

49 95



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTADO ACTUAL DE LA IRRADIACION DE ALIMENTOS

TRABAJO ESCRITO

QUE PRESENTA LILIANA RENDON MARTINEZ PARA OBTENER EL TITULO DE QUIMICO FARMACEUTICO-BIOLOGO

MEXICO, D. F.



1989

OCT. 31 1989

LIB. C. F. FACULTAD DE QUIMICA



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
METODOS DE CONSERVACION DE ALIMENTOS	3
Métodos Antiguos	3
Métodos Intermedios	3
Métodos Modernos	4
CAPITULO II	
CONSERVACION DE ALIMENTOS POR IRRADIACION	5
Breve historia de la radio-conservación de alimentos	5
Mecanismos de la conservación	8
Aplicaciones prácticas de la conservación de alimentos	15
CAPITULO III	
EFFECTOS DE LA RADIACION SOBRE LOS ALIMENTOS	18
Efecto sobre los nutrientes	19
Posible formación de productos tóxicos o cancerígenos	20
Posibilidad de inducción de radiactividad	20
Cambios físicos o de apariencia	21
Pruebas de comestibilidad	24
CAPITULO IV	
NORMAS GENERALES PARA LA IRRADIACION DE ALIMENTOS	27
Límites	27
Requisitos generales del proceso	27
Comestibilidad de alimentos irradiados	28
Requerimientos tecnológicos	29
Re-irradiación	30
Etiquetado	30

CAPITULO V	Pag.
ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA IRRADIACION DE ALIMENTOS	32
Irradiación de alimentos en México	32
Estado Actual de la irradiación de alimentos en el mundo	35
Futuro de la irradiación de alimentos	50
BIBLIOGRAFIA	52

INTRODUCCION

Las necesidades mundiales de alimentos siguen en aumento mientras que la producción y productividad son reducidas o limitadas así mismo, los problemas de almacenamiento y tratamiento de alimentos persisten, lo cual obliga a buscar nuevos métodos de conservación.

Un cuarto de la producción mundial de alimentos se pierde después de la recolección. Las pérdidas ocurren en el lugar de cultivo, durante la distribución, el almacenamiento, el tratamiento y la comercialización, así como en el hogar.

Estas pérdidas son particularmente apreciables en los países en desarrollo, en los que no existen sistemas modernos de transporte y almacenamiento y en donde la temperatura y la humedad ambientales son elevadas, y es precisamente en esos países donde se registran las mayores necesidades de alimentos.

Como se puede apreciar, nos enfrentamos a tres grandes problemas de igual importancia: la producción, el almacenamiento y la distribución de los productos alimenticios.

Desde tiempos remotos, el hombre ha hecho grandes esfuerzos por conseguir y conservar sus alimentos por cualquier medio posible.

Las razones principales por las que es útil la conservación de los alimentos son:

- a) aumentar el período de utilidad y puesta en el mercado.
- b) dar variedad a la dieta diaria.
- c) permitir que los productos locales tengan difusión nacional, y de ser posible internacional.
- d) dar al consumidor un acopio de existencias para situaciones de emergencia.

A pesar de que existen varios métodos de conservación de alimentos, tales como el secado, el enlatado, la congelación, la fermentación etc., que pueden utilizarse para prolongar el período de comestibilidad de los alimentos almacenados, continúan registrándose enormes pérdidas en muchas partes del mundo.

Es posible que ello se deba a que las tecnologías disponibles no funcionan eficazmente en esos medios, o a que no se conforman a los hábitos de consumo de los alimentos de la mayoría de los países en desarrollo.

Los habitantes de esos países siguen acostumbrados a comprar alimentos frescos cada día para su consumo inmediato en el hogar.

Estas personas acogerían con satisfacción cualquier tecnología nueva, que permitiese mantener los alimentos frescos en su estado crudo por más tiempo.

El objetivo del presente trabajo, es el de comentar algunos de los estudios hechos en el campo de la irradiación de alimentos, mencionar las normas generales aplicadas a la irradiación de alimentos, la irradiación de alimentos en México y en el Mundo, así como exponer las razones de la utilidad de la conservación de alimentos por irradiación.

CAPITULO I

METODOS DE CONSERVACION DE ALIMENTOS

Cronológicamente pueden clasificarse de la siguiente manera:

Métodos Antiguos.

-Deseccación- Deshidratación de los alimentos por exposición al sol o al calor. Adecuado para algunas frutas, semillas y carnes.

-Salado- Por inmersión en salmuera. Adecuado para algunos tipos de carnes y pescados.

-Ahumado- Tratamiento con humo de maderas no resinosas. Adecuado para algunos tipos de carnes.

-Enfriamiento- Almacenamiento en lugares fríos sin llegar a la congelación. Adecuado para prácticamente todo tipo de alimentos.

Metodos Intermedios

-Curado- Adición de vinagre y especias. Adecuado para algunas hortalizas.

-Ensilado- Adición de ácido clorhídrico para bajar el ph. Adecuado para alimentos semi o ya preparados.

-Uso de Aditivos- Adición de productos químicos como preservativos, sabores, espesantes, colorantes, etc. Adecuado para prácticamente todo alimento envasado.

-Uso de Agentes Físicos- Vacío, concentración, recubrimientos con ceras, silicatos, aceites, etc. Adecuado para muchos alimentos envasados, alimentos concentrados y frutas frescas.

- Envasado - Tratamiento (cocimiento) y envasado de alimentos.
- Embutido - Tripa rellena de carne picada y aditivos. Adecuado para chorizo, longaniza, rellena etc.
- Concentrados de Azúcares - Alimentos con alto contenido de azúcares. Adecuado para jaleas, mermeladas, frutas cristalizadas.
- Fermentación - Hacer o producir la fermentación en leche, queso, cervezas, vinos y bebidas.
- Uso de antibióticos - Adición de antibióticos. Su empleo está prohibido.

Métodos Modernos

- Congelación - Bajar la temperatura del alimento entre -20°C y -30°C adecuado para alimentos preparados y envasados.
- Microondas - Calentar el producto de adentro hacia afuera - con ondas electromagnéticas de 0.1 - 100 cm. de longitud y frecuencia de 10^{11} - 10^{14} hertz; para alimentos semi o preparados.
- Infrarrojo - Propagación del calor a través del alimento con ondas de una longitud de 0.3 a 7.6×10^{-5} cm. y frecuencia de 10^{11} a 4.0×10^{14} hertz; para alimentos preparados.
- Liofilización - Congelación, deshidratación y sublimación en un solo proceso. Adecuado para el té y café instantáneos.
- Irradiación - Exposición de los alimentos a fuentes de diferentes tipos, con isótopos radiactivos o con máquinas que producen radiación. Adecuado para alimentos frescos, semi o preparados y a granel o envasados.

CAPITULO II

CONSERVACION DE ALIMENTOS POR IRRADIACION

Breve historia de la radio-conservación de alimentos.

En 1943, Van de Graff, Proctor y Fram publicaron un trabajo sobre irradiación de carne de res picada, usando Rayos X producidos en un acelerador.

En 1945, se empezaron a estudiar las posibilidades de usar la energía de la radiación ionizante en la conservación de alimentos.

La Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos de Norteamérica, incluía ya en sus programas de investigación el tema de la irradiación de alimentos.

En 1958, la Unión Soviética (URSS), en la 2a. Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, celebrada en Cinebra Suiza; declara un programa de conservación de 5,000 toneladas de patatas (papas) hasta el año de 1960.

Este hecho incitó a otros países tecnológicamente adelantados, así como a organismos internacionales, a participar en este nuevo campo.

En 1968, se reportaron trabajos de radioconservación de alimentos en 76 países.

En 1983, se reportaron trabajos en el "Seminario sobre Irradiación de Alimentos para Países de América Latina", celebrado en Lima Perú; donde México también participó.

Es significativa la importancia que ha adquirido en el mundo, el método de conservación de alimentos por irradiación. Un paso decisivo fué la creación del Comité de Expertos de Alimentos Irradiados (JECFI); que consiguió que se considerara a la irradiación de alimentos como un proceso físico y no como un aditivo químico.

En 1988 se publica un suplemento de una comunicación OIEA/FAO en el que se enlistan los alimentos que se "permite" irradiar para consumo humano.

El tratamiento de alimentos por irradiación; es un proceso físico y como tal, es comparable al de calentamiento o de congelación con fines de conservación. La única característica especial de la irradiación, es el tipo de energía empleada.

El tratamiento por irradiación implica la utilización de una dosis prescrita de energía en forma de radiación electromagnética; rayos X, rayos γ o de electrones acelerados en máquinas especiales.

Se han escogido estos tipos de radiación porque:

- a) producen los efectos deseados en los alimentos;
- b) no inducen radiactividad en los alimentos ni en los materiales de envase;
- c) se pueden obtener en gran cantidad y a costos que permite la explotación comercial del proceso.

El tratamiento por irradiación no produce prácticamente elevación de temperatura en el producto, por lo que el proceso ha sido llamado "FRIO". Por esta razón, alimentos como frutas y vegetales frescos pueden ser procesados sin daño en sus tejidos.

La irradiación se puede aplicar a través de cualquier tipo de material de envase, incluso de aquellos que no resisten el calor. Esto significa, que se puede aplicar la irradiación después del empaquetado del producto, con lo cual se evita la recontaminación o la reinfestación.

Se debe tener en cuenta que la calidad de los alimentos irradiados, como la de cualquier otro alimento en conserva, es función de la calidad del producto original para obtener buenos resultados; esto es, se requieren buenas prácticas de fabricación.

El período más largo de conservación se puede obtener si la calidad de la materia prima es buena y si se mantienen condiciones de higiene satisfactorias.

En ningún caso los beneficios del tratamiento por irradiación deben considerarse como sustituto de la calidad del producto, o de condiciones adecuadas de manipulación y almacenamiento.

Mecanismos de la conservación.

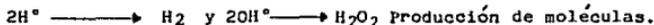
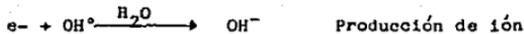
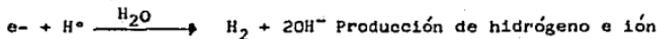
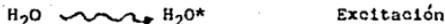
Cuando la radiación ionizante, actúa sobre cualquier tipo de sustancia se producen dos procesos: en el primer proceso se forman iones, moléculas excitadas y radicales. Y en el segundo, se supone la interacción de los productos del primer proceso y puede conducir a la formación de componentes, aunque en cantidades muy pequeñas, distintos de los inicialmente presentes.

El proceso físico más importante que se produce en la irradiación es el efecto Compton, que ocurre cuando un fotón procede de la fuente de radiación alcanza un átomo o una molécula y transfiere energía a sus electrones. Esto ioniza al átomo, o sea pierde un electrón de su última capa y se convierte en un átomo inestable o ión. Los fotones y electrones libres siguen su curso, hasta que son absorbidos por el medio.

La interacción de la radiación con el alimento se efectúa en un lugar cercano a su aplicación; alterando la estructura de moléculas vitales de gran tamaño (macromoléculas), tales como el DNA de los microorganismos presentes en el alimento, produciendo alteraciones en su reproducción y provocando su destrucción.

Los alimentos y los microorganismos que los contaminan, contienen grandes cantidades de agua, esto es importante considerarlo ya que los productos altamente reactivos de la radiólisis (descomposición del agua por radiación), pueden afectar a las sustancias en ella disueltas.

Radiólisis del Agua



Ventajas en el uso de la radiación ionizante.

Una ventaja excepcional de la radiación ionizante reside en su poder de penetración. Esta propiedad puede utilizarse para matar insectos o microorganismos que estén profundamente dentro de los alimentos, y que no pueden ser tratados en otras formas sin dañar al producto.

Por ejemplo: se irradian alimentos en sus envases definitivos, evitándose cualquier riesgo posible de reinfestación, o bien, en el caso del mango se destruye al gorgojo dentro del hueso del mismo, sin reducir la calidad del producto.

Es importante señalar que la exposición de alimentos a fuentes de radiación de Cobalto 60 o Cesio 137, o a haces de electrones (energía máxima de 10 Mev) o de rayos X (energía máxima de 5 Mev), no induce radiactividad en los alimentos, ni siquiera cuando se aplican dosis de radiación cien veces más elevadas que la dosis máxima prevista para el tratamiento de alimentos.

Si comparamos, la exposición de alimentos a radiación gamma o rayos X, o a haces de electrones; con la exposición de alimentos a luz eléctrica: esta exposición, independientemente de su duración, nunca conducirá a la generación de electricidad por los alimentos.

La conservación de alimentos por irradiación, se realiza con tres fines principalmente:

Radurización: Proceso de irradiación mediante el cual se pretende prolongar la vida de almacenamiento de un alimento.

Radicidación: Proceso de irradiación mediante el cual se eliminan aquellos gérmenes de trascendencia en la salud pública.

Radapertización: Proceso mediante el cual se esteriliza comercialmente.

A continuación se muestran tablas en donde se señalan:

Los microorganismos más comunes en diferentes tipos de alimentos (Tabla 1).

La acción de la radiación y algunas aplicaciones posibles a la conservación de los alimentos (Tabla 2).

Radiactividad natural en los alimentos (Tabla 3).

Tabla 1

MICROORGANISMOS COMUNES EN DIFERENTES ALIMENTOS

MICROORGANISMOS	LACTEOS	CARNE	AVES	HUEVOS	HORTALIZAS	FRUTAS
LEVADURAS						
Torulopsis						X
Sacharomyces					X	X
HONGOS						
Thamnidium		X				
Rhizopus				X	X	
Penicillium				X		
Cladosporium			X	X	X	X
Botrytis						X
BACTERIAS						
Micrococcus		X	X	X		
Acetobacter						X
Bacillus	X				X	
Flavobacterium	X	X	X		X	
Pseudomonas	X	X	X	X	X	
Achromobacter	X	X	X		X	
Microbacterium	X					
Lactobacillus	X				X	
Streptococcus	X					

Tabla 2

ACCION DE LA RADIACION
Y
ALGUNAS APLICACIONES A LA CONSERVACION DE ALIMENTOS

OBJETO	ACCION DE LA RADIACION	TIEMPO UTIL DE ALMACENAMIENTO
Esterilización de carne previa inactivación de enzimas por el calor.	Destrucción de los microorganismos y parásitos, (C.botulinum).	Indefinido
Esterilización de especies, sal y demas aditivos.	Destrucción de las bacterias presentes.	Indefinido
Como complemento del empleo de calor para la esterilización de alimentos, frutas y carne.	Sensibilización de las esporas a la destrucción por el calor.	2 años o más.
Eliminación de Salmonella en huevos, carne y coco.	Destrucción de la Salmonella.	Indefinido
Radiopreservación de carne, pescados y mariscos.	Reducción sustancial de bacterias.	60 días o más.

Continúa....

Desinfestación de granos.	Destrucción de insectos.	De cosecha a cosecha.
Desinfestación de harina.	Destrucción de insectos.	2 años o más.
Eliminación de todo tipo de parásitos en carnes.	Destrucción de Trichinella spiralis, Cysticercus bovis.	-----.
Prolongación del período de almacenamiento de papas, cebollas, etc.	Inhibición de brotes.	2 años o más.
Aceleración del proceso de envejecimiento de bebidas alcohólicas.	Química.	-----.

Tabla 3

RADIATIVIDAD NATURAL EN ALIMENTOS *

PRODUCTO	Ra ²²⁶ (pCi/Kg)	K ⁴⁰ (pCi/Kg)
Frijol seco	6.1	800-4640
Huevo	4.1	840
Peces	1.2	925-4550
Carnes	0.44	2740-3320
Tomate rojo	0.37	1900
Leche	0.27	770-1310
Cerveza	----	390-430
Bebida de cola	----	430
Nueces	----	3500-6400

* Unicamente por el contenido de Ra²²⁶ y K⁴⁰.

Aplicaciones prácticas de la conservación de alimentos.

La utilidad de la conservación de alimentos por irradiación, ha quedado demostrada en el plano tecnológico, ya que existe una lista extensa de efectos benéficos para aplicarlos potencialmente.

A continuación figuran algunas de las aplicaciones prácticas mas importantes de la irradiación de alimentos.

1.- PESCADO

- a) Controlar la infestación por insectos del pescado seco durante el almacenamiento y la comercialización (0.5 kGy)
- b) Reducir la carga microbiana del pescado y productos pesqueros envasados (de 2 a 3 kGy)
- c) Eliminar ciertos microorganismos patógenos en el pescado y productos pesqueros congelados envasados (de 3 a 5 kGy)

2.- PATATAS Y CEBOLLAS

Inhibir la germinación durante el almacenamiento (de 0.05 a 0.15 kGy)

3.- CEREALES ALIMENTICIOS

Controlar la infestación por insectos durante el almacenamiento (de 0.5 a 1.0 kGy)

4.- GRANOS DE CACAO

- a) Controlar la infestación por insectos durante el almacenamiento (de 0.5 a 1.0 kGy)
- b) Reducir la carga microbiana de los granos fermentados, con o sin tratamiento con calor (de 2 a 3 kGy)

5.- DATILES

Controlar la infestación por insectos en los dátiles desecados (de 0.5 a 1.0 kGy)

6.- MANGOS

- a) Controlar la infestación por insectos (de 0.25 a 0.5 kGy)
- b) Mejorar la calidad de conservación retardando la maduración (de 0.5 a 1.0 kGy)
- c) Reducir la carga microbiana combinando la irradiación con el tratamiento con calor (de 0.5 a 1.0 kGy)

7.- ESPECIAS Y CONDIMENTOS

- a) Controlar la infestación por insectos (de 0.5 a 1.0 kGy)
- b) Reducir la carga microbiana (de 5 a 10 kGy)
- c) Reducir el número de microorganismos patógenos (5 kGy)
- d) Destrucción de microorganismos y almacenamiento indefinido (de 10 a 30 kGy)

8.- CARNES Y POLLOS

Prolongar el período de conservación y eliminar los microorganismos patógenos (de 2 a 4 kGy)

9.- CEREZAS

Prolongar el período de conservación de 2 a 3 semanas más (de 2 a 3 kGy)

10.- HUEVOS

Eliminación de Salmonella (de 5 a 10 kGy)

11.- VERDURAS Y HORTALIZAS DESHIDRATADAS

Reducción del tiempo de rehidratación (2.5 kGy)

12.- BEBIDAS ALCOHOLICAS

Aceleración del proceso de envejecimiento, en envase normal y a temperatura ambiente (de 10 a 20 kGy)

CAPITULO III

EFFECTOS DE LA RADIACION SOBRE LOS ALIMENTOS

Según la revista especializada New Scientist, la radiación ionizante ofrece una paradoja; en largas dosis mata gente, pero en pequeñas dosis puede promover la salud, ya sea a través de la utilización médica de los rayos X o mediante radioterapia para matar las células cancerígenas y ahora también puede servir como conservador de los alimentos.

El Comité de Expertos de Alimentos Irradiados (JECFI) estipuló en 1981 las dosis idóneas que cada alimento necesitaba para cumplir su objetivo. Estas limitaciones se dividieron en los siguientes apartados:

DOSIS BAJA, hasta de 1 kGy:

- a) inhibición de la germinación
- b) desinfestación de insectos
- c) retraso de la maduración

DOSIS MEDIA, de 1 a 10 kGy:

- a) prolongación del período de conservación
- b) reducción de la carga microbiana

DOSIS ALTA, de 10 a 50 kGy:

- a) esterilización con propósitos comerciales
- b) eliminación de virus

Efecto sobre los nutrientes.

En la irradiación de alimentos como en todo tratamiento para conservarlos: aparte de los efectos benéficos, existen también los efectos negativos.

Los efectos nocivos sobre los alimentos se producen fundamentalmente a dosis elevadas de radiación, siendo cambios detectables de sabor y olor, que a su vez hacen pensar en cambios más sutiles en los constituyentes de los alimentos o incluso en la posible presencia de productos tóxicos y cancerígenos.

Resulta evidente que los posibles cambios disminuyen a medida que se disminuye la dosis de tratamiento. En general las alteraciones químicas son extraordinariamente pequeñas y apenas influyen sobre el poder nutritivo de los alimentos.

A continuación se explican los principales cambios producidos por la radiación sobre los nutrientes.

Vitaminas.

Los efectos son muy complejos y dependen de varios factores: como por ejemplo, del tipo de alimento, del tipo de la vitamina, de las dosis de radiación aplicadas y de las condiciones de irradiación.

El porcentaje de pérdida de vitaminas en los alimentos esterilizados con radiaciones es en general del mismo orden de magnitud que el resultado de tratamientos con calor. Tablas 4 y 5.

Azúcares.

Según estudios se han encontrado algunas degradaciones, aunque sin pérdida aparente del valor nutritivo. En algunos casos la irradiación incrementa el contenido de azúcares. Hasta ahora, no se ha encontrado algún efecto negativo en la digestibilidad ni productos tóxicos aún a dosis de radiación muy altas.

Lípidos.

En estudios realizados se han detectado formación de peróxidos, también algunas polimerizaciones y producción de compuestos de carbono.

La formación de peróxidos tiene mayor importancia en el caso de las grasas animales que en el caso de las vegetales, con la tendencia a oler a "rancio". Aunque la formación de peróxidos disminuye durante el almacenamiento y puede ser eliminada totalmente si la irradiación se efectúa en ausencia de oxígeno.

Proteínas.

Se producen: deaminación reductiva y descarboxilación, los productos resultantes son los correspondientes ácidos orgánicos y aminas con un carbono menos que el aminoácido original. La cantidad de productos formados es muy pequeña, por ejemplo, el cambio fraccional en un aminoácido con un peso molecular de 150 unidades es de alrededor del 0.3 %, cantidad apenas detectable.

Enzimas.

La sensibilidad de las enzimas es muy variable y así como algunas requieren de grandes dosis para ser inactivadas, como la tripsina, la pepsina, las peroxidasa y las fosfatasa, otras se inactivan con dosis pequeñas como la tirosina. Como regla general, la inactivación de las enzimas por la radiación ionizante, requiere del orden de 5 veces la dosis necesaria para la destrucción de los microorganismos.

Posible formación de compuestos tóxicos, cancerígenos o de radiactividad inducida

La posibilidad de producción de sustancias tóxicas o cancerígenas, ha motivado que desde hace aproximadamente 30 años se hayan llevado a cabo numerosas y además costosas investigaciones, en las que hasta ahora no se han encontrado evidencias de la formación de productos tóxicos o cancerígenos.

Por otra parte, la irradiación con rayos gamma, rayos X y de electrones acelerados, no producen actividad inducida (que se hagan radiactivos) en los alimentos.

Cambios físicos o de apariencia.

Fundamentalmente, los efectos físicos y de apariencia dependen del producto y de las dosis aplicadas. A bajas dosis no se nota ningún cambio, de tal forma que es prácticamente imposible saber si un alimento está o no irradiado, a menos que se utilicen dosímetros o sofisticadas técnicas analíticas de detección de radicales.

Además la irradiación es el único tratamiento conocido que puede aplicarse en cualquier material de empaque (papel, cartón, plástico, vidrio, madera o latas metálicas), evitándose así el peligro de contaminación o reinfestación del producto.

Los alimentos pueden tratarse sin cocinar, semipreparados o totalmente preparados, deshidratados o en forma natural, ya que el tratamiento de irradiación aumenta únicamente unos cuantos grados la temperatura del producto.

Tabla 4

PORCENTAJE DE PERDIDA DE VITAMINAS
POR
DIFERENTES TRATAMIENTOS

VITAMINA	PRODUCTOS	OPERACION	% DE PERDIDA
Tiamina (B-1)	Jamón	Enlatado	40
	Carnero	Asar y hervir	30
	Chícharos	Hervir y enlatar	60
	Papas	Cocer y freir	25
Riboflavina (B-2)	Chícharos	Hervir	25
	Chícharos	Enlatado	50
	Chícharos	Secar y hervir	50
	Papas	Cocer y freir	0
Vitamina C (ac. ascórbico)	Frutas	Cocer	30-40
	Frutas	Enlatado	30-40
	Papas	Freir	25-35
	Papas	Hornear	20-40

Tabla 5

PORCENTAJE DE PERDIDA DE NUTRIENTES

POR

DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	VITAMINA A	VITAMINA B-1	VITAMINA B-2
Químico:			
Oxido de etileno	20	--	--
Calor:			
Autoclave	40	--	--
Calor húmedo	37	63	--
Calor seco	53	28-83	39-53
Microondas:	32-50	14-54	7-47
Irradiación:	6-12	--	--

Pruebas de comestibilidad.

Los efectos químicos de la irradiación en los alimentos han sido estudiados extensamente desde el punto de vista de las alteraciones organolépticas, pero sobre todo con el fin de determinar el valor nutritivo de los alimentos irradiados y su seguridad toxicológica.

Con las dosis de radiación recomendadas para el tratamiento comercial de alimentos, la concentración de las sustancias radiolíticas más abundantes queda limitada a valores del orden de unas partes por millón.

A diferencia de todos los métodos clásicos de tratamientos de productos alimenticios, el proceso de irradiación ha sido estudiado minuciosamente a fin de evaluar la seguridad para el consumo humano de los alimentos irradiados.

Los métodos corrientes, por ejemplo, el calentamiento, la congelación y la deshidratación se emplean desde hace mucho tiempo, lo que les confiere la aprobación por la experiencia. Esta experiencia no existía en el caso de la irradiación.

El estado actual de los conocimientos y técnicas científicas ofrece los medios para efectuar ensayos de laboratorio y comprobaciones. En el caso de un nuevo proceso como la irradiación, es preciso demostrar la comestibilidad.

La evaluación de la comestibilidad de los alimentos irradiados se puede dividir en dos categorías:

- a) la observación de todo cambio del contenido nutritivo;
- b) el examen de la posible formación de productos tóxicos de degradación.

Estas investigaciones se hacen en forma de estudios de alimentación en animales o de exámenes químicos.

Por lo general, las alteraciones, tanto en calidad como en cantidad, de ciertos nutrientes, que pueden ocurrir cuando se irradian los alimentos, no son mayores que las que se producen cuando éstos se tratan por otros métodos de conservación. Tablas 4 y 5.

Con respecto a los estudios toxicológicos, en los últimos 25 años se ha efectuado un gran número de ensayos con animales (muchos de ellos de larga duración) acerca de una considerable variedad de alimentos, que han demostrado la ausencia de efectos perjudiciales significativos resultantes de la irradiación.

Hoy en día se conocen mejor los efectos de las radiaciones ionizantes sobre los alimentos que los de cualquier otro método convencional de tratamiento, presentándose la irradiación como el proceso más benigno.

Es interesante observar que tras varios decenios de estudios, en los que se utilizaron los métodos de toxicología más modernos, no ha sido posible encontrar prueba alguna de que los alimentos tratados con energía de ionización tienen efectos nocivos sobre el consumidor.

La FAO, el OIEA y la OMS establecieron en 1964, 1969, 1976 y 1980 grupos independientes de expertos para evaluar los resultados de los estudios de comestibilidad realizados. En 1976, el Comité Mixto de Expertos FAO/OIEA/OMS sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados (CMEAI) recomendó que las patatas, el trigo, las fresas, las papayas, los pollos, el arroz, el pescado y las cebollas tratados con energía de ionización para diferentes fines fueran considerados seguros para el consumo, sobre una base incondicional o provisional.

En 1980, el Comité llegó a la conclusión de que los alimentos irradiados con una dosis de hasta 10 kGy no causan ningún riesgo toxicológico y recomendó que fueran aprobados sin necesidad de realizar nuevas pruebas .

Ello constituyó una primera etapa importante, ya que la dosis necesaria para prolongar el período de conservación de muchos alimentos se encuentra comprendida dentro de ese límite.

En julio de 1983 la Comisión del Codex Alimentarius aprobó las recomendaciones del CMEAI y las incorporó a la Norma General Internacional para Alimentos Irradiados.

La Comisión del Codex Alimentarius se creó, de conformidad con las recomendaciones del 11 período de sesiones de la Conferencia de la FAO, la 29a Reunión del Consejo Ejecutivo de la OMS y una Conferencia Conjunta FAO/OMS sobre Normas Alimentarias celebrada en 1962, para poner en práctica el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias.

Y una vez aceptadas por los gobiernos, las normas se publican en el Codex Alimentarius, bien como normas regionales o bien como normas mundiales.

CAPITULO IV

NORMAS GENERALES PARA LA IRRADIACION DE ALIMENTOS

En una publicación oficial de la Comisión Mixta OIEA/FAO/OMS (Organismo Internacional de Energía Atómica/Organización para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas), se recomiendan los lineamientos generales para los alimentos irradiados con el visto bueno de la "Codex Alimentarius Commission" en 1982. Se dividen en seis partes principales y son las siguientes.

LIMITES

Estos lineamientos se aplican únicamente a alimentos procesados por irradiación. No se aplican a alimentos expuestos a dosis con propósitos de inspección con instrumentos de medición.

REQUISITOS GENERALES PARA EL PROCESO

a) Fuentes de Radiación

Pueden ser empleados los siguientes tipos de radiación ionizante:

-Rayos Gamma de los radionúclidos Co-60 o Cs-137.

-Rayos X generados por máquinas operadas abajo de un nivel de energía de 5 Mev.

-Electrones generados por máquinas operadas abajo de un nivel de energía de 10 Mev.

b) Dosis Absorbida

La dosis máxima absorbida por un alimento sujeto a un proceso de irradiación, no debe exceder 10 KGy.

c) Instalaciones y Control de Procesos

-El tratamiento de irradiación de alimentos debe ser efectuado en instalaciones con permisos registrados con ese propósito, ante las autoridades nacionales competentes.

-Las instalaciones deben ser diseñadas para los requerimientos de seguridad, eficacia y buenas prácticas de higiene en el procesamiento de los alimentos.

-Las instalaciones deben de contar con personal adecuado y competente.

-El control de procesos dentro de las instalaciones debe de tener los registros adecuados, incluyendo la dosimetría cuantitativa.

-Los permisos y registros deben de estar disponibles a las autoridades competentes para inspección.

-Debe llevarse un control de acuerdo con el "Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities Used for the Treatment of Foods".

COMESTIBILIDAD DE ALIMENTOS IRRADIADOS

La comestibilidad de los alimentos irradiados a una dosis promedio de hasta 10 KGy es segura.

En este contexto, el término comestibilidad se refiere a la seguridad en el consumo de alimentos irradiados, desde el punto de vista toxicológico.

La irradiación de alimentos a una dosis promedio de hasta 10 KGy no produce problemas nutricionales ni microbiológicos.

Los alimentos deben cumplir con las previsiones de higiene, y cuando sea necesario, con el "Code of Hygienic Practice" relativo a algún alimento en particular.

Cualquier requerimiento relevante de salud pública, que afecte a la seguridad, aplicable en el país en que el alimento sea comercializado, debe ser observada.

REQUERIMIENTOS TECNOLOGICOS

a) Condiciones de Irradiación.

La irradiación de alimentos se justifica solo cuando llena una necesidad tecnológica o cuando sirve a propósitos de higiene y no debe ser empleado como sustituto de prácticas de manufactura.

b) Requerimientos de Calidad de Alimentos y Empaques

Los alimentos que van a ser irradiados y sus materiales de empaque deben tener la calidad adecuada, condiciones higiénicas aceptables y adecuadas para este propósito y deben ser manipulados antes y después de la irradiación de acuerdo con las buenas prácticas de manufactura, tomando en cuenta los requerimientos particulares de la tecnología del proceso.

Las dosis aplicadas deben ser las convenientes a los propósitos de salud pública y estar de acuerdo con las buenas prácticas del procesamiento de irradiación.

RE-IRRADIACION

Excepto para alimentos con bajo contenido de humedad (cereales, alimentos deshidratados) irradiados con el fin de controlar la infestación por insectos, los alimentos irradiados de acuerdo con los límites y los requerimientos generales del proceso, no deben ser re-irradiados.

Para propósitos de estas especificaciones, se considera que un alimento no ha sido re-irradiado cuando:

- El alimento ha sido preparado con materiales que hayan sido irradiados abajo de niveles de dosis de 1 KGy, que fueron irradiados con otros propósitos tecnológicos.

- El alimento, conteniendo menos del 5% de ingredientes irradiados.

- La dosis total requerida de radiación ionizante para lograr el efecto deseado es aplicada al alimento en más de una instalación como parte de un proceso.

La dosis total absorbida promedio no debe de exceder los 10 KGy como resultado de la re-irradiación.

ETIQUETADO

Control de inventario.

Para alimentos irradiados, estén o no empaquetados, los documentos de embarque deben contar con la adecuada información para identificar la instalación registrada que haya irradiado el alimento, la fecha del tratamiento y la identificación de cada lote.

Alimentos pre-empacados con destino al consumo directo.

El etiquetado de alimentos irradiados pre-empacados debe estar de acuerdo con los requerimientos del "Codex Standard for the Labelling of prepackged Foods".

Alimentos en contenedores volumétricos.

La declaración del hecho de que ha sido irradiado, debe ser clara y anotada en los documentos de envío.

CAPITULO V

ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA IRRADIACION DE ALIMENTOS

Irradiación de alimentos en México

El desarrollo de la irradiación de alimentos en México, ha sido lento. En los años 60's, se hizo el primer estudio para determinar los efectos de la radiación gamma en insectos que infestaban comunmente granos.

En los años 70's, dos grupos de la Universidad Nacional Autónoma de México, desarrollaron un proyecto con frutas, vegetales y trigo. Este proyecto tuvo el apoyo de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. (ANDSA) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Los objetivos del proyecto fueron: encontrar los niveles de dosis apropiados para cada producto, prolongar la vida de almacenamiento y medir los efectos de la radiación.

En 1972, uno de los grupos de la UNAM estableció un proyecto de colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y con el Instituto Nacional de la Nutrición para estudiar la desinfestación del trigo, utilizando a la vez radiación gamma y electrones acelerados.

En 1980, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. decidió no usar la radiación, como método de desinfestación, y continuar con fumigantes químicos.

Durante el periodo de 1977 a 1982, investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, realizaron una investigación so

bre: esterilización de jamón y tocino; control de la descomposición por hongos en fresas; retardo de la maduración en mangos, plátanos y peras; y control de la salmonella en pollo.

Entre 1983 y 1984, el Insitituto Nacional de Investigaciones Nucleares realizó una encuesta entre las industrias mexicanas, para conocer su interés en la participación de la irradiación de alimentos. Y con el apoyo de la IAEA, se pudo realizar el Primer Seminario Nacional sobre Irradiación de Alimentos, en el que varias compañías mostraron su interés iniciando sus propias investigaciones.

En México existen 14 irradiadores. La Secretarfa de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) tiene 5 : 3 Husmann de Cs-137 y 1 AECL de Co-60 irradiadores de investigación, y 1 AECL J-7400 de Co-60 de tipo industrial.

La UNAM tiene 4: 2 AECL de Co-60 para investigación y 2 aceleradores de electrones.

El ININ tiene también 4: 2 irradiadores de Co-60 para investigación, 1 de tipo industrial AECL y 1 acelerador de electrones.

La Universidad de Guanajuato cuenta con un acelerador de electrones.

Actualmente son varias las compañías que se encuentran involucradas en actividades relacionadas con la irradiación de alimentos; alrededor de 20.

En la Tabla 6 se muestran: la lista de productos, los objetivos del tratamiento de irradiación, los rangos de dosis y el número de compañías.

Tabla 6

IRRADIACION DE ALIMENTOS EN MEXICO

POR COMPAÑIAS PRIVADAS

PRODUCTO	NUMERO DE COMPAÑIAS	OBJETIVO DE IRRADIACION	DOSIS kGy
chocolate y nuez	2	Reducción de hongos	menor a 10
chocolate en polvo	3	Reducción de la cuen- ta total	5-10
salmón ahumado y trucha	1	Descontaminación	2.5
especias (pi- mienta blanca y negra, clavo mejorana y nuez moscada	1	Reducción de la cuen- ta total	5-10
ajo y cebolla en polvo	2	Descontaminación	5-10
chile seco	1	Descontaminación	5
colorante	1	Descontaminación	10
jugo de naran- ja concentrado	1	Descontaminación	5-10
chocolate	2	Desinfestación	0.3
cacahuate	1	Desinfestación	0.3
almidón	2	Reducción de la cuen- ta total	10

En cuanto a las normas para la irradiación de alimentos en México, la Ley General de Salud expedida en 1984 por la Secretaría de Salud, estableció los requisitos para el uso de la radiación ionizante en el procesamiento de alimentos. De tal forma que cada compañía o institución, debe solicitar el permiso apropiado.

Para operar un irradiador se requiere un permiso de la Secretaría de Salud y una licencia de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

Actualmente no existe un estándar nacional o un reglamento especial para irradiar alimentos, pero las actividades comerciales siguen al "Codex General Standards for Irradiated Foods and Recommendation International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods".

Estado Actual de la irradiación de alimentos en el mundo

La irradiación de alimentos lleva aproximadamente 35 años de investigación. En un principio, las autoridades nacionales de los países avanzados, interesados en la irradiación de alimentos, tuvieron una actitud extremadamente precavida en cuanto a la aprobación del proceso de irradiación de alimentos para la venta y distribución general.

Con el paso del tiempo ésta actitud ha cambiado y actualmente se puede contar con la información necesaria para saber lo que sucede en el mundo. La Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), periódicamente reporta boletines con la información más actual.

A continuación se presenta la información que reporta la AIEA en el "Supplement to Food Irradiation Newsletter" Vol. 12, No. 1. abril 1988, en donde se aprecia el año en que fueron autorizados para el consumo humano diversos tipos de alimentos irradiados. Los productos están agrupados de acuerdo al País.

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
ARGENTINA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.3 a 0.15	1987
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Incondicional	2.5 max.	1987
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.02 a 0.15	1987
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	0.02 a 0.15	1987
BANGLADESH	pollo	Alargar la vida de anaquel/ Descontaminación	Incondicional	mayor a 8	1983
	papaya	Desinfestar insectos/control de maduración	Incondicional	mayor a 1	1983
	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1983
	trigo y sus productos	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1983
	pescado	Alargar la vida de anaquel/ desinfestar insectos/descon- taminación.	Incondicional	mayor a 2.2	1983
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1983
	arroz	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1983
	ancas de rana	Descontaminación	Provisional		
	camarones	Alargar la vida de anaquel/ descontaminación	Provisional		
	mangos	Alargar la vida de anaquel/ desinfestar insectos/con- trol de maduración	Incondicional	mayor a 1	1983
	especias	Descontaminación/desinfes- tar insectos	Incondicional	mayor a 10	1983

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS	AÑO
BELGICA	papas	Inhibir la germinación	Provisional	mayor a 0.15	1980
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Provisional	mayor a 3	1980
	cebollas	Inhibir la germinación	Provisional	mayor a 0.15	1980
	ajos	Inhibir la germinación	Provisional	mayor a 0.15	1980
	chayotes	Inhibir la germinación	Provisional	mayor a 0.15	1980
	pimienta blanca y negra	Descontaminación	Provisional	mayor a 10	1980
	paprica polvo	Descontaminación	Provisional	mayor a 10	1980
	goma arábica	Descontaminación	Provisional	mayor a 10	1983
	especias (78 productos)	Descontaminación	Provisional	mayor a 10	1983
vegetales semi deshidratados (7 prod.)	Descontaminación	Provisional	mayor a 10	1983	
BRASIL	arroz	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1985
	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1985
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1985
	frijoles	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1985
	maíz	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 0.5	1985
	trigo	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1985
	harina de trigo	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1985
	especias (13 productos)	Descontaminación desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1985

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kCy	AÑO
	papayas	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1985
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Incondicional	mayor a 3	1985
	pescado y productos marinos	Alargar la vida de anaquel/ descontaminación	Incondicional	mayor a 2.2	1985
	aves	Alargar la vida de anaquel/ descontaminación	Incondicional	mayor a 7	1985
BULGARIA	papas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	0.1	1972
	cebollas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	0.1	1972
	ajos	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	0.1	1972
	granos	Desinfestar insectos	Lotes experimentales	0.3	1972
	alimentos deshidratados conc.	Desinfestar insectos	Lotes experimentales	1	1972
	frutas secas	Desinfestar insectos	Lotes experimentales	1	1972
	frutas frescas	Alargar la vida de anaquel	Lotes experimentales	2.5	1972
CANADA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 1	1960
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1965
	trigo y harina de trigo	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 0.75	1969

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
	aves	Descontaminación	Pruebas de mercado	mayor a 7	1973
	filetes de bacalao	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	mayor a 1.5	1973
	especias y algunos vegetales	Descontaminación	Incondicional	mayor a 10	1984
CHILE	papas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	mayor a 0.15	1974
	papaya	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1982
	trigo y productos de trigo	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1982
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Incondicional	mayor a 3	1982
	pollo	Descontaminación	Incondicional	mayor a 7	1982
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1982
	arroz	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1982
	productos maringos	Alargar la vida de anaquel/ descontaminación	Incondicional	mayor a 2.2	1982
	cacao	Descontaminación/desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 5	1982
	dátiles	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1982
	mangos	Alargar la vida de anaquel/ desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1982
	especias y condimentos	Descontaminación /desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 10	1982
	legumbres	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 1	1982

PAIS	PRODUCTOS	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
CHINA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.20	1984
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.15	1984
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 0.10	1984
	cacahuates	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 0.40	1984
	granos	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 0.45	1984
	hongos	Inhibir el crecimiento	Incondicional	mayor a 1	1984
	salchichas	Descontaminación	Incondicional	mayor a 8	1984
CHECOSLOVAQUIA	papas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	mayor a 0.1	1976
	cebollas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	mayor a 0.08	1976
	hongos	Inhibir el crecimiento	Lotes experimentales	mayor a 2	1976
DINAMARCA	hierbas y especias.	Descontaminación	Incondicional	mayor a 15 max. mayor a 10 prom.	1985
ESPAÑA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.05-0.15	1969
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.08 máx.	1971
E.E.U.U.	alimentos frescos	Retardar la maduración	Incondicional	1	1986
	preparaciones enzimáticas, secas o deshidratadas	Descontaminación	Incondicional	10	1986
	alimentos vegetales secos o deshidratados	Desinfestación	Incondicional	1	1986
		Descontaminación	Incondicional	30	1986

PAIS	PRODUCTOS	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	ARO
FILIPINAS	papas	Inhibir la germinación	Provisional	0.15 máx.	1972
	cebollas	Inhibir la germinación	Provisional	0.07	1981
	ajos	Inhibir la germinación	Provisional	0.07	1984
FINLANDIA	hierbas y especias secas y deshidratadas.	Descontaminación	Incondicional	mayor a 10 prom.	1987
	todos los alimentos para -pacientes que requieren dieta estéril	Esterilización	Incondicional	ilimitado	1987
FRANCIA	papas	Inhibir la germinación	Provisional	0.075-0.15	1972
	cebollas	Inhibir la germinación	Provisional	0.075-0.15	1977
	ajos	Inhibir la germinación	Provisional	0.075-0.15	1977
	chayotes	Inhibir la germinación	Provisional	0.075-0.15	1977
	especias y subs. aromáticas	Descontaminación	Incondicional	mayor a 11	1983
	goma arábica	Descontaminación	Incondicional	mayor a 9	1985
	carne de ave sin hueso	Descontaminación	Incondicional	mayor a 5	1985
	frutas secas	Desinfestar insectos	Incondicional	1 kGy (max.)	1988
	vegetales secos	Desinfestar insectos	Incondicional	1 kGy (max.)	1988

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
HUNGRIA	papas	Inhibir la germinación	Pruebas de mercado	0.15 max.	1973
	cebollas	Inhibir la germinación	Pruebas de mercado		1973
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado		1973
	mezcla de especias	Descontaminación	Lotes experimentales	5	1974
	cebollas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	0.06	1976
	mezcla de ingredientes secos para picadillo de carne	Descontaminación	Lotes experimentales	5	1976
	papas	Inhibir la germinación	Pruebas de mercado	0.10	1980
	cebollas	Inhibir la germinación	Lotes experimentales	0.05	1980
	hojuelas de cebolla deshidratada	Inhibir la germinación	Pruebas de mercado	0.05	1980
	hongos	Inhibir el crecimiento	Pruebas de mercado	2.5	1981
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	2.5	1981
	papas	Inhibir la germinación	Pruebas de mercado	0.10	1981
	especias para embutido	Descontaminación	Pruebas de mercado	5	1982
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	2.5	1982

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
	hongos	inhibir el crecimiento	Pruebas de mercado	3	1982
	uvas	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	2.5	1982
	cerezas	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	2.5	1982
	cerezas agrídulces	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	2.5	1982
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.05 + 0.02	1982
	pimienta negra	Descontaminación	Condicional	6 mín	1985
	especias	Descontaminación	Incondicional	6 prom.	1986
	pollo congelado	Descontaminación	Pruebas de mercado	4	1983
INDIA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	"Codex Standard"	1986
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	"Codex Standard"	1986
	especias	Desinfección	Exportación únicamente	"Codex Standard"	1986
	camarones y ancas de rana congelados	Desinfección	Exportación únicamente	"Codex Standard"	1986
INDONESIA	especias secas	Descontaminación	Incondicional	10 (máx.)	1987
	raíces y tubérculos	Inhibir la germinación.	Incondicional	0.15 (máx.)	1987
	cereales	Desinfestación	Incondicional	1 (máx.)	1987

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kgY	AÑO
ISRAEL	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15 max.	1967
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.10 max.	1968
	aves de corral	Alargar la vida de anaquel/descontaminación	Incondicional	7 max.	1982
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15	1985
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15	1985
	chayotes	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15	1985
	especias (36 prod. difer.)	Descontaminación	Incondicional	10	1985
	frutas y vegetales frescos	Desinfestación	Incondicional	1 promedio	1987
	granos, cereales, cocoa, fresas, frijoles, nueces, legumbres, semillas	Desinfestación	Incondicional	1 promedio	1987
	hongos y fresas	Alargar la vida de anaquel	Incondicional	3 promedio	1987
	aves	Descontaminación	Incondicional	7 promedio	1987
	especias y condimentos deshidratados - hierbas y vegetales secos	Descontaminación	Incondicional	10 promedio	1987

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
ITALIA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.075-0.15	1973
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.075-0.15	1973
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	0.075-0.15	1973
JAPON	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15 máx.	1972
NORUEGA	especias	Descontaminación	Incondicional	mayor a 10	
NUEVA ZELANDA	hierbas y especias	Descontaminación	Provisional	8	1985
PAISES BAJOS	espárragos	Alargar la vida de anaquel/inhibir el crecimiento	Lotes experimentales	2 máx.	1969
	grano de cocoa	Desinfestar insectos	Lotes experimentales	0.7 máx.	1969
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Lotes experimentales	2.5 máx.	1969
	hongos	Inhibir el crecimiento	Incondicional	2.5 máx.	1969
	alimentos congelados	Esterilización	Pacientes de hospitales	25 mín.	1969
	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15 máx.	1970
	aves destripadas (en bolsas de plástico)	Alargar la vida de anaquel	Lotes experimentales	3 máx.	1971

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
	productos alimenticios enlatados, l ⁱ quidos y frescos	Esterilización	Pacientes de hospitales	25 mfn.	1972
	especias	Descontaminación	Provisional	10	1974
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.05 máx.	1975
	camarones	Alargar la vida de anaquel	Pruebas de mercado	1	1976
	pollo	Alargar la vida de anaquel/descontaminación	Incondicional	3 máx.	1976
	especias	Descontaminación	Provisional	10	1978
	camarones congelados	Descontaminación	Provisional	7 máx.	1983
	pescado congelado	Descontaminación	Provisional	6 máx.	1983
	huevo en polvo	Descontaminación	Provisional	6 máx.	1983
	vegetales deshidra	Descontaminación	Provisional	10 máx.	1983
POLONIA	papas	Inhibir la germinación	Provisional	mayor a 0.15	1982
	cebollas	Inhibir la germinación	Provisional		1983
REINO UNIDO	cualquier alimento que sea consumido por pacientes que requieran dieta estéril	Esterilización	Pacientes de hospitales		1969
REP. DEM. ALEMANA	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	20	1984

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
	soluciones de enzimas	Descontaminación	Incondicional	10	1983
	especias	Descontaminación	Provisional	mayor a 10	1982
REPUBLICA DE KOREA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15 máx.	1987
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15 máx.	1987
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	0.15 máx.	1987
	castañas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.25 máx.	1987
	hongos secos y frescos	Inhibir el crecimiento/desinfestar insectos	Incondicional	1.00 máx.	1987
SUDAFRICA	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.12-0.24	1977
	plátanos secos	Desinfestar insectos	Provisional	0.5 máx.	1977
	aguacate	Desinfestar insectos	Provisional	0.1 máx.	1977
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.5-0.15	1978
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	0.1-0.20	1978
	pollo	Alargar la vida de anaquel/descontaminación	Incondicional	2-7	1978

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
	papaya	Alargar la vida de- anaquel	Incondicional	0.5-1.5	1978
	mango	Alargar la vida de- anaquel	Incondicional	0.5-1.5	1978
	fresas	Alargar la vida de- anaquel	Incondicional	1-4	1978
	plátanos	Alargar la vida de- anaquel	Incondicional		1982
	almendra	Desinfestar insectos	Incondicional		
	jengibre	Control de madurez	Incondicional		
	plátanos secos	Desinfestar insectos	Incondicional		
	queso en polvo	Desinfestar insectos	Incondicional		
	vegetales		Incondicional		
	especias varias		Incondicional		
TAILANDIA	papas, cebollas y ajos	Inhibir la germina- ción	Incondicional	0.15	1986
	mangos y papayas	Desinfestación y re- traso en la madura- ción	Incondicional	1	1986
	pescado	Desinfestación	Incondicional	1	1986
	fresas	Alargar la vida de anaquel	Incondicional	3	1986
	camarones frescos	Descontaminación	Incondicional	5	1986
	salchicha	Descontaminación	Incondicional	5	1986
	pollo	Descontaminación	Incondicional	7	1986

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSES kg/ha	AÑO
	especias y condimentos	Desinfestar insectos	Incondicional	1	1986
	cebollas y polvo de cebollas	Descontaminación	Incondicional	10	1986
URUGUAY	papas	Inhibir la germinación	Incondicional		1970
URSS	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.3	1973
	granos	Desinfestar insectos	Incondicional	0.3	1959
	frutas y vegetales frescos	Alargar la vida de anaquel	Lotes experimentales	2-4	1964
	frutas secas	Desinfestar insectos	Incondicional	1	1966
	alimentos secos concentrados, (trigo, - arroz, avena)	Desinfestar insectos	Incondicional	0.7	1966
	aves destripadas en bolsas de plástico	Alargar la vida de anaquel	Lotes experimentales	6	1966
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	0.06	1973
YUGOSLAVIA	cereales	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 10	1984
	leguminosas	Desinfestar insectos	Incondicional	mayor a 10	1984
	cebollas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 10	1984

ESTE TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

PAIS	PRODUCTO	PROPOSITO	TIPO DE APROBACION	DOSIS kGy	AÑO
	ajos	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 10	1984
	papas	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 10	1984
	frutas deshidratadas, vegetales y hongos secos	Inhibir la germinación	Incondicional	mayor a 10	1984
	huevo en polvo	Descontaminación	Incondicional	mayor a 10	1984
	té y extracto de té	Descontaminación	Incondicional	mayor a 10	1984
	aves frescas	Alargar la vida de anaquel/ <u>descontaminación.</u>	Incondicional	mayor a 10	1984

Futuro de la Irradiación de alimentos

El mundo puede consumir cada kilogramo de alimento que se produce, sin embargo, su aprovechamiento depende de que llegue al consumidor en estado comestible. Existe una gran necesidad de alimentos en muchos países.

Aún cuando hay buenas cosechas, muchos alimentos no llegan nunca a la población necesitada, debido a diferentes causas.

En recientes estadísticas, la Organización de las Naciones Unidas, ha estimado que alrededor del 50% de la población mundial sufre hambre o desnutrición. Se espera que para el año 2000 haya 6,100 millones de habitantes en el mundo: dándose el mayor incremento poblacional, en países donde ya existe escasez de alimentos.

Por lo que, se ha considerado al proceso de irradiación de alimentos, como otra herramienta para incrementar las reservas alimenticias.

Aproximadamente 30 años de investigaciones acerca de la conservación de alimentos por medio de la irradiación, han podido demostrar las ventajas de este proceso.

Elimina eficientemente los microorganismos patógenos.

Se puede reemplazar o minimizar, el uso de aditivos alimenticios, así como el de fumigantes.

Requiere de menor uso de energía.

Si bien los trabajos sobre irradiación de alimentos se iniciaron en los países desarrollados, las posibilidades de esta técnica parecen ser mayores y la necesidad más urgente, en los países en desarrollo, en los que existen condiciones climáticas desfavorables para el almacenamiento y la distribución de los alimentos.

Aunque el tratamiento de alimentos no ha alcanzado todavía gran volumen en muchos de los países en desarrollo, a medida que aumenta la urbanización, cobrarán importancia los alimentos tratados y/o conservados. Para estos países, la irradiación de alimentos es una manera prometedora de evitar las crecientes pérdidas de alimentos, además de reducir los gastos de almacenamiento y comercialización.

A pesar de todas las ventajas que presenta este proceso, no se ha podido introducir comercialmente a gran escala por diversos motivos. Muchos autores piensan que la razón más importante entre otras, es la mal informada opinión pública que todavía asocia todo lo relacionado con energía atómica, con los horrores de las armas nucleares.

Otro factor que ha impedido la aplicación de esta tecnología es el económico, pues se deben construir y operar plantas piloto en diferentes, naciones y condiciones ambientales, para estimar los costos de operación antes de esperar que la industria invierta millones de dólares en grandes instalaciones comerciales.

Además existe el problema de que, el gran potencial de este nuevo proceso, no es conocido adecuadamente fuera del pequeño sector de la comunidad científica, que ha trabajado en su desarrollo a lo largo de los años.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Cabrera M.L. et al. "Preservación de Jitomates por Irradiación Gamma" IAEA-SM-166/32. 1978.
- 2.- Cabrera M.L., Carrasco A.H. "Survey of Food Irradiation Studies in Mexico" J. Agric. Food Chem. Vol. 26 No. 1,3. 1978.
- 3.- Cabrera M.L., Navarrete T.M. "Conservación de Alimentos por Irradiación". Ciclo de Conferencias. Fundación Instituto Tecnológico de Veracruz A.C. e Instituto Tecnológico de Veracruz. 1988.
- 4.- Cabrera M.L., Navarrete T.M., Martínez C.T., Material Didáctico del Curso "Aplicaciones de la Radiación y los Radioisótopos". Depto. de Educación Continua. Facultad de Química. UNAM. enero 1989.
- 5.- Diehl J.F. "La Comestibilidad de los Alimentos Tratados por Irradiación". Centro Federal de Investigaciones sobre la Nutrición. República Federal de Alemania. 1985.
- 6.- Farkas J. "Principles of Food Irradiation". Seminar of Food Irradiation for Latin American Countries. Lima Perú. 1983.
- 7.- I.A.E.A. News Features. "Food Processing by Irradiation: World Facts and Trends". Vienna, Austria. Boletín No. 5, diciembre 1988.
- 8.- Joint FAO/IAEA Division of Isotope and Radiation Applications of Atomic Energy for Food and Agricultural Development. "Food Irradiation Newsletter". Vol. 11, No. 2. september 1987.
- 9.- Joint FAO/IAEA Division of Isotope and Radiation Applications of Atomic Energy for Food and Agricultural Development. "Supplement to Food Irradiation Newsletter". Vol. 12, No. 1. april 1988.
- 10.- Moy J.H. "Problems and Prospects of Radiation Disinfestation and Shelf-life Extension of Tropical Fruits and Vegetables, IAEA-PL-518/3, 13-20 1973.

- 11.- Report of the 15th Session. Codex Committee on Food Additives, ALINORM 83/12-A. 1983.
- 12.- Taub I.A. Reaction Mechanisms, Irradiation Parameters, and Product Formation. In. "Preservation of Food by Ionizing Radiation" CRC Press Inc. Vol. II, Ch.3, 125-166. 1983.
- 13.- WHO Technical Report Series, No. 659, Wholesomeness of Irradiated Food. Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee 1981.