**Modelado del secado de granos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd. var. Hualhuas) y su efecto sobre el coeficiente de difusión**

Luisetti J, Balzarini MF, Ciappini MC

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional. Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina.

[jluisetti@frro.utn.edu.ar](mailto:jluisetti@frro.utn.edu.ar)

RESUMEN

En general y con el propósito de adecuar el contenido de humedad para asegurar su conservación, es necesario exponer los granos de cereales y pseudo-cereales a la operación de secado. En el caso de la quinoa, también se debe someter al secado cuando los granos son desaponificados por el método húmedo. El objetivo de este trabajo fue determinar la cinética de secado para distintas condiciones operativas de granos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd. var. Hualhuas), para el diseño, la optimización y el control del proceso. Las condiciones operativas ensayadas fueron: temperaturas de 40°, 60º y 80 °C y velocidades de aire de 0,2 y 0,7 m/s. Para calcular el contenido de humedad, los pesos de los productos parcialmente deshidratados se registraron a intervalos de tiempo regulares, usando una balanza digital (precisión ± 0,1 mg). Para describir el proceso, se empleó un modelo matemático radial utilizando la ley de difusión de Fick, implementado en el Sistema de Modelado Algebraico General (GAMS). El modelado se utilizó para representar las variaciones temporales del contenido de humedad promedio y determinar los coeficientes de difusión del proceso. Para la aplicación del modelo de secado en GAMS, fue necesario establecer la forma geométrica de los granos. Con ese fin, se midieron largo, ancho y espesor del grano de quinoa y se determinó su esfericidad. Esta resultó igual a 0,82 ± 0,02 mm y permitió asumir la forma esférica, con 1,99 ± 0,05 mm de diámetro. Se discretizaron las ecuaciones que interpretan las condiciones iniciales, de simetría y de contorno en la interfase para el secado convectivo, utilizando el método de diferencias finitas central (CFDM) implícito. Para estimar los coeficientes de transferencia de masa, se adoptaron correlaciones informadas en la literatura, con el fin de reducir los grados de libertad del modelo y facilitar la resolución de los modelos de programación no lineales (NLP). El modelo resultante involucró 4052 variables y 3547 restricciones. Se obtuvieron valores de difusividad efectiva de la humedad entre 2,52 x 10-10 y 10-9 m2/s. Al realizar una prueba de comparación de Tukey para las tres temperaturas de secado, se hallaron diferencias significativas (p < 0,05) en el coeficiente de difusión para ambas velocidades del aire de secado ensayadas. El coeficiente de difusión del agua aumentó con el incremento de la temperatura del aire, dado que temperaturas de secado más altas promueven una mayor movilidad del agua en los sistemas alimentarios, desde el interior hasta la superficie y aumentan la difusividad efectiva de la transferencia de masa. Los resultados obtenidos se encontraron dentro de los valores publicados. Los datos experimentales obtenidos permitieron validar el modelo de secado propuesto, habiéndose obtenido coeficientes de determinación entre 0,991 y 1,000, para las distintas temperaturas y velocidades de secado. El ajuste entre los valores experimentales y estimados demostró que el modelo propuesto se puede aplicar a la descripción precisa de las curvas de secado experimentales, para los granos de quinoa.

Palabras claves: quinoa, secado, modelado, GAMS