

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE IRRADIACIÓN EN EL ESPÁRRAGO PERUANO

APPLICATION OF IRRADIATION TECHNOLOGY TO THE PERUVIAN ASPARAGUS

JOHNNY VARGAS R.

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR, AV. CANADÁ 1470, LIMA 41

RESUMEN

La tecnología de irradiación reemplaza aditivos y fumigantes químicos en la conservación y eliminación de insectos en los alimentos. Estos productos químicos son muy cuestionados por ser altamente tóxicos y perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Se presentan investigaciones utilizando radiación gamma en el espárrago peruano (fresco, liofilizado en trozos y en harina). Dosis de 1 kGy extendió la vida media del espárrago verde fresco por 20 días, mientras el control solo por 10 días. La calidad del espárrago liofilizado en trozos irradiado a 3, 5 y 7 kGy fue evaluado por análisis microbiológico, físico-químico y sensorial. Dosis de 3 kGy mejora la calidad higiénica en el espárrago liofilizado. La irradiación fue evaluada como tratamiento cuarentenario para la desinfestación de *Copitarsia decolora* en espárrago. Se requirió una dosis de 0,10 kGy aplicada en el segundo estadio larval de *Copitarsia decolora* para prevenir la emergencia de adultos. La radiación gamma en el espárrago peruano, extiende la vida media, mejora la calidad higiénica y, como tratamiento cuarentenario, será una alternativa a la fumigación con bromuro de metilo, que afecta la calidad del producto, y daña la salud y el medioambiente.

Descriptores: irradiación, espárrago, dosis, tratamiento cuarentenario, conservación

ABSTRACT

*Irradiation technology replaces additives and chemical fumigants in the conservation and elimination of insects in food. These chemicals are very questionable to be highly toxic, harmful to health and the environment. We present research using gamma radiation in Peruvian asparagus (fresh asparagus, freeze-dried and flour). Doses of 1 kGy extend the half-life of fresh green asparagus for 20 days and of the control for only 10 days. The quality of freeze-dried asparagus irradiated to 3, 5 and 7 kGy was evaluated by microbiological, physicochemical and sensorial tests. A dose of 3 kGy improved the hygienic quality of freeze-dried asparagus. Irradiation was evaluated as a quarantine treatment for the disinfestation of *Copitarsia decolora* in asparagus. A dose of 0.10 kGy applied to the second instar of *Copitarsia decolora* larvae was required to prevent adult emergence. Gamma radiation in Peruvian asparagus, extend half-life, improve the hygienic quality and as a quarantine treatment will be an alternative to methyl bromide fumigation, which affects the quality of the product, damages health and the environment.*

Keywords: irradiation, asparagus, dosage, quarantine treatment, storage

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se entregarán algunos antecedentes, perspectivas y resultados de investigación realizados con tecnología de irradiación en el espárrago peruano y sus productos.

Los rayos gamma son radiaciones electromagnéticas de una longitud de onda muy corta, de la misma naturaleza que la luz visible, ultravioleta, infrarrojo, rayos X, microondas y ondas de telecomunicaciones.

La irradiación de alimentos es un proceso en frío, no eleva la temperatura del producto, es de alta penetrabilidad y no deja residuos.

Este proceso reemplaza a los métodos químicos más tóxicos para combatir a las poblaciones microbianas e insectos.

Conservación e higiene de los alimentos

La radiación gamma, producida principalmente por una fuente de Cobalto 60, se emplea en la irradiación de alimentos con la finalidad de conservarlos, extendiendo su vida útil o periodo de comestibilidad, y mejorar su calidad higiénica y garantizar su inocuidad, reduciendo la población microbiana y de hongos y eliminando microorganismos patógenos, es decir aquellos microorganismos que pueden desarrollar enfermedades como la *Salmonella sp*, el *Vibrio cholerae*, la *Escherichia coli*, el *Staphylococcus aureus*, el *Bacillus cereus*, etc. También desinfecta los alimentos de insectos para su conservación y/o solucionar problemas fitosanitarios.

Tecnología de irradiación como reemplazo de fumigantes químicos y lucha contra las plagas

La irradiación de alimentos ha sido estudiada más extensamente que cualquier otro proceso de preservación de alimentos, incluyendo el enlatado, el congelamiento, la deshidratación y el uso de aditivos y fumigantes químicos

A través del tiempo se ha ido reduciendo o prohibiendo el uso de aditivos y fumigantes químicos sobre los alimentos. La tendencia actual es utilizarlo cada vez menos.

En el tratamiento de alimentos se han utilizado fumigantes como el óxido de etileno para la descontaminación microbiana en especias. Por ser irritante y carcinógeno, su uso fue prohibido en 1991 en la Unión Europea y actualmente se limita a la esterilización de algunos materiales médicos.

El dibromuro de etileno, más conocido por sus siglas en inglés (EDB), fue usado para la eliminación de insectos en alimentos almacenados como cereales y en el tratamiento cuarentenario de frutas y vegetales. Su uso fue prohibido entre los años 1984 y 1985, y es de alta toxicidad y carcinógeno.

Actualmente, para superar los problemas fitosanitarios muchos vegetales son fumigados con bromuro de metilo (BrM), un gas tóxico que puede provocar en el ser humano irritaciones pulmonares, tos, dificultad para respirar, afecciones en el sistema nervioso central e incluso la muerte. También se lo ha identificado como una de las sustancias que agota la capa de ozono.

La capa de ozono se encuentra en forma natural en la parte superior de la atmósfera terrestre, la cual sirve de filtro al disminuir el impacto de los rayos ultravioletas dañinos (UV-B). Si la capa de ozono no reduce esta radiación ultravioleta, el ecosistema marítimo, la producción agrícola y las poblaciones de animales se verían afectados y aumentaría la incidencia de ciertos tipos de cáncer.

En 1987, 138 países firmaron un acuerdo internacional conocido como el Protocolo de Montreal, acuerdo internacional para la limitación en el uso, fabricación y venta de compuestos halogenados y bromados, cuya finalidad es eliminar el uso de las sustancias que agotan la capa de ozono.

Según el Protocolo de Montreal de 1995, 183 países llegaron a un acuerdo para ir reduciendo progresivamente en los países industrializados el uso del bromuro de metilo hasta su prohibición total en el 2005. Entre otras sustancias que se prohibirán, están los clorofluorocarbonos (CFCs), pero el bromuro de metilo es 50 veces más destructor del ozono.

La décima sexta reunión de las Partes del Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la capa de

ozono se realizó en Praga en noviembre de 2004. En ella se acordó que 11 naciones desarrolladas, incluyendo los Estados Unidos, podrán seguir utilizando el BrM, puesto que no existen alternativas que sean económicamente factibles. El protocolo ya había otorgado una exención a los países en desarrollo [1].

Por consiguiente, se ha aplazado la fecha límite para la eliminación total del BrM debido a que no se han encontrado alternativas útiles que cuenten con toda la gama de características que se necesitan.

Las autoridades fitosanitarias de la North American Plant Protection Organization (NAPPO) han manifestado constantemente su preferencia, y han exhortado a los países con los cuales mantienen relaciones comerciales sobre el uso preferencial del tratamiento térmico sobre el de BrM, pero los espárragos y algunas variedades de mango no soportan este tratamiento.

El tratamiento térmico afecta la calidad sensorial de los productos, demanda mayor costo y consumo de energía, y consume combustibles fósiles que favorecen al cambio climático, lo cual tendrá graves consecuencias en los ecosistemas mundiales y los elementos que lo componen, como el desarrollo de plagas, afectando también a la agricultura, los bosques y la salud humana. Por otro lado, el estatus de “uso cuarentenario” permite que se utilice el BrM como una de las herramientas con que cuentan las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) para controlar y prevenir las plagas invasoras, las cuales, si se dejaran sin control, también podrían ocasionar daños de grandes proporciones al medio ambiente, la economía y la salud.

Hay que tener en cuenta que la exportación de espárragos peruanos se está recuperando; es así que entre enero y mayo de 2010 sumó 130,9 millones de dólares, un 8% más que en similar período en 2009.

La Tecnología de Irradiación reemplaza a fumigantes perjudiciales para la salud y el medioambiente, por ejemplo al *Copitarsia decolora* en espárragos. Por este motivo en el Perú, surge como una alternativa

viable, como un tratamiento cuarentenario para el espárrago de exportación, en reemplazo de métodos convencionales que utilizan fumigantes nocivos para la salud pública y el medio ambiente.



Figura 1: *Lepidóptero Copitarsia decolora* larva y adulto.

Los objetivos de la irradiación en los productos trabajados fueron:

Retardar la senescencia en espárragos verdes frescos sin alterar significativamente sus propiedades nutritivas, físico-químicas y sensoriales.

Reducir la población microbiana en espárrago liofilizado, garantizando su inocuidad y manteniendo sus propiedades intrínsecas.

Como tratamiento cuarentenario en espárragos, el objetivo fue encontrar la dosis mínima óptima que asegure la no emergencia del *Lepidóptero Copitarsia decolora* del segundo estadio al estado adulto, manteniendo las características propias de los productos a la dosis mínima seleccionada.

Para conseguir los objetivos deseados en los alimentos irradiados se aplicaron diferentes dosis. La unidad de dosis absorbida es el gray (Gy), que viene a ser la energía absorbida de un Joule por kg de materia irradiada:

$$\text{Gy} = \text{Joule/kg}$$

Aplicaciones en espárragos

Retardo de la senescencia en espárragos frescos

En experimentos ejecutados en el IPEN, la dosis de radiación gamma a 1,0 kGy logró extender considerablemente por un periodo de 20 días los espárragos verdes, manteniendo su calidad a una temperatura de 1-2 °C (90-95% de humedad relativa), mientras el control pudo conservarse solo 10 días [2].

Tratamiento cuarentenario como medida fitosanitaria para las plagas

Es necesario tener en cuenta que el comercio internacional de productos agrícolas obliga al uso de tratamientos cuarentenarios para evitar el ingreso de plagas foráneas, práctica que es demandada por ciertos países importadores, como EE.UU. y Japón. El tratamiento fitosanitario cuarentenario obligatorio para el ingreso del espárrago peruano al mercado de los Estados Unidos es la fumigación con BrM en destino. Esto se debe a que en Estados Unidos se encontró en los embarques de espárrago fresco peruano un porcentaje de 98 - 95% de huevos y 2 - 5% de larvas hasta el segundo estadio de *Copitarsia decolora*, lo cual creó ciertas limitaciones fitosanitarias para su exportación por ser considerada una plaga cuarentenaria para el mercado norteamericano. Por ello, el 100% de los embarques de espárrago fresco deben ser fumigados con bromuro de metilo en destino antes de su comercialización, originando sobrecostos, pérdidas de calidad, reducción del tiempo de vida útil del producto, daño a la salud y agotamiento de la capa de ozono.

La dosis mínima efectiva de irradiación gamma sobre las larvas II que asegura la no emergencia de adultos de *Copitarsia decolora* al 100% fue de 100Gy [3].

Harina de espárrago

La contaminación de los espárragos, por ser un producto del campo, se produce durante el cultivo, la cosecha y el procesamiento. Dependiendo del nivel de flora, el clima y las prácticas agrícolas, puede encontrarse altos niveles de población microbiana de hasta 10^6 microorganismos.

El secado o tratamiento térmico disminuye la contaminación; las operaciones posteriores de molienda, mezcla, envasado y almacenamiento la aumentan nuevamente. A esto habría que agregar que la alta humedad de la Costa peruana parece favorecer la aparición de hongos, además de que por producto del manipuleo se podrían incorporar microorganismos patógenos.

Dosis de 5 kGy pueden reducir hasta tres ciclos logarítmicos la población microbiana y eliminar microorganismos patógenos.

En la Planta de Irradiación de Santa Anita se ha irradiado harina de espárrago, con esa finalidad.



Figura 2: Preparación e irradiación de espárragos.

Espárrago liofilizado en trozos

Uno de los procesos que garantiza la calidad microbiana es el liofilizado, pero dependiendo de la población microbiana inicial. En otros casos, la población de hongos esporula ante el tratamiento de liofilizado, por lo que sobrevive en el producto final, siendo necesaria la irradiación para su descontaminación [4].

Espárragos precocidos refrigerados

Los empresarios peruanos desean exportar nuevos productos en espárragos, pero los países de destino tienen normas o especificaciones estrictas de calidad higiénica sanitaria.

Después de haber implementado un plan HACCP, siempre existe el riesgo o peligro de contaminación, sobre todo por microorganismos patógenos, como la *Escherichia coli*, el *Staphylococcus aureus*, etc., principalmente debido a su manipulación.

Hipótesis planteada: Dosis bajas de irradiación eliminan los microorganismos patógenos en espárragos precocidos y refrigerados sin afectar significativamente sus características nutricionales y sensoriales.

Debido al interés existente, se está elaborando el proyecto o la verificación tecnológica que involucra varios análisis como la dosimetría, la irradiación a diferentes dosis alternativas, el análisis físico-químico, el análisis microbiológico, el análisis sensorial, además de pruebas con simulación de transporte y almacenamiento refrigerado.

MÉTODO EXPERIMENTAL

Los productos fueron irradiados en el Equipo de Irradiación Gammacell 220. Se hicieron análisis dosimétricos para cada producto, que de acuerdo a la densidad y geometría nos permitió calcular los tiempos de exposición a la radiación gamma, para administrar las diferentes dosis deseadas a ser estudiadas.

Para las dosimetrías se utilizó el método ASTM E 1026, 1995 Practice for Using the Fricke Reference Standard Dosimetry System.

Los métodos empleados en los análisis físico-químicos y las especificaciones para espárragos liofilizados se realizaron conforme a las Normas Técnicas Nacionales del ITINTEC.

Los métodos empleados en los análisis microbiológicos se realizaron conforme a las pautas de la FDA, sexta edición, 1984.

Todos los controles de laboratorio se realizaron en los productos irradiados y sin irradiar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descontaminación microbiana e inocuidad

Producto : Espárrago liofilizado en trozos
 Cantidad : 5 Kg
 Fuente : Cobalto 60
 Tasa de dosis : 4,95 kGy/h
 Dosis Aplicadas : 3; 6 y 9 kGy
 Análisis : físico-químicos y microbiológicos

Tabla 1: Análisis físico-químico en espárrago liofilizado en trozos a diferentes dosis.

Análisis	Control	3 kGy	6 kGy	9 kGy	Limite (%)
Humedad (%)	2,83	3,04	1,79	2,86	Máx 3,5
Cenizas (%)	6,81	7,02	7,13	7,24	(6,0 – 8,0)
Fibracrua (%)	11,31	12,69	12,86	13,56	(10 – 19,0)

Como se puede apreciar en la tabla 1, no hay alteraciones en los análisis físico-químicos de humedad, cenizas y fibra cruda a las diferentes dosis ensayadas en espárrago liofilizado en trozo.

Con respecto a los análisis microbiológico, se puede notar en la tabla 2 que a dosis de 3 kGy, los microorganismos aerobios mesófilos y coliformes

totales son eliminados de $9,3 \times 10^2$ UFC/g a <10 UFC/g y 0,36 NMP/g a <10 NMP/g, respectivamente

Tabla 2: Análisis microbiológicos en espárrago liofilizado en trozos a diferentes dosis.

Determinaciones	Control	3 kGy	6 kGy	9 kGy	Límite
R.Aerobios mesófilos (UFC/g)	$9,3 \times 10^2$	<10	<10	<10	5×10^2
Recuento de hongos (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	10^2
Recuento levaduras (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	10^2
Coliformes totales (NMP/g)	0,36	$<0,3$	$<0,3$	$<0,3$	Ausencia

CONCLUSIONES

Dosis de 1,0 kGy logran extender la conservación de la vida útil en espárragos verdes almacenados a 1-2°C (90-95% de humedad relativa), con respecto al control que solo duró 10 días.

Dosis de 0,10 kGy aplicadas a larvas del segundo estadio de *Copitarsia decolora* infestantes del espárrago previenen la emergencia al estado adulto.

Dosis de 3 kGy es suficiente para mejorar la calidad higiénica en espárragos liofilizados en trozos, sin alterar significativamente sus características físico-químicas.

Debido a la gran producción, se podrá tratar la agroindustria del espárrago, como la harina de espárrago, el espárrago liofilizado en trozos y el espárrago precocido, con la finalidad de mejorar su calidad higiénica.

La radiación gamma garantiza la inocuidad de los espárragos y de sus productos tratados.

La radiación gamma es una alternativa como tratamiento cuarentenario en el Perú para la exportación de frutas y hortalizas.

La Tecnología de Irradiación permitirá ampliar y mejorar el acceso de los productos peruanos a los mercados internacionales.

Con el uso de la Tecnología de Irradiación lograremos un desarrollo sostenible conservando la salud y el medio ambiente.

REFERENCIAS

- [1] M. Mejía, Calentamiento global y la distribución de plagas, Boletín de Marzo de NAPPO, (2005) <http://www.nappo.org/Newsletter/Newsletters/March05-s.pdf>.
- [2] M. Cornejo *et al.*, Utilización de la energía nuclear a través de la tecnología pico onda en la conservación de la calidad y disminución de la carga microbiana del espárrago verde fresco, Proyecto de Investigación, Lima, Perú, 1994.
- [3] M. Huamán, Uso de la irradiación gamma como tratamiento cuarentenario para el control de *Copitarsia decolora* (guenée,1852) lepidóptera: noctuidae en el espárrago verde fresco para exportación. (2007), Tesis UNMSM para optar el título de biólogo con mención a zoología.
- [4] J. Vargas *et al.*, “Aplicaciones de la radiación gamma en frutas y hortalizas. Perspectivas agroindustriales para el espárrago peruano”, Informe Científico Tecnológico 2004, Lima Perú, 2005; 123-128 (ISSN 1684-1662).

E-mail: jvargas@ipen.gob.pe