



Evaluación del fenómeno de transferencia de masa durante la Deshidratación Osmótica, asistida por ultrasonido, de Mango Ataulfo (*Mangifera Indica L.*)

M. E. Rosas Mendoza^{1,2} & J. L. Fernández Muñóz²

¹ Departamento Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán UNAM. Av. 1° de mayo s/n, Col. Atlanta, Cuautitlán Izcalli, 54740 Edo. Mex.

² Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, Legaria 694. Col. Irrigación, 11500 México D. F.

RESUMEN

Un método posible para procesar el mango Ataulfo (*Mangifera indica L.*) es la deshidratación osmótica (DO) con soluciones de azúcar, con o sin tratamiento previo, trabajando a temperaturas suaves para conservar sus propiedades. Con esto se reduce la actividad de agua (a_w) y enzimática, con cambios mínimos en las características del producto [1]. Debido a los gradientes de actividad del agua y del soluto a través de la membrana celular del alimento, en el proceso osmótico se dan por lo menos dos flujos concurrentes: un flujo importante de agua hacia la solución y una transferencia simultánea de solutos desde la solución hacia el alimento. Sin embargo, el mecanismo que controla estos flujos simultáneos no se ha entendido completamente. Las investigaciones hechas en la modelización de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de frutos y vegetales, se basan principalmente en modelos semi-empíricos [2].

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los mangos serán adquiridos en estado de madurez fisiológica, caracterizados y controlados bajo temperatura y humedad (14° C/90% HR) hasta la madurez comercial.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En los fenómenos de difusión pueden ser representados por la segunda Ley de Fick en estado inestable. Para poder establecer una solución a esta la ecuación de forma que más se ajuste a la geometría del producto, es necesario establecer ciertas condiciones límite que definan el sistema. Entonces, los coeficientes de difusión, para el agua (D_{ew}) y los solutos (D_{es}), se calculará mediante el método de la cinética de sorción, el cual está basado en considerar que las velocidades de adsorción y desorción siguen una ecuación de difusión de estado no estacionario a través de la muestra sólida [5]. Considerando un paralelepípedo rectangular, las ecuaciones para el cálculo de los Coeficientes de difusión son [6]:

$$M_r = \sum_{n=1}^{\infty} C_n^3 \exp\left[-D_{ew} t q_n^2 \left(\frac{3}{a^2}\right)\right]$$
$$M_s = \sum_{n=1}^{\infty} C_n^3 \exp\left[-D_{es} t q_n^2 \left(\frac{3}{a^2}\right)\right]$$

donde $C_n = 2\alpha(1+\alpha)/(1+\alpha+\alpha^2 q_n^2)$ y las q_n son las raíces diferentes de cero positivas de la ecuación:

$$\tan q_n = -\alpha q_n$$

Aquí, α es la razón del volumen de la solución con aquella de cada pieza de muestra. Una vez que se hayan probado y estandarizado las metodologías de análisis instrumental, será posible desarrollar e implementar procedimientos generales para el uso de la tecnología avanzada en el monitoreo de la deshidratación osmótica. Una opción para desarrollar el modelo matemático es el empleo de la metodología SAFES, la cual reconoce la complejidad de un sistema alimenticio y permite coordinar la información sobre la estructura del alimento, composición, calidad, termodinámica, etc., en herramientas adecuadas para desarrollar productos reales y modelos de procesos [7].

REFERENCIAS

- [1] Martínez-Monzo, J., Calero, A., Ayala, A., Chiralt, A., & Fito, P. Effect of blanching on osmotic dehydration kinetics of mango. In: J. Welty-Chanes, G. V. Barbosa-C_ervas, & J. M. Aguilera, (Eds.), Proceedings of the Eighth International Congress on Engineering and Food, ICEF 8 (pp. 1264–1269). Lancaster: Technomic Publishing Co, Inc. (2001).
- [2] Ochoa-Martínez, C.I. & Ayala-Aponte, A. Modelos matemáticos de Transferencia de Masa en Deshidratación Osmótica. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 4(5), 330-342. (2005).
- [3] Mujica-Paz, H., Valdez-Fragoso, A., Lopez-Malo, A., Palou, E., & Welty-Chanes, J. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *Journal of Food Engineering*, 57, 305–314. (2003).
- [4] Kanade, B.P. & Pai, S.J., Moisture sorption method for hygroscopic samples using a modified proximity equilibration cell. *J. Food Sci.*, 53, 1218, (1988).
Y. S. Touloukian, Thermophysical Properties of Matter. Vol. 10. New York-IFI/Plenum. (1973).
- [5] Crank, J., *The Mathematics of Diffusion*, Oxford Science Press Inc., N.Y., (1975).
- [6] Rastogi, N.K. & K.S.M.S. Raghavarao. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: considering Fickian diffusion in cubical configuration. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37: 43–47, (2004).
- [7] Fito, P., M. Le Maguer, N. Betoret y P.J. Fito. Advanced food process engineering to model real foods and processes: The SAFES methodology. *Journal of Food Engineering*, 83:173-185, (2007).
- [8] ASTM. American Society for Testing and Materials, (1986).