



CU9700450

10-967

C I E N - R

DOSIMETRIA PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL IRRADIADOR DE
LABORATORIO PX-y-30

COMMISSIONING DOSIMETRY FOR THE LABORATORY IRRADIATION
FACILITY PX-y-30

Prieto Miranda, E.F.; Cuesta Fuente, G.L.
Chavez Ardanza, A.; Sainz Vidal, D.

*
**

* Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia
** Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear

La Habana, Cuba

1997

**POOR QUALITY
ORIGINAL**

VOL 28 No 13

DOSIMETRÍA PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL IRRADIADOR DE LABORATORIO PX- γ -30.

COMMISSIONING DOSIMETRY FOR THE LABORATORY IRRADIATION FACILITY TYPE PX- γ -30.

Prieto Miranda, E.F*, Chávez Ardanza, A., Sainz Vidal, D.**, Cuesta Fuente, G.L*.**

***Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA), C. de La Habana, Cuba.**

****Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN), C. de La Habana, Cuba.**

Ciudad Habana

Cuba

1997

Subject Categories: D15.00

Keywords: calibration: Q₁; cobalt 60; dosimeters; radiation doses distribution; gamma dosimetry; nuclear facilities: M₁; laboratories.

DOSIMETRÍA PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL IRRADIADOR DE LABORATORIO PX- γ -30.

Resumen. En el presente trabajo se realizó la dosimetría de calibración para la puesta en marcha del irradiador de laboratorio PX- γ -30 perteneciente al Departamento de Radiobiología del CEADEN, donde se determinó la distribución de dosis en la cámara de irradiación así como los parámetros dosimétricos fundamentales del proceso de irradiación. Además, una posición de irradiación se localizó para la calibración de sistemas dosimétricos o para la intercomparación de los mismos.

Abstract. In the present paper at the laboratory irradiation facility type PX- γ -30 was carried out the commissioning dosimetry, which belongs to Radiobiological Department of the CEADEN. It was determined the dose distribution as well as principal dosimetric parameters of the irradiation process. Besides, an irradiation position was found for the calibration or intercomparison of dosimetry systems.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la dosimetría de puesta en marcha de una instalación de irradiación, ya sea un irradiador de laboratorio o una planta industrial, es determinar el valor de dosis absorbida experimentalmente y compararlo con el valor suministrado por el productor de la instalación. Esto también conlleva al conocimiento de las zonas de valores de dosis absorbidas máximas y mínimas en todo el volumen de producto el cual va a ser tratado [1]. En el proceso de irradiación es necesario que el producto reciba un valor de dosis absorbida mínimo, cuyo valor no puede ser menor que el específico para alcanzar el objetivo tecnológico deseado y además es importante no exceder mucho el valor de dosis máxima para no causar daños en el producto [2], todo lo cual condiciona realizar un adecuado mapeo de dosis durante la dosimetría de puesta en marcha de la instalación.

La etapa del mapeo de dosis tiene dos objetivos, los cuales son:

- Medir la distribución de dosis de una manera detallada en una geometría dada, en la cual el producto se va a irradiar.
- Emplear esta información para optimizar la distribución de dosis, cambiando la posición de las fuentes en los canales si es necesario [3].

Pero además durante esta etapa se debe estandarizar una posición de referencia que puede ser empleada para la calibración de sistemas dosimétricos de referencia, para la irradiación ocasional de muestras que necesiten de una alta precisión en el valor de la dosis absorbida y para el chequeo periódico de la posición de la fuente de radiación.

Por otra parte la dosimetría de puesta en marcha establece el procedimiento para el empleo de sistemas dosimétricos estandarizados que determinan los parámetros asociados con una disposición y combinación dada de la fuente de radiación y el producto a ser tratado [4]. Siendo el dosímetro

Fricke uno de los sistemas dosimétricos más empleados en el proceso de calibración de instalaciones de irradiación, el cual está reconocido como un dosímetro estándar de referencia.

Es por ello que el objetivo de este trabajo fue realizar la dosimetría de puesta en marcha del irradiador de laboratorio tipo PX- γ -30, con fuentes de cobalto 60, de una actividad inicial de 388.5 TBq, capacidad de 4 L y de fabricación rusa, donde se determinaron los principales parámetros dosimétricos y una posición dentro de la cámara de irradiación para la calibración de sistemas dosimétricos o la intercomparación de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el mapeo de dosis la cámara de irradiación se dividió en dos planos uno inferior y otro superior, donde se distribuyeron en cada plano cinco dosímetros, para un total de diez dosímetros en toda la cámara (Fig. 1), de manera tal que estos ocuparan las zonas de altas y bajas dosis. Se empleó el sistema dosimétrico Fricke, el cual se preparó por la metodología desarrollada por Prieto [5]. La solución dosimétrica se envasó en tubos pyrex de 5 mL de capacidad y 10 mm de diámetro interior, las lecturas de las soluciones no irradiadas e irradiadas se realizaron en un espectrofotómetro marca LKB Biocrom Ultrospec II 4050 el cual fue calibrado anteriormente.

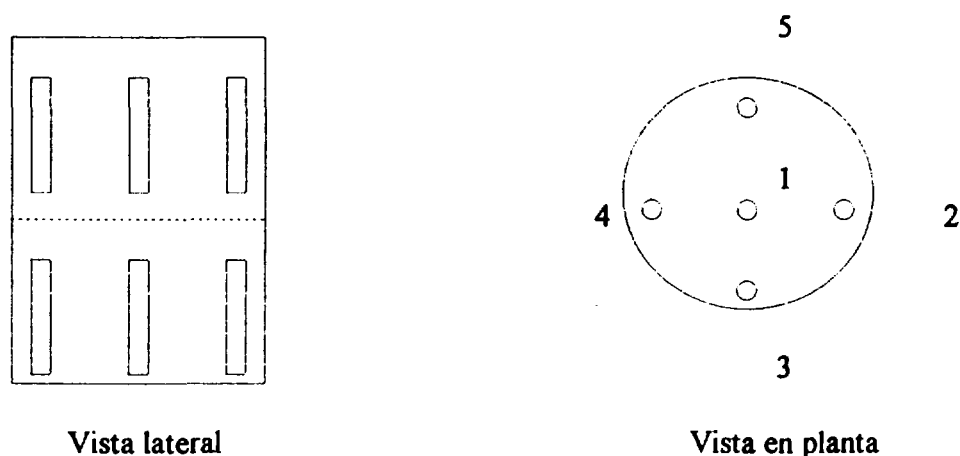


FIGURA 1 Distribución de dosímetros en la cámara de irradiación.

Primeramente se realizó una irradiación de 3 minutos con dos réplicas para conocer la reproducibilidad de la geometría seleccionada y posteriormente se realizaron tres irradiaciones con los tiempos de 0.5, 1 y 2 minutos. Todas la irradiaciones se efectuaron en aire y a una temperatura de 26 ± 1 °C.

Para el proceso estadístico se aplicó un análisis de regresión lineal mediante el programa Grapher versión 1.75, donde se obtuvieron la expresiones matemáticas que relacionan la dosis absorbida y el tiempo de exposición para cada tipo de tasa de dosis (máxima, media y mínima). Además se determinó el valor de la razón de uniformidad de dosis de la instalación de irradiación.

La posición de calibración se empleó para realizar un ejercicio de intercomparación dosimétrica entre nuestro sistema dosimétrico cérico-ceroso [6] y el dosímetro alanina, el cual es un dosímetro estándar de transferencia, perteneciente al programa del Servicio Internacional de Aseguramiento de Dosis (IDAS) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) [7] y es empleado para la certificación de los sistemas dosimétricos que controlan el proceso de irradiación en las diferentes instalaciones del mundo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1 y 2 se muestran los valores de dosis absorbidas expresadas en Gy para los diferentes tiempos de exposición y la posición de los dosímetros en la cámara de irradiación, tanto para el plano inferior como superior, donde se obtuvo que el mayor valor del coeficiente de variación encontrado fue de 1.47 %, para el dosímetro de posición 2 del plano superior, lo cual significa la buena reproducibilidad de la geometría de irradiación seleccionada, lo que incluye además la precisión del sistema dosimétrico empleado y del desplazamiento de la cámara dentro del campo de irradiación.

TABLA 1 Valores de dosis absorbida (Gy) para diferentes tiempos de exposición y la posición del dosímetro en el plano inferior de la cámara de irradiación.

Tiempo de exposición, minutos	0.5	1.0	2.0	3.0
Posición				
1	84.94	134.35	238.08	339.50 ± 3.25
2	91.43	143.49	253.93	366.10 ± 3.42
3	91.16	141.61	250.17	360.05 ± 2.93
4	91.16	140.26	252.59	363.25 ± 4.17
5	86.84	141.87	252.32	362.25 ± 3.18

TABLA 2 Valores de dosis absorbida (Gy) para diferentes tiempos de exposición y la posición del dosímetro en el plano superior de la cámara de irradiación.

Tiempo de exposición, minutos	0.5	1.0	2.0	3.0
Posición				
1	78.99	129.64	234.58	337.63 ± 3.99
2	79.26	129.92	233.51	341.93 ± 5.05
3	75.78	129.10	232.97	336.69 ± 4.62
4	81.87	127.74	234.85	332.53 ± 3.61
5	75.74	127.19	231.36	330.38 ± 3.23

Se obtuvieron las expresiones matemáticas para las dosis mínima (D_{min}), media global (D_{global}) y máxima media (D_{max}) siguientes del plano inferior:

$$D_{min} \text{ (Gy)} = 33.27 + 102.11 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (1)$$

$$D_{global} \text{ (Gy)} = 33.87 + 107.9 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (2)$$

$$D_{max} \text{ (Gy)} = 34.85 + 109.01 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (3)$$

Se debe señalar que la dosis mínima es absoluta y no media debido a las características de diseño de la instalación y a la geometría de irradiación seleccionada lo que no sucede así para la dosis máxima.

Similarmente se obtuvieron las expresiones matemáticas siguientes que corresponden al plano superior de la cámara de irradiación:

$$D_{min} \text{ (Gy)} = 25.32 + 102.05 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (4)$$

$$D_{global} \text{ (Gy)} = 26.31 + 103.24 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (5)$$

$$D_{max} \text{ (Gy)} = 27.51 + 103.62 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (6)$$

De los resultados obtenidos, se demostró que el valor mayor de la tasa de dosis dentro del volumen de irradiación se encuentra en el plano inferior de la cámara de la instalación y es igual a 109.01 Gy/min (ecuación 3), lo que corresponde a 6.54 kGy/h, mientras que el menor valor de este parámetro se localiza en el plano superior de la cámara, siendo el mismo igual a 102.05 Gy/min (ecuación 4) lo que es igual a 6.12 kGy/h. Todo esto se debe a las características propias del diseño del irradiador donde es el plano inferior la zona de la cámara que más tiempo permanece dentro del campo de radiación para cualquier tiempo de exposición.

La expresión que relaciona la dosis media global de toda la cámara de irradiación con el tiempo de exposición es la siguiente:

$$D_{global} \text{ (Gy)} = 30.10 + 105.57 t \text{ (min)}, r = 0.999 \quad (7)$$

Donde se observa que el valor de la tasa de dosis media es de 105.57 Gy/min (6.33 kGy/h), valor que se corresponde con el esperado por el diseñador de la instalación [8].

De las ecuaciones 1-6 se observa que los valores de dosis transientes más bajos se encuentran en el plano superior, esto significa que es adecuado que los productos que necesitan de valores bajos de dosis se irradien en este plano, para evitar que sea significativo este valor de la dosis transiente con relación a la dosis absorbida suministrada al producto.

Se obtuvo un valor de razón de uniformidad de dosis (U) de 1.13, lo que demuestra que esta instalación es adecuada para la irradiación de productos biológicos, los cuales necesitan valores de uniformidad de dosis cercanos a la unidad, aunque se debe tener en cuenta que si la densidad del producto aumenta el valor del parámetro U también aumenta [9], por lo que para productos de diferentes densidades se obtendrán valores de razón de uniformidad de dosis diferentes en la cámara de irradiación.

Se seleccionó como punto de calibración o de intercomparación la posición 1 del plano inferior (centro del plano) a la cual le corresponde un valor de tasa de dosis de 102.11 Gy/min (6.13 kGy/h) (ecuación 1).

Los resultados del ejercicio de intercomparación realizado con el OIEA mediante el programa IDAS, los cuales fueron certificados por el Organismo, demuestran que nuestro sistema dosimétrico es confiable para la medición del rango de dosis medias y altas, teniendo un mejor comportamiento en el rango de dosis altas como se ha demostrado internacionalmente [10].

CONCLUSIONES

Se obtuvieron los valores de tasa de dosis mínima, media y máxima para los planos inferior y superior, así como el de la tasa de dosis media y la razón de uniformidad de dosis de toda la cámara de irradiación.

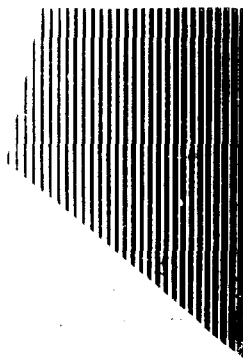
Se determinó una posición de calibración la cual se empleó satisfactoriamente en un ejercicio de intercomparación con el OIEA, mediante los sistemas dosimétricos cérico-ceroso nuestro y el de alanina perteneciente al IDAS, el cual certificó la confiabilidad del empleo del dosímetro cérico-ceroso en los rangos de dosis media y alta.

Además, se demostró que la instalación de irradiación tipo PX- γ -30 del Departamento de Radiobiología del CEADEN es adecuada para realizar ejercicios de intercomparación dosimétrica internacionalmente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1-Radak, B.B.; Markovic, V.M.; Mc Laughlin, W.L. Dosimetry for the commissioning of a versatile irradiation plant. *Radiat. Phys. Chem.* Vol 14: 449-456, 1979.
- 2-El-Behay, A.Z.; Mc Laughlin, W.L. Dose distribution mapping in intense γ -ray fields using dye film dosimetry. *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* Vol 33:684-687, 1982.
- 3-Holm, N.; Jarret, R. An evaluation of dosimetry procedures applicable for use in food irradiation. *Radiation Preservation of Foods.* Danish AEC, Risø. Publication 1273:361-382, 1967.
- 4-Mc Laughlin, W.L. and et al. Radichromic dosimetry for validation and commissioning of industrial radiation processes. *Radiat. Phys. Chem.* Vol 31, No. 4-6: 505-514, 1988.
- 5-Prieto, E.F. Norma Ramal NRIAL. Determinación de la dosis absorbida utilizando el dosímetro Fricke. IIIA. 1991.
- 6-Prieto, E. F. Norma Ramal NRIAL. Uso del dosímetro de sulfato cérico para la determinación de la dosis absorbida. IIIA. 1990.
- 7-IAEA. International Dose Assurance Service (IDAS). IAEA. Vienna, 1993.
- 8-Kauchansky, D. Comunicación personal. Montaje del irradiador de laboratorio PX- γ -30. Proyecto CUB/7/003/450 C. 1994.
- 9-ASTM. Standard Practice for Application of Dosimetry in the Characterization and Operation of a Gamma Irradiation Facility for Food Processing. ASTM, Committee E-10. 1987.
- 10-Chadwick, K.H. Some observations on the results of the preliminary intercomparison held in 1977. IAEA. Tech. Rep. Series No. 205:33-47. IAEA. Vienna, 1981.

Este trabajo fue financiado en parte mediante el contrato OIEA CUB/7/003/450C



CIEn

**CENTRO DE INFORMACION
DE LA ENERGIA NUCLEAR**

Calle 20 No. 4113 e/ 18A y 47, Playa

Telf.: 22-7527. Fax: 331188.

E mail: cien @ceniai cu