

Optimización de la extracción verde asistida por microondas de fenoles totales en residuos de arándano mediante diseño de superficie de respuesta.

Montiveros, A.V.¹; Mendinueta, C.S.¹; Namor, F.C.¹ y Paulino, C.A.¹

¹Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional del Comahue. 25 de mayo 131, Villa Regina - (8336) Río Negro.
carolina.paulino@uncoma.edu.ar

RESUMEN

La valorización de subproductos agroindustriales mediante la recuperación de compuestos bioactivos representa una estrategia clave para el desarrollo de procesos sostenibles. El objetivo de este estudio fue optimizar la extracción verde de fenoles totales (FT) desde residuos sólidos del procesamiento de jugo de arándano, utilizando extracción asistida por microondas (MAE) con un disolvente eutéctico profundo natural (NADES) basado en cloruro de colina:urea (1:1) con 15 % de agua. Se aplicó un diseño de superficie de respuesta para evaluar el efecto de la potencia de microondas (90–900 W) y el número de ciclos de 5 segundos (3–10) sobre el rendimiento de FT, determinados espectrofotométricamente con Fast Blue BB y expresados como equivalentes de ácido gálico (GAE). El modelo cuadrático mostró buena capacidad predictiva ($R^2 = 0,85$). Se observó una fuerte dependencia del rendimiento con la combinación de factores, con máximos locales entre 180–270 W y 5–7 ciclos, alcanzando más de 3000 mg GAE/100 g de residuo. A potencias extremas, el rendimiento disminuyó, probablemente por degradación térmica (extremo superior) o baja extracción (extremo inferior). Estos resultados confirman que la MAE con NADES es una alternativa eficiente y sostenible para la recuperación de compuestos fenólicos, siempre que se optimicen cuidadosamente las condiciones operativas.

Palabras clave: NADES, contenido de compuestos bioactivos, valorización de residuos, antioxidantes.

Optimization of microwave-assisted green extraction of total phenols from blueberry residues using response surface methodology.

ABSTRACT

The valorization of agro-industrial by-products through the recovery of bioactive compounds represents a key strategy for the development of sustainable processes. The aim of this study was to optimize green extraction of total phenolics (TP) from solid residues generated during blueberry juice production, using microwave-assisted



extraction (MAE) with a natural deep eutectic solvent (NADES) composed of choline chloride:urea (1:1) with 15% water. A response surface methodology was applied to

evaluate the effect of microwave power (90–900 W) and the number of 5-second irradiation cycles (3–10) on TP yield, which was determined spectrophotometrically using Fast Blue BB and expressed as gallic acid equivalents (GAE). The fitted quadratic model showed good predictive power ($R^2 = 0.85$). TP yield was strongly influenced by the interaction between variables, showing non-linear behavior with local maxima in the range of 180–270 W and 5–7 cycles, reaching over 3000 mg GAE/100 g of residue. At extreme power levels, the yield decreased, likely due to thermal degradation (high power) or insufficient extraction (low power). These findings support MAE with NADES as an efficient and sustainable approach for phenolic compound recovery, provided that operational conditions are carefully optimized.

Keywords: NADES, bioactive compounds conten, waste valorization, antioxidants.

