

Optimización Estadística de un Proceso de Deshidratación Osmótica para Maximizar el Contenido de Carotenoides Totales en el Desarrollo de una Golosina de Zanahoria

Juan P. Vivanco^{1,2}, Julio Barra², Vilma Quitral³, Paz Robert²

1: Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos. Vicuña Mackenna N°4860, Santiago, Chile, +56 2 3541269, jpvivanco@gmail.com

2: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Vicuña Mackenna N°20, Santiago, Chile, +56 2 9781666, proberts@uchile.cl

3: Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Departamento de Nutrición. Independencia N°1027, Santiago, Chile, vquitral@med.uchile.cl

Se diseñó una golosina de zanahoria enfocada a consumidores escolares, mediante la optimización estadística de un proceso de deshidratación osmótica (DO) que permitiera maximizar el contenido de carotenoides totales (provitamina A) en el producto final. Para ello, se comenzó realizando un diseño estadístico de tamizado factorial completo 2^3 , con tres repeticiones en el centro, considerando como variables independientes (factores) importantes del proceso: el tiempo de DO (4-6 h), la temperatura de la solución empleada como medio osmótico o sirope (30-50°C), y la concentración de sacarosa en el sirope (40-60% m/m): a través del Análisis de la Varianza del diseño, se determinó que los efectos para los factores temperatura del sirope, tiempo de DO, concentración de sacarosa, y la interacción lineal entre el tiempo de DO y la temperatura del sirope fueron estadísticamente significativos sobre la respuesta (concentración de carotenoides totales) a un nivel de confianza del 95% ($P \leq 0,05$). Además, se encontró que la variable concentración de sacarosa fue la de menor incidencia sobre la respuesta, y que tanto la temperatura como el tiempo del proceso debían disminuirse para maximizar el contenido de carotenoides totales: el valor óptimo para esta respuesta, estimado por el modelo estadístico dentro de la región experimental estudiada fue de 58,6 $\mu\text{g/g}$ de producto.

Luego se realizó un diseño experimental cuadrático de superficie de respuesta - compuesto central rotacional 2^2 más estrella - con 3 ejecuciones en el punto central, para encontrar la combinación de factores tiempo de DO (2-4 h) y temperatura del sirope (20-40°C) que condujeran a una concentración óptima de carotenoides totales en el producto diseñado al alejarse de la región experimental inicial, siguiendo la ruta de la pendiente ascendente. La concentración de sacarosa en el medio osmótico se mantuvo en 50% m/m, debido a que investigaciones anteriores sostienen que a esta concentración se logra una eficiente pérdida de agua, y una ganancia considerable de sólidos solubles. El análisis estadístico de la superficie de respuesta (MSR) indicó que los efectos para todos los factores y sus interacciones resultaron ser significativos sobre la concentración de carotenoides totales ($P \leq 0,05$), sin embargo, el modelo así planteado presentó una falta de ajuste significativa ($P_{\text{fda}} \leq 0,05$), por lo que no representa adecuadamente el proceso estudiado; esto se debió a que la significancia de los efectos del factor tiempo de DO, y de la interacción lineal entre el tiempo de DO y la temperatura del sirope se encontraron muy cerca del valor límite para un 95% de confianza ($P = 0,04$); por lo que se analizó nuevamente el diseño sin considerar estos efectos en la optimización: bajo estas condiciones, el modelo no presenta una falta de ajuste significativa ($P_{\text{fda}} > 0,05$), resultando ser adecuado para representar los valores experimentales al 95% de confianza, observándose también que el contenido de carotenoides totales de la golosina de zanahoria aumenta a medida que se disminuye la temperatura y el tiempo de inmersión de las rodajas de zanahoria en el sirope durante el proceso de deshidratado osmótico. Las condiciones óptimas de procesamiento fueron un tiempo de 3 horas y una temperatura del medio de 26°C, obteniéndose así una respuesta estimada de 58,0 μg de carotenoides totales/g de golosina. La optimización de este proceso permitió obtener un producto nutricionalmente mejor en comparación a las golosinas que se comercializan en Chile, debido a su alto contenido de carotenoides y su bajo contenido de grasa; presentando, además, una gran aceptabilidad sensorial por parte del público objetivo.

El autor J.P. Vivanco agradece el financiamiento otorgado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT) para llevar a cabo sus estudios de Doctorado.