

Recientes progresos en la conservación de alimentos por irradiación

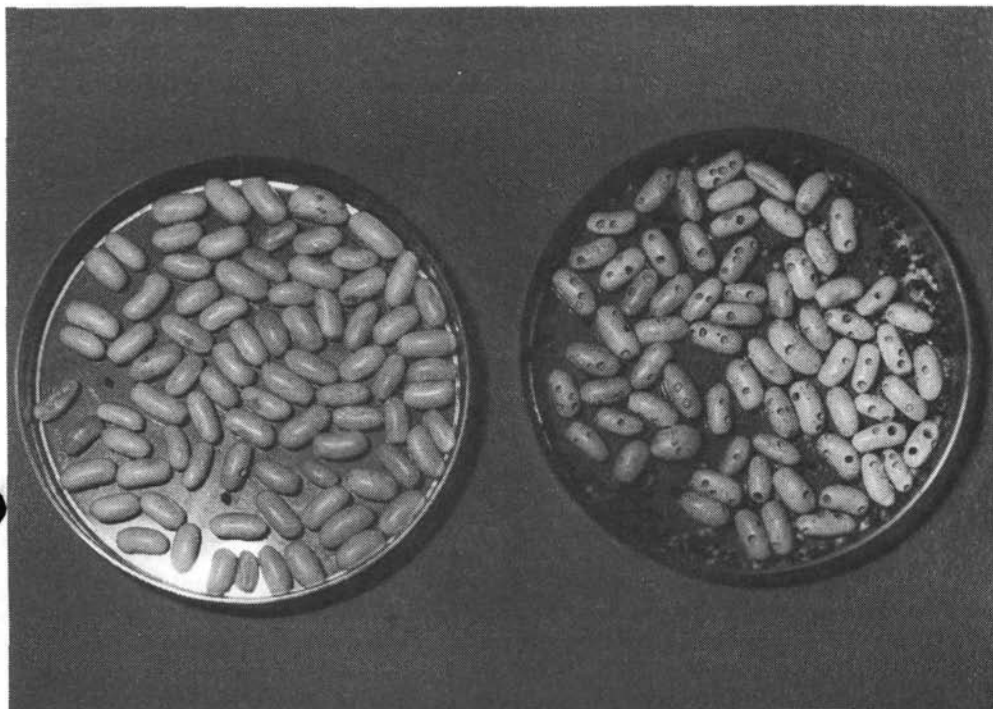
por Karoly Vas

El Dr. Vas es Jefe de la sección de Conservación de Alimentos, División Mixta FAO/OIEA de la Energía Atómica en la Agricultura y la Alimentación.

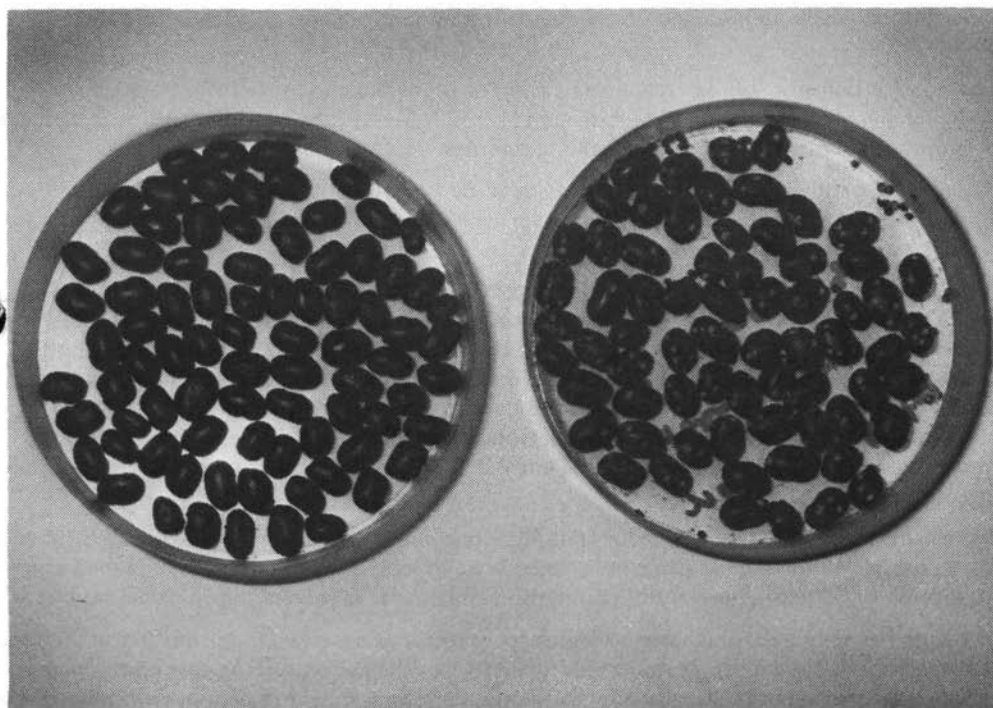
Vivimos hoy en un mundo que debe hacer frente a dos problemas globales e interdependientes: el de la energía y el de los alimentos. Ninguno de ellos puede resolverse satisfactoriamente si no se encuentra al mismo tiempo, remedio para el otro. Llevado este razonamiento a sus últimas consecuencias, podemos decir que una producción eficiente de alimentos a escala mundial solo podrá conseguirse gracias a la ayuda de la energía generada artificialmente, y que a menos que la humanidad disponga de los alimentos necesarios para su sobrevivencia, para nada se necesitará tal energía. El OIEA, interesado en ambos problemas, tiene, respecto de ambos, extensas obligaciones. Sus actividades en esas dos esferas se encaminan, por un lado, a la utilización del átomo para la producción de energía y, por otro, al mejoramiento de la situación alimentaria mundial (en proyectos realizados conjuntamente con la FAO).

Dos posibilidades hay para hacer frente al problema alimentario mundial: 1) mediante el aumento de la producción de alimentos, esto es, utilizando nuestros conocimientos agronómicos e incrementando los insumos materiales para alcanzar una más elevada producción; 2) mejorando los procedimientos de conservación de los alimentos ya producidos utilizando para ello los pertinentes conocimientos científicos y tecnológicos. Si bien es necesario combatir en ambos frentes, parece lógico que se dedique particular atención a las labores de conservación, no solo porque gracias a ellas se evitará el innecesario deterioro de productos alimenticios ya existentes — tan desesperadamente necesarios para millones de gentes — sino también para economizar las grandes cantidades de energía precisas para su producción.

Por consiguiente, la conservación de los alimentos representa una tecnología de importancia vital que justifica una activa labor de estudio tanto de los procedimientos tradicionales de conservación como de las nuevas técnicas hoy posibles. La irradiación de alimentos, generalmente realizada con radiaciones gamma procedentes de una fuente de cobalto-60, ofrece indudables ventajas sobre otros métodos tradicionales. Dicha irradiación no solo puede retrasar los procesos con los que se inician indeseables transformaciones fisiológicas (germinación, maduración) y descomposiciones microbianas (podredumbres, formación de mohos), y evitar ciertos daños causados por insectos, sino que también puede destruir organismos causantes de enfermedades que infestarán los alimentos si no reciben éstos un tratamiento adecuado. Es sorprendente observar que, tras 25 años de extensas investigaciones, el empleo, en el terreno práctico de la conservación de alimentos por irradiación solo se ha establecido, en fecha reciente en un Estado Miembro del OIEA. Aunque los principales obstáculos tienen origen psicológico, también es preciso vencer dificultades de otros tipos. Con todo, resulta ya evidente que ciertos problemas han quedado ya resueltos y que se han realizado muy importantes adelantos, algunos de los cuales se describen brevemente a continuación. Sin embargo, también debe señalarse desde el principio, que, como en el caso de los métodos tradicionales, la irradiación tiene igualmente limitaciones y no puede considerarse como una panacea para todos los problemas que plantea la conservación de alimentos en todas las circunstancias que pueden presentarse.



La infestación de la alubia blanca (arriba) y del caupí (abajo) por el gorgojo *Zabrotes subfasciculatus* puede eliminarse prácticamente mediante una baja dosis de irradiación. Foto: OIEA/Holzinger.



VIABILIDAD TECNOLÓGICA Y ECONÓMICA

Como en el caso de todos los métodos nuevos de tratamiento de productos alimentarios y como requisito previo a su utilización en escala comercial, la irradiación debe someterse a una prueba triple que garantice su aplicabilidad. En primer lugar, debe demostrarse que el nuevo proceso es tecnológicamente viable, es decir, que su aplicación da como resultado, en condiciones prácticas normales, productos de calidad aceptable o superior, o sirve para evitar durante un más largo intervalo de tiempo el deterioro de tales productos, de preferencia en condiciones más adversas que las ordinarias. Segundo, el nuevo proceso debe ser económicamente viable (es decir: su costo no debe ser superior a los beneficios que de él resulten). Tercero, debe demostrarse que el producto irradiado es totalmente saludable y adecuado para el consumo humano.

Por lo que a las dos primeras condiciones se refiere, los recientes progresos técnicos pueden resumirse de la manera siguiente:

Viabilidad tecnológica: En los Estados Unidos (Natick Development Center) se realizan actualmente con resultados positivos investigaciones sobre la esterilización por irradiación (radappertización) de carnes (vacuna, porcina y de aves de corral). Se producen actualmente mediante un proceso combinado de irradiación (4–7 Mrad, véase *Boletín* Vol.15, N° 1) lonjas o filetes de carne, de excelente calidad, envasadas en bolsas especiales de plástico. El producto tiene un período de conservación en almacenamiento de varios años, incluso a temperatura ambiente. Los productos cárnicos radappertizados presentan especiales ventajas para los supermercados, los campamentos y colonias de vacaciones, los suministradores de comidas para las líneas aéreas, y las fuerzas armadas. Los resultados finales de este proyecto, que goza de un presupuesto de varios millones de dólares, se conocerán dentro de los próximos años. Se ha demostrado que la radappertización reduce en un 80% las cantidades necesarias de nitritos y nitratos en el jamón curado, disminuyendo así los riesgos cancerígenos generalmente relacionados con el contenido nitrosamínico de la carne de jamón producida mediante la adición de nitrato durante el curado.

Los trabajos búlgaros sobre la radappertización de preparaciones proteínicas de origen vegetal y animal muestran que la irradiación (1,5–2,0 Mrad) puede producir aditivos cárnicos de enriquecimiento proteico prácticamente estériles.

Recientes experimentos en la República Federal de Alemania confirman la utilidad del tratamiento de preparaciones enzimáticas por irradiación. Mediante la misma se elimina o reduce sustancialmente el contenido bacteriano sin cambiar de manera apreciable la actividad enzimática.

En diversos laboratorios, especialmente en Asia del Sudeste (Bangladesh, Filipinas, India, Indonesia, Pakistán y República de Corea) se realizan en la actualidad investigaciones sobre la irradiación del pescado y de sus derivados persiguiéndose sobre todo prolongar el período útil de conservación en almacén del pescado tanto fresco como elaborado (seco, salado, cocinado), principalmente la caballa. El período de conservación del pescado congelado en fresco puede extenderse por un factor de entre 2 y 5 mediante dosis moderadas de irradiación ionizante (0,15–0,25 Mrad).

En recientes experimentos realizados en la República Federal de Alemania se ha comprobado que es posible eliminar en la carne congelada de pollo los gérmenes de *Salmonella* mediante irradiación (0,8 Mrad), mejorándose así considerablemente la calidad higiénica del producto.

Mediante recientes experimentos realizados sobre distintas especias (Egipto, Hungría, Polonia) se han comprobado anteriores resultados según los cuales esos productos, que normalmente se hallan intensamente contaminados por microorganismos, pueden esterilizarse por irradiación

(0,3–2,0 Mrad) sin pérdida de aroma o de color. Tal proceso, por consiguiente, mejoraría grandemente la salubridad de ciertos alimentos, ya que, en la actualidad, las especias constituyen importante fuente de contaminación microbiana de las comidas a las que se añaden, conduciendo a prematuros deterioros y constituyendo un riesgo para la salud.

Las investigaciones francesas sobre higienización mediante irradiación (0,3 Mrad) de preparaciones a base de **almidones** han conducido al diseño de una planta experimental de elevada capacidad de producción. En la URSS y en Egipto se han investigado asimismo almidones irradiados (0,5–1,5 Mrad) que ofrecen propiedades tecnológicas modificadas.

Informes procedentes de Brasil y de Egipto indican la viabilidad de la desinfestación por irradiación (0,01–0,075 Mrad) de **alubias**, producto alimentario muy común y de considerable importancia para satisfacer las necesidades de proteínas de la población. También es efectiva la irradiación contra los insectos que causan deterioros en los **cereales**, las **lentejas** y el **café**.

Los experimentos mexicanos a escala de planta piloto para la desinfestación del **maíz** por irradiación indican que este proceso es técnicamente viable.

Los trabajos llevados a cabo en Iraq sobre radiodesinfestación (0,05 Mrad) de **dátiles** han dado asimismo favorables resultados.

En Hungría se ha encontrado que la velocidad y grado de rehidratación de las **legumbres secas** pueden mejorarse tratándolas con dosis que varían entre 1 y 3 Mrad. Dicho tratamiento disminuye el tiempo de cocinado necesario, reduciendo por consiguiente el consumo de energía en los hogares y en las cocinas industriales.

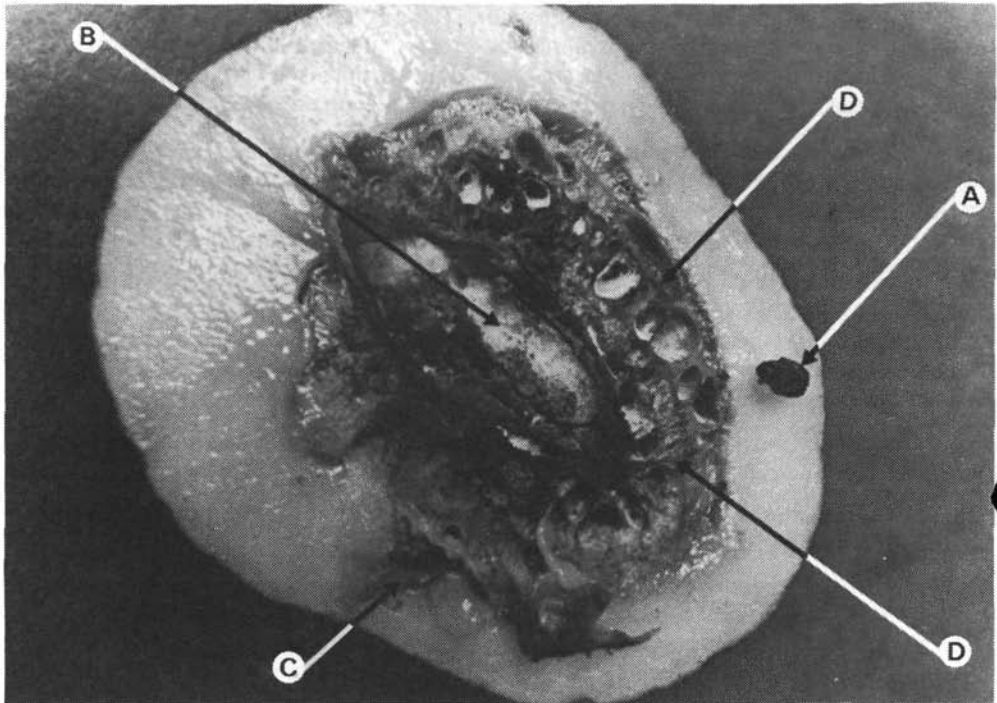
La aplicación práctica más satisfactoria hasta la fecha en la esfera del control por irradiación de los procesos fisiológicos que tienen lugar en las legumbres frescas consiste en la inhibición de la germinación de las **patatas**. Desde 1973, una cooperativa agrícola de la isla de Hokkaido, Japón, tiene en operación, con buen éxito, un irradiador de patatas a escala comercial (capacidad de irradiación: $0,2 \text{ Mrad m}^3\text{h}^{-1}$), en el que se han irradiado con dosis de 0,01 Mrad aproximadamente 15 000, 18 000 y 30 000 toneladas de tubérculo en tres estaciones sucesivas. También se han recibido de Chile, Hungría, Italia, la República Federal de Alemania y Uruguay informes sobre los favorables resultados de ensayos de comestibilidad realizados en gran escala a base de decenas de toneladas de patatas irradiadas. Del mismo modo, las **cebollas** irradiadas (0,005 Mrad) han mostrado una reducida germinación interna y, por consiguiente, una mayor idoneidad para su embarque a grandes distancias (*por ejemplo*, entre Tailandia y los Países Bajos). Las **cebollas** irradiadas producen asimismo rendimientos más elevados de escamas deshidratadas (Hungría).

En Sudáfrica, la irradiación (0,075 Mrad) del **mango** ha retrasado la maduración, permitiendo así el transporte de la fruta a distancias mucho mayores, por ejemplo hasta los mercados europeos, y eliminando simultáneamente los problemas de cuarentena debido a la destrucción del gusanillo del mango, aun cuando dicho **parásito** se encuentre en el centro de la fruta, fuera del alcance de todo insecticida.

Las investigaciones búlgaras realizadas en la República Democrática Alemana confirman la viabilidad de la conservación por irradiación (1,2 Mrad) de **concentrados de zumo de fruta** (manzana).

Los experimentos llevados a cabo en Nigeria y en Puerto Rico muestran que la germinación del **ñame** puede impedirse mediante irradiación (0,005–0,1 Mrad).

Las investigaciones realizadas en Hungría han demostrado que el rendimiento de zumo de la **uva** puede aumentarse considerablemente por irradiación (0,2–0,4 Mrad) previa al prensado.

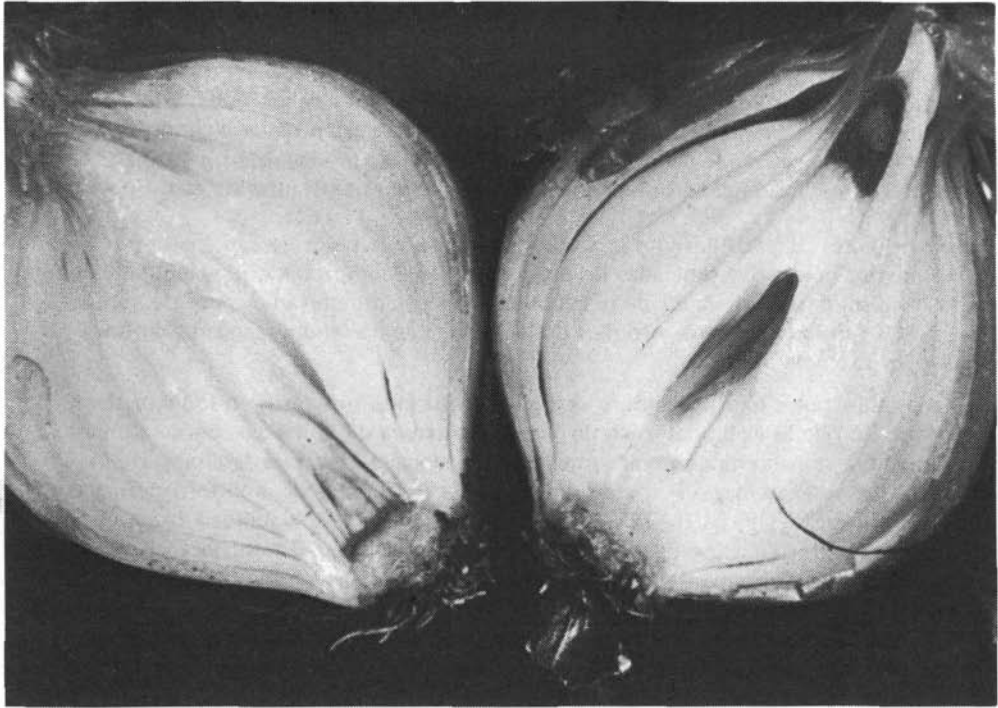


Corte transversal de la variedad Kent de mango mostrando los daños ocasionados por el gorgojo y la infección secundaria en el orificio de salida del insecto. A: gorgojo del Brasil; B: semilla; C: orificio de salida del gorgojo; D: micosis. Foto: Nuclear Active, South African Atomic Energy Board.

Según informes recibidos de los países Bajos, los **envases de leche** se irradian normalmente para obtener su esterilización comercial.

La esterilización por irradiación de **alimentos para animales** (principalmente para animales de laboratorio) es hoy práctica establecida en diversos países (Australia, Austria, Francia, Israel, Japón, los Países Bajos, Reino Unido). En total se consumen anualmente unas 700 toneladas de alimentos irradiados (2,5 Mrad) para animales de laboratorio, cantidad suficiente para mantener 180 000 ratas o 900 000 ratones durante un año con alimentos totalmente irradiados. En realidad, esto constituye un gigantesco experimento — durante un período de algunos años — que comprueba las favorables características higiénicas de la alimentación de varios millones de animales de laboratorio que se han desarrollado perfectamente con tal régimen. Se ha señalado asimismo que en algunos países (por ejemplo, Israel) se proyecta para un futuro próximo la irradiación de los piensos de aves de corral.

En cuanto a la **viabilidad económica** de la irradiación de alimentos, en un documento preparado para una reunión celebrada en 1974 por un grupo asesor del OIEA se presentó un estudio comparado de los datos publicados sobre esta cuestión entre 1961 y 1972. Ese análisis, basado en los datos relativos a los factores económicos del tratamiento por irradiación de patatas, cebollas, setas, granos, carne y pescado mostró que uno de los principales factores de rentabilidad es el volumen de la operación, y más concretamente la capacidad de producción de la planta. En el caso de cada producto existe un valor umbral, superado el cual el proceso resulta competitivo en relación con las técnicas tradicionales de conservación, incluso con las más económicas.



Corte transversal de cebollas almacenadas en una cámara frigorífica. La cebolla irradiada (a la izquierda) no muestra indicios de germinación, al revés de lo que ocurre en la cebolla no irradiada.

Más recientemente se han realizado diversos cálculos económicos en diferentes países. En el Canadá, por ejemplo, se ha publicado hace poco un estudio con cálculos sobre el costo de la irradiación de ciertos productos. El análisis de costos/beneficios de tales datos muestra que, para algunos productos, la irradiación es un procedimiento económicamente viable. El costo estricto del tratamiento solo constituye, a menudo, un bajo porcentaje del valor final del producto. Además, el valor de los productos alimentarios cuyo deterioro se evita merced al tratamiento por irradiación puede ser un múltiplo elevado del costo del proceso mismo.

Una evaluación general de los aspectos económicos de la conservación de alimentos por irradiación, realizada en el Brasil, ha mostrado que pueden obtenerse considerables beneficios de la comercialización de patatas y cebollas cuya germinación se ha inhibido por irradiación, así como de arroz, alubias, maíz, trigo, harinas de estos granos y café, desinfectados todos mediante tal procedimiento.

Recientes cálculos realizados en Uruguay prevén la rentabilidad de un irradiador de alimentos con capacidad anual para 25 000 toneladas de patatas, 5000 de cebollas y 500 de ajos.

Los cálculos realizados en la URSS sobre la viabilidad económica del empleo de la irradiación para inhibir la germinación de las patatas destinadas a la producción de patata deshidratada, muestran que dicho tratamiento sería de un coste mucho menor al de los procesos químicos hoy comunes y tendría un período de amortización similar al acostumbrado en la industria alimentaria.

Como es bien sabido, la viabilidad tanto tecnológica como económica solo puede estudiarse mediante experimentos en gran escala. Estos, a su vez, solo pueden realizarse si se dispone de fuentes de irradiación más poderosas que las que se encuentran en los laboratorios. Los irradiadores de las plantas experimentales deben poder irradiar en un breve intervalo de tiempo cantidades de productos que varían desde algunos centenares de kilogramos hasta varias toneladas. En un número reciente de este *Boletín* (Vol.17, Nº 6, 1975) se ha publicado una lista de las instalaciones existentes de este tipo.

Según recientes cálculos llevados a cabo en Holanda y basados en satisfactorios experimentos con varias toneladas de producto, se ha comprobado la viabilidad económica de la irradiación (0,004 Mrad) de la cebolla en una planta con una capacidad anual de 20 000 toneladas. Otros informes de la India y de Tailandia recogen asimismo resultados prometedores.

Por consiguiente, se han realizado y se siguen realizando progresos en la labor de determinación de la viabilidad tecnológica y económica de la irradiación de alimentos. Lo que ahora se necesita con gran urgencia es establecer en esta esfera una intensa colaboración internacional. A pesar de los diversos esfuerzos de ámbito nacional y regional (EURISOTOP, EURATOM, CCE), el problema de la viabilidad tecnológica y económica de la irradiación de alimentos todavía no ha quedado satisfactoriamente resuelto en una escala suficientemente amplia, ni con el debido detalle. A fin de acelerar el progreso de la introducción, en el plano de la práctica, de la conservación de alimentos por irradiación se considera necesario establecer un proyecto internacional concerniente a los aspectos tecnológicos y económicos de la irradiación de alimentos.

IDONEIDAD PARA EL CONSUMO HUMANO

La idoneidad para el consumo humano (comestibilidad) de los alimentos irradiados es uno de los aspectos más importantes que necesitan ser estudiados más a fondo y finalmente resueltos antes de que la irradiación pueda introducirse a escala internacional. En consecuencia, en la actualidad se están realizando investigaciones, tanto a nivel nacional como internacional, de una profundidad y volumen sin precedentes para esclarecer finalmente esta cuestión de la comestibilidad. El estudio más importante hoy en curso es el que en los Estados Unidos de América lleva a cabo el Natick Development Center. Da una idea de la magnitud de tales esfuerzos el volumen del presupuesto anual destinado al estudio de la radappertización de la carne de vacuno, cifra que se aproxima a 2 millones de dólares. Más de la mitad de tal cantidad se reserva para los estudios de comestibilidad. Recientemente, los tipos de carne sometidos a estudio se han ampliado para comprender las carnes porcinas, especialmente el jamón, y de aves de corral, incrementándose al mismo tiempo el presupuesto anual a una cifra superior a 5 millones de dólares. Los resultados obtenidos hasta hoy con la carne de vacuno radappertizada no indican que ésta produzca efecto nocivo alguno.

Aunque de más limitada magnitud financiera (unos 300 000 dólares anuales de presupuesto), los estudios dirigidos por el Proyecto Internacional de Irradiación de Alimentos (IFIP, Karlsruhe) no son por eso menos importantes. Este proyecto autónomo, iniciado por el OIEA, la FAO y la OCDE (AEN) y financiado por 23 países perseguía originariamente realizar estudios confirmatorios sobre el trigo y sus derivados y las patatas. Dichos estudios habían sido sugeridos en la reunión celebrada en 1969 por el Comité Mixto de Expertos FAO/OIEA/OMS sobre alimentos irradiados.

El campo de los estudios del IFIP se extendió posteriormente para incluir ensayos de comestibilidad del pescado, las especias, el arroz y el mango, e investigaciones sobre la metodología de los ensayos de comestibilidad de alimentos irradiados, incluida la búsqueda

de procedimientos más rápidos para establecer dicha comestibilidad y de métodos más económicos en los que se utilice en mayor grado la extrapolación para el consumo humano de los resultados obtenidos con animales.

El hecho de que dichos estudios se realicen por contrato en laboratorios independientes en diversos países es buena razón para esperar — y ése, en realidad, era el propósito — que los resultados sean enteramente objetivos.

Los datos así obtenidos se presentarán a un Comité de Expertos convocado conjuntamente por la FAO, el OIEA y la OMS, que se celebrará en Ginebra en septiembre de 1976 para evaluar tales resultados y presentar recomendaciones. Una consulta preliminar realizada por la OMS en 1974 sirvió para determinar que los datos de toxicidad de los alimentos irradiados eran generalmente satisfactorios. Resultados similares se señalaron, en una reunión de consulta convocada por la FAO/OIEA en 1974 en Viena, por lo que a los aspectos microbiológicos de la comestibilidad de esos alimentos se refiere.

Como efecto de los intensos estudios de comestibilidad llevados a cabo en diversos países, se ha concedido recientemente cierto número de autorizaciones para la distribución de productos alimenticios irradiados. En la actualidad, 25 productos están parcial o totalmente autorizados en uno o más de los 18 países que poseen legislación sobre irradiación de alimentos. La autorización general (sin restricciones) para la distribución de cebollas irradiadas se concedió en la URSS en 1973 y en los Países Bajos en 1975. En Canadá, en 1973, se autorizó en principio, un ensayo de comercialización de carne de pollo irradiada (0,7 Mrad) para destruir los gérmenes de Salmonella, concediéndose también similar autorización para el bacalao y la merluza en filetes irradiados (0,15 Mrad). En 1976, los Países Bajos autorizaron sin restricciones la distribución de carne irradiada de pollo.

PERSPECTIVAS

Es de prever que en un futuro próximo otros productos alimenticios irradiados recibirán autorización general para su consumo humano. Ello debiera estimular la introducción de este proceso en la industria alimentaria. La creciente preocupación por el aumento de los residuos químicos en el medio ambiente humano, y especialmente en los alimentos (por ejemplo, el grano distribuido anualmente en los mercados internacionales contine millares de toneladas de pesticidas y fumigantes), debe representar una causa más para intensificar el interés por este nuevo método de conservación.

Otro factor adicional pudiera ser la elevación del precio de dichos productos químicos debida al aumento del de los productos petroquímicos. Además, la escasez mundial de energía debiera hacer automáticamente cada día más interesante la irradiación en tanto que procedimiento energéticamente económico de conservación de alimentos.