

**Evaluación y caracterización de los complejos almidón-ácido ferúlico para entender su importancia en matrices alimentarias**

Omar Patiño-Rodríguez<sup>1,\*</sup>, Luis Arturo Bello-Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CONACyT-CEPROBI-IPN, Yautepec, Morelos, México, 62739. <sup>2</sup>CEPROBI-IPN, Yautepec, Morelos, México, 62739. \*opatinor@ipn.mx

*Palabras clave: polifenoles; almidón; complejos; ácido ferúlico*

**Introducción.** Las interacciones no covalentes entre el almidón y el ácido ferúlico (complejos almidón-polifenoles) pueden afectar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de los alimentos ricos en almidón. El almidón forma una hélice hidrofóbica donde se puede incluir el ácido ferúlico (1). La formación del complejo depende de las condiciones de proceso utilizadas en la producción de alimentos. Uno de los procedimientos más usados para la producción de alimentos de alto consumo es el proceso de extrusión (2). En el presente trabajo se evaluaron dos temperaturas de extrusión para evaluar el efecto que tenía el procesamiento de extrusión, así como el grado de gelatinización en la formación de los complejos de almidón de maíz y ácido ferúlico.

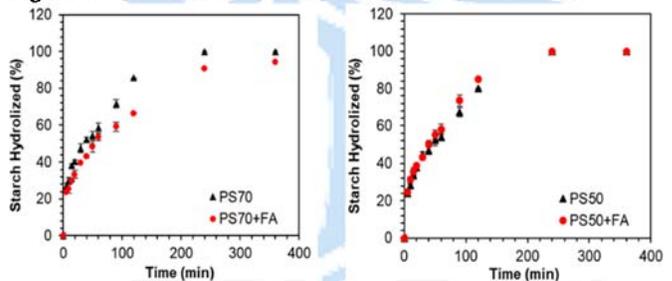
**Metodología.** Se utilizaron dos condiciones de extrusión a diferentes temperaturas (50 °C y 70 °C) para evaluar el efecto sobre la formación de un complejo de almidón-ácido ferúlico. Se realizó la caracterización de los complejos usando, calorimetría (DSC), FTIR, rayos-X y perfil de pastas. Se determinó la cantidad de amilosa aparente, así como ensayos de microscopía y mapeo de elementos químicos. Se evaluó la biodisponibilidad del ácido ferúlico en los complejos con ensayos de LC-MS. Se evaluó la digestibilidad *in vitro* y se obtuvieron los perfiles de digestión del almidón (3).

**Resultados.** Los cambios más importantes se dieron a temperaturas de extrusión más altas (70 °C). Se requiere más energía (entalpía) para desorganizar el complejo que el almidón control (sin ácido ferúlico); a temperaturas de extrusión más altas, se produce mayor desorganización. las cadenas de amilosa lixiviadas, hacen posible la incorporación de ácido ferúlico entre la hélice de amilosa. En los resultados de FTIR, perfil de pasta y digestibilidad *in vitro* del almidón, se observó un cambio significativo, principalmente en el almidón con ácido ferúlico extruido a 70 °C (4), en comparación con el extruido a 50 °C y sus contrapartes sin ácido ferúlico. Los resultados de biodisponibilidad por LC-MS mostraron una mayor liberación de ácido ferúlico durante la cinética enzimática en las muestras extruidas a 70 °C (5).

Muestra	RDS (%)	SDS (%)	RS (%)
PS70	40.16 ± 0.64 <sup>a</sup>	42.02 ± 0.01 <sup>b</sup>	17.81 ± 0.65 <sup>c</sup>
PS50	37.84 ± 0.96 <sup>b</sup>	40.81 ± 0.60 <sup>c</sup>	21.84 ± 0.35 <sup>b</sup>
PS70+FA	34.22 ± 1.06 <sup>c</sup>	38.03 ± 1.39 <sup>d</sup>	27.74 ± 2.45 <sup>a</sup>
PS50+FA	38.37 ± 0.20 <sup>b</sup>	44.05 ± 0.58 <sup>a</sup>	17.58 ± 0.78 <sup>c</sup>

**Tabla 1.** Fracciones de digestibilidad de almidón con diferente grado de gelatinización. PS, almidón pregelatinizado; PS+FA, almidón pregelatinizado con ácido ferúlico; 50/70, almidón pregelatinizado al 50 y 70% respectivamente; RDS: almidón de digestión rápida; SDS: almidón de digestión lenta, RS: almidón resistente.

**Figura 1.** Cinética de hidrólisis de almidón con ácido ferúlico.



**Conclusiones.** Existe una posible formación de complejos de inclusión tipo V con amilosa-ácido ferúlico y su impacto en las propiedades de digestibilidad en función de la temperatura de extrusión.

**Bibliografía.**

- Bordenave, N., Hamaker, B. R., & Ferruzzi, M. G. (2014). Nature and consequences of non-covalent interactions between flavonoids and macronutrients in foods. *Food Funct*, 5(1), 18e34.
- Hole, A. S., Kjos, N. P., Grimmer, S., Kohler, A., Lea, P., Rasmussen, B., Sahlström, S. (2013). Extrusion of Barley and Oat Improves the Bioaccessibility of Dietary Phenolic Acids in Growing Pigs. *J. Agric. Food Chem.*, 61(11), 2739–2747.
- Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., García-Valle, D. E., & Alvarez-Ramirez, J. (2019). A multiscale kinetics model for the analysis of starch amylolysis. *Int. J. Biol. Macromol.*, 122, 405–409.
- Kumar, K., Woortman, A. J. J. & Loos, K. (2020). Synthesis of amylose– polystyrene inclusion complexes by a facile preparation route. *Biomacromolecules*, 14, 1955–1960.
- Li, M., Pernell, C., & Ferruzzi, M. G. (2018). Complexation with phenolic acids affect rheological properties and digestibility of potato starch and maize amylopectin. *Food Hydrocoll.*, 77, 843–852.