí	Không	Có	Có	Có	Có
Thải nước	Không	Có	Có	Có	Có
Tạo thêm sản phẩm phụ	Không	Có	Có	Có	Không
Giá (\$/kg)	0,13-0.18	0,24-0,35	0,24-0,35	0,53-114,4	0,7-2,24

❖ So sánh phương pháp khử trùng hóa chất (EtO) và phương pháp chiếu xạ:

TT	Điểm so sánh	Phương pháp EtO	Phương pháp chiếu xạ
1	Các thông số công nghệ cần kiểm soát	- Nhiệt độ - Thời gian - Độ ẩm - Nồng độ EtO - Chân không	Thời gian
2	Hóa chất còn sót lại	Có	Không
3	Xử lý sau khi khử trùng	Đuổi khí EtO	Không
4	Dư độc tố	EtO, EtG và EtCH	Không
5	Kiểm tra vô trùng	Cần thiết	Không cần thiết
6	Cách li sau khử trùng	Tối thiểu 14 ngày	Dùng ngay được
7	Tỉ trọng hàng	Bị ảnh hưởng	Ít bị ảnh hưởng
8	Khả năng xuyên qua hàng khử trùng	Có vấn đề	Không

9	Ô nhiễm môi trường	Có	Không
10	Độ tin cậy khử trùng	Cao	Rất cao

❖ **Ưu và nhược điểm của chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế:**

– Ưu điểm:

- ✓ Đảm bảo độ vô trùng cao (SAL - Sterility Assurance Level)
- ✓ Độ tin cậy và tính ổn định công nghệ cao
- ✓ Không để lại dư độc tố trong vật phẩm sau khi khử trùng
- ✓ Không cần tháo bỏ bao bì khi xử lý, xử lý ở dạng thành phẩm
- ✓ Không gây hại cho môi trường

– Nhược điểm:

- ✓ Vật liệu các vật phẩm y tế phải là loại tương thích với bức xạ, đòi hỏi các nhà sản xuất phải thay đổi vật liệu đối với một số mặt hàng
- ✓ Đầu tư ban đầu lớn hơn các phương pháp cổ điển khác

2.5. Chiếu xạ khử trùng dụng cụ y tế

❖ **Thiết bị chiếu xạ ở Việt Nam:**

TT	Thiết bị	Năm đưa vào sử dụng	Cơ quan quản lý
1	Máy chiếu xạ bán công nghiệp nguồn Cobalt-60, RPP-150, Nga	1991	Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân, Hà Nội (thuộc Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam)
2	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60, SVST-Co-60/B, Hungary	1999	Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ, VINAGAMMA (thuộc Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam)
3	Máy gia tốc chùm tia điện tử (có biến đổi sang tia X), SB 5/150, Hoa Kỳ	2003 (2)	Công ty TNHH Sơn Sơn
4	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Co-60, TBI-8250-140, Hungary	2005	Công ty CP Chiếu xạ An Phú, tỉnh Bình Dương
5	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60, TBI-8250-140, Hungary	2006	Công ty CP chiếu xạ An Phú, tỉnh Bình Dương

6	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60, TBI-8250-140, Hungary	2009	Tập đoàn Thái Sơn, Tp. Cần Thơ
7	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60, TBI-10048-150, Hungary	2011	Công ty CP chiếu xạ An Phú, tỉnh Vĩnh Long
8	Máy chiếu xạ chùm tia điện tử, UELR-10-15S2, Nga	2012	Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ (thuộc Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam)
9	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60, SQ(H) 636, Trung Quốc	2012	Tập đoàn Thái Sơn, Tp. Cần Thơ

3. Nhận xét:

Sử dụng bức xạ iôn hóa (tia gamma, tia X, chùm tia điện tử) trong khử trùng dụng cụ y tế là một công nghệ tiên tiến, kinh tế và thân thiện với môi trường.

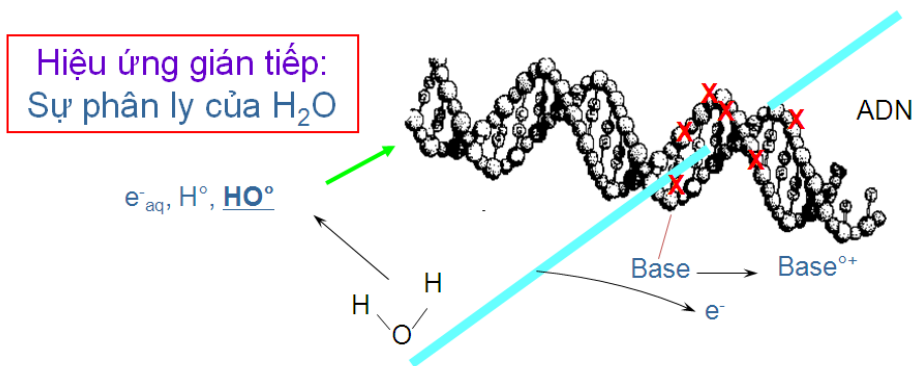
Sự hình thành và phát triển Công nghệ chiếu xạ ở nước ta là một bước tiến, một thành quả của sự nỗ lực không ngừng của Ngành Hạt nhân và là một hướng phát triển mang lại nhiều ích lợi cho dân sinh và nền kinh tế của đất nước.

IV. ỨNG DỤNG BỨC XẠ ION HÓA ĐỂ THANH TRÙNG THỰC PHẨM VÀ KIỂM DỊCH TRÁI CÂY

1. Công nghệ chiếu xạ thực phẩm

Chiếu xạ thực phẩm là công nghệ sử dụng năng lượng bức xạ ion hoá (tia X, tia gamma, chùm tia điện tử) để xử lý thực phẩm nhằm nâng cao chất lượng vệ sinh và an toàn thực phẩm, với ưu điểm:

- ✓ Độ tin cậy và tính ổn định công nghệ cao
- ✓ Nhiệt độ tăng không đáng kể trong suốt quá trình xử lý
- ✓ Không để lại dư độc tố trong sản phẩm sau khi xử lý
- ✓ Không cần gỡ bỏ bao bì, xử lý sản phẩm ở dạng đóng gói sẵn
- ✓ Quá trình xử lý chính xác và có khả năng lặp lại
- ✓ Dễ dàng kiểm soát quá trình (chỉ cần kiểm soát về liều lượng)



Hiệu ứng trực tiếp: ion hóa các base và 2-deoxyribose của phân tử ADN

Bức xạ ion hóa – Cơ chế tác động đến tế bào sống

❖ **Liều gây chết đối với cơ thể sinh học:**

Cơ thể sinh học	Liều (kGy)
Các động vật bậc cao, người	0,005 ÷ 0,01
Côn trùng	0,1 ÷ 1
Vi khuẩn dạng không bào tử	0,5 ÷ 10
Vi khuẩn dạng bào tử	10 ÷ 50
Virus	10 ÷ 200

❖ **Tác dụng của công nghệ chiếu xạ trong thanh trùng và kiểm dịch:**

- Làm giảm đáng kể lượng hư hao sau thu hoạch
- Làm giảm các bệnh gây ra do thực phẩm
- Kéo dài thời gian tồn trữ
- Thuận lợi cho việc giao thương trên các thị trường, đặc biệt là thị trường quốc tế

❖ **Chiếu xạ thực phẩm - Ứng dụng:**

Dải liều	Mục đích	kGy	Đối tượng
Thấp <1 kGy	1. Chông nảy mầm 2. Diệt côn trùng, ký sinh trùng gây bệnh 3. Làm chậm chín	0,05 ÷ 0,15 0,15 ÷ 0,5 0,15 ÷ 0,5	Khoai tây, hành, tỏi, củ gừng. Ngũ cốc, hạt, hoa quả tươi và khô, cá và thịt khô, thịt lợn, v.v

			Hoa quả và rau tươi, v.v
Trung bình 1 ÷ 10 kGy	1. Kéo dài thời gian bảo quản 2. Chống thối rữa, diệt vi sinh gây bệnh 3. Tăng các thuộc tính của thực phẩm	1,0 ÷ 3,0 1,0 ÷ 7,0 2,0 ÷ 7,0	Cá, quả dâu tây, v.v Thủy hải sản, thịt và thịt gia cầm tươi hoặc đông lạnh, v.v Nho (tăng hàm lượng nước nho), rau khô đã khử nước (giảm thời gian nấu), v.v
Cao 10 ÷ 50 kGy	1. Khử trùng thực phẩm 2. Giảm nhiễm bẩn của một số chất phụ gia, hợp phần trong thực phẩm	30 ÷ 50 10 ÷ 50	Thịt, thịt gia cầm, thủy hải sản, thức ăn dùng cho bệnh nhân mắc các bệnh miễn dịch. Mẫu, chế phẩm enzym, v.v

❖ Danh mục thực phẩm được phép chiếu xạ và giới hạn liều hấp thụ (Quyết định số 3616/2004/QĐ-BYT)

TT	Loại thực phẩm	Mục đích chiếu xạ	Liều hấp thụ (kGy)	
			Tối thiểu	Tối đa
1	Loại 1: Sản phẩm nông sản dạng thân, rễ, củ.	Ức chế 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 b) Diệt côn trùng, ký sinh trùng c) Kéo dài thời gian bảo quản d) Xử lý kiểm dịch	0,3 0,3 1,0 0,2	1,0 1,0 2,5 1,0
3	Loại 3: Ngũ cốc và các loại sản phẩm bột nghiền từ ngũ cốc; đậu hạt, đậu có dầu, hoa quả khô	a) Diệt côn trùng b) Giảm nhiễm bẩn vi sinh c) Ức chế nảy mầm	0,3 1,5 0,1	1,0 5,0 0,25

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 đông lạnh	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 0,1	7,0 3,0 2,0
5	Loại 5: Thịt gia súc, gia cầm và sản phẩm từ gia cầm ở dạng tươi sống và đông lạnh	a) Hạn chế vi sinh vật gây bệnh Kéo dài thời gian bảo quản b) Kiểm soát động thực vật ký sinh	1,0 1,0 0,1	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

2. Quy phạm và tiêu chuẩn cho chiếu xạ thực phẩm ở Việt Nam

STT	Tên	Mã số
1	Thực phẩm chiếu xạ - Yêu cầu chung	TCVN 7247:2008 (Rev. 2) CODEX STAN 106-1983
2	Quy phạm hướng dẫn vận hành thiết bị chiếu xạ TP.	TCVN 7250:2008 (Rev. 2) CAC/RCP 19-1979 (Rev.1 – 1983)
3	Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ gamma để xử lý thực phẩm	TCVN 7248:2008 (Rev. 2) ISO 15554:1998
4	Tiêu chuẩn thực hành đo liều áp dụng cho thiết bị chiếu xạ EB và bức xạ hãm để xử lý thực phẩm	TCVN 7249:2008 (Rev. 2) ISO 15562:1998
5	Quy phạm thực hành chiếu xạ tốt đối với thịt đỏ và thịt gia cầm tươi và đông lạnh được đóng gói	TCVN 7413:2010
6	Thực hành chiếu xạ tốt để kiểm soát vi sinh vật trên cá, đùn ếch và tôm.	TCVN 7414:2004
7	Quy phạm thực hành chiếu xạ tốt để kiểm soát vi sinh vật gây bệnh và các loại VSV khác trên gia	TCVN 7415:2010

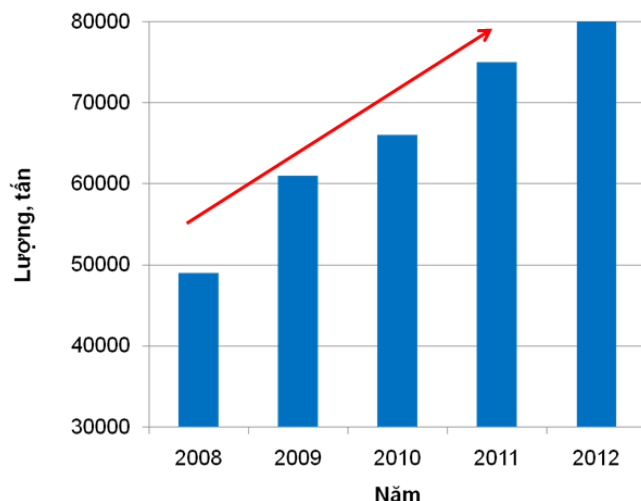
	vị, thảo mộc và các loại rau thơm.	
8	Quy phạm thực hành chiếu xạ tốt để loại trừ côn trùng trong các loại ngũ cốc.	TCVN 7509:2005
9	Quy phạm thực hành chiếu xạ tốt để kéo dài thời gian bảo quản chuỗi xoài và đu đủ	TCVN 7510:2005
10	Quy phạm thực hành chiếu xạ tốt để loại trừ côn trùng nhiễm trên các loại cá ướp muối và khô	TCVN 7516:2004
11	Thực phẩm – Phát hiện thực phẩm chiếu xạ có chứa xương - Phương pháp đo quang phổ ESR	TCVN 7410:2004 EN1786:1996
12	Thực phẩm – Phát hiện thực phẩm chiếu xạ bằng phương pháp nhiệt phát quang đối với loại có thể tách khoáng silicate	TCVN 7412:2004 EN 1788:1996
13	Thực phẩm – Phát hiện thực phẩm chiếu xạ đối với loại thực phẩm có chứa chất béo – Phân tích hydrocarbon bằng sắc ký.	TCVN 7408:2004

3. Tình hình chiếu xạ, thanh trùng thực phẩm và kiểm dịch trái cây ở Việt Nam

❖ Thiết bị chiếu xạ thực phẩm ở Việt Nam:

TT	Thiết bị	Năm đưa vào sử dụng	Cơ quan quản lý
1	Máy chiếu xạ bán công nghiệp nguồn Cobalt-60	1991	Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội (thuộc Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam)
2	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60, máy gia tốc chùm tia điện tử (EB)	1999; 2012	Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ Bức xạ (thuộc Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam)
3	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60	2005	Công ty Cổ phần Chiếu xạ An Phú (Bình Dương)
4	Máy gia tốc chùm tia điện tử (có biến đổi sang tia X)	2003	Công ty TNHH Sơn Sơn
5	Máy chiếu xạ công nghiệp nguồn Cobalt-60	2009	Thái Sơn Group (Cần Thơ)

❖ **Hoạt động chiếu xạ thực phẩm ở Việt Nam trong 5 năm gần đây (2008-2012):**



Ghi chú: - (*) Số liệu thống kê ước tính với độ chính xác $\pm 10\%$
 - Thực phẩm bao gồm thủy hải sản đông lạnh, thủy hải sản khô, gia vị, rau gia vị sấy khô, trái cây tươi...

❖ **Chiếu xạ kiểm dịch trái cây:**

- Mục đích: ngăn chặn, kiểm soát côn trùng gây hại lạ.
- Xuất khẩu sang các thị trường khó tính: Mỹ, New Zealand, Úc, Chile...
- Liều yêu cầu tối thiểu: 400 Gy, nhằm diệt ruồi đục quả và các loại côn trùng khác.

USDA
 United States Department of Agriculture
 Animal and Plant Health Inspection Service
 Plant Protection and Quarantine

Certificate of Approval

for: Irradiation
 Type of Facility

This treatment facility and associated equipment have been examined and found acceptable for use in the treatment of articles regulated under the provisions of quarantines and regulations administered by Plant Protection and Quarantine.

An Phu Irradiation Joint Stock Company (TFC = 1006) Vương Đình Khoaat
 Name of Facility Operator

Hamlet 1B, An Phu Commune, Thuan An District, Binh Duong Province, Viet Nam
 Location

Conditions of Approval:

- 1) The facility must operate under the conditions in the Operational Workplan and the Compliance Agreement.
- 2) Treatments must follow approved process configurations.
- 3) See Operational Workplan for conditions under which recertification is required.

July 28, 2009 Ian Winborne None
 Date Approved Certifying Official Expiration Date

 Treatment Program Manager
 Title

PPQ FORM 452 (July 99)

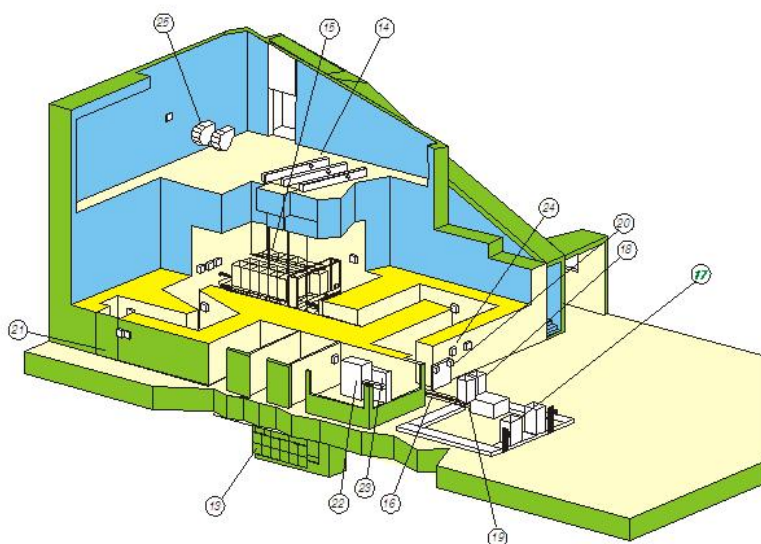
Mẫu giấy chứng nhận được cấp bởi Cơ quan Thanh kiểm tra sức khỏe Động thực vật Mỹ (APHIS)

Lượng trái cây được chiếu xạ kiểm dịch từ Việt Nam nhập vào Mỹ, tấn
(Nguồn: Alan Green, USDA)

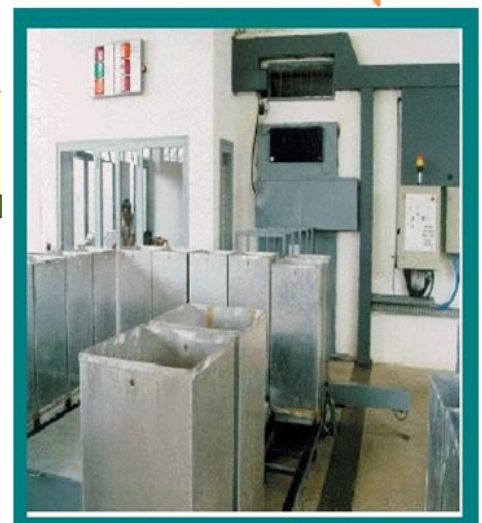
Năm	Thanh long	Chôm chôm
2008	100	-
2009	100	-
2010	754	-
2011	1392	54
2012	1082	224

4. Ứng dụng chiếu xạ thực phẩm tại Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam (VINATOM)

**Thiết bị chiếu xạ gamma tại VINAGAMMA
(SVST-Co60/B)**

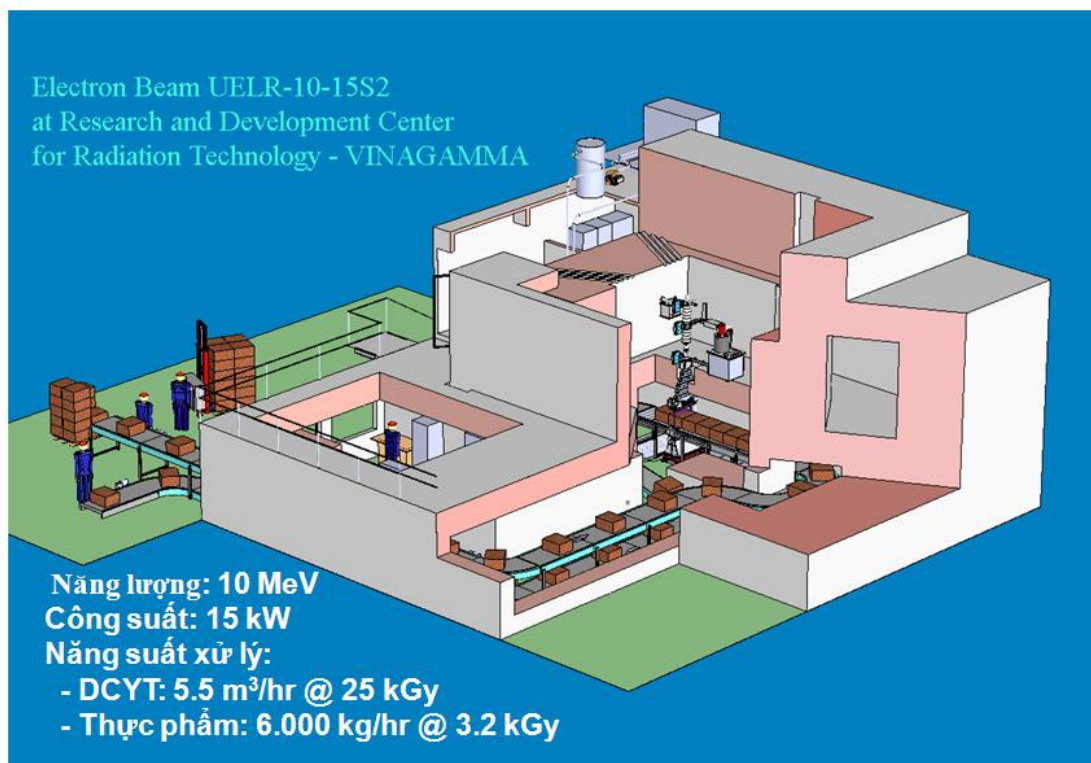


Khu nạp và dỡ hàng



Công suất với hoạt độ 300 kCi:
 -DCYT @25 kGy: 1m³/giờ
 -Thực phẩm@5 kGy: 1,3 tấn/giờ

Máy gia tốc chùm tia điện tử ELECTRON BEAM ACCELERATOR (UELR-10-15S2, CORAD, RUSSIA)



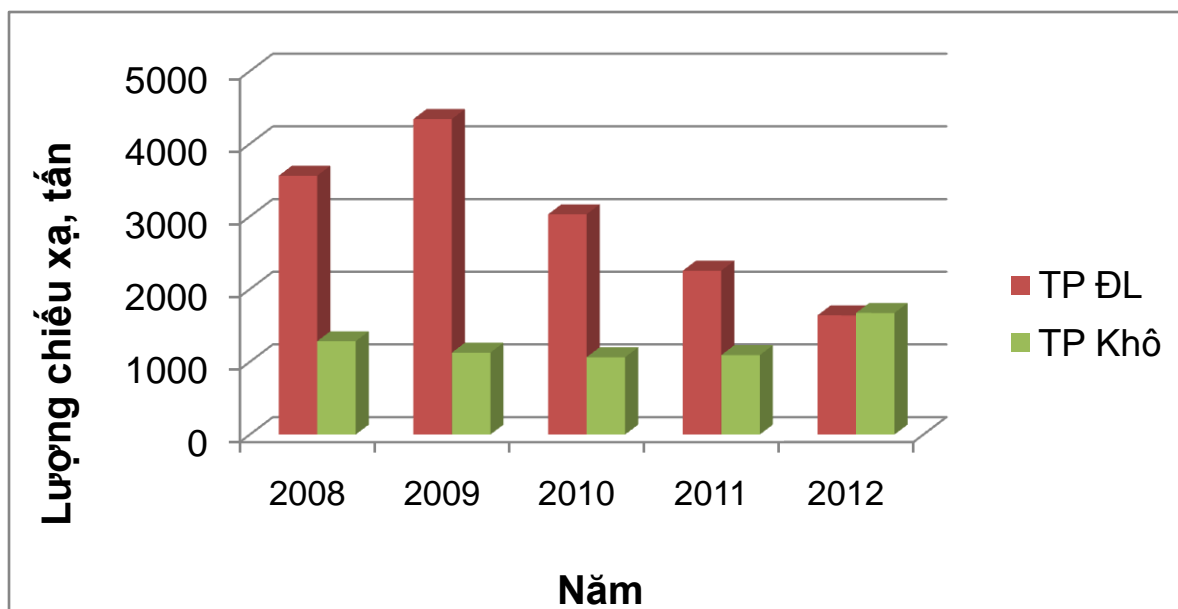
❖ Hoạt động chiếu xạ tại VINAGAMMA từ 2008-2012 (*):

Loại hàng	2008	2009	2010	2011	2012
Dụng cụ y tế, m ³	683	1.590	2.620	2.883	2.965
Thuốc ĐND, m ³	1.514	1.100	344	1.125	223
TP đông lạnh, tấn	3.561	4.341	3.030	2.255	1.640
TP khô (**), tấn	1.284	1.127	1.064	1.093	1.673

(*) Nguồn VINAGAMMA

(**) Thực phẩm khô gồm thủy hải sản khô, các loại gia vị, rau củ sấy khô tiêu thụ nội địa hoặc xuất khẩu.

Hàng thực phẩm chiếu xạ tại VINAGAMMA (2008-2012)



❖ Đo liều chiếu xạ:

STT	Dạng liều kế	Thiết bị chiếu xạ	Mục đích	Chuẩn liều
1	ECB	Gamma	Khử trùng dụng cụ y tế và thanh trùng thực phẩm	RISØ High Dose Reference Lab (HDRL)
2	Radiochromic B3 – Gex Corp., USA	EB		
3	Fricke	Gamma/EB	Đo liều thấp (NC kiểm dịch)	Seibersdorf Lab, IAEA
4	Silver Dichromate	Gamma/EB	So sánh/chuẩn liều	VINAGAMM A

5. Triển vọng tương lai:

QĐ số 127/QĐ-TTg ngày 20/01/2011 về việc phê duyệt quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành Kinh tế-Kỹ thuật khác đến năm 2020:

- 30 cơ sở chiếu xạ công nghiệp
- Phát triển chiếu xạ công nghiệp theo vùng sản xuất:
 - ✓ Chiếu xạ cho rau, trái cây, lương thực, thủy hải sản tại khu vực ĐBSCL.
 - ✓ Chiếu xạ thực phẩm, thủy hải sản tại vùng duyên hải miền Trung.

- ✓ Chiếu xạ hạt tiêu, hạt điều, nho, cà phê, hoa xuất khẩu tại Tây Nguyên.

Một số thị trường khó tính đã và đang xem xét chấp nhận nhập khẩu trái cây chiếu xạ từ Việt Nam:

- Mỹ: Thanh Long (2008), chôm chôm (2011); sắp tới: nhãn, vải, xoài, vú sữa
- New Zealand: thanh long, vải nhãn
- Úc: xoài, thanh long, vú sữa

V. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG BỨC XẠ

1. Giới thiệu:

Nước trên trái đất có thể sử dụng khoảng 200.000 km³, chiếm khoảng 0,01% của tất cả các loại nước.

Mục đích xử lý nước thải trước khi thải ra sông, dùng lại trong các ngành công nghiệp hay tưới tiêu:

- ✓ Loại các tạp chất độc hại qua đánh giá COD, BOD, S/S,...
- ✓ Loại màu, mùi
- ✓ Loại T-N, T-P
- ✓ Loại bỏ các loại vi khuẩn và phá hủy cấu trúc các loại học môn,...

2. Xử lý nước thải bằng chùm tia điện tử (EB):

Loại bỏ các tạp chất hữu cơ

Loại màu do nối đôi bị phá hủy

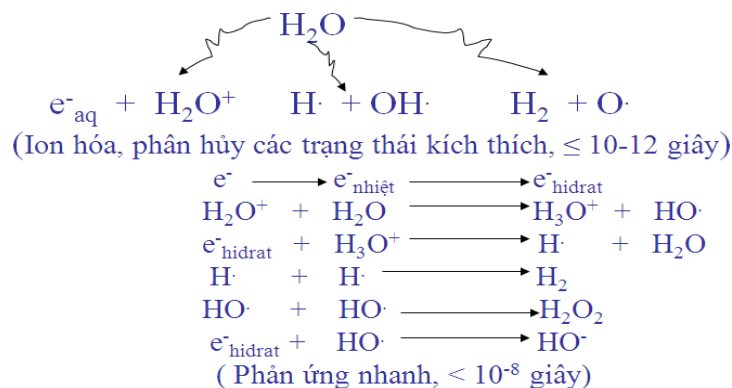
Loại mùi do các phản ứng hóa học bức xạ

Diệt khuẩn do phá hủy cấu trúc ADN

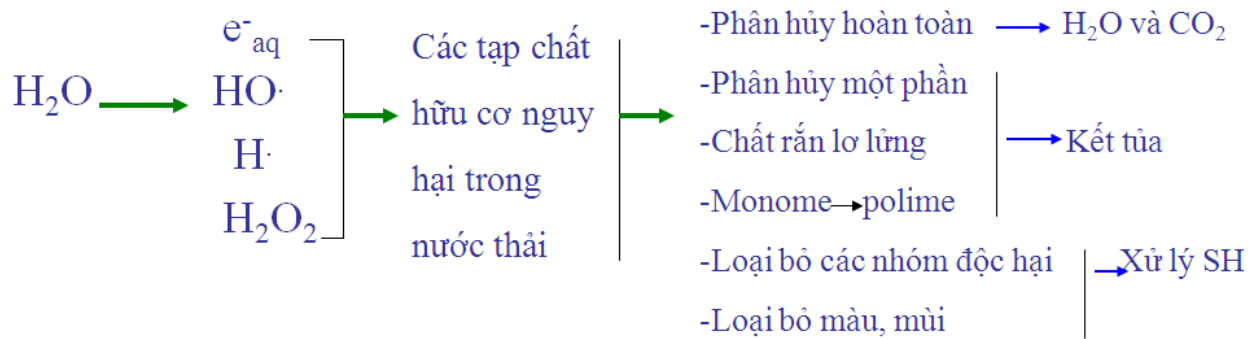
Phá hủy các Hóc môn (Nội tiết tố)

Tái sinh nước tưới, trữ nước và các ứng dụng khác trong canh tác nông nghiệp.

3. Phản ứng hóa học bức xạ của nước:

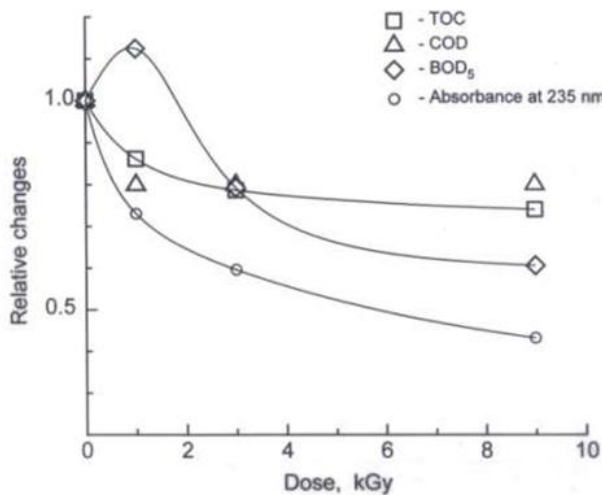


4. Nguyên tắc xử lý nước thải bằng chùm tia điện tử (EB):

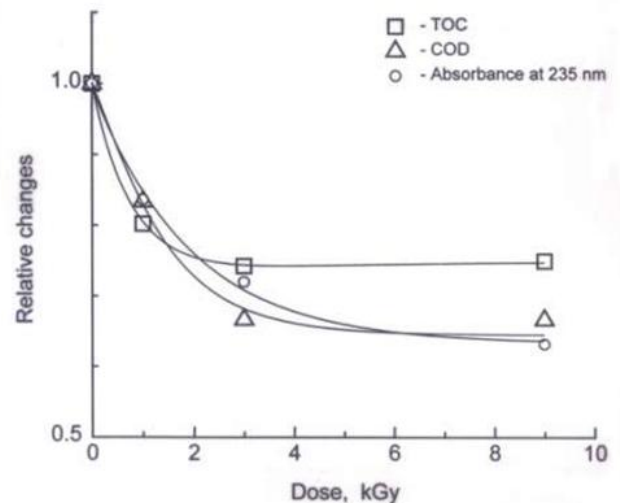


Xử lý nước thải nhà máy giấy

Nước thải thô



Nước thải sau khi xử lý sinh học



5. Kết quả xử lý nước thải tại Khu phức hợp dệt-nhuộm Daegu, Hàn Quốc:

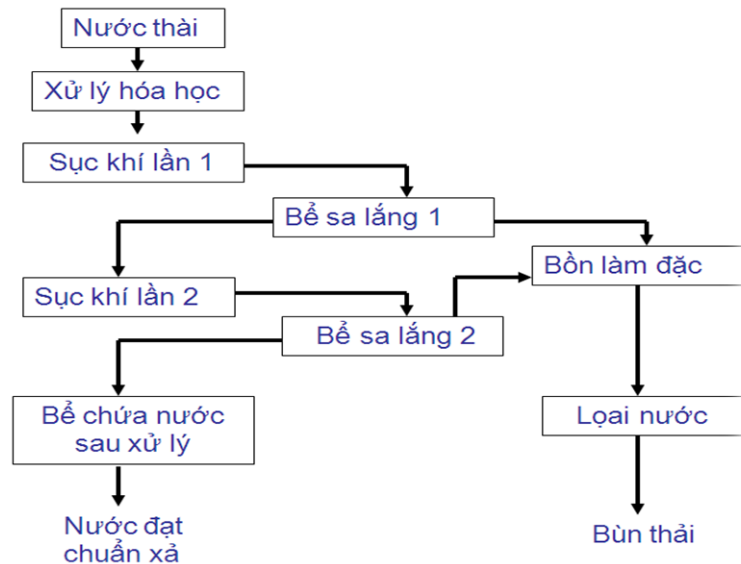
- Năng lực xử lý: 80.000 m³/ngày
- Kết tủa kết hợp với xử lý hóa học và sinh học

Thông số	pH	BOD, mg/l COD, mg/l	Chất rắn lơ lửng, mg/l Màu	Thông số	pH
Nước thải	12	2.000	900	100	1.000
Sau xử lý hóa học	6.8-7.5	1.700	450	50	500

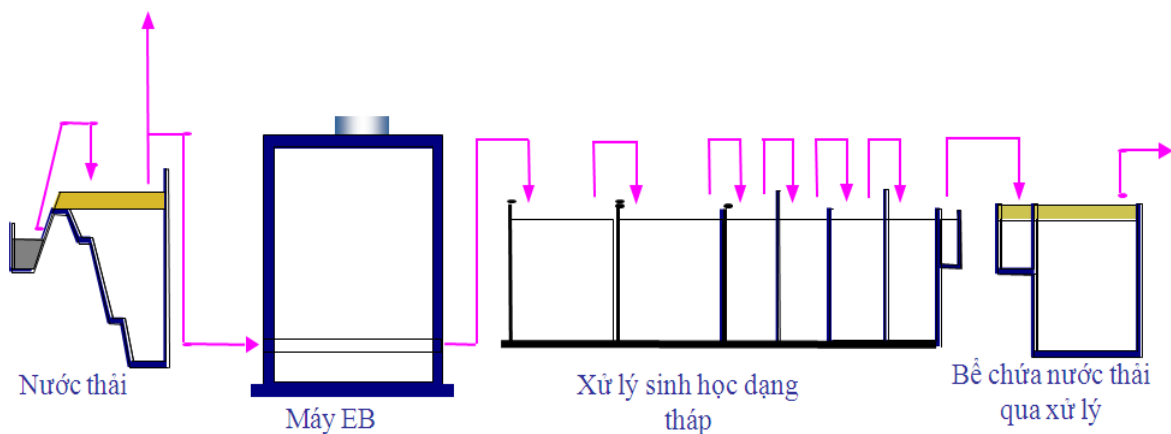
Sau xử lý sinh học-1	7.0-8.0	1.300	250	50	400
Sau xử lý sinh học-2	7.0-8.0	30	60	50	250

❖ Sơ đồ dòng xử lý nước thải thông thường:

Khu phức hợp dệt-nhuộm Daegu, Hàn Quốc



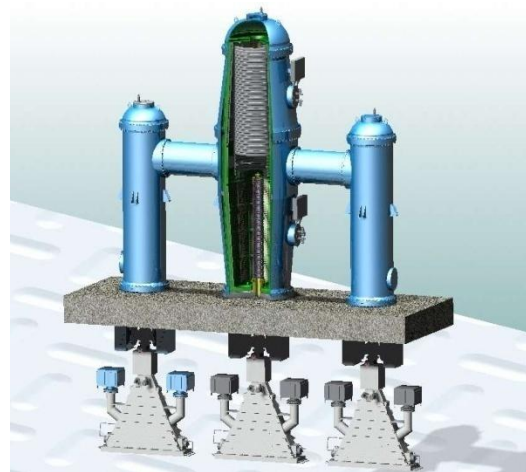
❖ Sơ đồ nhà máy xử lý nước thải pilot bằng EB:



❖ **Máy gia tốc EB công suất cao (EB Tech. và BINP):**

Máy gia tốc ELV-12 (03 đầu phát)

- ✓ Năng lượng: 0,6-1,0 MeV
- ✓ Công suất chùm tia: 400 kW
- ✓ Dòng chùm tia: 500 mA
- ✓ Độ rộng của sỗ : 2m



Khu phức hợp dệt nhuộm Daegu, Hàn Quốc

6. Nhận xét:

Công nghệ xử lý nước thải bằng chùm tia điện tử bị cạnh tranh mạnh với các công nghệ xử lý truyền thống khác.

Áp dụng công nghệ xử lý nước thải bằng bức xạ từ quy mô phòng thí nghiệm sang quy mô công nghiệp vẫn có gặp một số khó khăn.

Để công nghệ xử lý nước thải bằng bức xạ được áp dụng nhiều thì công nghệ này cần phải rẻ hơn các công nghệ khác, ví dụ ở Hàn Quốc, xử lý nước thải bằng công nghệ truyền thống (Hóa+sinh+lý) có giá 1,2 US\$/ m³, còn xử lý bức xạ (0,4 US\$/m³) có kết hợp với xử lý sinh học phải thấp hơn 1 US\$/m³.

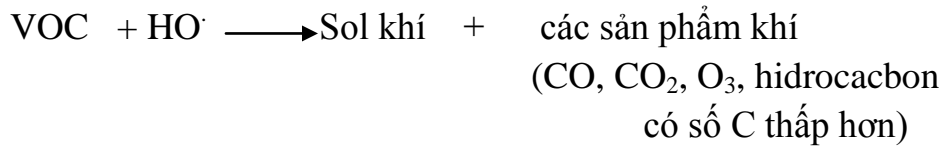
VI. XỬ LÝ KHÍ THẢI BẰNG BỨC XẠ

- Không khí bị nhiễm bẩn bởi nhiều nguyên nhân:
 - ✓ Hồ hấp cơ thể sống thực, động vật và xác thực-động vật phân hủy
 - ✓ Các hoạt động của con người như phương tiện giao thông, nhà máy nhiệt điện, khí gas; các chất hữu cơ bay hơi (VOC); cháy rừng hay đốt cháy các chất đốt, ...
- Nhiễm bẩn không khí sẽ ảnh hưởng tiêu cực lên trái đất:
 - ✓ Phá hủy tầng Ozon
 - ✓ Hiệu ứng nhà kính
 - ✓ Chất lượng không khí
 - ✓ Mưa axit
- Các chất gây ô nhiễm không khí tác động lên sức khỏe con người:
 - ✓ NOX
 - ✓ SOX
 - ✓ O₃
 - ✓ CO
 - ✓ Các hạt lơ lửng
 - ✓ Các chất hữu cơ bay hơi (VOC: HFC, PFC, SF₆, CH₄, khí thải từ xe hơi hay đốt cháy than đá,...).
- Hạn chế của các công nghệ xử lý khí thải hiện nay:
 - ✓ Hiệu suất chuyển hóa thấp
 - ✓ Tạo các chất nhiễm bẩn thứ cấp
 - ✓ Không có giải pháp giải quyết triệt để các chất nhiễm bẩn như các loại khí gây hại toàn cầu, các chất hóa học độc hại.
- Công nghệ bức xạ có thể giải quyết vấn đề ô nhiễm không khí mang tính toàn cầu:
 - ✓ Thời gian xử lý nhanh

- ✓ Quá trình xử lý không cần chất xúc tác
- ✓ Tải chất nhiễm bẩn thứ cấp thấp
- ✓ Quá trình xử lý không tăng nhiệt
- ✓ Quá trình xử lý đơn giản và thân thiện với môi trường.

- Cơ chế loại khí độc bằng máy gia tốc EB:

1. Phản ứng của VOC:



- Nhận xét:

- ✓ Xử lý thải bằng máy gia tốc có giá đầu tư và giá thành xử lý còn cao.
- ✓ Công nghệ mới này đang cạnh tranh gay gắt với các công nghệ truyền thống khác.
- ✓ Tính phổ biến của công nghệ còn thấp do giá đầu tư cao, bảo dưỡng và vận hành đòi hỏi trình độ cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ông Đoàn Bình; *Tổng quan thực trạng và xu hướng ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng dụng cụ y tế, thanh trùng thực phẩm, kiểm dịch trái cây và xử lý nước thải, khí thải trên thế giới và ở Việt Nam*; 2013.
2. Trung tâm Thông tin Khoa học & Công nghệ TP.HCM; *Phân tích xu hướng ứng dụng bức xạ ion hóa trong y học, thực phẩm và xử lý nước thải, khí thải trên cơ sở số liệu sáng chế quốc tế*; 2013.
3. Ông Đoàn Bình, *Ứng dụng bức xạ ion hóa để khử trùng dụng cụ y tế*, 2013.
4. Bà Đoàn Thị Thế , *Ứng dụng bức xạ ion hóa để thanh trùng thực phẩm và kiểm dịch trái cây*, 2013.
5. Ông Đoàn Bình, *Xử lý nước thải bằng bức xạ*, 2013.
6. Ông Đoàn Bình, *Xử lý khí thải bằng bức xạ*, 2013.