

07.07.20

Radiopreservación de alimentos

Norma Kaupert

Aspectos técnicos

La irradiación de alimentos es un proceso físico cuyo objetivo fundamental es el de prolongar su vida útil. El proceso en sí mismo consiste en la exposición de los alimentos a tratar, a la acción de radiaciones de muy corta longitud de onda y alta energía. Esta puede ser emitida por sustancias radiactivas, como el cobalto 60 y el cesio 137, o bien por máquinas emisoras de energía variable como aceleradores de electrones o productoras de rayos X. Tanto las fuentes radiactivas como las mecánicas liberan energía ionizante que al interactuar con el medio provocan la ionización y excitación de los átomos de las moléculas incididas, originando además radicales libres. Estas reacciones conforman el llamado efecto primario de las radiaciones. A los fenómenos de recomposición de estos productos formados y a los de su interacción con otras moléculas del sustrato se los denomina efecto secundario. La sumatoria de ambos efectos corresponde al resultado medible del proceso de irradiación.

Obviamente el efecto será mayor cuanto mayor sea la dosis entregada, pero él está además condicionado por factores externos e internos tales como la tasa de dosis, temperatura, presencia o ausencia de oxígeno, concentración y características químicas del soluto, grado

de humedad del producto, pH, complejidad del medio, presencia de protectores, entre otros.

La dosis aplicada a la conservación de alimentos tiene por objeto el mantenimiento óptimo de las características nutricionales y organolépticas de los mismos y la destrucción total o parcial de los entes de descomposición, ya sean éstos insectos, parásitos, microorganismos o enzimas. Estos fines se conseguirán con la aplicación de distintas dosis de radiación. La expresión "dosis de radiación" está referida a la cantidad de energía absorbida por unidad de masa. La unidad de medición es el rad. Un rad corresponde a la absorción de 100 ergios/g. En la actualidad esta unidad ha sido reemplazada por el Gy (gray) que equivale a 100 rad.

Cabe mencionar que cuanto mayor sea el grado de diferenciación o complejidad del ente biológico que se desea destruir, tanto menor será la dosis necesaria para conseguir efectos letales. Así si se trata de virus, las dosis requeridas serán muy elevadas (mayores de 40 kGy = 4Mrad) y si se considera el efecto de radiación sobre bacterias, hongos o levaduras las dosis son menores que la antes señalada.

La tecnología de irradiación de los alimentos, tomando en cuenta los principios básicos antes señalados, permite alcanzar logros de singular significación, extensamente probados tanto en el orden internacional como nacional. Se pueden sintetizar sus aplicaciones con la siguiente enumeración:

1. Inhibición de brotes
2. Desinsectación
3. Eliminación de parásitos
4. Disminución de la contaminación microbiana banal
5. Eliminación de flora patógena

6. Esterilización

7. Aplicaciones complementarias

La inhibición de brotes se alcanza con dosis del orden de las decenas de gray, y es aplicable a bulbos, tubérculos y raíces. La conservación posterior de estos productos puede efectuarse a temperatura y humedad ambientes. Se consiguen así reducir las pérdidas ocasionadas por el proceso de brotación de estos insumos durante su almacenamiento, sin necesidad de incorporar inhibidores químicos.

Desinsectación: Las dosis aplicadas con fines comerciales, van desde las centenas de gray hasta 1 kgray. Su importancia radica en el tratamiento de granos, productos de molienda, frutas frescas y en general a alimentos desecados, disminuyendo o eliminando el uso de plaguicidas químicos. En la actualidad esta práctica está tomando rápido auge, debido a las cada vez mayores restricciones en el uso de agentes químicos para combatir el deterioro de estos alimentos.

Resulta de singular interés señalar que no se han detectado efectos de resistencia adquirida en insectos tratados con dosis de radiación menores que las letales, y que dosis de centenas de gray disminuyen su viabilidad. Estos datos son importantes si se piensa que el concepto moderno de cuarentena expresa claramente que para evitar el "riesgo de propagación de pestes" no es necesario producir muerte, sino tan sólo eliminar la capacidad reproductiva de los insectos contaminantes.

Eliminación de parásitos: Los alimentos provenientes de entes parasitados también son factibles de ser radiotratados, con dosis relativamente bajas. Como ejemplo puede citarse la eliminación del problema de transmisión de la triquinosis por la ingesta de carnes de cerdo parasitadas.

Disminución de la contaminación microbiana banal y eliminación de flora patógena: Es bien sabido que la contaminación microbiana provoca pérdidas irreparables en la calidad de los alimentos, acelerando su descomposición e inclusive transformándolos en tóxicos para el consumidor.

Con el radiotratamiento en estos productos también se obtienen muy buenos resultados. Las dosis aplicadas para estos casos van del orden de unidades de kgray hasta las decenas de kgray. Los alimentos así tratados se denominan radurizados, término éste comparable a pasteurizado.

Dado que la irradiación no produce una elevación significativa de la temperatura del producto procesado, se obtiene un alimento de buena calidad higiénico-sanitaria, minimizando los cambios químicos y organolépticos. Es decir, el alimento mantiene sus características de fresco, por tiempos significativamente mayores que el mismo producto sin tratar.

En estos casos (alimentos frescos), la aplicación de la energía ionizante debe complementarse con la conservación posterior a temperaturas de refrigeración común, no mayores de $3 \pm 1^\circ \text{C}$.

Admiten radurización algunas frutas frescas, las carnes rojas, las blancas como aves y pescados, y otros productos de mar. También es aplicable a condimentos y alimentos desecados como por ejemplo especias, vegetales, pescados y polvo de huevo, entre otros.

Esterilización: La esterilización por radiación requiere de dosis mayores que las antes señaladas. Se toma como base 12 veces D_{10} del *Clostridio botulínico* (D_{10} es la dosis de reducción decimal, es decir aquella que reduce a un décimo la población microbiana dada). Este proceso reviste singular importancia para el tra-

tamiento de carnes precocidas y su importante valor radica en que la conservación posterior del producto se hace a temperatura ambiente y por períodos muy prolongados (varios años).

Aplicaciones complementarias: Como aplicaciones complementarias pueden señalarse:

- a) La mayor facilidad del deshidratado posterior de productos frutihortícolas.
- b) La esterilización de soportes para inóculos (turba).
- c) El control de plagas a campo, denominada técnica del insecto estéril.
- d) Esterilización de alimentos balanceados para animales de laboratorio.

Cada una de las aplicaciones aquí señaladas, corresponde a objetivos individuales, sin embargo todas ellas contribuyen a implementar un objetivo común, que es el de proveer más y mejores alimentos para consumo.

La aplicación de esta tecnología, provee de insumos de características inocuas para su ingesta, y manejables sin riesgo con posterioridad a su irradiación, ya que luego de expuestos no resultan ni contaminados ni radioactivos. El riesgo de contaminación es inexistente, ya que los productos nunca se hallan en contacto directo con el material radiactivo. Por otra parte, y dadas las energía máximas aplicables no podrá originarse radiactividad inducida. Se ha comprobado que la activación de núcleos atómicos sólo es posible cuando las energías aplicadas superan los 15 MeV.

Se señalan a continuación los niveles energéticos de los emisores empleados en estos procesos:

Emisores radiactivos

cobalto-60	radiación gamma de 1,17 y 1,33 MeV
cesio-137	radiación gamma de 0,66 MeV

Emisores de energía variable

Rayos X de hasta 5 MeV

Electrones acelerados de hasta 10 MeV

La tecnología de la radiopreservación en el mundo

Los primeros estudios sistematizados sobre irradiación de alimentos comienzan por la década del '50. En esta etapa los esfuerzos se hallaban dedicados fundamentalmente a la radioinhibición de brotes de tubérculos y al tratamiento de granos y productos de molienda. Es a fines de ese decenio cuando comienzan a aparecer en el mundo las primeras autorizaciones temporarias de consumo de estos productos irradiados. El tema siguió impulsado durante la primera mitad del '60, período en el cual el espectro de aplicaciones se vio ampliado a otros rubros alimentarios.

En la etapa comprendida entre los años '65 a '75 los desarrollos a nivel experimental siguen avanzando, pero existe un estancamiento internacional en lo que hace al número de aprobaciones para el consumo de productos irradiados. Nuestro país a través de CNEA comienza hacia mediados del '60 a tratar el tema a nivel experimental de laboratorio. Con el correr de los años, en nuestro medio se produce un panorama similar al del resto del mundo y el número de aplicaciones y objetivos buscados se amplía.

Ya en la década del '70 no es sólo CNEA la institución estatal que se interesa por estas aplicaciones; así entre las universidades nacionales y provinciales aparece el interés profesional por el desarrollo de estos temas, siempre con la colaboración de CNEA. Es la U.N.S. la primera que comienza a trabajar en ellos. El INTA por su parte realiza con CNEA un importante desarrollo con aplicaciones prácticas del control de plagas

en campos, utilizando la técnica del insecto estéril. Si bien esta aplicación de la energía gamma no está directamente realizada sobre los alimentos, guarda una estrecha relación con éstos y en particular con las frutas y sus problemas cuarentenarios de exportación.

El convencimiento de que la irradiación de alimentos es una herramienta útil para el logro de la conservación de los mismos, promueve al interés privado en la aplicación de esta tecnología lo que requiere la incorporación en el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) de las autorizaciones específicas. Así en 1978 aparece nuestra primera legislación al respecto en el C.A.A. Desde esa fecha hasta la actualidad están vigentes los artículos 174bis y 827bis que corresponden a legislación general sobre alimentos y a radioinhibición de brotes de papas respectivamente. En 1983 el SENASA (Servicio de Sanidad Animal) aprueba la irradiación de especias y condimentos.

A partir del 30/4/87 ha sido aprobada por la Comisión del Código Alimentario Argentino una actualización, ampliación y reubicación de la legislación general a la que se ha incorporado un Código de Prácticas y con fecha 17/11/87 la CCAA aprobó la radioinhibición de papas, ajos, cebollas y la prolongación de vida útil de frutillas frescas. Están en estudio para su aprobación la irradiación de carnes blancas y rojas frescas, frutas y vegetales desecados, existiendo además presentaciones ante el mismo organismo para el caso del tratamiento de vegetales y frutas frescas con el fin de eliminar los riesgos cuarentenarios.

Volviendo al contexto internacional a partir de 1975 y hasta la actualidad, se está produciendo un resurgimiento del interés de aplicación de esta tecnología de conservación de los alimentos, pero en esta etapa ya no se trata de un mero interés investigativo sino de un significativo intento de aplicación industrial que está

logrando cristalizarse, aunque no con toda la celeridad deseada.

El problema que afecta la rápida efectivización comercial de esta práctica de conservación puede calificarse como de corte netamente psicológico. Existe una especie de "fobia" hacia la irradiación; sin embargo, ésta no tiene basamentos científicos que la sustenten. Esta conclusión puede fundamentarse en hechos concretos, pudiendose citar infinidad de estudios químicos, microbiológicos, nutricionales, toxicológicos, teratogénicos, carcinogénicos y mutagénicos que avalan la inocuidad de los alimentos irradiados. En una publicación de estas características es imposible la enunciación de los trabajos en particular, pero sí resulta viable notificar que las conclusiones a las que arribaron organismos internacionales tales como FAO, OMS, OIEA, Codex Alimentarius, Asociación Médica (EE.UU.), CAST (Council for Agricultural Science and Technology) de EE.UU. son netamente positivas a la aplicación de esta tecnología.

Así, es importante destacar la conclusión obtenida luego de 10 años de estudios del tema realizado por un Comité Conjunto FAO/OIEA/OMS de Expertos sobre Comestibilidad de alimentos irradiados (1980): "La irradiación de alimentos con dosis de hasta 10 kGy no implica riesgos de radiactividad inducida, toxicológicos, nutricionales o microbiológicos; son por lo tanto aptos para consumo humano".

La dosis de 10 kGy señalada por FAO/OIEA/OMS no es excluyente de dosis mayores; sólo indica el nivel hasta el cual se realizó el estudio de ese Comité.

Para completar el panorama internacional resta agregar que actualmente son 32 los países que han aprobado la irradiación de alimentos. Son 40 los tipos de alimentos aprobados para el consumo. El número de instala-

ciones de irradiación que operan en el contexto internacional es de 38, a las que se pueden sumar 14 unidades más que incluyen las proyectadas y/o en construcción.

La tecnología de radiopreservación en el país

La producción media anual de cobalto 60 en la Argentina es del orden de los 100 PBq (unos 2,5 MCi) como subproducto de la generación eléctrica en la Central Nuclear Embalse, exportándose desde 1984 una importante fracción a granel, y destinándose el resto a la producción de fuentes de radiación para uso industrial o para unidades de terapia médica.

La Planta de Irradiación Semi Industrial de Ezeiza puesta en operación en el año 1970, posee una capacidad máxima de 40 PBq (1 MCi) de Co-60 y está destinada a la investigación, desarrollo, capacitación y promoción de nuevas aplicaciones de las radiaciones, además de prestar servicio comercial para la irradiación de diversos productos con distintos objetivos: radioesterilización de productos biomédicos descartables y farmacéuticos. La radioinhibición de brote en tubérculos, la radioconservación de pescado, la radiodecontaminación de especias y vegetales desecados y la esterilización de turba para soporte de inoculantes para leguminosas, han sido motivo de diversos estudios que sirven de base para la prestación de las actividades comerciales respectivas.

* * * * *