

# ESTABLECIMIENTO DE LOS PARÁMETROS RUTINARIOS DE CONTROL PARA LA IRRADIACIÓN DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS DESHIDRATADOS Y DE MATERIAL MÉDICO DESCARTABLE EN LA PLANTA DE IRRADIACIÓN MULTIUSO DEL PERÚ

Del Valle C.<sup>(1)</sup> [carlosdelvalleo@starmedia.com](mailto:carlosdelvalleo@starmedia.com), Vargas J.<sup>(1)</sup> [jvargas@ipen.gob.pe](mailto:jvargas@ipen.gob.pe);  
Linares M.<sup>(1)</sup> [mlinares@ipen.gob.pe](mailto:mlinares@ipen.gob.pe)

(1) *Planta de Irradiación Multiuso – IPEN / Lima, Perú*

## RESUMEN

Mediante la realización de pruebas de irradiación a productos simulados “Dummy”, de densidades similares a los suplementos alimenticios como la maca, uña de gato, hercampuri, entre otros y a productos de uso médico como los apósitos quirúrgicos, se ha logrado determinar el tiempo de exposición necesario para obtener la dosis mínima y máxima requerida dentro del control rutinario para su irradiación a gran escala en la Planta de Irradiación Multiuso del Perú, con el propósito de su descontaminación microbiana y esterilización, dotándolos de calidad y de un alto valor agregado, que posibilite a los usuarios de esta tecnología acceder a su comercialización tanto en el mercado local como en el internacional.

La tecnología de irradiación mejora la inocuidad y la calidad de los suplementos alimenticios tales como la maca, uña de gato, hercampuri, camucamu, huamanpinta, pasuchaca, entre otros, proporcionándoles un alto valor agregado al reducirles la población microbiana. Con esta tecnología también se consigue la radioesterilización de los productos de uso médico tales como los apósitos quirúrgicos.

Debido a la creciente demanda de usuarios por alcanzar estos beneficios en sus productos es que en la Planta de irradiación se determinaron los parámetros de control para su tratamiento a gran escala.

Existen investigaciones a nivel internacional y local acerca de la propuesta de dosis que se debe suministrar para conseguir los beneficios tecnológicos mencionados. Al irradiar muestras se puede establecer en definitiva la dosis óptima requerida y deseable por el usuario sin

ninguna alteración de sus características físicas. Para obtener la dosis óptima en planta y establecer los tiempos de permanencia del producto frente a la fuente se tuvo que conjugar algunas variables acerca del producto a irradiar con los parámetros de la propia instalación.

El diseño de esta planta de Irradiación Multiuso (PIMU) está comprendido dentro de la categoría IV de irradiadores la cual prevee el almacenamiento de su irradiador dentro de una piscina llena con agua desionizada. En ella se utiliza el Cobalto-60 como elemento radioactivo, siendo la actividad máxima permisible de 500000 curies. Los productos a irradiar son cargados en cajas de 40 cm x 50 cm x 40 cm, pudiendo ingresar hasta cinco de ellas en cada una de las 45 jaulas colgantes que contiene el sistema, las que son trasladadas hacia la cámara de irradiación mediante el accionamiento de una cadena transportadora.

Las variables acerca del producto son la densidad específica (g/cc), la densidad aparente global (g/cc), la dosis mínima requerida (K Gy), la dosis máxima permisible (K Gy).

Los parámetros acerca de la instalación son la configuración de las jaulas colgantes frente a la fuente. La distancia total del recorrido de las jaulas colgantes en el sistema (m) la velocidad de la cadena transportadora (m/min). El ratio de uniformidad de dosis. La eficiencia del irradiador (%). La actividad de la fuente (Ci).

Los datos a establecer son el tiempo de exposición – dwell time (min). La dosis mínima y máxima a absorber el producto (K Gy) en la irradiación de un lote determinado.

Por las presentaciones de los productos se estableció como dato de entrada una densidad

aparente de 0,250 g/cc para el caso de los suplementos alimenticios deshidratados y de 0,100 g/cc para el material de uso médico.

Al realizar el análisis de los tiempos operativos y dosimétricos, se determinó que el tiempo dosimétrico es el tiempo total necesario para que el producto frente al irradiador absorba la dosis mínima correspondiente en tanto que el tiempo operativo es el tiempo total en que el sistema está funcionando. De ahí que el tiempo ciclo sea igual al tiempo en que las jaulas colgantes con el producto están estacionadas frente a la fuente adicionadas al tiempo en que las jaulas colgantes con el producto están en movimiento (Cycle time = Dwell time + Shuffle time). Entonces el tiempo total de permanencia del producto por cada posición frente a la fuente es denominado "Dwell time" y cuya sumatoria es el tiempo dosimétrico necesario para que el producto reciba la dosis mínima requerida.

En la práctica la dosis absorbida se midió por intermedio de dosímetros de rutina ECB que se colocaron en la caja junto con el producto según disposiciones de mínima y máxima pre-establecidas por mapeo dosimétrico elaborado.

La dosis promedio total absorbida (D) para el producto irradiado se puede determinar en forma teórica mediante la expresión:

$$(D) = 1/M \int \int \int \rho(x,y,z) d(x,y,z) dV$$

donde :

- M = Masa total del producto
- P = Densidad local en el punto (x,y,z)
- D = Dosis absorbida local en el punto (x,y,z)
- dV = dx dy dz = Elemento de volumen infinitesimal, el cual en casos reales está representado por fracciones del volumen.

Siendo la intensidad de dosis al atravesar el producto de:

$$D_{Co-60} = \frac{A Q K e^{-\mu_{ij}x} B_{ij}}{r_{ij}^2} \text{ [ kGy./h ]}$$

i = punto, j = fuente. (Para todas las posiciones tanto del producto como de la distribución de los lapiceros de Cobalto-60 dentro del irradiador).

donde:

- D = Tasa de dosis absorbida en kGy./h.
- A = Actividad de la fuente.
- B<sub>i</sub> = Factor de acumulación de dosis dependiente de la energía E<sub>gamma</sub>.
- r = Distancia de la fuente.
- x = Espesor del producto atravesado.
- Q<sub>i</sub> = Valor que está en función de la probabilidad de emisión del fotón, de la energía E<sub>gamma</sub>, y del coeficiente de absorción másico del producto.
- K = Constante de dosis gamma.
- u<sub>i</sub> = Coeficiente de absorción másico.

El parámetro de control tiempo de exposición se ve incrementado de acuerdo a la pérdida de actividad de la fuente. El Cobalto-60 tiene una vida media de 5.261 años y se ve representada por la formula de decaimiento logarítmico.

Las pruebas se hicieron con productos simulados "dummy" para llegar a establecer la densidad requerida en cada una de las cajas de 40 cm x 50 cm x 40 cm, en el caso de los suplementos alimenticios deshidratados se empleó aserrín embolsado y para el caso del material de uso médico descartable se empleó papel y cartón embolsado.

Para el establecimiento de los parámetros de control se obtuvieron los siguientes resultados en base al tratamiento de un lote de 28 + 20min/Dwelltime jaulas colgantes mínimas para el sistema, con 4 filas de 7 jaulas cada una dispuestas dentro de la cámara de irradiación y para una actividad de fuente de 50 000 Ci:

Producto: Suplemento alimenticio deshidratado.

| Densidad   | Dwell time | Dosis mín (KGy) |
|------------|------------|-----------------|
| 0,250 g/cc | 11 min     | 8,5             |

|   |
|---|
| Uniformidad de dosis: dosis Máx / dosis Mín |
| 1,30  |

Producto: Material de uso médico descartable (Apósito quirúrgico).

| Densidad   | Dwell time | Dosis mín (KGy) |
|------------|------------|-----------------|
| 0,100 g/cc | 16 min     | 15,7            |
| 0,100 g/cc | 26 min     | 25,5            |

|   |
|---|
| Uniformidad de dosis: dosis Máx / dosis Mín |
| 1,15  |
| 1,14  |

Para ambas densidades de 0,250 g/cc y de 0,100 g/cc la dosis máxima estuvo determinada sobre el plano frontal (frente de la caja) y la dosis mínima fue determinada en el punto medio del plano central de la caja paralelo al portafuente.

## REFERENCIAS

1. IAEA. Training manual on operation of food irradiation facilities. ICGFI Document No. 14. Vienna, 1992.
2. AAMI/ISO 11137. Sterilization of health care products-requirements for validation and routine control-radiation sterilization. February 1994.
3. AAMI. Guidelines for industrial radiation sterilization. Association for the Advancement of medical Instrumentation, (AAMI), Arlington. VA, 1992.