

Vehiculización de triptófano en hidróxidos dobles laminares de Mg/Al mediante reconstrucción estructural en condiciones suaves: optimización y caracterización de un nanovehículo con potencial bioestimulante

Garrote A.M.¹; Salcedo M.F.¹; Cano L.¹; Mansilla A.Y.²; Ollier Primiano R.P.¹

¹ INTEMA (UNMdP-CONICET), Mar del Plata, Argentina.

² Instituto de Investigaciones Biológicas (UNMdP-CONICET), Mar del Plata Argentina

anagarrote@gmail.com

Área temática: G. Aplicaciones de nanomateriales en ambiente, energía, agro, alimentos y catálisis

El triptófano (Trp) es un aminoácido con potencial bioestimulante debido a su rol como precursor de auxinas, pero su aplicación directa en agricultura se ve limitada por su rápida fotodegradación. Una estrategia para protegerlo es vehiculizarlo en hidróxidos dobles laminares (HDLs). Sin embargo, la funcionalización de HDLs con moléculas orgánicas voluminosas como el Trp suele requerir métodos complejos (solventes orgánicos, temperaturas elevadas, atmósferas inertes) para lograr la intercalación verdadera. En este trabajo se exploró el método de reconstrucción estructural (calcinación-rehidratación) en condiciones suaves (agua destilada, pH neutro, temperatura ambiente, 4 h), evitando el uso de solventes orgánicos y consumos energéticos elevados en la etapa de funcionalización.

Inicialmente, se planteó que la reconstrucción permitiría la intercalación del Trp entre las láminas del HDL, generando un aumento de la distancia basal. Para ello, se sintetizó el HDL de partida por coprecipitación (relación Mg/Al=3) y se optimizaron sistemáticamente las condiciones de carga: pH del medio (neutro vs. alcalino), tiempo de reacción (0-26 h) y relación másica HDL:Trp (1:0,3 a 1:1). La condición óptima (pH neutro, 4 h, relación 1:0,5) permitió alcanzar una alta carga de Trp de ~20% p/p (726 mg/g).

El análisis por difracción de rayos X (DRX) del material híbrido reveló, sin embargo, la ausencia de expansión interlaminar significativa ($d_{003} \sim 7,8 \text{ \AA}$, similar al HDL carbonatado), junto con una disminución de la cristalinidad. Estos resultados indican que el Trp no se intercala en la forma inicialmente propuesta, sino que se asocia a la matriz principalmente por adsorción superficial y/o intercalación planar. El análisis por FTIR confirmó la presencia de los grupos funcionales característicos del Trp ($-\text{NH}_3^+$, $-\text{COO}^-$ y anillo indol) en el material híbrido, y el potencial zeta evidenció la modificación de la carga superficial.

A pesar de no observarse intercalación, el material híbrido evidenció un efecto fotoprotector sobre el Trp, preservando su bioactividad en bioensayos en lechuga, en contraste con el Trp libre.

En conjunto, estos resultados sugieren que el método de reconstrucción en condiciones suaves permite obtener HDLs funcionalizados con alta carga de Trp y propiedades fotoprotectoras, ofreciendo una vía simple y potencialmente escalable para el desarrollo de nanovehículos de bioestimulantes agrícolas.