

CARACTERIZACIÓN DE LA MICROESTRUCTURA Y EL CONTORNO DE PARTÍCULAS ESFÉRICAS SOMETIDAS A DESHIDRATACIÓN APLICANDO NÚMEROS FRACTALES

Jorge Chanona, Liliana Alamilla, Reynold Farrera, Gustavo Gutiérrez.

Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos. ENCB-IPN. Prol. de Carpio y Plan de Ayala S/N Col. Santo Tomas. México D. F., C.P. 11340 MEXICO. Fax (5)7296000 ext. 62459. e-mail:jorge_chanona@hotmail.com

Palabras clave: *difusión, estructura fractal, secado por aspersión.*

Introducción: En los procesos de secado de productos biotecnológicos se utiliza la geometría de plana como una simplificación a los modelos. Sin embargo, el transporte de calor y masa en dichos procesos no se realiza a través de superficies lisas, si no que se llevan a cabo a través de medios con estructura irregular (fractal). Asimismo, el encogimiento no es uniforme. Estos cambios de estructura y forma pueden ser descritos adecuadamente al utilizar la geometría fractal, debido a que esta permite caracterizar la rugosidad de la superficie y la morfología de los objetos.

El objetivo fue utilizar la geometría de fractales para evaluar los cambios en la forma y en la superficie de esferas modelo durante el secado, y relacionar sus cinéticas con los procesos Secado por Aspersión (SPA) de productos de origen biológico.

Metodología. En un túnel de secado se llevaron a cabo experimentos con esferas modelo de agar-maltodextrina (9.0 mm) a diferentes condiciones del aire de secado. Las cinéticas de secado, térmicas, de encogimiento, de cambio de forma y tamaño, así como la dimensión fractal de los contornos y de las superficies de las esferas fueron determinadas a partir de las imágenes digitales de las esferas y utilizando los métodos de conteo de caja para perímetros (1) y para superficies (2). Se correlacionaron los resultados de la dimensión fractal con los coeficientes de difusividad efectiva y con imágenes de polvos obtenidas por SPA y observadas al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

Resultados y Discusión. La Figura 1 muestra el cambio de dimensión fractal del contorno (D_c) y la superficie (D_s) de la esfera sometida a secado, se observa que el encogimiento es irregular a través del proceso. Asimismo, la modificación de la superficie y del contorno de la esfera a lo largo del proceso provoca que el transporte de agua a través de la esfera sea más lento cuando la dimensión fractal de la esfera se incrementa tanto con el tiempo de secado (ver Figura 1) así como las condiciones de secado con mayor dimensión fractal, la cual correlaciona con los menores coeficientes de difusividad efectiva (ver Figura 2). Esto puede indicar que los valores de dimensión fractal pueden ser considerados con índices de resistencia a la transferencia de masa. Los valores de la D_s oscilaron entre 2.074-2.163 y los valores de la D_c de las esferas oscilaron entre 1.11-1.25 para las diferentes condiciones de secado ensayadas y hacia el término del mismo. Las imágenes de los polvos del SPA muestran valores de D_c semejantes a los obtenidos en el secado de esferas modelo, lo cual es útil para el estudio del SPA debido a la imposibilidad

de seguir una cinética de secado dentro de un cámara de aspersión.

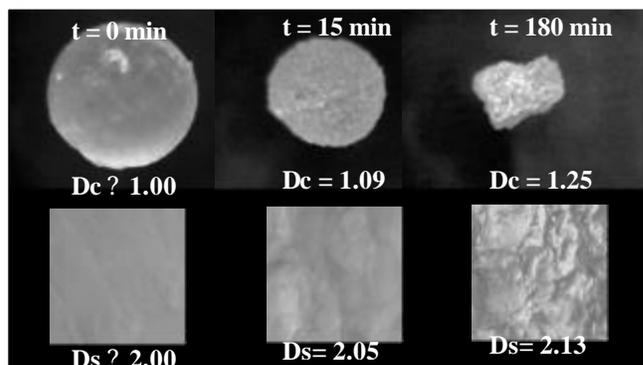


Figura 1. Cinética de cambio de la dimensión fractal del contorno (D_c) y de la superficie (D_s , microscopía óptica a 10 X) de esferas modelo a 60 °C y 0.5 m/s a los tiempos de secado indicados.

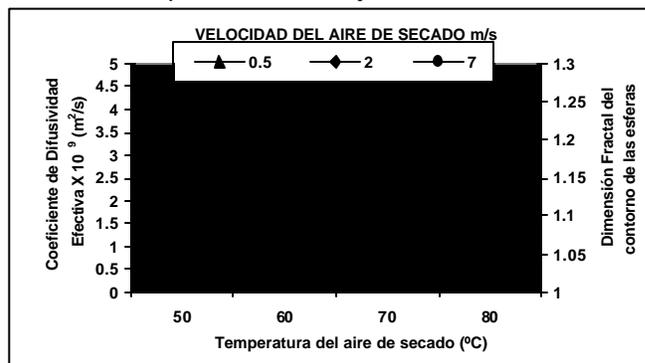


Figura 2. Coeficientes de difusividad efectiva (—) y dimensiones fractales (---) de las contornos (D_c) de las esferas sometidas a secado, en función de las condiciones de operación.

Conclusiones. Los valores D_c y D_s permiten caracterizar los cambios en forma y microestructura de las partículas esféricas, lo que permite relacionar estos cambios con la velocidad de transporte en los procesos de secado. Los métodos y resultados pueden extenderse al SPA y a otras operaciones de la bioingeniería que involucren geometrías complejas.

Agradecimientos. Apoyo financiero a CGPI-IPN 20020728 y CONACyT por la beca otorgada para los estudios doctorales de Jorge Chanona (113354).

Bibliografía.

- Belloutio, M., Alves, M. M., Novais, J. M., Mota, M. (1997). Flocs vs Granules: Differentiation by fractal dimension. *Wat. Res.* 31(5):1227-1231.
- Quevedo, R., López, G. R., Aguilera, J. M., Cadoche, L. (2002). Description of food surfaces and microstructural changes using fractal image texture analysis. *Journal of Food Engineering.* 53:361-371.