



MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química

28° Congreso Nacional de Educación Química

26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

ESTUDIO DE LA RESPUESTA DOSIMÉTRICA DEL SISTEMA SULFATO FERROSO AMONIACAL-SACAROSA-NARANJA DE XILENOL EN DISOLUCIÓN ACUOSA

José Manuel Juárez Calderón^{1,2}, Alicia Negrón Mendoza¹, Sergio Ramos Bernal¹

¹ Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria A.P. 70-543 C.P. 04510, Coyoacán, México D.F.

² UPIICSA. Instituto Politécnico Nacional. Av. Té 950. Iztacalco 08400 México D.F.

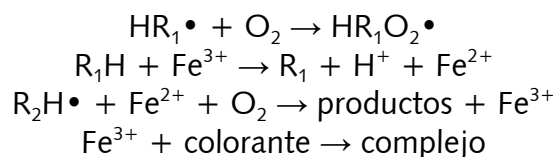
Resumen

Se propone el sistema FSX, una disolución acuosa conteniendo sulfato ferroso amoniacal, sacarosa, naranja de xilenol y ácido sulfúrico con una concentración determinada para cada componente, como sistema dosimétrico para procesos de irradiación gamma en un intervalo comprendido entre 0,5 y 5 Gy. La respuesta del sistema a la dosis, fue evaluada por medio de lectura espectrofotométrica a 585 nm. La irradiación se llevó a cabo a tres temperaturas diferentes, se registró la respuesta post-irradiación y se calculó el rendimiento radiolítico.

Palabras clave: sistema dosimétrico FSX, irradiación gamma, lectura espectrofotométrica.

Introducción

Se han publicado propuestas experimentales concernientes al estudio de la respuesta dosimétrica de disoluciones acuosas ácidas cuya composición es una mezcla de sulfato ferroso (reactivo de Fricke), naranja de xilenol (colorante) y un componente orgánico como es el caso del ácido benzoico¹ y de algunos aminoácidos². El colorante forma un complejo con el ión férrico que se forma de acuerdo con la dosis, lo que permite hacer una lectura de densidad óptica en la región visible (547nm). A su vez, la formación del ión férrico tiene su origen en la reacción de un radical proveniente del compuesto orgánico ($R_1\bullet$ o $R_2\bullet$), de acuerdo con el siguiente mecanismo.



MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

Por otro lado, el sistema sacarosa, sólido o en disolución acuosa, ha sido considerado un sistema dosimétrico muy prometedor por su capacidad de almacenar información, por la reproducibilidad de los resultados. El mecanismo propuesto sugiere también la formación de radicales orgánicos estables debido a la radiación gamma y el análisis del cambio producido en este sistema debido al proceso de irradiación puede estudiarse con base en la densidad óptica o en la conductividad eléctrica de una disolución acuosa o con base en la señal de resonancia paramagnética electrónica de una muestra sólida³.

Con objeto de investigar si la sacarosa puede funcionar como componente orgánico en la mezcla sulfato ferroso-naranja de xilenol-ácido sulfúrico para constituir un sistema dosimétrico a bajas dosis de radiación gamma, se ha llevado a cabo el estudio a diferentes temperaturas en el intervalo 0,5 a 5 Gy.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Reactivos y material

Se utilizaron reactivos grado analítico. El sistema fue preparado en un vaso de vidrio, limpio y horneado. La preparación del dosímetro consiste en una disolución acuosa (5×10^{-3} M de H_2SO_4 , 1×10^{-3} M de ión Fe^{2+} y 2×10^{-7} M de naranja de xilenol) a la que se agrega una masa conocida de sacarosa.

Irradiación

El proceso de irradiación se llevó a cabo en el irradiador Gammacell 200 del Instituto de Ciencias Nucleares a una tasa de dosis de 0,235 Gy/min a tres temperaturas diferentes (13°C, 22°C y 40°C).

Lectura espectrofotométrica

La respuesta del sistema a la radiación gamma se hizo en términos de densidad óptica a temperatura ambiente ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) en un espectrofotómetro UV-VIS Cary Win 100 de la firma Varian a 585 nm, utilizando celdas de cuarzo de 1 cm de longitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura No. 1 muestra el cambio en el color de la disolución de acuerdo con la dosis.

MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

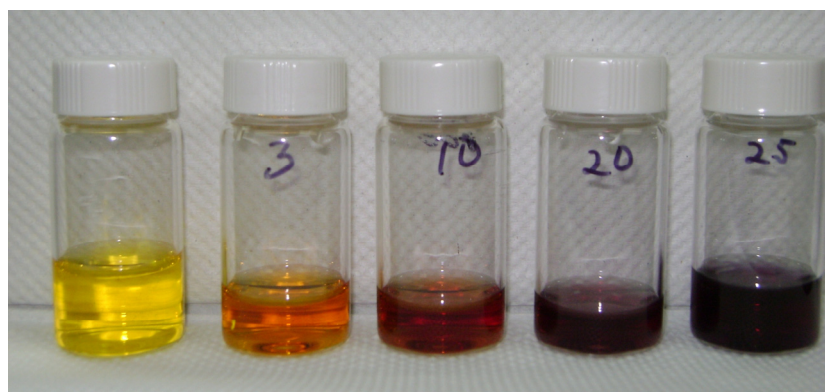


Fig. No.1 Cambio en el color de la disolución de acuerdo con la dosis: 0, 1, 3, 5 y 7 Gy.

La oxidación del ión ferroso (Fe^{2+}) procede por efecto de la temperatura, sin acción de la radiación gamma pero no en la misma extensión. Con base en los resultados obtenidos para el intervalo de temperaturas comprendido entre 13°C y 40°C y dosis comprendidas entre 0,5 y 5 Gy se puede decir que sí hay un efecto debido a la temperatura de irradiación en la respuesta del sistema pero no es muy significativo. La relación de pendientes de las rectas obtenidas es de 1,2 lo que equivale a decir que se requiere un 20% más de la dosis a baja temperatura para alcanzar la concentración obtenida de ión férrico (Fe^{3+}) a 40°C . La figura No. 2 muestra el efecto de la temperatura de irradiación para el sistema FSX.

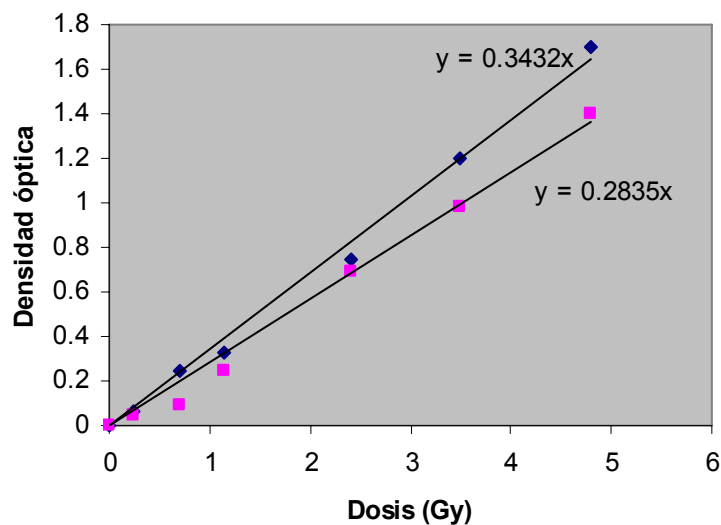


Fig. No.2. Comparación de la respuesta a cada temperatura Sistema FSX irradiado a 40°C (♦) y a 13°C (■)

MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

Con objeto de observar la estabilidad en la respuesta del sistema en función del tiempo, se tomaron lecturas a diferentes intervalos. La figura No. 3 muestra los resultados obtenidos.

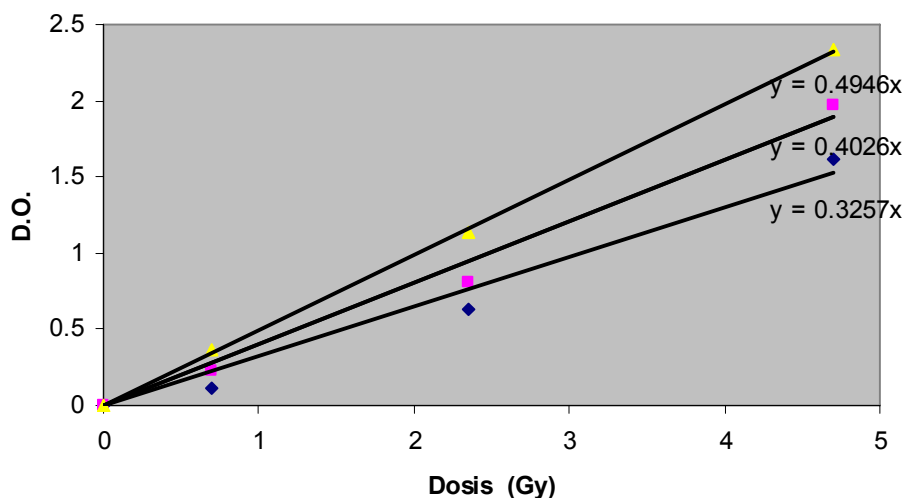


Fig. 3. Respuesta post irradiación después de 1 (◆), 5 (■) y 24 (▲) horas

Con base en los datos obtenidos de linealidad en el intervalo 0,5 a 5 Gy, es posible calcular el valor del factor G o rendimiento radiolítico, que resulta ser de 1566 moléculas/100 eV ó 162 mol/J

CONCLUSIÓN

Proponemos el sistema FSX como sistema dosimétrico en el intervalo 0,5 a 5 Gy dada su fácil preparación, su sencillo análisis, la estabilidad en la respuesta después de irradiación y la reproducibilidad de los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- [1] Gupta, B.L. et al. Radiation chemistry of the ferrous sulphate-benzoic acid-xylene orange system. *Radiation Research* 75, (1978) 269-276.
- [2] Shinde, S.H. and Mukherjee, T. Dosimetric response studies of glycine-FX solutions. *Radiation Physics and Chemistry* 75 (2005) 372-377.
- [3] Yordanov, N.D. and Karakirova, Y. EPR of gamma irradiated solid sucrose and UV spectra of its solution. An attempt for calibration of solid state/EPR dosimetry. *Radiation Measurements* (2006)