



CONDICIÓN ÓPTIMA DE PROCESO DE TERMOULTRASONIDO DE JUGO DE BETABEL (*Beta vulgaris* L.) SOBRE SUS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES

El jugo de betabel ha sido recomendado como material con propiedades preventivas para cáncer, entre otras enfermedades, debido a sus componentes que brindan un efecto antioxidante y muchos otros compuestos bioaccesibles que promueven la salud, también es una rica fuente de compuestos polifenólicos. Se comercializa pasteurizado implicando altas temperaturas generando pérdidas nutricionales, por lo que es importante buscar tecnologías alternativas como el ultrasonido, debido al efecto mínimo en la calidad nutritiva de los jugos de frutas. El objetivo fue determinar la condición óptima de proceso del jugo de betabel termoultrasonificado sobre sus propiedades antioxidantes.

El betabel fue adquirido en un mercado local de Tulancingo, Hgo., se lavó, desinfectó con un desinfectante comercial (Microdyn®) y se removieron raíz y hojas. El jugo se obtuvo mediante un extractor (Turmix, Standard, México), se termoultrasonificaron (VCX 1500 HV, Sonics & Materials, Inc. Newton, EE.UU) 400 mL de jugo dentro de una celda de doble capa manteniendo una temperatura con un baño de calentamiento (1210610, Cole Parmer, USA) a 45°C.

Se determinó el contenido de betaxantinas y betaninas según el método de Stintzing et al., (2003), el contenido de fenoles mediante el procedimiento de Folin-Ciocalteu (Peterson, 1979) y actividad antioxidante por DPPH• por el método de Chávez (2004). Todas las determinaciones fueron realizadas por espectrofotometría mediante un lector de microplacas (Power Wave XS UV-Biotek, software KC Junior, USA).

Se empleó la metodología de superficie de respuesta (RSM) utilizando un diseño central rotatorio compuesto por dos variables independientes en cinco niveles; utilizando nivel de amplitud (X1, %) en un intervalo de 75 a 85% y tiempo de ultrasonido (X2, min) en un intervalo de 8 a 13 min, obteniendo 13 tratamientos.

En la determinación de betaninas y betaxantinas, se observaron valores de 131.02-145.43 mg EB/100mL y 68.57-75.74 mg EB/100mL, respectivamente. Para el contenido de fenoles de 89.63-107.04 mg EAG/100mL y en la capacidad antioxidante por DPPH, se mostraron valores con rangos de 245.2-374.3 μ mol ET/100mL. Todas las determinaciones se ajustaron al modelo matemático alcanzando una $R^2 \geq 0.90$.

En cuanto a los resultados de coeficiente de regresión de betaninas, el término cuadrático de tiempo influyó significativamente a una $p < 0.001$, indicando que a mayor tiempo de ultrasonido, mayor contenido de betaninas. Para betaxantinas los términos cuadráticos de amplitud y tiempo afectaron significativamente a una $p < 0.0001$, lo que indican que a una mayor amplitud, así como a mayor tiempo de ultrasonido, mayor contenido de betaxantinas.

Sobre el contenido de fenoles, así como en actividad antioxidante por DPPH, se observó una influencia significativa de $p < 0.001$ en el término lineal de tiempo, reflejando un aumento en los valores a mayor tiempo de termoultrasonido.

La condición óptima de proceso obtenida fue 80% durante 10.5 min, presentando valores para betaninas y betaxantinas de 205.86 y 126.09 mg EB/100mL, respectivamente, 162.67 mgEAG/100mL para fenoles y 656.13 μ mol ET/100mL en DPPH.

El termoultrasonido en el jugo de betabel utilizando la metodología de superficie de respuesta, permite obtener la mejor condición de proceso aumentando el contenido de antioxidantes, proporcionando mejores características que pueden beneficiar al consumidor.