

Conservación de alimentos por irradiación

por J. Van Kooij*

Uno de los derechos humanos fundamentales es el de alimentación regular y constante. Sin embargo, en el mundo actual una persona de cada ocho sufre de desnutrición crónica. Es probable que este problema se agrave, pues se espera que la población mundial doble en los próximos 30 o 40 años.

Como más de una cuarta parte de los alimentos que recolectamos se malogran, pues se despilfarran o se estropean de diversas formas, la conservación de alimentos no es menos importante que su producción. Es una política más sensata conservar lo ya producido que producir más para compensar las pérdidas que van a sobrevenir. Aparte de la prevención de pérdidas, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo aumenta la demanda de alimentos sanos y de largo período de conservación. Existen por tanto razones poderosas para utilizar las radiaciones con el fin de conservar los alimentos y los productos agrícolas, contribuyendo así a paliar la escasez mundial de comestibles y a producir alimentos sanos.

La crisis energética mundial que ha surgido obliga a examinar la eficacia de los métodos tradicionales de conservación de alimentos desde el punto de vista del consumo de energía. Además, algunas de las tecnologías tradicionales — por ejemplo el curado, la conservación por medios químicos y la fumigación — suscitan ahora dudas en cuanto a su seguridad biológica, su economía y el posible detrimento de la calidad de los productos tratados de esa manera.

Los 25 años que se lleva trabajando en el desarrollo de la conservación de alimentos por irradiación han demostrado que esta tecnología puede reducir las pérdidas posteriores a la recolección y producir alimentos sanos. Economizar energía, en comparación con los métodos convencionales de conservación de alimentos, para lograr un período similar de consumibilidad; asimismo, la irradiación de alimentos puede reemplazar o reducir radicalmente el uso de aditivos y fumigantes que presentan riesgos tanto para los consumidores como para los trabajadores de las fábricas donde se preparan los alimentos.

La viabilidad tecnológica de las aplicaciones más importantes de la irradiación de alimentos ha quedado bien demostrada. Sin embargo, la aceptación general de tal proceso por los órganos reglamentadores de los gobiernos nacionales y por los consumidores exige mucha atención. Además, la introducción de nuevas tecnologías es difícil en numerosos países a causa de su pobreza. Muchos países en desarrollo a menudo tropiezan con la limitación de conocimientos técnicos y una infraestructura inadecuada, en sus intentos de adoptar eficazmente la irradiación de alimentos.

El proceso de irradiación de alimentos consiste en exponer éstos a una dosis prescrita de radiación ionizante.

Las fuentes de radiación utilizadas para ello son las siguientes:

- Rayos gamma de los nucleidos ^{60}Co o ^{137}Cs ;
- Rayos X generados por máquinas que funcionan a un nivel de energía de 5 MeV o inferior;
- Haces electrónicos generados por máquinas que funcionan a un nivel de energía de 10 MeV o inferior.

La manera de medir la dosis de radiación absorbida varía según la fuente de radiación, y existen varias técnicas de dosimetría [1].

Dosis necesarias para un tratamiento eficaz [2]

	kGy*
Inhibición del brote de patatas y cebollas	0,03–0,1
Esterilización de insectos y parásitos	0,03–0,2
Destrucción de insectos y parásitos	0,05–5
Reducción por un factor de 10^6 del número de bacterias, mohos y hongos vegetativos	1–10
Reducción por un factor de 10^6 del número de bacterias, hongos y esporas, vegetativos, secos o congelados	2–20
Reducción por un factor de 10^6 del número de virus	10–40
Esterilización del alimento	20–45

* 1 kGy (Gray) = 100 000 rad (= 1 Julio/kg).

Como no calienta el artículo tratado, la radiación conserva la frescura del mismo (pescado, frutas, verduras) y su estado físico (comestibles congelados o secos). Se eliminan del alimento envasado los agentes causantes de deterioros (bacterias, insectos, etc) y, siempre que los materiales de envase sean impermeables a las bacterias e insectos, no hay recontaminación. La irradiación de alimentos envasados tiene importancia particular cuando es difícil mantener un nivel adecuado de higiene en los lugares donde se manipulan o tratan los alimentos, por ejemplo en las zonas tropicales.

Gracias a su capacidad para impedir los brotes en tubérculos y raíces comestibles, impedir la reproducción de los insectos y parásitos, inactivar las bacterias, esporas y mohos (que estropean los alimentos), retrasar la maduración de frutas y mejorar las propiedades técnicas de los alimentos, la irradiación puede reducir las pérdidas tras la recolección y producir alimentos sanos de largo período de consumibilidad. Se ha acopiado ya una gran cantidad de datos sobre la tecnología y la microbiología de los alimentos irradiados. Los lectores encontrarán excelentes artículos panorámicos [3, 4, 5, 6]. El presente artículo trata de ciertos aspectos notables de la irradiación de alimentos.

Mejoramiento de la higiene de los alimentos: Los beneficios derivados de la irradiación de alimentos, desde

* El Sr. Van Kooij es Jefe de la Sección de Conservación de Alimentos de la División Mixta FAO/OIEA.

el punto de vista higiénico pueden ser tan importantes como las ventajas económicas, o incluso más. Ello se debe a que con dosis de hasta 5 kGy, aproximadamente, se pueden destruir los microorganismos patógenos no formadores de esporas (por ejemplo *Salmonella*, *Vibrio parahemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, etc.) que son las causas principales de las enfermedades más importantes transmitidas por alimentos. Se puede reducir por irradiación la contaminación microbiana (por ejemplo, las esporas resistentes al calor) de especias y aderezos mixtos. Estas esporas resistentes al calor causan problemas en el envasado de productos cárnicos, porque su presencia en las especias insuficientemente descontaminadas obliga a aplicar a la carne un tratamiento térmico que hace al producto final menos aceptable desde el punto de vista organoléptico.

Descontaminación de los alimentos: Muy a menudo se practica la fumigación con óxido de etileno u óxido de propileno para esterilizar o reducir la contaminación microbiana de las especias. Pero la eficacia de la fumigación depende del contenido de humedad de las especias que, para que la operación sea satisfactoria, debe ser por lo menos del 10%. La fumigación no elimina los mohos. Además origina riesgos para la salud de los trabajadores de la fábrica de elaboración, y, por la formación de clorhidrinas (DL_{50} igual a 0,07 g/kg de peso corporal del animal de ensayo), un posible efecto tóxico directo. La radiación es un tratamiento relativamente simple que se puede aplicar sin reenvasar el producto. La fumigación, por otra parte, requiere varias etapas: rehidratación del producto con vapor, durante 24 horas de preferencia; exposición al fumigante durante unas 16 horas; extracción del vapor residual del fumigante sometiendo frecuentemente el producto a ventilación forzada (peligro de recontaminación); secado y, por último, una nueva molienda, pues los productos en polvo se habrán agrumado. El coste de este proceso de fumigación en varias etapas parece ser el doble del de irradiación.

Los tratamientos de cuarentena tienen amplia aplicación para las frutas y productos vegetales destinados al comercio internacional o nacional. Hasta que se logre erradicar las plagas de las regiones infestadas, los productos procedentes de esas zonas se deben tratar por métodos aprobados antes de que se puedan exportar a las regiones no contaminadas. Estos tratamientos deben ser seguros desde el punto de vista biológico, no disminuir la calidad comercial al producto y ser económicos. Hoy en día los tratamientos de cuarentena aprobados para los agrios, la papaya y otras frutas y verduras consisten en la fumigación con agentes orgánicos bromados, la seguridad biológica de los cuales se pone actualmente en duda.

Virtualmente se pueden irradiar todos los frutos objeto de comercio internacional con dosis capaces de controlar las plagas más importantes, tales como la mosca de la fruta. La irradiación exigiría un período de tratamiento relativamente corto. Como no hay residuos de fumigante, no se necesita ventilación imprescindible en el caso de fumigación — y ello reduce incluso en un día el intervalo entre la recolección y la expedición. El tratamiento de los productos

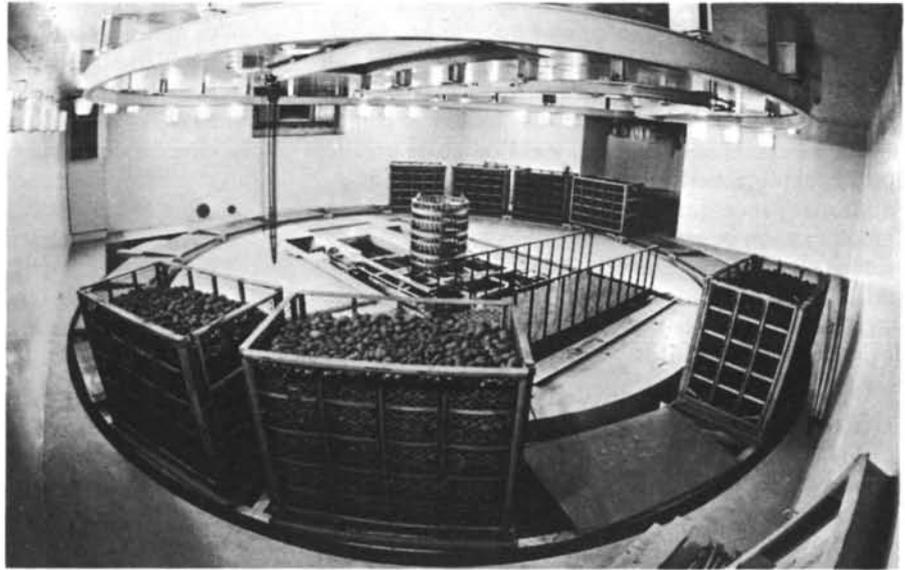
ya envasados reduce las posibilidades de reinfección, lo que ofrece mayor garantía de fiabilidad del tratamiento de cuarentena. Teniendo en cuenta igualmente la forma en que la radiación prolonga el período de consumibilidad (demorando la maduración) se ganan dos a cinco días en el tiempo de comercialización.

La irradiación también puede utilizarse como tratamiento de cuarentena en el caso del gusanillo de la semilla de mango. En Sudáfrica se ha llevado a cabo un extenso programa de investigaciones sobre esta cuestión. El tratamiento consiste en una inmersión en agua caliente para inhibir los mohos y en una irradiación con dosis de 0,75 kGy como medida de cuarentena y para prolongar el período de consumibilidad.

Irradiación de pescado seco y curado: Un método habitual de conservar el pescado en los países tropicales consiste en secarlo al sol. Durante el secado se producen infestaciones causadas por varias especies de moscas, lo cual origina graves pérdidas durante el almacenamiento y comercialización. Tan solo tres días después del curado, se pueden encontrar larvas en el pescado seco. Antes de que se convirtiera el problema de los residuos químicos se recurría a la aplicación directa de insecticidas al pescado, bien durante el secado o bien durante el almacenamiento, como único método de desinfestación contra las moscas. Aparte de la infestación por insectos, los mohos, las bacterias, la rancidez y la decoloración son las principales causas de estropeo y detrimento de la calidad del pescado seco.

Las pérdidas durante el almacenamiento y la distribución de los productos secos no protegidos pueden llegar hasta el 50 o 70% en muchas partes del mundo. La radiación gamma ha demostrado ser un método eficaz para la desinsectación del pescado seco y ahumado. Se requiere una dosis de unos 2 kGy para destruir el 99% de las larvas, aunque una dosis de tan solo 0,2 kGy las reduce a la inactividad e impide la transformación de las larvas de todas las especies en moscas adultas. En ciertos casos la aplicación combinada de agentes conservantes irreprochables desde el punto de vista toxicológico (tales como un sorbato) y de las radiaciones puede ampliar considerablemente el período de consumibilidad de ciertos productos, permitiendo con ello una distribución más amplia. Tal es el caso del pescado curado, popular en los países del Sudeste de Asia y del Pacífico.

Alimentos de consumibilidad estable: En los Estados Unidos, los Natic Laboratories han elaborado productos cárnicos, avícolas y pesqueros de alta calidad mediante una combinación de aditivos corrientes, un tratamiento térmico moderado e irradiación en estado de congelación. Una vez irradiados con dosis esterilizantes, estos productos se pueden almacenar sin refrigeración durante años. Una aplicación particularmente prometedora es la radioesterilización de la panceta, con lo que se puede obtener un producto de comestibilidad estable sin usar nitritos. Aunque las sales de curado tales como nitritos y nitratos no sean carcinógenas por sí mismas, cuando se calientan (fríen) junto con las proteínas, pueden originar la formación de nitrosaminas, algunas de las cuales se ha comprobado que son francamente carcinó-



Irradiador de patatas en plataforma de la Cooperativa Agrícola de Shihoro (Japón). Vista de la cámara de irradiación en la que se tratan a granel patatas y cebollas.

genas. La combinación de irradiación y calor moderado para tratar los alimentos proteínicos puede representar un gran beneficio en el futuro, especialmente para los países en desarrollo, porque permite evitar la descomposición de los alimentos durante el almacenamiento de manera compatible con la infraestructura de muchos de esos países.

En el último decenio la División Mixta FAO/OIEA tomó diversas medidas, o las preparó en estrecha cooperación con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y el Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, para promover la aceptación internacional de los alimentos irradiados. Los Comités mixtos de expertos FAO/OIEA/OMS sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados (1969, 1976, y 1980) han evaluado la seguridad para el consumo humano de los alimentos irradiados. El Comité de expertos de 1980 llegó a la conclusión de que la irradiación de cualquier alimento hasta una dosis media de 10 kGy no causa ningún riesgo toxicológico y, por lo tanto, ya no se exigirán pruebas toxicológicas para los alimentos así tratados [7]. Hay importantes aplicaciones en la región de las dosis bajas (por ejemplo, para la inhibición de brotes, la desinsectación, la demora de la maduración de la fruta) y de las dosis medias (por ejemplo, reducción de la contaminación microbiana, reducción de los microorganismos patógenos no formadores de esporas, mejoras de las propiedades tecnológicas de los alimentos) que se encuentran todas comprendidas dentro de ese límite recomendado.

Del límite de 10 kGy se saben ciertas aplicaciones posibles en la esfera de la radioesterilización de los alimentos (artículos de consumibilidad estable). El empleo de altas dosis de irradiación para la esterilización de productos cárnicos, avícolas y pesqueros está adquiriendo gran interés actualmente porque requiere menos energía que otros procedimientos, por ejemplo un tratamiento térmico seguido de almacenamiento en estado congelado. Sin embargo, para juzgar la seguridad de la irradiación con altas dosis

(20–45 kGy), se necesita más información sobre sus efectos desde el punto de vista de la nutrición, la microbiología y la toxicología. Solo las autoridades nacionales de salud pública pueden aprobar el consumo de comestibles irradiados o los tratamientos de irradiación de alimentos. En sus decisiones, las autoridades nacionales toman por lo general como guía las recomendaciones o evaluaciones de los organismos internacionales, especialmente de la OMS. Hoy en día las autoridades competentes de 22 países han dado aprobación incondicional o provisional a 39 artículos alimenticios y grupos de productos comestibles afines. En los Estados Unidos de América el Comité de Alimentos Irradiados de la Oficina de Alimentos ha recomendado recientemente [8] criterios mucho más liberales para la aprobación de la venta a nivel nacional de tales comestibles, criterios que han sido aceptados como base para nuevas medidas por la Administración de Alimentos y Medicamentos de dicho país.

Para fomentar la introducción a nivel mundial de la irradiación de alimentos, es necesario elaborar la legislación nacional y los procedimientos de reglamentación que aumenten la confianza entre las naciones que comercian con estos artículos, en el sentido de que los alimentos irradiados en un país y ofrecidos para la venta en otro satisfacen normas comúnmente aceptables de comestibilidad, elaboración higiénica y control del proceso de irradiación. Para promover la armonización de las legislaciones nacionales la Comisión del Codex Alimentarius ha aprobado una norma internacional general recomendada sobre alimentos irradiados [9], que se transmitirá a los Estados Miembros participantes en el Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, para que la acepten. Esta norma se funda en la autorización de ocho productos alimenticios que el Comité mixto de expertos FAO/OIEA/OMS sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados recomendara en 1976, pero ha de ser revisada a la luz de las recomendaciones del Comité de expertos de 1980. La revisión, en colaboración con la OMS y la FAO, es uno de los objetivos del programa de irradiación de alimentos de la División Mixta FAO/OIEA.

En 1979 el OIEA publicó el volumen *Model regulations for the control of and trade in irradiated food* [10], que ofrece valiosas directrices a los Gobiernos de los países participantes en el ACR* para armonizar sus legislaciones nacionales de conformidad con la norma Codex y el Código de práctica para la explotación de instalaciones de irradiación utilizadas para el tratamiento de alimentos. La incorporación de esa reglamentación en las legislaciones nacionales existentes relativas a los alimentos facilitarían en gran medida el comercio internacional y garantizarían un control uniforme y efectivo de la irradiación de alimentos.

Para implantar la técnica de irradiación como método industrial, no basta demostrar la comestibilidad de los alimentos y armonizar las legislaciones nacionales relativas al control de los procesos de irradiación y al comercio internacional de alimentos irradiados. Para eso se necesitan experimentos que demuestren que la irradiación de los alimentos es económica.

Se van a realizar estudios, en el marco de un programa de investigaciones coordinadas sobre la forma en que un país puede ampliar la venta en el mercado internacional de sus cultivos comerciales (por ejemplo, de cacao, dátiles, frutas, especias), y la manera de mejorar el aprovisionamiento de alimentos al nivel nacional, reduciendo las pérdidas tras la recolección y evitando las diferentes formas de estropeo (por ejemplo, en el caso de alimentos básicos, pescado seco, productos pesqueros y verduras). En estos estudios se prestará especial atención: a la aceptación de los alimentos irradiados por parte de los órganos reglamentadores de los gobiernos nacionales y de los consumidores; al establecimiento de buenas prácticas de manufactura, de manera que los comerciantes minoristas y los consumidores obtengan alimentos de alta calidad, pues de lo contrario se asociaría con la irradiación una calidad dudosa; a la admisión del principio de que la aplicación en gran escala de la irradiación de alimentos exige un sistema agrícola organizado desde el punto de vista comercial; a la participación de las autoridades nacionales y la industria alimentaria en proyectos de investigación y desarrollo; a los aspectos económicos del emplazamiento y el diseño de las instalaciones de irradiación, ya sea para su uso estacional, durante todo el año o con múltiples finalidades.

Muchos países en desarrollo solo disponen de limitados conocimientos técnicos. Los científicos y técnicos responsables de la investigación, el desarrollo y la gestión en materia de irradiación de alimentos en los países en desarrollo necesitan más capacitación práctica que les permita resolver mejor sus problemas particulares. Un objetivo principal de la Instalación internacional para la tecnología de la irradiación de alimentos (IITIA) es capacitar a científicos de los países en desarrollo en los aspectos tecnológicos, económicos y comerciales de la irradiación de alimentos [11]. La coordinación internacional de la investigación y el desarrollo en materia de

irradiación de alimentos y el estudio de la factibilidad de aplicar técnicas de irradiación a los alimentos son también objetivos de la IITIA. Diversos países del Sudeste de Asia y el Pacífico participan actualmente en el Proyecto de cooperación regional sobre irradiación de alimentos en Asia. El objetivo esencial de este proyecto es armonizar y promover los estudios sobre la irradiación, al nivel de plantas piloto, de cuatro artículos seleccionados, a saber: productos pesqueros, mangos, cebollas y especias, estudios que probablemente tendrán aplicación práctica en un futuro próximo [12].

La historia del desarrollo de la tecnología de la conservación de alimentos ilustra con claridad que la introducción de nuevas técnicas ha requerido siempre mucho tiempo. También cabe considerar que ninguna de las técnicas corrientes de elaboración de alimentos que se aplican actualmente en gran escala, por ejemplo, el calor, la congelación y el secado, tuvo que investigarse extensamente para demostrar la comestibilidad de los productos ni tampoco que ser sometida con anterioridad a su introducción comercial, a legislación especial, a aceptación desde el punto de vista de la sanidad pública, ni a un proceso de educación de los consumidores.

Sin embargo, a nivel mundial se mantiene el interés por la tecnología de la irradiación de alimentos aunque, en los años venideros, se necesitarán prolongados esfuerzos y apoyo por parte de las organizaciones internacionales, los gobiernos y la industria de la alimentación para introducir la irradiación de alimentos en una escala verdaderamente comercial.

Referencias

- [1] *Manual of food irradiation dosimetry* Colección de Informes Técnicos, N° 178, OIEA, Viena (1977).
- [2] A. Brynjolfsson, *Food Irradiation in the United States* In: Proc. 26th European Meeting of Meat Research Workers, 31 de agosto—5 septiembre de 1980, Colorado Springs, EE.UU., Vol.1 publicado por American Meat Science Association (1980).
- [3] E.H. Kampelmacher, *The prospects of the elimination of pathogens by the process of food irradiation* Proc. Int. Symp. on combination processes in food irradiation, Colombo, Sri Lanka, 24—28 de noviembre de 1980 (en prensa).
- [4] H.T. Brodrick, A.C. Thomas, *Radiation preservation of subtropical fruits in South Africa* In: Food Preservation by Irradiation, Vol.1, págs 167—178, OIEA, Viena (1978).
- [5] W.M. Urbain, *Food irradiation* Advances in Food Research, Vol.24, págs. 155—227 Academic Press, EE.UU (1978).
- [6] E.S. Josephson, *Nutritional aspects of food irradiation: an overview* J. of Food Processing and Preservation, 2 págs. 299—313 (1978).
- [7] *La comestibilidad de los alimentos irradiados*, Informe de un Comité mixto de expertos FAO/OIEA/OMS, Serie de Informes Técnicos de la OMS, No.659 (1981).
- [8] US Federal Register, Vol.46, No.59, págs. 18992—18994 (27 de marzo de 1981). *Policy for irradiated foods; Advanced notice of proposed procedures for the regulation of irradiated foods for human consumption.*
- [9] *Norma internacional general recomendada sobre alimentos irradiados y Código de práctica recomendado para la explotación de instalaciones de irradiación utilizadas para el tratamiento de alimentos.* Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius, CAC/RS 106 — 1979, CAC/RCP 19 — 1979.
- [10] *International acceptance of irradiated food: legal aspects* Colección Jurídica, No.11, OIEA, Viena (1979).
- [11] Food irradiation newsletter, Vol.2, No.1 (1978) y Vol.5, No.1 (1981).
- [12] Food irradiation newsletter, Vol.5, No.1 (1981).

* Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencia y tecnología nucleares.