



EFFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA SOBRE LA SACAROSA IRRADIADA A BAJA TEMPERATURA

José Manuel Juárez Calderón, Alicia Negrón Mendoza y Sergio Ramos Bernal.
Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México.
Ciudad Universitaria A.P. 70-543. C.P. 04510. Del. Coyoacán, México D.F.
Correo electrónico: jose.juarez@nucleares.unam.mx y/o
negron@nucleares.unam.mx

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años la sacarosa (azúcar) ha sido considerada como un sistema muy prometedor en el campo de la dosimetría de estado sólido. La irradiación gamma genera radicales libres, estables y detectables por espectroscopia de resonancia paramagnética o por espectrofotometría UV de una disolución acuosa. Este sistema ha sido propuesto como dosímetro de emergencia y ha sido estudiado con respecto al cambio en algunas de sus propiedades ópticas, sin embargo, estos estudios se han hecho a temperatura ambiente.

En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos cuando el proceso de irradiación se lleva a cabo a una temperatura inferior a la temperatura ambiental, con objeto de saber si existe algún efecto en la respuesta del sistema dosimétrico y en su caso, calcular energía de activación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de sacarosa se adquirieron como producto comercial en forma de cubos y se utilizaron sin hacer purificación alguna, dentro de su envoltura de papel. La irradiación se llevó a cabo en la unidad Gammabeam 651 PT del Instituto de Ciencias Nucleares con una fuente de cobalto-60 con una actividad de $2,896 \times 10^{15}$ Bq (78 266 Ci). Para comparar la respuesta del sistema se irradiaron unas muestras de sacarosa a temperatura ambiente (295 K) y otras muestras a temperatura del nitrógeno líquido (77 K). Las tasas de dosis se determinaron con el dosímetro de Fricke modificado y fueron de 99 Gy/min para las muestras irradiadas a 295 K y de 118,8 Gy/min para las muestras irradiadas a 77 K. La dosis máxima absorbida fue de 18 kGy y después de la irradiación las muestras se conservaron protegidas de la luz antes de ser



analizadas. Los análisis se hicieron 48 horas después de haber irradiado las muestras con objeto de evitar alguna interferencia en las lecturas, debido a la presencia de especies que se forman pero cuya vida o estabilidad es muy corta.

Los análisis se hicieron por:

- a) Lectura de densidad óptica (D.O.) por espectrofotometría a 267 nm de una disolución acuosa al 10% peso, a temperatura ambiente, en un equipo Varian UV-VIS Cary-win 100 con una celda de cuarzo de 1 cm de longitud.
- b) Resonancia paramagnética electrónica (RPE), en el Instituto de Química de la UNAM, con 30 mg de muestra a temperatura ambiente en un espectrómetro JEOL- ES-TE 300, frecuencia de 9,43 GHz y con un centro en el campo de 335 mT.
- c) Polarimetría, a partir de una disolución acuosa al 10% peso en un polarímetro Bauch and Lomb, a temperatura ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sacarosa es un sistema dosimétrico muy estable después de irradiación, de acuerdo con los resultados de D.O. y RPE. Físicamente, el color de la sacarosa cambia conforme aumenta la dosis absorbida como se observa en la fotografía No.1, haciéndose más oscura. Una disolución acuosa preparada con sacarosa irradiada, almacenada a temperatura ambiente y protegida de la luz, aumenta gradualmente el valor de la densidad óptica, posiblemente como resultado de algún conjunto de reacciones que se llevan a cabo en la disolución. La respuesta se mantiene estable al cabo de quince días, sin embargo, se percibe la formación de un producto que sedimenta y que corresponde muy probablemente a un tipo de contaminación bacteriana. Si la disolución se congela, se evita la contaminación antes mencionada. Cuando la irradiación se lleva a cabo a baja temperatura, la concentración de radicales formados resulta menor, por comparación con la concentración de radicales formados a una temperatura mayor, de acuerdo con las señales obtenidas en el análisis de RPE. La concentración de radicales libres formados se mantuvo constante aún después de quince días.

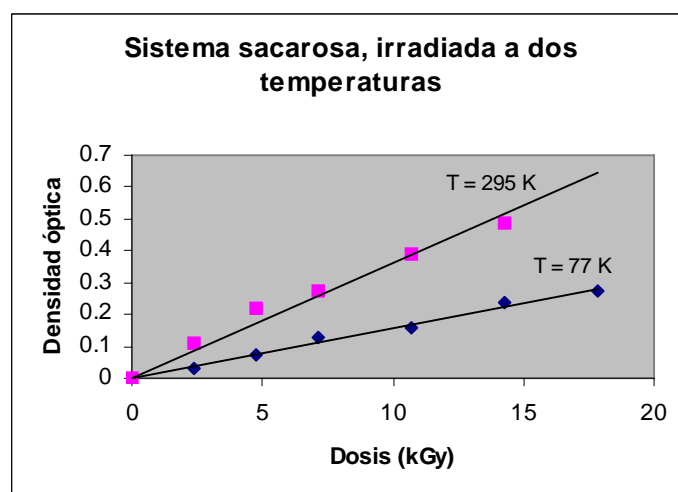
Otros cambios observados para una disolución de sacarosa irradiada, con respecto a una disolución de sacarosa no irradiada, son: a) un cambio en la lectura de rotación óptica, b) disminución del pH, c) la señal de RPE que originalmente existe en estado sólido, desaparece cuando se analiza en disolución acuosa, tal vez porque se recombinan los radicales orgánicos formados y no presentan más el fenómeno de paramagnetismo.

Con base en los datos obtenidos de D.O. para cada temperatura de irradiación y con aplicación de la ecuación de Arrhenius se calculó energía de activación (E_a) para el proceso de radiólisis de la sacarosa en estado sólido, resultando ser de 730 J/mol.

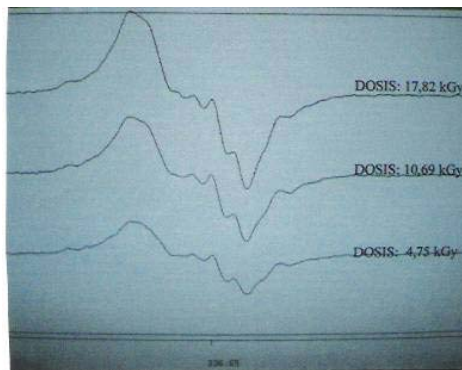
Se concluye que sí existe una dependencia o efecto de la temperatura de irradiación sobre la respuesta del sistema.

GRÁFICAS Y VALORES NUMÉRICOS

La gráfica No. 1 corresponde a la relación densidad óptica vs. dosis para las muestras de sacarosa irradiadas a dos temperaturas. La gráfica No. 2 presenta las señales de RPE para muestras sólidas de sacarosa a diferentes dosis.



Gráfica No.1. Relación densidad óptica-dosis absorbida.



Gráfica No. 2. Señales de RPE para la sacarosa

Fotografía No. 1. Aspecto físico de la sacarosa irradiada a 77 K.
irradiada a 77 K con diferentes dosis.



BIBLIOGRAFÍA

Flores C. et al. ESR and optical absorption studies of gamma and electron irradiated sugar crystals. Applied Radiation and Isotopes 52 (2000) 1229-1234.

Nakajima, T. Sugar as an emergency dosimeter for radiation accidents. Health Physics 55 (1988) 951-955.

Woods, R.J. y Pikaev, A.K. Applied radiation chemistry, radiation processing. John Wiley and sons. USA, 1994.

Yordanov, N.D. et al. Sugar/UV spectrophotometric system for high energy dosimetry (0,055-160 kGy). Radiation Measurements 42 (2007) 121-122.