

RESUMEN

La necesidad de técnicas rápidas, no destructivas y libres de químicos tiene una demanda creciente en muchos campos de la industria. Las técnicas de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) y de imágenes hiperespectrales de infrarrojo cercano (NIR-HIS) han demostrado tener un gran potencial para determinar parámetros de calidad de alimentos, autenticar productos alimenticios, detectar fraudes alimentarios, entre muchas otras aplicaciones. Mientras que en la espectroscopia de infrarrojo cercano, las medidas se toman en puntos específicos de la muestra, detectando solo una pequeña porción; en la imagen hiperespectral se combinan información espectral y espacial, siendo una opción adecuada para muchos productos alimenticios, ya que son matrices muy heterogéneas. Por lo tanto, el estudio tuvo como objetivo identificar y clasificar diferentes tipos de muestras de fibra añadidas de *semolina* y pasta producidas por formulaciones de *semolina*-fibra, y monitorear el proceso de cocción de esta pasta enriquecida en fibra mediante técnicas espectrales. Además, este trabajo tuvo como objetivo cuantificar el contenido de pectina en las cáscaras de naranja mediante un método más rápido y no invasivo. Se adquirieron espectros NIR para comparar la precisión en la clasificación, cuantificación y distribución de las fibras agregadas a la *semolina*. Para la clasificación se utilizaron el Análisis de Componentes Principales (PCA) y el Modelado Soft Independiente de Analogía de Clases (SIMCA). Los modelos de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR) aplicados a espectros NIR-HSI mostraron R^2P entre 0,85 y 0,98 y RMSEP entre 0,5 y 1%, y se utilizaron para el mapa de predicción de las muestras. Además, se probó NIR-HSI junto con métodos de aprendizaje automático para investigar la capacidad para la evaluación, resolución y cuantificación de la distribución de fibra en la pasta enriquecida. Los resultados mostraron R^2V entre 0.28 y 0.89, % LOF <6%, varianza explicada sobre 99% y similitud entre espectros puros y recuperados sobre 96% y 98% en modelos que usaron harina pura y pasta control como estimaciones iniciales, respectivamente. Además, se probó VIS / NIR-HSI en el modo de transmisión como una alternativa objetiva para la determinación del tiempo de cocción óptimo de la pasta como forma de automatizar la determinación de sus atributos. El análisis discriminante lineal (LDA) mostró valores de sensibilidad y especificidad entre 0,14 - 1,00 y 0,51 - 1,00, respectivamente, y una tasa de ausencia de error (NER) superior a 0,62. El análisis discriminante de mínimos cuadrados parciales (PLSDA) mostró valores de sensibilidad y especificidad entre 0,67 - 1,00 y 0,10 - 1,00, respectivamente, y NER superiores a 0,80.

Estos resultados mostraron que la técnica NIR-HSI se puede utilizar para la identificación y cuantificación de la fibra agregada a la *semolina*. Además, NIR-HSI y MCR-ALS pueden identificar la fibra en la pasta. La imagen hiperespectral en el modo de transmisión demostró ser una técnica adecuada como una alternativa objetiva para la determinación del tiempo de cocción óptimo de la pasta como forma de automatizar la determinación de sus atributos. La determinación del contenido de pectina en cáscaras de naranja se investigó usando NIR-HSI. LDA mostró mejores resultados de discriminación considerando tres grupos: contenido de pectina bajo (0–5%), intermedio (10–40%) y alto (50–100%). Los modelos PLSR basados en espectros completos mostraron mayor precisión ($R^2 > 0,93$) que los basados en longitudes de onda seleccionadas (R^2 entre 0,92 y 0,94). Los resultados demuestran el potencial de NIR-HSI para cuantificar el contenido de pectina en las cáscaras de naranja, proporcionando una técnica valiosa para los productores de naranja y las industrias de procesamiento.

Palabras clave: Espectroscopia de infrarrojo cercano, Imagen hiperespectral, *Semolina*, Fibra, Harina de trigo, Tiempo de cocción, *Spectral unmixing*, Resolución multivariada de curva, Análisis discriminante lineal, Análisis de componentes principales, Mínimos cuadrados parciales.