

Estudio fisicoquímico de los almidones de harina de maíz irradiada

R. del Pozo Sánchez y M. Alvarez Gil

Departamento de Técnicas de Irradiación, CENIC
La Habana, Cuba

Resumen

Se realizó un estudio fisicoquímico de los almidones extraídos de harina de maíz procesada con radiaciones gamma de cobalto-60, dosis de 0,6 kGy y 1,0 kGy, y almacenada en condiciones ambientales (16°C–31°C, 55%–97% H.R.), para determinar sus características amilográficas, solubilidad y poder de hinchamiento; además, se hizo un análisis de la estructura cristalina de ellos mediante difracción de rayos X. Las determinaciones se llevaron a cabo inmediatamente después de tratada la harina y a los 75 días de almacenamiento. Las dosis aplicadas provocaron una disminución de la viscosidad de las pastas de almidón y un aumento de la solubilidad del polisacárido, efecto que se mantuvo durante el almacenamiento de la harina. La temperatura de gelatinización, el poder de hinchamiento y la estructura cristalina del almidón no sufrieron alteraciones atribuibles al tratamiento con radiaciones gamma y el tiempo de almacenamiento.

Physic-chemical Study of Starch Extracted from Irradiated Corn Flour

Abstract

The effects of gamma irradiation on starch extracted from irradiated samples of corn flour were studied in the range 0,6 kGy–1,0 kGy. Amylographic properties, solubility and swelling powder of starch samples were determined immediately after irradiation and at 75 days storage at environment conditions (16°C–31°C, 55%–97% H.R.). Diffraction patterns of crystalline starch were also obtained by X-rays. Gelatinization temperature, swelling powder and diffraction patterns did not change upon irradiation, but a decrease in viscosity and a increase in starch solubility were observed within the dose-range and storage time studied.

INTRODUCCION

En trabajos anteriores realizados en Cuba relacionados con el efecto de las radiaciones gamma en los componentes químicos de la harina de maíz, Alvarez [1] reportó que no hubo variaciones en el contenido de proteínas, azúcares reductores y azúcares solubles totales cuando la harina de maíz fue irradiada con dosis de hasta 0,6 kGy y almacenada durante dos meses después de la irradiación. Sin embargo, al evaluar las propiedades organolépticas de las pastas de harina recién irradiadas con dosis de 0,6 kGy y 1,0 kGy, Alvarez y col. [2] obtuvieron una marcada disminución de la consistencia con respecto al control, lo que fue confirmado al determinar sus propiedades de gelatinización, ya que se logró una reducción de la viscosidad y consistencia de las harinas irradiadas. Este comportamiento de la harina fue atribuido a una posible afectación de sus almidones, como consecuencia del tratamiento con radiaciones ionizantes.

Hofreiter y Russell [3], al irradiar almidón de maíz con dosis entre 0,2 kGy y 5,0 kGy, hallaron que su viscosidad máxima disminuyó, efecto que se acentuó con el incremento de la dosis. El Saadany y col. [4] encontraron que los almidones de arroz sufrieron una reducción de la visco-

sidad y poder de hinchamiento, así como un aumento de su solubilidad cuando fueron irradiados con dosis entre 5,0 kGy y 15,0 kGy. Cambios en diferentes propiedades fisicoquímicas de almidones tratados con radiaciones gamma también fueron reportados por Deschreider [5] y Greenwood y MacKenzie [6]. En la literatura consultada no se hallaron reportes de estudios fisicoquímicos de almidones obtenidos a partir de maíz o harina de maíz tratados con radiaciones ionizantes.

Teniendo en cuenta los cambios fisicoquímicos que se producen en los almidones si son tratados con radiaciones ionizantes, se han realizado trabajos en los que se aplica este método para lograr almidones más solubles y de baja viscosidad, que son utilizados en distintas industrias [3, 4].

El objetivo del presente trabajo es conocer los cambios fisicoquímicos que se producen en el almidón de harina de maíz cuando esta es procesada con radiaciones gamma.

MATERIALES Y METODOS

Para la experiencia se utilizó harina de maíz gruesa recién molida de calidad comercial, producida por el Combinado de Cereales "José A. Echeverría" de Ciudad de La Habana. La harina fue envasada en bolsas de papel multicapa-

pa a razón de 500 g por bolsa. Se dispuso de un total de 24 bolsas para la experiencia, que fueron divididas en tres lotes de 8 bolsas cada uno. Dos de estos lotes se irradiaron con dosis de 0,6 kGy y 1,0 kGy, respectivamente, y el tercero se mantuvo como control. El proceso de irradiación se realizó a temperatura ambiente con una fuente de cobalto 60 de un irradiador autocontenido marca Knopp Special Cobalt Source (KSCS) de Canadá, el cual consta de dos cubetas de 5,5 l de capacidad cada una, donde son colocadas las muestras. La potencia de dosis en el momento de la irradiación fue de 0,86 Gy/seg, y se determinó mediante el método dosimétrico de Fricke [7]. El almacenamiento postratamiento se llevó a cabo en condiciones ambientales de temperatura (16°C–31°C) y humedad relativa (55%–97%).

Los almidones fueron extraídos de la harina y purificados según el método descrito por Castillo [8]. Las características amilográficas de estos se estudiaron en un amilógrafo Brabender, mediante el método empleado por Susuki y Murayama [9]. Las determinaciones del poder de hinchamiento y solubilidad se realizaron obteniendo suspensiones de almidón en agua destilada a diferentes temperaturas, incluidas en el intervalo 70°C–95°C [10].

Para el análisis de rayos X, muestras de almidón de 1,6 g previamente pasadas por un tamiz de 200 mesh [11] se introdujeron en una prensa, modelo DP-36 Carl Zeiss, donde se les aplicó una presión de 7 354 987,5 Pa. Las pastillas así obtenidas tenían 2 cm de diámetro y 0,4 cm de espesor. Para lograr los difractogramas, se utilizó un difractor HZG-3 de la Tur con radiación K α Cu y filtro de níquel, 36 kV, 20 mA y una velocidad de *scanning* del brazo goniómetro de 1°/min. Todos los análisis se realizaron después del procesamiento con radiaciones gamma y a los 75 días de almacenada la harina.

RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERISTICAS AMILOGRAFICAS

Los resultados de las pastas de almidón extraídas de la harina de maíz (tabla 1), muestran que la temperatura de gelatinización no sufrió alteraciones como consecuencia de la irradiación de la harina con dosis de 0,6 kGy y 1,0 kGy y el almacenamiento durante 75 días. Resultados similares fueron obtenidos por Hofreiter y Russell [3], al irradiar el almidón obtenido de maíz con dosis entre 0,2 kGy y 15,0 kGy. Sin embargo, Chaudhry y Glew [12] reportaron que la temperatura de gelatinización de almidones extraídos de arroz irradiado disminuyó con el aumento de la dosis en el rango de 0,2 kGy–2,5 kGy.

La viscosidad máxima y consistencia de las pastas de almidón extraídas de las muestras de harina recién irradiada, se redujeron proporcionalmente con el incremento de la dosis; este efecto se mantuvo durante el período que permaneció almacenada la harina (tabla 1). La consistencia del almidón de la harina control aumentó notablemente durante el almacenamiento, pero no ocurrió lo mismo con su viscosidad máxima que disminuyó ligeramente. Un comportamiento

similar en la viscosidad del almidón de maíz fue encontrado por Hofreiter y Russell [3], cuando aquel fue irradiado con dosis tan bajas como 0,2 kGy. El Saadany y col. [4] reportaron una marcada reducción de la viscosidad del almidón de arroz con respecto a la muestra control, cuando fue irradiado con dosis entre 5,0 kGy y 15,0 kGy. Estos autores sugieren que la irradiación causó degradación en las moléculas de almidón y reordenamientos de la configuración molecular formando compuestos más pequeños de menor viscosidad.

SOLUBILIDAD Y PODER DE HINCHAMIENTO

Cuando son comparados los patrones de solubilidad de los almidones de las harinas irradiadas con diferentes dosis y el control (tabla 2) se puede observar claramente cómo se incrementa la solubilidad a medida que aumenta la dosis de irradiación y el tiempo de almacenamiento. Sin embargo, la solubilidad de los almidones de la harina control no sufrió alteraciones en el período que permaneció almacenada. Abd Allah y col. [13], trabajando con almidones de harina de trigo irradiada con dosis entre 5,0 kGy y 10,0 kGy, encontraron que la solubilidad de estos se incrementó proporcionalmente con el aumento de la dosis de irradiación. El Saadany y col. [4] reportaron que la solubilidad del almidón de arroz se elevó progresivamente con el incremento de la dosis de irradiación, y han atribuido dicho comportamiento al efecto de las radiaciones gamma sobre las moléculas de almidón que conducen a una modificación molecular y rompimiento de los enlaces glicosídicos entre las moléculas, dando como resultado la formación de compuestos moleculares más solubles que el almidón.

En las pruebas realizadas para determinar el poder de hinchamiento de las muestras de almidón, se halló que las dosis de irradiación aplicadas a la harina de maíz y el tiempo de almacenamiento no provocaron, en general, una tendencia definida en la capacidad de hinchamiento de los gránulos de almidón (tabla 3). Estos resultados no coinciden con los reportados por El Saadany y col. [4], quienes encontraron una marcada disminución de la capacidad de hinchamiento del almidón de arroz cuando fue irradiado con dosis entre 5,0 kGy y 10,0 kGy. Es necesario señalar que las dosis empleadas por estos autores son superiores a las utilizadas en este trabajo.

ANALISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

En los difractogramas obtenidos de los almidones estudiados aparecen tres reflexiones en las posiciones 7,6° (5,8.10⁻¹⁰m), 8,8° (5,0.10⁻¹⁰m) y 11,6° (3,8.10⁻¹⁰m) que coinciden con el patrón de difracción del almidón de maíz reportado por Zovel [11]. El análisis de estos difractogramas demuestra que no se produjeron corrimientos en la posición de las reflexiones en ninguna de las muestras de almidón evaluadas. Ello indica que la estructura cristalina de la molécula de almidón no sufrió alteraciones como consecuencia del tratamiento de la harina con radiaciones ionizantes y el tiempo de almacenamiento (tabla 4). Estos resultados coinciden con lo reportado por Charbonniere y Guil-

bot [14], quienes encontraron que la estructura cristalina de la molécula de almidón de maíz no se modificó sensiblemente a pesar de haberse producido acortamientos importantes en las cadenas de almidón irradiado con dosis inferiores a 10,0 kGy, lo que probó que entre los fragmentos de cadenas existen enlaces físicos del tipo puente de hidrógeno que conservan lo esencial de la red.

Un análisis cualitativo de los difractogramas indicó que, en general, no parece haberse afectado la cristalinidad de estos almidones, aunque para dar una respuesta concluyente al respecto es necesario obtener difractogramas mediante los cuales se pueda determinar cuantitativamente la cristalinidad del almidón.

CONCLUSIONES

El tratamiento con radiaciones ionizantes aplicado a la harina de maíz (0,6 kGy y 1,0 kGy) y un tiempo de almacenamiento de 75 días provocaron variaciones en el comportamiento fisicoquímico de los almidones extraídos del producto irradiado, ya que disminuyó la viscosidad de las pastas de almidón y aumentó la solubilidad del polisacárido, efecto que se mantiene con el almacenamiento. Sin embar-

go, la temperatura de gelatinización, el poder de hinchamiento y la estructura física de él no sufrieron variaciones atribuibles a la irradiación de la harina.

Teniendo en cuenta que en nuestro país el maíz es una de las principales fuentes de obtención de almidón con fines industriales, las conclusiones sugieren la posibilidad de utilizar la irradiación con el objetivo de lograr almidones más solubles y de baja viscosidad, que tienen amplio uso en diferentes industrias.

Tabla 1

Efecto de la irradiación y el almacenamiento en las características amilográficas del almidón de harina de maíz irradiada

Características	Días de almacenamiento	Dosis (kGy)		
		0,0	0,6	1,0
Temperatura de gelatinización	0	70,5	70,5	70,5
	75	70,5	70,5	70,5
Viscosidad máxima (UB)	0	400	385	315
	75	380	310	310
Consistencia (UB)	0	65	45	50
	75	90	45	35

Tabla 2

Efecto de la irradiación y el almacenamiento en la solubilidad de los almidones de la harina de maíz irradiada (gramos de almidón/100 ml H₂O) *

Temperatura (°C)	Días de almacenamiento	Dosis (kGy)		
		0,0	0,6	1,0
70	0	0,25 ± 0,02	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,01
	75	0,26 ± 0,01	0,25 ± 0,00	0,26 ± 0,01
75	0	0,26 ± 0,01	0,28 ± 0,02	0,31 ± 0,01
	75	0,26 ± 0,02	0,28 ± 0,00	0,33 ± 0,01
85	0	0,29 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,35 ± 0,01
	75	0,29 ± 0,01	0,35 ± 0,02	0,40 ± 0,01
90	0	0,32 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,40 ± 0,00
	75	0,32 ± 0,00	0,39 ± 0,01	0,47 ± 0,01
95	0	0,36 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,45 ± 0,01
	75	0,32 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,46 ± 0,01

* Valor promedio y desviación estándar de 4 réplicas.

Tabla 3

Poder de hinchamiento de los almidones extraídos de harina de maíz (gramos de H₂O/g de almidón) *

Temperatura (°C)	Días de almacenamiento	Dosis (kGy)		
		0,0	0,6	1,0
70	0	14,3 ± 0,2	14,8 ± 0,1	14,9 ± 0,2
	75	14,6 ± 0,2	14,0 ± 0,9	14,0 ± 0,6
75	0	25,3 ± 0,2	25,1 ± 0,3	24,8 ± 0,6
	75	25,4 ± 0,8	23,9 ± 0,8	24,0 ± 0,3
85	0	29,1 ± 0,1	27,8 ± 0,9	28,0 ± 0,2
	75	27,5 ± 0,5	28,2 ± 0,8	27,2 ± 0,1
90	0	31,0 ± 1,5	29,5 ± 0,3	30,8 ± 0,3
	75	29,6 ± 0,2	31,7 ± 0,6	29,9 ± 0,4
95	0	33,9 ± 0,8	31,9 ± 0,6	33,0 ± 1,7
	75	30,6 ± 1,0	31,7 ± 0,8	34,0 ± 0,4

* Valor promedio y desviación estándar de 4 réplicas.

Tabla 4

Resultados de los difractogramas de los almidones extraídos de la harina de maíz irradiada

No. pico	Días de almacenamiento	Dosis (kGy)					
		0,0		0,6		1,0	
		θ (°)	$d(10^{-10}m)$	θ (°)	$d(10^{-10}m)$	θ (°)	$d(10^{-10}m)$
1	0	7,7	5,8	7,6	5,8	7,7	5,8
	75	7,6	5,8	7,6	5,8	7,6	5,8
2	0	8,9	5,0	8,8	5,0	8,9	5,0
	75	8,8	5,0	8,8	5,0	8,8	5,0
3	0	11,7	3,8	11,6	3,8	11,7	3,8
	75	11,6	3,8	11,6	3,8	11,6	3,8

BIBLIOGRAFIA

- [1] ALVAREZ, M., Informe Técnico No. 2062, CENIC (1979).
- [2] ALVAREZ, M., TORRICELLA, R. y otros, Informe Técnico No. 3092, CENIC (1980).
- [3] HOFREITER, B. T., RUSSELL, C. R., Die Stärke, 26, 1 (1974) 18.
- [4] EL SAADANY, R. N. A., EL SAADANY, F. M. y otros, Die Stärke, 26, 12 (1974) 422.
- [5] DESCHREIDER, A. R., Die Stärke, 12, 7 (1960) 197.
- [6] GREENWOOD, C. T., MACKENZIE, S., Die Stärke, 15, 12 (1963) 444.
- [7] IAEA: Manual of Food Irradiation Dosimetry. Technical Report Series No. 178, Viena (1977).
- [8] CASTILLO, D., Boletín de Reseñas No. 3, CIDA, La Habana (1981).
- [9] SUSUKI, H., MURAYAMA, N., Symposium of Problems in Development and Ripening of Rice Grain, Eleventh Pacific Science Congress, Univ. of Tokyo. International Rice Commission Newsletter (Special Issue), Aug. 22-Sept. 3 (1977).
- [10] LEACH, H. W., Starch: Chemistry and Technology, Fundamental Aspects, Vol. I, Academic Press, New York and London (1965).
- [11] WHISTLER, R. L., Methods in Carbohydrate Chemistry, Vol. IV, Academic Press, New York and London (1964).
- [12] CHAUDHRY, M. A., GLEW, G., J. Fd. Technol., 8 (1973) 295.
- [13] ABD ALLAH, M. A., FODA, Y. H. y otros, Die Stärke, 26, 3 (1974) 89.
- [14] CHARBONNIERE, R., GUILBOT, A., C. R. Acad. Sc., T. 262, Serie C, Paris (1966) 545.