

JUEVES NUCLEARES

M. MAGDALENA GÁLVEZ MORROS

Es licenciada en Ciencias Químicas y Veterinaria. Doctora con la calificación sobresaliente "cum laude".

Premio Extraordinario de Doctorado 1971 por Universidad Complutense de Madrid.

Profesora Titular de Química Analítica de la UCM con docencia en las Facultades de Ciencias Químicas y Veterinaria de esta Universidad.

Ha trabajado en centros de investigación nacionales y extranjeros, entre ellos el Instituto para la Investigación de Alimentos en el Reino Unido y en la Academia de Ciencias de Bulgaria.

Académico del Área de Ciencias Básicas de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.

Autora de trabajos de investigación y de diversas ponencias y comunicaciones presentadas en Congresos Nacionales e Internacionales.

Becada por la Comisión de las Comunidades Europeas para visitas de colaboración docente a varias universidades europeas.

Profesora de "Química de los alimentos" en diversos cursos sobre tecnología de los alimentos.

¿SE HACE NECESARIA LA IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS?

La explosión demográfica ocurrida en el último siglo hace que una de las mayores prioridades de nuestro mundo actual sea la producción de alimentos sanos para toda la población. A pesar de todos esfuerzos y adelantos realizados, existen en el mundo 840 millones de personas infra-alimentadas y la Tecnología tendrá que proveer un suplemento mayor de alimentos para alimentar a una población que presumiblemente seguirá creciendo exponencialmente. Pero no basta con producir más alimentos, tenemos que saber conservarlos, y en nuestro planeta se pierde casi la mitad de los alimentos producidos.

Según la FAO, se pierde el 50% de los alimentos perecederos, como pueden ser la leche, carne, pescado, y el 25% de los no perecederos, como harina, azúcar, etc., y, lo que es peor, según la Organización Mundial de la Salud, se consume gran cantidad en mal estado, produciendo toxiinfecciones de origen alimentario.

No se conoce con exactitud cómo ha evolucionado históricamente la "presión epidemiológica" a que está sometido el hombre por causa de las enfermedades transmitidas a través de la cadena alimentaria, pero hay indicios para pensar que, aunque mejoran los controles sanitarios, dicha presión va en aumento con la producción masiva de alimentos en granjas avícolas, marinas, o fluviales que tienen que pasar por todos los eslabones de la cadena, que son lugares potenciales de conta-

minación microbiana, hasta llegar al consumidor final. El creciente aumento del consumo de comidas preparadas y empaquetadas, el catering, la restauración colectiva, etc. pueden ser otras causas.

Las enfermedades de transmisión alimentaria asociadas a la presencia de patógenos microbianos en alimentos y bebidas representa una grave amenaza para la salud de millones de personas y suponen una carga considerable para los sistemas sanitarios.

El riesgo asociado a la contaminación microbiana es 1.000 veces mayor que el derivado de los contaminantes ambientales y 100.000 veces mayor que el derivado de pesticidas y plaguicidas empleados en la agricultura.

Si recordamos algunos casos recientes de intoxicaciones de origen alimentario, producidas por bacterias, que han tenido particular repercusión en los medios, podríamos citar:

Sólo en el último año, debidos a la *Escherichia coli* O 157: H7, han tenido especial repercusión en los medios los ocurridos en:

Barcelona -Septiembre 2000- Intoxicación por salchichas contaminadas con la bacteria distribuidas en varios colegios por una empresa catalana, que ha sido clausurada precisamente por este hecho el pasado 25 de octubre.

Walkerton (Canadá) -Mayo 2000- Intoxicaciones por esta misma cepa de la *E. Coli*, que produjeron la muerte de

cinco personas y muchas otras hospitalizadas.

Japón - Intoxicación por leche envasada que afectó a varios miles de personas debido a la *Listeria monocytogenes*.

Francia - Brote de listeriosis ocurrido a principios de 2000. Fue el causante de la retirada en España por el Ministerio de Sanidad y Consumo español de todos los productos las marcas francesas de charcutería afectadas.

En años anteriores han ocurrido también multitud de casos. De particular repercusión fue la intoxicación de muchas personas por el consumo de hamburguesas contaminadas en julio de 1997 en Estados Unidos, tras las cuales una importante cadena americana tuvo que retirar para ser destruidas 14.000 toneladas de carne, presumiblemente contaminada por la *E. coli*. A partir de este incidente la FDA autoriza la irradiación de la carne cruda de vacuno, cerdo y cordero por considerar que éste es el único medio para eliminar la *E. coli*. de la carne cruda. Anteriormente estaba ya autorizada para el pollo, frutas y verduras.

La salmonelosis es otra enfermedad de origen alimentario que ha aumentado su incidencia en los últimos años. En un Congreso celebrado en 1993 en Aix-En-Provence (Francia), se presentaron estadísticas impresionantes. T. Roberts, del Departamento de Agricultura Americano, presentó los casos hospitalizados por intoxicaciones alimentarias

en el año 1991 en Estados Unidos, que ascendían aproximadamente a 6 millones de casos hospitalizados, 7.041 produjeron la muerte del paciente y, sin estimar los daños afectivos, produjeron pérdidas por valor de 5.765 millones de dólares. Sólo por Salmonella se reportaban 1.920.000 casos hospitalizados, que produjeron 1.920 muertes y un costo de 1.613 millones de \$ U.S.A.

El centro de investigación para control de enfermedades alimentarias y riesgos microbiológicos F. G. Banting de Ontario, Canadá, estima, según su director E.C.D. Tood., que estos datos se han seguido repitiendo en los últimos años y pueden ascender hasta 33 millones de casos por año, con unos costes anuales de 10.000 millones de \$ U.S.A. si se tienen en cuenta todos los que no pueden controlarse oficialmente por haber requerido sólo atención domiciliaria.

Tomando datos de los boletines epidemiológicos que controlan las enfermedades de declaración obligatoria en nuestro país, citaremos, por ejemplo, los de la región catalana en el período 1995-1999. Si hacemos un estudio de todos los brotes epidémicos recogidos por el Ministerio de Sanidad en esta autonomía, las TIA (Toxiinfecciones alimentarias) son las causantes del 55% de los brotes ocurridos en 1995, del 61% de los brotes ocurridos en 1997, del 72% de los brotes ocurridos en 1998 y del 77% de los brotes ocurridos en 1999. Datos similares aparecen en los boletines epidemiológicos del Centro Nacional de Epidemiología del Instituto de Salud Carlos III, que controla desde 1994 diez autonomías, aunque algunas como Baleares y Madrid sólo participan en la red con un hospital.

Además de las toxiinfecciones producidas por bacterias, siguen apareciendo casos de parasitosis, el *Toxoplasma gondii* sigue apareciendo y produciendo infecciones. Sólo en Estados Unidos se estiman unas pérdidas de unos 5.000 millones de dólares anuales fundamentalmente debidas a la educación especial de niños nacidos con estas secuelas, por haber contraído esta enfermedad sus madres durante la gestación.

Todos estos hechos demuestran que los microorganismos patógenos causantes de estas enfermedades constituyen un problema de gravedad, no sólo en los países en desarrollo sino también en los más desarrollados. *La conservación y protección de los alimentos contra las pérdidas resultantes por ellos u otros agentes que aceleran su descomposición es uno de los retos actuales de la humanidad.*

CALIDAD Y SEGURIDAD DE LA IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS

Los procesos técnicos clásicos para la conservación de alimentos como el secado, la congelación, y pasteurización por el calor, etc. parecen ser insuficientes, y la esterilización cambia en muchos casos las propiedades organolépticas, de ahí la necesidad de una nueva tecnología. En el mundo está abriéndose camino, cada vez con más penetración comercial, la ionización o irradiación de alimentos (con dosis de 1 a 7 KGy en los alimentos se eliminaría la contaminación por estos microorganismos).

En los últimos 50 años se han hecho miles de trabajos de investigación para contrastar la idoneidad de esta técnica. Las conclusiones de muchos de 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.

En este libro se dice textualmente: "Investigaciones individuales y revisiones a todos los niveles han llegado a la conclusión de 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".

Sin embargo, los consumidores siguen siendo reacios a esta tecnología y se plantean tres dudas fundamentales a las que vamos a contestar con conclusiones refrendadas por la OMS.

¿Puede aumentarse la radiactividad natural de los alimentos con la irradiación legal?

Para inducir radiactividad se necesita una dosis de energía mucho mayor que los 10 KGy autorizados, que fuera capaz no sólo de arrancar electrones corticales, sino también de penetrar en lo más profundo de los átomos y arrancar o introducir partículas en los núcleos. Con esa dosis se producirá únicamente una ionización de los alimentos (en Francia se venden con el nombre de alimentos ionizados).

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

Los cambios químicos producidos en los alimentos son fundamentalmen-

te la producción de iones y ruptura de las moléculas de agua y de algunos compuestos, pero, según conclusiones del JECFI, "en ningún alimento legalmente irradiado se ha podido probar la presencia de elementos cancerígenos o toxicológicos por cualquier otra causa".

En algunos alimentos como por ejemplo carnes rojas, leche, etc. esta tecnología puede producir alteraciones organolépticas, por lo que no se recomienda para estos alimentos.

Y, por último, otra duda generalizada es: *¿Cómo 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 con otras tecnologías. Las pérdidas vitamínicas pueden reducirse al mínimo irradiando los alimentos envasados al vacío, congelados, o en atmósfera de nitrógeno.

En 39 países, las autoridades de salud y seguridad han aprobado colectivamente la irradiación de más de 40 alimentos diferentes, tanto de origen animal como vegetal. Veintiséis de estos países, entre los que se encuentran Francia, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Estados Unidos, Rusia, Japón, Argentina, Brasil, México, Sudáfrica, etc., están aplicando actualmente el proceso a escala industrial y otros ocho están en vías de ponerlo también en explotación.

La UE, en una directiva de 30 de noviembre de 1988, aconsejó 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 que deberán llevar los alimentos irradiados 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 de 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 CE, 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 normativa no se ha traspuesto hasta el 5 de abril de 2001 en el RD 348/2001, pero todavía no se irradian alimentos.

En la CE se irradia y vende algún tipo de alimentos así tratados en todos los países miembros, excepto España y Austria; Alemania y Suecia tampoco irradian alimentos, pero aprobaron ya en 1998 la importación y venta de especias irradiadas.

En España no se irradia ningún tipo de alimentos, pero existen dos plantas de irradiación capacitadas para hacerlo. La primera, en operación desde 1970 en Barcelona, perteneciente a la Sociedad ARAGOGAMMA, posee un irradiador de Co-60 y trata fundamentalmente material quirúrgico. La segunda se ha montado en 1998 en Tarancón y pertenece a la Sociedad ION-MED ESTERILIZACIÓN. Esta última posee un moderno acelerador de electrones (rodotrón) y esteriliza por tanto con radiación β . Está irradiando ya material quirúrgico y validando el proceso para tratar corchos, cables para instalaciones sanitarias, especias, etc. La planta está perfectamente capacitada para tratar alimentos cuando se consigan los oportunos permisos.

Aplicaciones prácticas en los alimentos

La conservación de alimentos por irradiación tiene la ventaja sobre otras técnicas que, al ser un método en frío - se le 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 dosis letal necesaria para la destrucción de microorganismos está en función inversa de su radio de sensibilidad 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.

La tabla nº 1 recoge las aplicaciones fundamentales de esta técnica, los tipos de alimentos a los que se aplica y dosis permitidas. En dosis altas de 10- 50 KGy la radiación podría destruir virus, pero a estas dosis podrían cambiar mucho los sabores y olores de los alimentos, por tanto, se utiliza sólo para esterilizar envases y descontaminar aditivos. La Comisión FAO/OMS no ha respaldado aún la aplicación directa de estas dosis a los alimentos.

La irradiación es particularmente útil para la descontaminación microbiana de especias ya que, a diferencia de los otros tratamientos empleados como el EtO o el PO, permite el tratamiento en envases herméticos y no expone las especias a fluctuaciones medioambientales o de humedad que pueden producir una recontaminación posterior. En muchos casos solamente las especias irradiadas pueden cumplir las especificaciones en cuanto a contaminación microbiana de los fabricantes de alimentos que siguen las normas HACCP o ISO.

TECNOLOGÍA DE LA IONIZACIÓN DE ALIMENTOS

La ionización o irradiación de alimentos consiste simplemente en la exposición de los alimentos a una fuente de radiaciones, exactamente controlada, durante el tiempo requerido para aplicación. Se la conoce también como esterilización en frío porque no produce aumento de temperatura.

No todos los tipos de radiación ionizante son apropiados para la irradiación de alimentos. Es necesario además que la radiación penetre en el alimento lo suficiente para llevar su acción al punto deseado.

Las fuentes de radiaciones ionizantes autorizadas para tratar alimentos son:

- Rayos gama procedentes de los radionucleidos Co-60 ó Cs-137.
- Rayos X con energía no superior a 5 Mev.
- Electrones acelerados con energía no superior a 10 Mev.

De acuerdo con el tipo de radiación utilizado, se están empleando fundamentalmente dos tipos de plantas:

- Plantas de isótopos radiactivos o plantas de radiación *gamma*.

Plantas de aceleradores de electrones o plantas de radiación *beta*.

Los alimentos se colocan sobre una cinta transportadora, sin necesidad de ninguna preparación previa, y así son transportados a la cámara de irradiación, que estará perfectamente controlada y aislada según la legislación vigente y donde recibirán una dosis de 10 KGy como máximo. Una vez tratados, la misma cinta los transportará fuera de la cámara y, tras la pertinente toma y análisis de muestras que garantice que han recibido la dosis adecuada, estarán listos para el consumo.

Plantas de Irradiación *gamma*

Son las que utilizan los isótopos emisores como fuente de irradiación. A raíz de la última Guerra Mundial se aprovechó el Cs-137 de las varillas gastadas de los reactores nucleares, pero ha dejado de usarse, siendo casi completamente sustituido por el Co-60.

Un ejemplo de estas plantas puede verse en la tabla 1.

Existen varios modelos de plantas, que pueden adaptarse al tipo de alimento que quiera irradiarse y a la dosis. Las más económicas son los irradiadores a granel que se utilizan para cereales, patatas, cebollas y productos en polvo; los alimentos se introducen por una tolva por la parte superior y van cayendo a través de la fuente radiactiva, recogiendo los tratados cuando caen por la parte inferior. Otro tipo es el irradiador de cajas sobre cinta transportadora, que se emplea mucho para frutas sin envasar. Existen en el mundo 170 irradiadores para usos comerciales y muchos de ellos llevan en funcionamiento más de 20 años.

Plantas de Aceleradores de Electrones o de irradiación β

Para producir radiaciones también se emplean electrones acelerados y rayos X en otro tipo de plantas. Los electrones acelerados se han aplicado a escala industrial desde 1950 y han ido mejorando desde entonces.

El más moderno acelerador de electrones patentado por IBA es el RODO-TRON, una cavidad hecha de planchas de acero enrolladas, rodeadas por una cámara externa por la que circula agua para refrigeración. Adosados a la cavidad central hay un conjunto de imanes que producen una aceleración radial de los electrones.

Existen otros tipos de aceleradores lineales de electrones donde los electrones son acelerados por un campo eléctrico creado por ondas de hiperfrecuencias; la energía que puede comunicarse a los electrones va desde 300

TABLA -1

PROPÓSITO	DOSIS KGy	PRODUCTOS
1- En dosis reducidas hasta 1 KGy		
a) Para inhibir la germinación	0,05-0,01	Patatas, cebollas, ajos
b) Eliminar insectos y parásitos	0,15-0,5	Cereales, harinas
c) Retrasar los procesos de maduración	0,5-1,0	Frutas y verduras
2- En dosis medias de 1-10 KGy		
Eliminar microorganismos alterativos Prolongar el tiempo de conservación	1,5-3,0	Fresas, setas, pan de molde
Eliminar microorganismos patógenos Salmonella Listeria Vivrio Toxoplasma	2-7,0 2.0-3.0	Espicias, tisanas Carnes, huevos Aves, leche, lácteos Pescados y mariscos Carnes crudas y verduras
Mejorar las propiedades tecnológicas	2.0-7.0	Reducir el tiempo de cocinado, etc.

keV hasta valores superiores a 10 MeV, pero ésta es la máxima energía permitida para los alimentos. Al final del tubo de aceleración de electrones se encuentra el "scanning", dispositivo que se encarga de expandir el haz de electrones y dirigirlo al alimento. Se pueden tratar 10 m³ por hora de productos. Se utilizan también para esterilizar material quirúrgico y otras aplicaciones.

Estas dos últimas técnicas tienen la ventaja de que, al no estar asociadas con los radioisótopos, no necesitan de piscinas de almacenamiento de la fuente, ya que basta con cortar la corriente para que cese la radiación. Por último, por no estar asociadas con la energía nuclear, pueden contribuir a que esta técnica sea más fácilmente aceptada por los consumidores.

El control y la medida de la dosis de radiación absorbida por un alimento son importantes para asegurar la calidad de éste y el cumplimiento de las regulaciones legislativas. Al industrial que irradia los alimentos se le exige que disponga de controles que aseguran que los alimentos no han recibido más radiación que la autorizada.

Existen muchos tipos de dosímetros para medir la radiación absorbida o lo que se llama el valor G o medida del número de iones producidos (+G) o destruidos (-G) por cada 100 ev de energía absorbida.

ACEPTABILIDAD DE LA IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS

No es ésta la única tecnología alimentaria que ha tenido fuerte oposi-

ción en sus comienzos. Por ejemplo, la esterilización y uperización de leche, hoy aceptada por todos, fue en un principio cuestionada; sin embargo, ningún tratamiento como la irradiación ha traído tanto debate político, tanta atención y protestas.

Ciertos grupos sociopolíticos han desarrollado acciones como: Instancias a los gobiernos para que se opongan al proceso, amenazas de boicoteos a compañías y detallistas que tengan previsto usar o invertir en alimentos irradiados, han repartido entre los consumidores octavillas con información inexacta y tendenciosa sobre el tema, etc., y, como resultado, algunos gobiernos han decidido no permitir la irradiación, o simplemente no dan ninguna facilidad para su desarrollo.

La OMS está preocupada por el rechazo del proceso, basado esencialmente en influencias emocionales o ideológicas, y ha declarado que "se requiere una campaña de difusión de la información para que los alimentos irradiados puedan llegar a ser aceptados".

El Grupo Consultivo Internacional de Irradiación de Alimentos (I.C.G.F.I.) desarrolló en 1986 un plan de acción para ser aplicado a países con variadas filosofías concernientes a la irradiación de alimentos, también ha creado material de información para los consumidores (folletos, programas de vídeo, etc.), demostrando que, a pleno rendimiento, la relación coste/beneficio es muy positiva.

Nuestro interés por este tema nos ha hecho emprender, conjuntamente con alumnos del Master en Consumo de la

UCM, un estudio de la posible aceptabilidad por los consumidores españoles de los alimentos irradiados. Este trabajo, firmado por M. Gálvez y colaboradores, se ha presentado en el "Segundo Congreso Internacional de Alimentos de la ANQUE", Burgos 1992. En este trabajo se hizo una encuesta a cuatrocientos consumidores de la provincia de Madrid en la que se les preguntaba entre otras preguntas relacionadas con el tema: ¿Consumiría usted alimentos legalmente irradiados? Se evaluaba asimismo la posición social, edad, sexo, etc., para hacer una comparación de los resultados.

Los resultados fueron los siguientes: Del total de los entrevistados, sólo el 28% contestó que sí consumiría alimentos legalmente irradiados. A todas estas personas se las reunía después, se les repartía información, se les daba una conferencia explicando esta técnica, se hacía con ellos un coloquio, y después se volvía a repetir la encuesta para evaluar el impacto de la información en la actitud hacia el consumo de alimentos irradiados. Después de las conferencias informativas, el porcentaje de los consumidores que antes de la información decía que sí consumiría alimentos irradiados se ampliaba del 28% al 60%, el porcentaje de los que dudaban se rebajaba al 10 % y sólo un 30 % seguía contestando negativamente.

Los resultados demostraron que los consumidores españoles, a pesar de su primera actitud de rechazo a los alimentos irradiados, fundamentalmente por desinformación del tema, muestran, después de haber sido adecuadamente informados, una actitud positiva respecto al consumo de los mismos, que podría llegar a cotas de aceptación similares a las registradas en otros países.

Una vez más se demuestra que los españoles no somos diferentes; con un buen programa informativo, ayuda gubernamental y de los medios de difusión, apoyados por especialistas del tema, creemos que también en España prosperaría este tratamiento. Después de todo, si reflexionamos un poco, nos damos cuenta de que casi todas las innovaciones de la ciencia y de la técnica han tenido que luchar contra la oposición inicial para ser aceptadas. Si la irradiación de los alimentos supone un progreso seguirá adelante a pesar de las oposiciones, porque la humanidad, como un milagro que se repite cada día, seguirá progresando, incluso... contra sí misma.