

La tecnología nuclear aplicada a la conservación y esterilización de alimentos

M. Gálvez

El uso de la radiación ionizante para la conservación y esterilización de alimentos data de 1955 haciéndose los primeros ensayos en USA dentro del programa "Átomos para la paz". Tras muchas controversias los mas prestigiosos organismos internacionales OCDE, Codex Alimentarius, FDA y CE han ido, no solo autorizando sino también recomendando su uso.

Esta demostrado que la irradiación de alimentos da óptimos resultados para el tratamiento de inhibición de brotes en tubérculos, Desinsectación de frutas y semillas, Retrasar los procesos de maduración en frutas y eliminación de microorganismos alterativos y patógenos en cualquier tipo de alimento.

El tratamiento de los alimentos se hace en dos tipos de plantas:

- 1.- Plantas de isótopos radiactivos o plantas de radiación gamma
- 2.- Plantas de aceleradores de electrones (plantas de radiación beta).

La normativa para estos dos tipos de plantas esta perfectamente legislada, así como la forma y dosis de los tratamientos.

La irradiación comercial de alimentos se realiza en 32 países del mundo pero está autorizada en más de 40 y la OMS recomienda y desea que el método se generalice y opina que este método puede contribuir a mejorar la salud alimentaria a nivel mundial.

The use of ionizing radiation to conserve and sterilize food dates back to 1955, when the first tests were performed in USA as part of the "Atoms for peace" program. After much controversy, the most prestigious international organizations – OECD, Codex Alimentarius, FDA and EC – have not only authorized but also recommended its use.

It is a proven fact that food irradiation provides optimum results for inhibition treatment of tuber shoots, elimination of insects from fruits and seeds, delaying the maturing processes of fruit and elimination of alterative microorganisms and pathogens in any type of food.

Food is treated in two types of plants:

- 1.- Radioactive isotope plants or gamma radiation plants
- 2.- Electron accelerator plants (beta radiation plants).

These two types of plants are thoroughly legislated, as are the form and doses of the treatments.

Commercial food irradiation is done in 32 countries in the world but is authorized in more than 40, and the WHO recommends that the method be used on a widespread basis, as it believes that it can help to improve food-related health worldwide.

La radiación ionizante aplicada a los alimentos para su conservación y asepsia, es uno de los métodos de procesamiento de alimentos que se han estudiado de forma más extensa y estricta y, sin embargo, su uso sigue siendo polémico en muchos países, tal vez más por razones políticas que científicas. Esta tecnología nos ofrece una forma segura y versátil de obtener unos alimentos de buena calidad y libres de contaminación microbiológica, además de reducir las pérdidas posteriores a la cosecha en frutas y verduras.

No existe ningún otro proceso tecnológico en alimentos que se haya sometido a estudios tan exhaustivos, ni se haya cuestionado tanto su seguridad, y tras la evidencia de los ensayos realizados, los más prestigiosos organismos internacionales sobre la salud han ido autorizando su uso y reconociendo cada vez más esta tecnología como un método eficaz y seguro, no sólo para conservar los alimentos, sino también para evitar uno de los problemas que se han agudizado en nuestra sociedad de consumo, las intoxicaciones alimentarias y así



MAGDALENA GÁLVEZ MORROS

Es doctora en Veterinaria y Ciencias Químicas por la Universidad Complutense, premio extraordinario del doctorado por esta universidad.

Profesora titular jubilada de la Universidad Complutense de Madrid donde ha ejercido como profesora responsable en numerosos cursos de "Química General" y de "Química y Análisis de Alimentos" y ha participado en más de 90 cursos de expertos, títulos propios y máster organizados por la UCM, la UNED, el Foro de la Industria Nuclear, la Real Academia de Ciencias, el Colegio Libre de Eméritos, el Colegio oficial de Físicos y Conserjería de la Comunidad de Madrid.

Tiene, acreditados por la Comisión Nacional de Evaluación Científica 6 quinquenios de docencia y 4 sesenios de investigación.

Es académico numerario del Área de Ciencias básicas de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.

Es Medalla de Oro al Mérito Universitario en la Universidad Complutense.

Miembro honorario de la "Bulgarian Society for Parasitology" perteneciente a la Academia de Ciencias de Bulgaria.

Es presidenta de la Asociación de antiguos alumnos de la Universidad Complutense.

Es socio de la Sociedad Nuclear Española y miembro de la comisión WIN (*Woman in Nuclear*).

Es autora de más de 100 artículos científicos.

esta tecnología va paulatinamente ganando más y más adeptos en todo el mundo a pesar de la controversia que ha sufrido en los últimos años.

HISTORIA DE ESTA TECNOLOGÍA

En el mundo occidental, el primer uso comercial de la irradiación de alimentos tuvo lugar en Stuttgart (Alemania) en 1957, donde un comerciante de especias comenzó a irradiar sus productos a fin de asegurar su calidad higiénica. La instalación fue clausurada dos años más tarde al igual que otras plantas

de irradiación con Co-60 que habían comenzado a proliferar por aquel entonces. La razón de estas clausuras fue la alerta de la FDA (*Food and Drug Administration*) de Estados Unidos contra la irradiación de alimentos, que se publicó en 1958, basándose en unos estudios, que no han podido ser refrendados, y que pretendían demostrar que esta tecnología producía en los alimentos productos radiolíticos cancerígenos.

Pero no todos los científicos estaban de acuerdo con la FDA y, primeramente de forma aislada y posteriormente en reuniones internacionales, se fue llegando a la conclusión que esta tecnología ofrecía unas enormes ventajas y que no podía ser desechada por unos experimentos, que por otra parte carecían de rigor científico.

La primera reunión internacional para estudiar de nuevo este tema tuvo lugar en 1961 en la ciudad de Bruselas, convocada por la *Food and Agriculture Organization* (FAO) conjuntamente con la *World Health Organization* (WHO) y la *International Atomic Energy Association* (IAEA). En esta reunión, se decidió formar un comité de trabajo con los más prestigiosos expertos en el tema, para estudiar a fondo la inocuidad de la irradiación de los alimentos, nació así el *Joint Experts Committee on Food Irradiation* (JECFI).

En 1970 este comité, en colaboración con la OCDE, planeó un proyecto de evaluación de alimentos irradiados, con estudios que se prolongaron a lo largo de 10 años, al final de los cuales se pudo demostrar que en ningún alimento irradiado de los estudiados se habían encontrado residuos tóxicos o carcinogénicos. El JECFI se reúne en Ginebra, en octubre de 1980 dónde, basándose en la evaluación de los estudios científicos citados concluye que: "La irradiación de cualquier alimento con una dosis inferior a 10 kGy no presenta ningún peligro toxicológico y los estudios realizados son tan evidentes que no son necesarias mas pruebas".

Tres años más tarde el *Codex Alimentarius*, basándose en el consenso

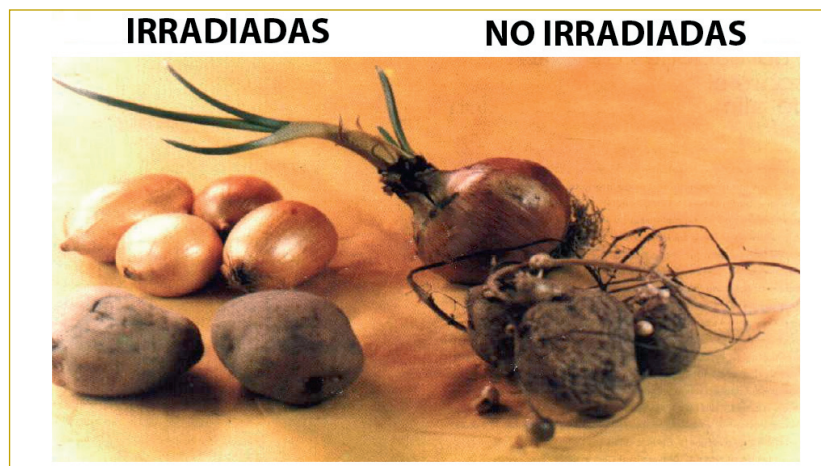


Figura 2. Estado de conservación de patatas y cebollas, tratadas por irradiación y no tratadas, después de tres meses de almacenamiento.

internacional y en las conclusiones de la JECFI publica unas normas generales recogidas en el "Codex Alimentarius 1984".

En 1986 la FDA se desdice por fin, de sus observaciones anteriores y legaliza en USA la irradiación de alimentos, principalmente frutas, vegetales, carne de cerdo para control de triquina y pollos y huevos para control de salmonelosis.

La CEE todavía busca nuevas pruebas con un comité internacional de expertos que estudia las conclusiones de la JECFI, y tras tres años de estudios, no sólo da el consenso a la irradiación de alimentos, sino que aconseja, en una directiva del 30 de noviembre de 1988 a las legislaciones nacionales de los estados miembros que "autoricen y no obstruyan la libre circulación de alimentos legalmente irradiados y correctamente etiquetados". En dicha normativa se propone el logotipo (figura 1) que deberán llevar los alimentos irradiados o bien se exige que el alimento lleve en el envase la indicación "tratado por irradiación" y se regula la concesión de plantas de irradiación, tipos de alimentos y dosis.

El 22 de febrero de 1999 el *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* publica la Directiva 1999/2/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre alimentos e ingredientes alimentarios tratados con radiaciones ionizantes y en su artículo 15 dice textualmente:

Los estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva de modo que "a más tardar el 20 de septiembre del 2000 se autorice la comercialización y el empleo de los productos alimenticios irradiados"

En la Directiva 1999/3/CE se establece una lista comunitaria de alimentos cuya irradiación debe ser autorizada por todos los países de la Unión Europea, colocando en primer lugar las especias, condimentos vegetales y hierbas aromáticas, sin perjuicio de que cada país añada los que considere convenientes.

En España esta directiva no se traspone hasta el 5 de abril de 2001 (RD 348/2001) pero se autoriza exclusivamente la irradiación de especias y hierbas medicinales.

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS

La conservación de alimentos por radiación, tiene la ventaja sobre otras técnicas, que al ser un método en frío, se ha llamado "esterilización en frío", cambia poco el aspecto del alimento. Otra ventaja es la profundidad de penetración de la radiación que permite que el alimento pueda tratarse empaquetado, con lo que se evita el riesgo de una contaminación posterior.

La radiación afecta preferentemente al ADN de las células vivas que existen en el alimento, por ejemplo los microorganismos vivos que puedan estar contaminándolo y las enzimas que aceleran la maduración y germinación.

La dosis letal necesaria para su destrucción, esta en función inversa de su radiosensibilidad y complejidad biológica, cuanto más complejo y evolucionado es un ser viviente, menor es la dosis necesaria para producir efectos letales. Para eliminar insectos bastan dosis menores de 1 kGy, los mohos necesitan alrededor de 1-2 kGy, los parásitos entre 2-5 kGy, las bacterias entre 3-9 kGy.

En dosis altas de 10-50 kGy la radiación podría destruir virus y toxinas muy peligrosas como el *Clostridium botulinum*, pero a estas dosis podrían



Figura 1. Logotipo propuesto para anunciar en un alimento que ha sido tratado por irradiación.



Figura 3. Estado de conservación de papayas no tratadas y sometidas a procesos de irradiación después de tres semanas de conservación.

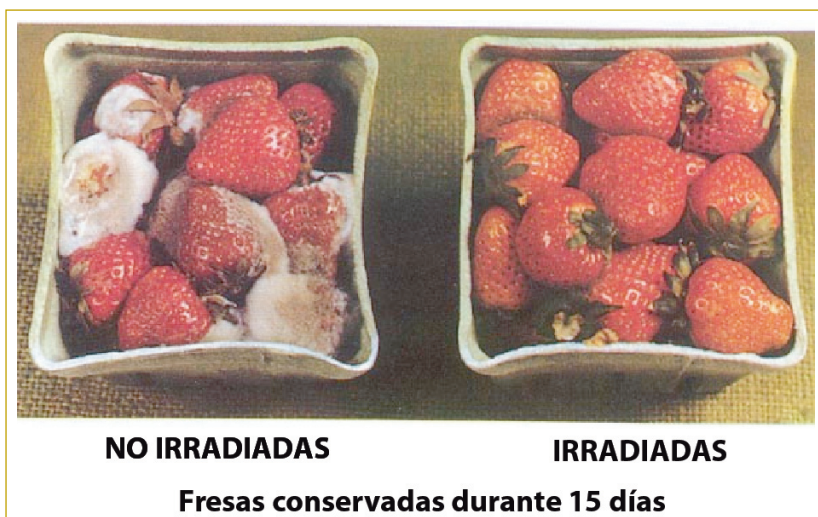


Figura 4.

cambiar mucho los sabores y olores de los alimentos, por tanto se utilizan estas dosis solo para esterilizar envases y descontaminar aditivos, la Comisión FAO/OMS no ha respaldado aún la aplicación directa de estas dosis a los alimentos.

Irradiación en dosis reducidas (hasta 1 kGy)

En estas dosis puede emplearse para:

a) Inhibición de brotes

El tratamiento de patatas y cebollas ajos etc con dosis de 0,05 kGy impide que aparezcan brotes en estos y otros tubérculos. Las patatas pueden conservarse perfectamente en periodos superiores a 6 meses, las cebollas 2-3 meses (figura 2) y los ajos 3-4 meses sin que aparezcan raíces. Tiene también gran importancia económica en el control de la germinación de cebada para la preparación de la malta para las cervecerías. Esta aplicación está contribuyendo, en los países en que se

emplea, a evitar la pérdida de enormes cantidades de alimentos básicos de la dieta y, además, está resultando altamente rentable a pesar del coste inicial de la planta de irradiación.

b) Desinsectación

En dosis relativamente bajas elimina completamente los insectos de cereales y harinas, pescados secos, etc., incluso los huevos que puedan estar depositados dentro del grano de cereales.

La desinsectación por irradiación puede contribuir significativamente a mejorar el comercio internacional en el caso de ciertas frutas tropicales y subtropicales. mangos, papayas, piñas, coco, cítricos etc., a los que los acuerdos de importación a países desarrollados exigen un control cuarentenario previo a la autorización de venta.

Durante la cuarentena las frutas y verduras se fumigan con sustancias químicas para eliminar los insectos provenientes del país de origen y retrasar la putrefacción. Se ha usado el óxido de etileno, pero se ha prohibido desde

el año 1991 por sospecha de propiedades cancerígenas, reemplazándose por el bromuro de metilo, pero este compuesto, como los fluorocarburos, pertenece al grupo de los que atacan la capa de ozono, cuyo uso está restringido desde el Protocolo de Montreal.

La FAO ha hecho a los gobiernos un llamamiento "para que consideren la irradiación como la alternativa óptima para evitar las pérdidas de los alimentos durante el almacenamiento cuarentenario".

c) Retrasar los procesos de maduración

La exposición a una dosis baja de radiación retrasa la maduración de algunas frutas y hortalizas aumentando así el tiempo de conservación. Se puede aumentar, por ejemplo, el período de perfecta conservación de los mangos unos diez días, de los plátanos dos semanas, de setas y espárragos quince días, etc. (figura 3).

El Sudeste asiático y Centroamérica han mostrado en los últimos años un interés creciente en aplicar esta tecnología que les permite exportar a países de alto poder adquisitivo sus frutas tropicales. Así, de esta forma, México ha podido exportar guayabas a EE UU después de 74 años de intentos, sin objeción por los consumidores que opinaron que esta fruta tratada por irradiación presenta mucho mejor calidad sensorial que cuando se trata por el tratamiento usual con vapor de agua a alta temperatura. En 2007, India pudo reanudar sus exportaciones de mango a Estados Unidos, interrumpidas durante 18 años por cuestiones fitosanitarias. Entre 2006 y 2007 se exportaron también 160 toneladas de mangos irradiados desde Australia a Nueva Zelanda.

Irradiación en dosis medias 1-10 kGy

En estas dosis puede emplearse para:

a) Prolongar el periodo de conservación por eliminación de microorganismos alterativos

Los microorganismos alterativos, como los mohos por ejemplo, deterioran el producto cambiando sabores y olores. En la figura 4 vemos la diferencia de conservación entre unas fresas tratadas y no tratadas por irradiación. El tiempo de conservación de muchas frutas y verduras por destrucción de estos mohos puede prolongarse por lo menos el doble de tiempo que las no irradiadas.

b) Eliminación de microorganismos patógenos

Las enfermedades transmitidas a través de la cadena alimentaria están au-

mentando actualmente con la producción masiva de alimentos en granjas avícolas, marinas, o fluviales utilizando piensos compuestos con alto grado de contaminación bacteriana; de ahí que la irradiación de piensos sea una de las áreas más prometedoras y que se este aplicando ya a nivel semindustrial. El creciente aumento del consumo de comidas preparadas y empaquetadas, el *catering* e industrias de distribución, etc., pueden ser otras causas.

Un examen de la relación coste-beneficio que produciría la irradiación de alimentos, realizado por el Ministerio de Agricultura de EE UU, llevó a la conclusión que sólo desde el punto de vista estatal los beneficios excederían los costos en una relación de 2,2 - 2,8 a 1. Sólo la irradiación de un 10% de la producción de pollos con una dosis de 3 kGy, (el pollo es uno de los alimentos catalogados como más directamente responsables de contener las *salmonella*), sería suficiente para reducir la salmonelosis en un 90%. En opinión de estos científicos, el problema de la salmonelosis sólo puede ser definitivamente solucionado con el uso de la irradiación. En Estados Unidos estos estudios dieron por consecuencia la autorización de la irradiación de pollos y huevos para control de salmonelosis.

También en Estados Unidos en 1997 la cadena Hudson Foods tuvo que retirar para destruir 14.000 toneladas de carne de vacuno contaminadas por *E. coli* después de numerosos casos aparecidos por intoxicación de hamburguesas. La FDA aprobó tras ese incidente la irradiación de carne y está considerando incluso la obligatoriedad de irradiar las hamburguesas, ya que la irradiación es el único método conocido que elimina la *E. coli* de la carne cruda. Alrededor de 5.000 supermercados de USA venden hamburguesas irradiadas y desde 2004 el Departamento de Agricultura (USDA) autorizó la provisión de este producto a comedores escolares.

El *Vibrio parahaemolyticus*, un bacilo gram negativo, es la principal causa de intoxicaciones por ingestión de alimentos de origen marino, fundamentalmente ostras y camarones. Sólo en Japón se detectaron por estas bacterias 9.128 casos en 1990 y también en USA se autorizó la irradiación de ostras después de una serie de muertes que hubo por el consumo de este marisco importado del Golfo de México.

La listeriosis es otra enfermedad cuya incidencia ha aumentado en los últimos años. Se atribuye su procedencia a leche y productos lácteos, hamburguesas, pollo y setas. Presenta grave riesgo para la salud, sobre todo en mujeres embarazadas por los daños que produce en el feto y en enfermos de SIDA. Los programas sanitarios actuales reducen pero no eliminan completamente el riesgo de listeriosis, mientras que la irradiación de alimentos con dosis de 3 kGy es muy efectiva.

c) Erradicación de bacterias en especias y tisanas

Las especias que se utilizan en la cocina de todos los países para añadir sabores, aromas o colores a los alimentos, pueden tener una gran carga microbiana y no pueden esterilizarse por el calor o la ebullición porque perderían sus sabores y aromas característicos. La práctica culinaria de añadirles al aceite caliente ha funcionado como un seguro inconsciente de salubridad, pero la adición de especias a los alimentos ya cocinados o crudos puede resultar peligrosa.

Antes se esterilizaban con óxido de etileno y ahora con bromuro de metilo, también cuestionado por su capacidad deplectora de ozono. La esterilización con vapor caliente en contracorriente, que también se emplea, tiene el inconveniente, de que si bien es efectiva momentáneamente, al quedar las especias humedecidas, las colonias residuales proliferan en un relativamente corto espacio de tiempo. No queda pues otra alternativa para asegurar una buena calidad higiénica de las especias, que la irradiación, que tiene además la ventaja de que, por ser un tratamiento frío y seco, no hace perder aromas o sabores.

d) Eliminación de parásitos

En el mundo entero las enfermedades producidas por parásitos de origen alimentario son cada vez más frecuentes y causan enormes pérdidas económicas.

T. Roberts en un extenso trabajo presentado para el OIEA, evalúa el costo de enfermedades de origen parasitario. La toxoplasmosis congénita es la que causa las mayores pérdidas unos 5.000 millones de dólares anuales, fundamentalmente debidas a la educación especial de los niños que, por haber contraído esta enfermedad la madre durante el embarazo, presentan secuelas de retraso mental ceguera o sordera.

No todos los casos de toxoplasmosis tienen origen alimentario, pero al menos un 50% se atribuyen al consumo de carne de cerdo, con lo que la irradiación de este tipo de alimento, se ha evaluado ahorraría 2.5000 millones de dólares por año. Tanto el protozoo *Toxoplasma gondii* que causa la toxoplasmosis como la *triquinella spirallis*, causante de la triquina y otros parásitos como las tenias de buey y cerdos quedan inactivadas por pequeñas radiaciones del orden de 0,1 a 2 kGy.

d) Control bacteriano de comidas preparadas

Por razones sanitarias en Estados Unidos se han irradiado las comidas preparadas para los astronautas y para personal militar en misiones especiales. Igualmente se está utilizando la irradiación en países como Bélgica, Holanda, Reino Unido para esterilización de la comida en pacientes especiales, donde cualquier infección alimentaria puede tener resultados más graves, y está especialmente recomendada para pacientes de alto

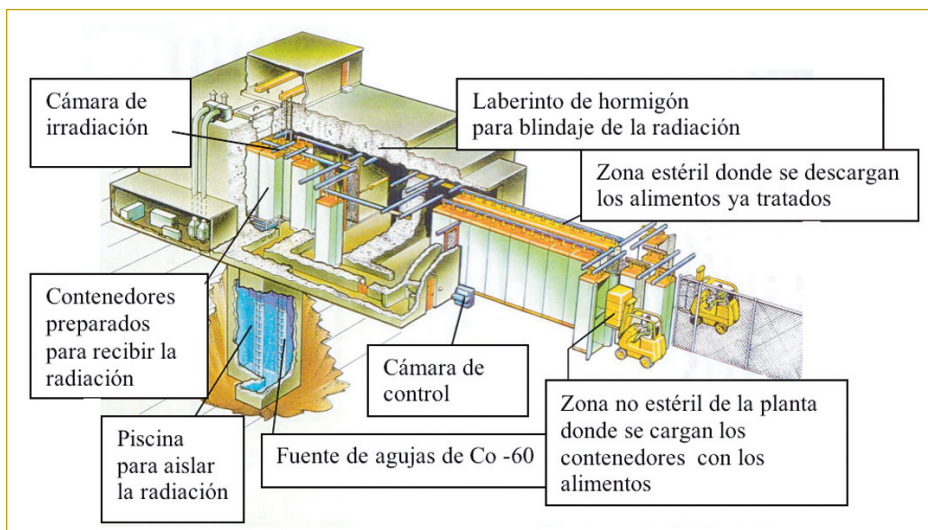


Figura 5. Irradiador gamma.

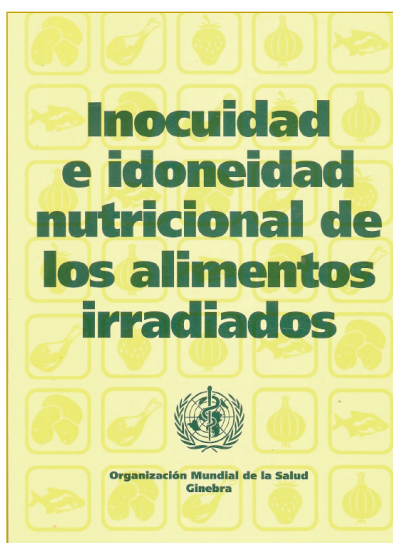


Figura 7. Portada de la edición española del libro editado por la OMS.

desde 1970 en Barcelona perteneciente a la Sociedad ARAGOGAMMA posee un irradiador de Co-60 y esteriliza fundamentalmente material quirúrgico.

La segunda se ha montado en 1998 en Tarancón y pertenece a la Sociedad IONISOS IBERICA I. Esta última posee un acelerador de electrones (rhodotrón) y esteriliza por tanto con radiación β . Está irradiando especias, hierbas medicinales y a falta de otras autorizaciones para irradiar alimentos esta esterilizando material quirúrgico, corchos, cables para instalaciones sanitarias.

SEGURIDAD Y SALUBRIDAD DE LOS ALIMENTOS IRRADIADOS

¿Son nocivos los cambios químicos que se producen en los alimentos irradiados?:

Esta es la pregunta que se hacen muchos consumidores para no aceptar esta técnica, y ha sido extensamente contestada por del JECFI en

sus conclusiones que dicen que :“En ningún alimento legalmente irradiado se ha podido probar la presencia de elementos cancerígenos o toxicológicos por cualquier otra causa”.

Otra duda generalizada es: ¿Como afecta la irradiación a las cualidades nutritivas de los alimentos?

A bajas dosis la pérdida de nutrientes es insignificante, a altas dosis pueden perderse algunas vitaminas como la A, B-1, E y K, pero hay otras como: la C, riboflavina y niacina que se conservan mucho mejor con la irradiación. que con la conservación por otras tecnologías,

En los últimos 50 años se han hecho miles de trabajos de investigación para contrastar la idoneidad de esta técnica, las conclusiones de muchos ellos se han recogido en un libro con el título “Inocuidad e idoneidad nutricional de los alimentos irradiados “ publicado en todos los idiomas comunitarios por la Organización Mundial de la Salud en Ginebra (1995), cuya portada en la edición en español reproducimos en la figura 7.

En este libro se dice textualmente : “Investigaciones individuales y revisiones a todos los niveles han llegado a la conclusión que la irradiación convencional de alimentos en bajas y medianas dosis produce alimentos de buena calidad nutricional y saludables en todos los aspectos. Tales alimentos son equivalentes a los procesados por otros métodos como secado, ahumado, enlatado y congelado. Las pérdidas en las vitaminas pueden reducirse al mínimo con técnicas apropiadas del proceso”.

En las conclusiones generales se lee: Los alimentos irradiados procesados de acuerdo con las normas establecidas pueden considerarse seguros y nutricionalmente adecuados ya que el proceso de irradiación:

- No induce cambios en los alimentos que desde un punto de vista toxicológico puedan producir efectos adversos en la salud humana.
- No induce cambios en la microflora

de los alimentos que puedan aumentar el riesgo microbiológico para el consumidor.

- No produce cambios en la pérdida de nutrientes que puedan tener un efecto significativo en el status nutricional de los individuos o poblaciones.
- Reducirá enormemente el riesgo de contaminación microbiológica para el consumo.
- La OMS recomienda y desea que el método se generalice para disponer de una herramienta que contribuya a la salud alimentaria a nivel mundial.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO Norma general del Codex para alimentos irradiados. Codex Alimentarius Vol XV
- M. Gálvez Morros. -“Aplicaciones de los isótopos radiactivos en la producción y conservación de alimentos”.-Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias. Vol.VIII,91-216. (2000)
- Gálvez Morros y otros- “Estudio de la aceptabilidad social del consumo de alimentos conservados por técnicas de irradiación, mediante encuesta en la Comunidad de Madrid”. Publicado en Actas del “II Congreso Internacional de Química de la Anque. Ciencia y Tecnología De Los Alimentos”- Volumen III, pgs.409-421. Burgos(1992).
- OMS -Inocuidad e idoneidad nutricional de las alimentos irradiados- Ginebra-1995. ISBN 92 4 356162 6.
- Wikipedia- Irradiación de alimentos 2010- agosto 2. ■



Nuclear España

LA REVISTA DE LOS PROFESIONALES DEL SECTOR NUCLEAR

