

## **Efecto de la radiación gamma en la conservación, calidad higiénica y tratamiento cuarentenario en productos del espárrago peruano**

Johnny Vargas\*, Mónica Vivanco, Emma Castro

Dirección de Servicios. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Av. Canadá 1470 Lima 41, Perú

### **Resumen**

Se presentan algunos resultados de investigaciones realizadas en el Perú utilizando la tecnología de irradiación en el espárrago peruano (Fresco, liofilizado en trozos y harina) con fines de conservación, solución a problemas fitosanitarios como reemplazo de agentes químicos nocivos para la salud y el medio ambiente. Aplicando una dosis de 1 kGy a espárragos verdes frescos se logró extender la vida útil por un período de 20 días, mientras que el control pudo conservarse solo 10 días. En la descontaminación microbiana se halló que dosis de 3 y 5 kGy mejora la calidad higiénica en el espárrago liofilizado en trozos y harina de espárrago, respectivamente. También se explica los resultados del uso de la radiación gamma como tratamiento cuarentenario en la exportación, donde dosis de 0,10 kGy aplicada a las larvas del 2° estadio controló la emergencia de adultos de *Copitarsia decolora* al 100 %. La radiación gamma aplicado a los vegetales tiene como objetivo prolongar su vida útil, mejorar la calidad higiénica y como medida fitosanitaria ser una alternativa a la fumigación con bromuro de metilo.

### **Effect of gamma radiation in conservation, hygienic and quarantine treatment products peruvian asparagus**

#### **Abstract**

We present some results of research conducted in Peru using irradiation technology in the Peruvian asparagus (fresh, freeze-dried pieces and flour) for conservation, plant protection solutions to problems such as replacement of chemicals harmful to health and the environment. Applying a dose of 1 kGy fresh green asparagus was able to extend the life for a period of 20 days, while the control retained only 10 days could. In the microbial decontamination was found that doses of 3 and 5 kGy improved hygienic quality freeze-dried asparagus, asparagus pieces and flour, respectively. It also explains the results of using gamma radiation as a quarantine treatment in exports, where dose of 0,10 kGy applied to the 2<sup>nd</sup> instar larvae of adult emergence controlled *Copitarsia decolora* of to 100 %. Gamma radiation applied to these products, improve the hygienic quality and as a phytosanitary measure to be an alternative to methyl bromide fumigation.

#### **1. Introducción**

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

Los rayos gamma son radiaciones electromagnéticas al igual que la luz visible, ultravioleta, infrarrojo, rayos X, microondas y ondas de telecomunicaciones.

La irradiación de alimentos es un proceso en frío de alta penetrabilidad y no deja residuos, reemplaza a los métodos químicos más tóxicos para combatir a las poblaciones microbianas e insectos.

La radiación gamma producido principalmente por una fuente de Cobalto 60, se emplea en la irradiación de alimentos con la finalidad de conservar los alimentos, extendiendo su vida útil o período de comestibilidad, así como mejorar su calidad higiénica, reduciendo la población microbiana, hongos, eliminando microorganismos patógenos y garantizando alimentos inocuos, también desinfestándolo de insectos para su conservación o solución de problemas fitosanitarios, reemplazando fumigantes como el Óxido de Etileno y el Dibromuro de etileno (más conocidos por sus

---

\* Correspondencia autor: [jvargas@ipen.gob.pe](mailto:jvargas@ipen.gob.pe)

siglas en inglés EO y EDB, respectivamente) ya prohibidos por ser cancerígenos.

Por otro lado, el estatus de “uso cuarentenario” permite el empleo de Bromuro de metilo (BrM), como una de las herramientas con que cuentan las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) para controlar y prevenir las plagas invasoras.

Nuestro país mantiene considerables ventajas competitivas, tales como: bajos costos de mano de obra, los más altos rendimientos del mundo, producción en contra estación y condiciones climáticas favorables, que le han permitido mantenerse en un lugar de preponderancia a nivel mundial [1].

El tratamiento fitosanitario cuarentenario obligatorio para el ingreso del espárrago peruano al mercado de los Estados Unidos de Norteamérica es la fumigación con BrM en destino. Esta fumigación origina sobre costos, pérdidas de calidad, reducción del tiempo de vida útil del producto, daño a la salud y agotamiento de la capa de ozono.

Hay que tener en cuenta que la exportación del espárrago peruano se está recuperando; por ejemplo, entre enero y mayo 2010 sumó 130.9 millones de dólares, un 8 % más que el período similar del año 2009.

Por esta razón, la tecnología de irradiación surge como una alternativa viable, para el tratamiento cuarentenario del espárrago de exportación, en reemplazo de métodos convencionales.

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, manteniendo sus propiedades intrínsecas.
- Como tratamiento cuarentenario en espárragos, encontrar la dosis mínima óptima que asegure la no emergencia del Lepidóptero *Copitarsia decolora* del 2° estadio al estado adulto, manteniendo las características propias de los productos a la dosis mínima seleccionada.

## ***Otras aplicaciones en espárragos***

### ***Harina de espárragos***

Los espárragos por ser un producto del campo, la contaminación se produce durante el cultivo, la cosecha y el procesamiento dependiendo del nivel de flora, el clima y de las prácticas agrícolas. Se ha encontrado altos niveles de población microbiana de hasta  $10^6$  microorganismos por gramo.

El secado o tratamiento térmico disminuye la contaminación; sin embargo, las operaciones posteriores de molienda, mezcla, envasado, manipuleo y almacenamiento la incrementan nuevamente. Adicionalmente, factores climáticos como la alta humedad de la costa peruana, favorecería la aparición de hongos y por el excesivo manipuleo, microorganismos patógenos.

### ***Espárrago liofilizado en trozos***

Uno de los procesos que garantiza la calidad microbiana es el liofilizado, pero depende de la población microbiana inicial, en otros casos de la población de hongos que ante el tratamiento de liofilización esporulan, sobreviviendo en el producto final, siendo necesaria la irradiación para su descontaminación [2].

### ***Espárragos pre cocidos refrigerados***

Después de haber implementado un plan HACCP, siempre existe el riesgo o peligro de contaminación sobre todo por microorganismos patógenos, como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, etc. principalmente debido al manipuleo, no cumpliendo con las exigencias del mercado internacional.

Debido al interés existente, se elaboró el proyecto considerando varios análisis como: dosimetría, irradiación a diferentes dosis alternativas, análisis físico-químicos, microbiológicos, análisis sensorial, además de pruebas con simulación de transporte y almacenamiento refrigerado.

## **2. Experimental**

Los productos fueron irradiados en el equipo de irradiación Gammacell 220 y Gammabeam se hicieron análisis dosimétricos para cada producto, que de acuerdo con la densidad y geometría nos permitió calcular los tiempos de exposición a la radiación gamma, para administrar las

diferentes dosis estudiadas.

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

El método empleado en los análisis físico-químicos y las especificaciones para espárragos liofilizados fueron consultados de las Normas Técnicas Nacionales del ITINTEC.

El método empleado en los análisis microbiológicos fueron consultados de FDA, Edition 6ta, 1984.



**Figura 1.** Preparación e irradiación de espárragos.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Retardo de la senescencia en espárragos

Ensayos con dosis de radiación gamma a 1,0 kGy logró extender 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 [3].

#### 3.2 Tratamiento cuarentenario como medida fitosanitaria para las plagas

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 100 Gy [4].

#### 3.3 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-químico y microbiológicos



**Figura 2.** Lepidóptero *Copitarsia decolora* larva y adulto.

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

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

**Tabla 2.** Análisis microbiológicos en espárrago liofilizados en trozos a diferentes dosis.

| Análisis      | Control             | 3 kGy | 6 kGy | 9 kGy | Límite              |
|---------------|---------------------|-------|-------|-------|---------------------|
| R.A.M (UFC/g) | 9,3x10 <sup>2</sup> | <10   | <10   | <10   | 5 x 10 <sup>2</sup> |
| R.H (UFC/g)   | <10                 | <10   | <10   | <10   | 10 <sup>2</sup>     |
| R.L. (UFC/g)  | <10                 | <10   | <10   | <10   | 10 <sup>2</sup>     |
| C.T. (NMP/g)  | 0,36                | <0,3  | <0,3  | <0,3  | Aus.                |

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 trozos.

Con respecto a los análisis microbiológicos, se puede notar en la Tabla 2 que a dosis de 3 kGy los microorganismos aerobios mesófilos y coliformes totales son eliminados de 9,3x10<sup>2</sup> UFC/g a <10 UFC/g y 0,36 NMP/g a <10 NMP/g, respectivamente.

### 4. Conclusiones

Dosis de 1,0 kGy logran extender la conservación de la vida útil en espárragos verdes almacenados por 20 días a 1-2 °C (90-95 % de humedad relativa), con respecto al control que duró solo 10 días.

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

Una 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 harina de espárrago, espárrago liofilizado en trozos y espárrago pre cocido, con la finalidad de mejorar su calidad higiénica.

La radiación gamma garantiza la inocuidad de los espárragos y de sus productos tratados constituyéndose en una alternativa como tratamiento cuarentenario.

## 5. Bibliografía

[1] Espárragos: Busca consolidarse como el primer exportador mundial [serie en Internet]. Disponible en: [http://www.scotiabank.com.pe/i\\_financiera/pdf/sectorial/20030922\\_sec\\_es\\_esparragos.pdf](http://www.scotiabank.com.pe/i_financiera/pdf/sectorial/20030922_sec_es_esparragos.pdf) Consultado Julio 2010.

[2] Vargas J, *et al.* Aplicaciones de la radiación gamma en frutas y hortalizas. Perspectivas agroindustriales para espárrago peruano. En: instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2004. Lima: IPEN; 2005. p. 123-128.

[3] Cornejo M, *et al.* (1994). 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. (1994). Lima-Perú.

[4] Huamán M. 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. [Tesis para optar el título de Biólogo, mención Zoología]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2007.