

La tecnología de irradiación en el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN). Resultados y perspectivas

 Enrique Fco. Prieto Miranda,  Armando Chávez Ardanza
Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN).
Calle 30 esq. 5ta Ave. Miramar, Playa, La Habana. Cuba.
efprieto@ceaden.edu.cu

Resumen

La tecnología de irradiación es aplicada en el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) desde su inauguración en 1987, donde el Centro disponía de un irradiador de laboratorio, el cual fue desmantelado en el año 2010. En el presente trabajo se muestra el desarrollo alcanzado actualmente, las instalaciones de irradiación, los sistemas dosimétricos empleados, sistema de gestión de la calidad, los aspectos normativos, los resultados y las perspectivas de trabajo.

Palabras clave: tecnología de irradiación; instalaciones de irradiación; radioesterilización; sistemas dosimétricos.

The radiation technology in the Center of Technological Applications and Nuclear Development (CEADEN). Results and perspectives

Abstract

The radiation technology is applied in the Center of Technological Applications and Nuclear Development (CEADEN) from its inauguration in 1987, where the Center disposed of a laboratory irradiator, which was dismantled in the year 2010. In the present paper is shown the development reached currently, the irradiation facilities, the dosimetric systems used, quality management system, the normative aspects, the results and the work perspectives.

Key words: radiation technology; irradiation facilities; radiosterilization; dosimetric systems.

Introducción

Dentro de las líneas de investigación-desarrollo que tiene el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN), la tecnología de irradiación es una de las fundamentales, por los resultados alcanzados. Desde la inauguración de la Institución esta tecnología se ha empleado con diferentes fines, en diversas especialidades, como son, en la agricultura, la biología, la medicina, la biotecnología, la modificación de materiales, y la dosimetría de altas dosis, entre otras.

Dada la pequeña capacidad de irradiación de sus instalaciones, ya que son irradiadores de laboratorios, fundamentalmente se realizan trabajos de investigaciones-desarrollo con aplicaciones a corto y mediano plazo en instalaciones de una mayor capacidad de irradiación, además se establecen tecnologías de irradiación para diferentes productos y objetivos, y se realizan servicios de irradiación de esterilización, por ejemplo de tejido óseo y material quirúrgico y de descontaminación de algunos productos.

En el presente trabajo se muestra el desarrollo alcanzado actualmente y las perspectivas de trabajo, así como, las instalaciones de irradiación, sistemas dosimétricos empleados, sistema de gestión de la calidad, y los aspectos normativos y regulatorios.

De estos siete problemas antes mencionados cinco están vinculados al deterioro de los suelos, por lo que se hace necesario su cuidado y vigilancia ya que es un recurso importante para la sostenibilidad alimentaria del país. Siendo la degradación de los suelos uno de los problemas más serios que se presenta en la agricultura.

Desarrollo de la Tecnología de irradiación en el CEADEN

En el año 1971 se instala un irradiador de laboratorio ruso, tipo PX- γ -25 M, con una capacidad de 1 litro y una actividad inicial de 6.03 kCi, en el cual se realizaron investigaciones en el campo de la química de las radiaciones y la radiobiología. Este irradiador primeramente se ubicó en el Grupo de Radiobiología del Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ) y posteriormente en

1986 se trasladó hacia el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN), el irradiador fue desmantelado en el año 2010 [1].

En el año 1994 mediante un Proyecto de Asistencia Técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) [2] se instala un irradiador de laboratorio, ruso, tipo PX- γ -30, de una capacidad de 4 litros y una actividad inicial de 10,45 kCi, para el desarrollo de las tecnologías de irradiación y brindar servicios de alto valor agregado, esta instalación se encuentra funcionando actualmente, luego de ser recargado con fuentes de cobalto-60 y ejecutado un mantenimiento capital, con lo que se recuperaron sus capacidades técnicas, en el año 2017 (figuras 1 y 2) [3].



Figura 1. Irradiador PX- γ -30.



Figura 2. Trabajo durante la recarga.

En febrero del 2012, se instala en el CEADEN un nuevo irradiador de laboratorio, húngaro, tipo ISOGAMMA LLCo, de una capacidad de 5 litros y una actividad inicial de 24,0 kCi (figura 3), con el objetivo de desarrollar investigaciones, tecnologías y servicios [4].



Figura 3. Irradiador ISOGAMMA LLCo

Las dos instalaciones de irradiación se encuentran ubicadas en el Laboratorio de Dosimetría de altas dosis y Química de las radiaciones del Departamento de Radiobiología.

Cada instalación de irradiación dispone de sistemas de seguridad radiológica para la protección del personal de operación, y el local de irradiación de un sistema de seguridad física, con sensores de movimiento y cámara, además de equipos para el monitoreo de radiación en el área de irradiación.

Para una satisfactoria aplicación de la tecnología de irradiación en diferentes productos y objetivos, esta se lleva a cabo mediante la interrelación entre varias instituciones del país y los diferentes laboratorios del Departamento de Radiobiología del CEADEN, el cual tiene personal especializado en:

- Radioesterilización y/o descontaminación de diferentes productos biológicos, médico-farmacéuticos y de suplementos nutricionales.
- Radiomutagénesis.
- Desarrollo de membranas de hidrogeles poliméricos y amniótica.
- Irradiación de frutas para el beneficio sanitario y fitosanitarios.
- Dosimetría de altas dosis.
- Operación y mantenimiento de irradiadores gamma.
- Trabajos para el desmantelamiento y la recarga de irradiadores de laboratorio.
- Aplicación de la técnica del insecto estéril.
- Irradiación de patrimonio cultural y material archivo.

- Asesoría en la modificación tecnológica de instalación semi-industrial, y en aspectos de Seguridad radiológica.
- Además de la contribución a la formación de especialistas.

Control del proceso de irradiación

Los sistemas dosimétricos empleados, tanto en la calibración como en el control del proceso de irradiación, son realizados sobre normas nacionales e internacionales, como son las de la ISO/ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales). Los sistemas dosimétricos utilizados son Fricke, alanina (ESR), etanol-clorobenceno (ECB), TLD, Perspex Red, así como indicadores de dosis [5, 6].

Se participó en los ejercicios del Servicio Internacional de Verificación de Dosis (IDAS) del OIEA, con resultados satisfactorios durante los años 2000, 2001 y 2002, lo que constituye una base sólida de nuestra trazabilidad metrológica internacional.

Resultados satisfactorios fueron alcanzados en los ejercicios de intercomparación de altas dosis realizados en la región de Latinoamérica en los últimos años (2017 y 2019), lo que han demostrado la competencia de estos sistemas.

Aspectos normativos

El laboratorio tiene implementado un sistema de gestión de la calidad para la operación de las dos instalaciones de irradiación y los servicios ejecutados en ellas, acorde con los requisitos de la Norma NC-ISO 9001: 2015, así como con las normas cubanas NC-ISO 11137: 2014 Esterilización de productos para el uso médico. La radiación. Parte 1: Requerimientos para el desarrollo, validación y el control rutinario de un proceso de esterilización para equipos médicos. Parte 2: Establecimiento de la dosis de esterilización. Parte 3: Recomendaciones sobre aspectos dosimétricos y NC 680:2009 Irradiación de alimentos-Requisitos Sanitarios Generales. Además se emplea la Specific Safety Guide. No. SSG-8- Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities, del OIEA [1].

El Comité Técnico de Normalización de Irradiación, CTN 125, fue creado con Resolución 27/2016, el cual garantiza la adopción de las normas internacionales y la actualización de los aspectos normativos nacionales relacionados con estas tecnologías.

Resultados

Durante todos los años de aplicación de la tecnología de irradiación en el CEADEN se pueden enumerar los resultados significativos siguientes:

- Irradiación de tejido óseo y piel de cerdo para injerto.
- Aplicación de técnicas de irradiación para la obtención de nuevas variedades agrícolas.
- Desarrollo de membranas amniótica y de hidrogel para uso clínico en el tratamiento de pacientes quemados y con zonas cruentas en la piel.

- Recuperación de materias primas, suplementos nutricionales, productos farmacéuticos y dispositivos médicos mediante servicios a escala de laboratorio de descontaminación y/o esterilización.
- Resultados parciales satisfactorios con el empleo de la irradiación como método alternativo con fines sanitarios y fitosanitarios, en mango y guayaba.
- Empleo de la técnica del insecto estéril (TIE) en el control del mosquito *Aedes aegypti*.
- Sistemas dosimétricos para la calibración y el control del proceso de irradiación, verificados mediante ejercicios de intercomparación.
- El trabajo realizado para la recarga del irradiador PX- γ -30
- Soporte técnico para la remodelación y recarga de la Planta de irradiación de alimentos del IIIA
- Cuba, fundador de la Asociación Latinoamericana de Tecnologías de Irradiación (ALATI). 2014.
- Creado el Comité Técnico de Irradiación . No.125. 2016.

Perspectivas de trabajo

Teniendo en consideración la experiencia adquirida y las tecnologías emergentes por irradiación, se pueden establecer las perspectivas siguientes:

- Empleo de la tecnología de irradiación como método alternativo con fines sanitarios y fitosanitarios, en frutas de interés comercial.
- Integración de la nanotecnología y tecnologías de irradiación para el desarrollo de materiales funcionales de utilidad para la salud, agricultura y el medioambiente.
- Continuar con la aplicación de las técnicas de irradiación para la obtención de nuevas variedades agrícolas resistentes a los efectos negativos del cambio climático.
- Desarrollo y aplicación de las tecnologías de irradiación para el tratamiento de residuales líquidos y sólidos.
- Continuar fortaleciendo el empleo de los sistemas de control dosimétrico y de gestión de los procesos de irradiación en los países de la región.
- Empleo de la técnica del insecto estéril, para lucha contra plagas dañinas a la salud del hombre y la agricultura.
- Potenciar la aplicación de las tecnologías de irradiación para la conservación del Patrimonio cultural y material de archivo.
- Realizar estudios de factibilidad técnico-económico de nuevas capacidades industriales de irradiación.

Conclusiones

- El desarrollo alcanzado en el Proceso de Irradiación ha sido posible:
- por el Programa Nuclear Cubano

- la cooperación con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- El empleo de la tecnología de irradiación puede alcanzar resultados satisfactorios en diferentes sectores de la sociedad contemporánea.

Agradecimientos

A los especialistas del Departamento de Radiobiología, a la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzadas (AENTA) y al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Referencias bibliográficas

- [1]. PRIETO MIRANDA EF, CHÁVEZ ARDANZA A, MORENO ÁLVAREZ D, RODRÍGUEZ CARDONA R, PÉREZ RIVERO B. Aplicación de la tecnología de irradiación en Cuba. Actualidad y perspectivas. *Nucleus*. 2019; (66): 1-6.
- [2]. Informe Técnico cierre de proyecto CUB/8/010. Desarrollo de técnicas de irradiación (1989-1994).
- [3]. Informe Técnico cierre de proyecto CUB /1/011. Mejorar el impacto de la tecnología de irradiación (2012-2013).
- [4]. Informe Técnico cierre de proyecto CUB/8/023. Obtención de membranas de hidrogel para aplicaciones biomédicas obtenidas con radiaciones gamma (2007-2008).
- [5]. PRIETO MIRANDA EF, CHÁVEZ ARDANZA A., CUESTA FUENTE G. Development and current state of dosimetry in Cuba. In: Techniques for high dose dosimetry in industry, agriculture and medicine. IAEA-TECDOC-1070. Proceedings of a Symposium held in Vienna. 2-5 November 1998. p. 319-326.
- [6]. International Agency Energy Atomic (IAEA). Dosimetry for food irradiation. Technical Report Series No. 409. Vienna: IAEA, 2002.

Recibido: 23 de enero de 2023

Aceptado: 17 de febrero de 2023

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la realización, ni la comunicación del presente trabajo.

CRedit / Conceptualización: Enrique Fco. Prieto Miranda y Armando Chávez Ardanza. **Fuentes:** Enrique Fco. Prieto Miranda. **Análisis formal:** Enrique Fco. Prieto Miranda. **Investigación:** Enrique Fco. Prieto Miranda. **Visualización:** Enrique Fco. Prieto Miranda y Armando Chávez Ardanza. **Metodología:** Enrique Fco. Prieto Miranda. **Redacción – borrador original:** Enrique Prieto Miranda y Armando Chávez Ardanza. **Redacción – revisión y edición:** Enrique Prieto Miranda y Armando Chávez Ardanza.