

INFLUENCIA DE COBERTURAS DE QUITOSANA EN LA TRANSFERENCIA DE MASA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE CUBOS DE PAPA

Mario A. García*¹, Ariel Rodríguez² y Duniel G. Hernández³

¹Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Calle 222 No. 2317, CP 13600,
La Habana, Cuba.

²Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao km 3 ½, CP 19200,
La Habana, Cuba.

³Planta de Inyectables, LABIOFAM, La Habana, Cuba.

E-mail: marioifal@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de coberturas de quitosana en la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de cubos de papa. Las papas se cortaron en cubos de 1 cm³ y se dividieron en tres grupos dependiendo de los tratamientos: sin coberturas de quitosana; con coberturas de quitosana al 0,5 % (m/v) en ácido láctico al 1 % (v/v) y Tween 80 al 0,1 % (v/v); y coberturas de quitosana al 1 % (m/v) en ácido láctico al 1 % (v/v) y Tween 80 al 0,1 % (v/v). El estudio se realizó con una disolución osmótica de cloruro de sodio (20 %, m/v) en una relación cubos de papa/disolución de 1/60. Se determinaron la reducción de masa, pérdida de agua y ganancia de sal. Las coberturas de quitosana mejoraron la eficiencia del proceso de deshidratación osmótica al incrementar la pérdida de agua y disminuir la ganancia de sal, aunque con la cobertura de quitosana al 1 % (m/v) se obtuvieron mejores resultados.

Palabras clave: deshidratación osmótica, coberturas de quitosana, papa.

ABSTRACT

Influence of chitosan coating on mass transfer during osmotic dehydration of potato cubes

The aim of this work was to evaluate the influence of chitosan coatings in the osmotic dehydration of potato cubes. Potatoes were cut into cubes of 1 cm³ and divided into three groups depending on the treatments: without chitosan coatings; with chitosan coatings at 0.5% (w/v) in lactic acid 1% (v/v) and Tween 80 at 0.1% (v/v); and with chitosan coatings at 1% (w/v) in lactic acid 1% (v/v) and Tween 80 at 0.1% (v/v). The study was carried out with osmotic solution of sodium chloride (20%, w/v) in a ratio potato cubes/solution of 1/60. Weight reduction, water loss and salt uptake were measured. Chitosan coatings improved the efficiency of osmotic dehydration process, increasing the water loss and decreasing the salt uptake, although with 1% (w/v) chitosan coatings was obtained better results.

Keywords: osmotic dehydration, chitosan coating, potato.

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos significativos en el proceso de deshidratación osmótica revelan la importancia del uso de esta técnica eficaz de pre-procesamiento como una operación unitaria en la industria alimentaria.

Durante la deshidratación osmótica, la eliminación de agua del producto se acompaña siempre por la difusión simultánea de solutos desde la disolución osmótica al

***Mario A. García Pérez:** Licenciado en Ciencias Alimentarias (2006). Master en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2009). Doctor en Ciencias de los Alimentos (2015). Se desempeña como profesor de Principios de Ingeniería de Alimentos, Conservación de Alimentos y Ciencia y Tecnología de Frutas y Hortalizas en el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana. Su área de investigación está relacionada con el empleo de polímeros naturales en la indus-

tejido. Dependiendo de las variables del proceso, la cantidad de soluto difundido es generalmente entre 5 y 10 % de la masa inicial del producto. Esta cantidad no sólo modifica la composición y sabor del producto final (1), sino que también los bloquean las capas superficiales del material, lo que ofrece una resistencia adicional para el intercambio de masa (2). En tales situaciones, es más importante determinar las condiciones óptimas del proceso que el mayor rendimiento, en cuanto a la pérdida de agua o menor ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica.

La quitosana, un polímero lineal de 2-amino-2-deoxi-β-D-glucano, es la forma desacetilada de la quitina, un biopolímero catiónico natural (3). La quitosana ha sido aceptada por las autoridades para su uso en las formulaciones farmacéuticas (4).

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de coberturas de quitosana en la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de cubos de papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las papas, adquiridas en un mercado local, se seleccionaron teniendo en cuenta que todas presentaran uniformidad de tamaño, ausencia de daños físicos e infección fúngica. Las papas, lavadas y desinfectadas, se cortaron en dados de 1 cm³, se escaldaron en una disolución de cloruro de calcio al 0,5 % (m/v) a 65 °C durante 60 min, con una relación disolución/muestras de 1/5.

Para la preparación de las disoluciones formadoras de cobertura (DFC) se utilizó quitosana con una masa molecular de 275 kDa (Tabla 1) obtenida por N-desacetilación química heterogénea de quitina de langosta común (*Panulirus argus*), en el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (La Habana), ácido láctico (Merck, Alemania), Tween 80 (Acros Organics, Bélgica) y agua destilada.

Tabla 1. Características de la quitosana

| Parámetro | Porcentaje (base seca) |
|-------------------------|------------------------|
| Sólidos totales | 98,9 |
| Material insoluble | 0,99 |
| Grupos amino | 7,5 |
| Grado de desacetilación | 83,2 |

La quitosana (0,5 y 1 %, m/v) se dispersó en una disolución acuosa de ácido láctico (1 %, v/v), debido a que la quitosana solo es soluble en medio ácido. Entonces, se adicionó Tween 80 al 0,1 % (v/v) para mejorar la humectabilidad. La mezcla resultante se agitó vigorosamente a 40 °C mediante un agitador magnético durante 60 min hasta que la quitosana se disolviera.

La aplicación de las coberturas se realizó por doble inmersión de los cubos en las DFC de quitosana, según los tratamientos a realizar, durante 2 min y se secaron en parrillas de acero inoxidable sometidas a un flujo de aire forzado a temperatura y humedad relativa ambientales (28 a 30 °C y 81 % de HR) durante 30 min y después en una estufa a 40 °C durante 30 min.

Los cubos de papa se dividieron aleatoriamente en tres grupos para someterlos al proceso de deshidratación osmótica, según los tratamientos: (i) sin coberturas de quitosana; (ii) con coberturas de quitosana al 0,5 % (m/v) en ácido láctico al 1 % (v/v) y Tween 80 al 0,1 % (v/v); y (iii) con coberturas de quitosana al 1 % (m/v) en ácido láctico al 1 % (v/v) y Tween 80 al 0,1 % (v/v).

Las disoluciones osmóticas se prepararon disolviendo la cantidad apropiada de cloruro de sodio en agua corriente para obtener una concentración de 20 % (m/v). Los experimentos se realizaron en vasos de precipitado de 500 mL con una relación disolución/muestras de 60/1 para evitar el cambio en la concentración de la disolución osmótica durante el tiempo del tratamiento a 30 °C. Para cada tratamiento, los cubos de papa se mantuvieron inmersos durante 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 240 minutos.

Después de cada tiempo de inmersión, los cubos de papa deshidratados se recuperaron en un colador y se lavaron con agua corriente para eliminar la disolución osmótica adherida y se secaron suavemente con papel absorbente. La recuperación de las muestras de la disolución osmótica y eliminación del exceso de agua se realizaron en un tiempo máximo de 3 min para minimizar los intercambios entre las muestras y el aire ambiente. La pérdida de agua (WL) y reducción de masa (WR) se calcularon por las ecuaciones siguientes (5):

$$WL = \frac{(M_t)(x_{w,t}) - (M_0)(x_{w,0})}{M_0}$$

$$WR = \frac{M_t - M_0}{M_0}$$

Donde M_0 es la masa inicial de muestra (g); M_t es la masa de muestra en el tiempo t (g); $x_{w,0}$ es la fracción del contenido inicial de agua; $x_{w,t}$ es la fracción del contenido de agua en cada tiempo de muestreo.

Además, se determinaron los contenidos de cloruro de sodio y humedad (6) de los cubos de papa durante su deshidratación osmótica.

Los valores de los indicadores medidos se sometieron a análisis de varianza factorial mediante el programa STATISTICA (versión 7, 2004, StatSoft. Inc., Tulsa, EE.UU.). La prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$) se usó para determinar la diferencia estadística entre las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La característica principal de un proceso de deshidratación osmótica es la pérdida de agua; sin embargo, la ganancia de sólidos es un parámetro para considerar, porque la eficacia del proceso depende de estos dos parámetros.

La reducción de masa también es considerada un parámetro importante para medir la eficacia del proceso osmótico.

La Fig. 1 muestra los cambios en la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica de cubos de papa cubiertos y controles. Durante el proceso se observó un comportamiento similar en la pérdida de agua en todos los tratamientos, con un incremento en los valores de este parámetro durante el tiempo, alcanzando la mayor velocidad de pérdida de agua durante las primeras tres horas del proceso, en correspondencia con lo reportado (7), donde se concluyó que la mayor pérdida de agua en alimentos ocurre en las primeras seis horas del proceso, siendo las dos horas iniciales, aquellas de mayor velocidad de eliminación de agua. Esta tendencia cinética también se informó en otros trabajos relacionados con la deshidratación osmótica de rodajas de plátano (8) y trozos de papa (9).

La Tabla 2 muestra el porcentaje de cloruro de sodio al inicio y final del proceso de deshidratación osmótica de los cubos de papa. Todos los tratamientos presentaron un incremento en los valores de ganancia de sal. Se observó que los cubos cubiertos con quitosana al 1 % (m/v) presentaron una menor ganancia de sal que las muestras controles y con coberturas de quitosana al 0,5 % (m/v).

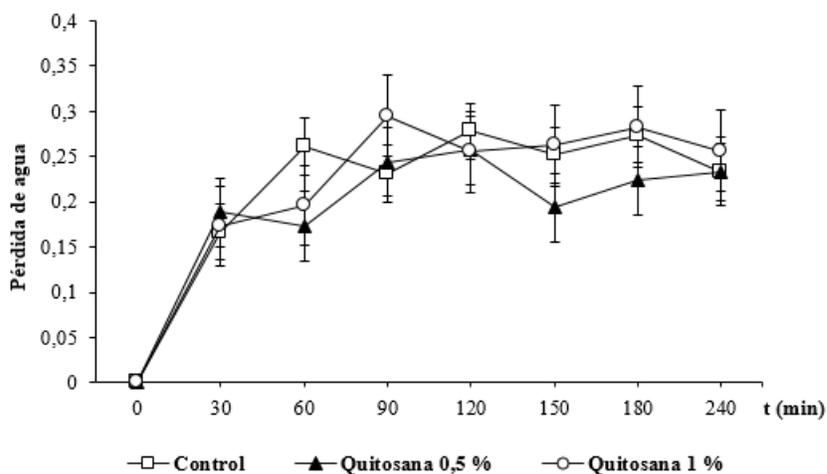


Fig. 1. Variación de la pérdida de agua de los cubos de papa durante la deshidratación osmótica en una disolución de cloruro de sodio al 20 % (m/v). Las barras de error indican desviación estándar ($n = 2$).

Tabla 2. Variación del contenido de cloruro de sodio (% m/m) en los cubos de papa al inicio y final de la deshidratación osmótica en una disolución de cloruro de sodio al 20 % (m/v)

| Tratamiento | Tiempo (min) | |
|-----------------------|---------------|---------------|
| | 0 | 240 |
| Control | | 3,90 (0,05) b |
| Quitosana 0,5 % (m/v) | 0,84 (0,03) a | 4,22 (0,03) b |
| Quitosana 1 % (m/v) | | 1,59 (0,05) c |

Media (desviación estándar); n=3.

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

En el caso de los cubos recubiertos con quitosana, la acumulación de sólidos en la superficie de las coberturas limitó su penetración dentro del tubérculo, lo que no sucedió en las muestras controles. La acumulación de sólidos, junto con el uso de coberturas, puede crear una costra que constituye una barrera para la transferencia de masa (10), lo que limita el régimen de la deshidratación y por consiguiente la ganancia de sal. Esto podría explicar la diferencia de regímenes de la deshidratación y transferencia de materias entre los cubos de papa con y sin coberturas.

La Fig. 2 muestra la evolución de reducción de masa de los cubos de papa durante el proceso de deshidratación osmótica. Todos los tratamientos mostraron un

comportamiento similar en cuanto a la reducción de masa, observando, de manera general, que las muestras cubiertas presentaron los menores valores para este parámetro.

CONCLUSIONES

Las coberturas de quitosana mejoraron la eficiencia del proceso de deshidratación osmótica al incrementar la pérdida de agua y disminuir la ganancia de sal, aunque con la cobertura de quitosana al 1 % (m/v) se obtuvieron mejores resultados que con la cobertura de quitosana al 0,5 % (m/v).

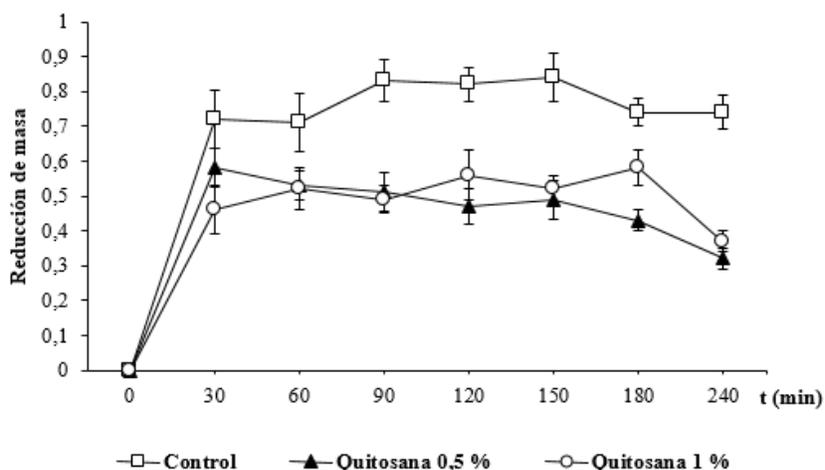


Fig. 2. Variación de la reducción de masa de los cubos de papa durante la deshidratación osmótica en una disolución de cloruro de sodio al 20 % (m/v). Las barras de error indican desviación estándar (n = 2).

REFERENCIAS

1. Ponting, J.D. *Process Biochem.* 8:18-20, 1973.
2. Araújo, E.A.F. y Murr, F.E.X. *Optimization of osmotic dehydration of nectarine (Prunus persica) using response surface methodology.* 13th International Drying Symposium, Beijing, China, 2002.
3. Airoldi, C. *Quim. Nova* 144-153, 2008.
4. Council of Europe. *European Pharmacopoeia.* 5th ed. Paris, Council of Europe, 2005, pp. 1248-1249.
5. Beristain, C.I.; Azuara, E.; Cortés, R. y García, H.S. *Int. J. Food Sci. Technol.* 25:576-582, 1990.
6. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Methods of Analysis* 17th ed., W. Horwitz (Ed.), Washington, DC., Association of Official Analytical Chemists, 2003.
7. Barbosa, G. y Vega, H. *Deshidratación de Alimentos.* Zaragoza, Acribia, 2000.
8. Nowakunda, K.; Andrés, A. y Fito, P. *Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes.* 14th International Drying Symposium, São Paulo, Brasil, 2004.
9. Khin, M.; Zhou W. y Perera, C. *J. Food Eng.* 77:84-95, 2006.
10. García, M.; Díaz, R.; Martínez, Y. y Casariego, A. *Food Res. Int.* 43:1656-1660, 2010.