

La microencapsulación y la inteligencia artificial en la producción de alimentos funcionales mínimamente procesados

Microencapsulation and artificial intelligence in the production of minimally processed functional foods

Por Julián Cruz Olivares y César Pérez Alonso

Resumen: Garantizar el consumo de alimentos funcionales mínimamente procesados al emplear ingredientes alimentarios de origen natural, como colorantes y saborizantes, representa una prioridad para la industria alimentaria. La tecnología de microencapsulación mediante secado por aspersión hace posible generar aditivos alimenticios estables con propiedades únicas para su procesamiento y consumo. A su vez la inteligencia artificial (IA) ha facilitado la automatización de los procesos de secado al reducir tiempos de producción, optimizar condiciones de operación, lo que genera alimentos con características y propiedades deseables con altos estándares de calidad y valor nutricional.

Palabras clave: microencapsulación, secado por aspersión, ingredientes alimentarios, inteligencia artificial.

Abstract: Guaranteeing the consumption of minimally processed functional foods using food ingredients of natural origin such as colorants and flavors represents a priority for the food industry. Spray drying microencapsulation technology makes it possible to generate stable food additives with unique properties for processing and consumption. In turn, artificial intelligence (IA) has facilitated the automation of drying processes, allowing production times to be reduced, optimizing operating conditions and has generated foods with desirable functional characteristics and properties with high standards of quality and nutritional value.

Keywords: microencapsulation, spray drying, food ingredients, artificial intelligence.

El quehacer cotidiano de la vida en las grandes ciudades ha llevado al ser humano a consumir alimentos altamente procesados, que frecuentemente contienen aditivos nocivos a la salud, como colorantes y saborizantes sintéticos, lo cual ha desencadenado la presencia de trastornos alimenticios y enfermedades crónicas a temprana edad. Una alternativa para minimizar el uso y consumo los aditivos alimentarios sintéticos es sustituirlos por ingredientes provenientes de fuentes naturales, como frutos, semillas y vegetales. Aunque los sazónadores naturales presentan el inconveniente de ser sumamente lábiles a condiciones ambientales, calor, humedad, temperatura y oxígeno, durante su procesamiento, distribución y almacenamiento.



LOS ALIMENTOS ALTAMENTE PROCESADOS CONTIENEN ADITIVOS NOCIVOS PARA LA SALUD; LA MICROENCAPSULACIÓN ES UNA ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA CONTRARRESTAR ESOS EFECTOS

Estos factores indeseables afectan seriamente la vida útil, las cualidades sensoriales y la aceptación general de los productos, pues restan competitividad en la producción de alimentos funcionales. Para contrarrestar estos factores negativos, la tecnología de microencapsulación es una alternativa viable, factible y rentable tanto técnica como económicamente. En este rubro se tiene contemplada una tasa de crecimiento anual del 13,70% en el mercado mundial de microencapsulación, que llegará así a 19,35 mil millones de dólares en 2025 (Yang *et al.*, 2020).

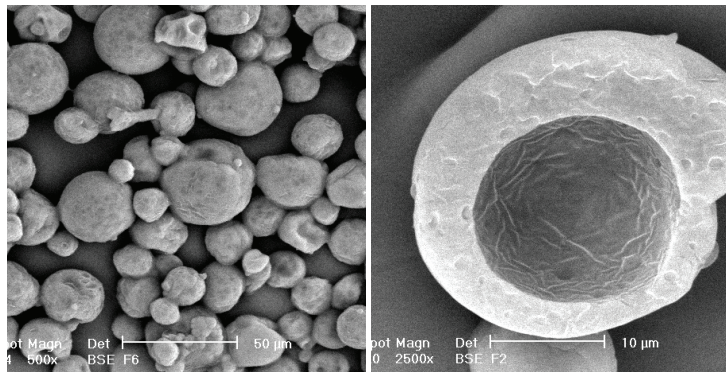
La microencapsulación se puede definir como un proceso fisicoquímico o mecánico mediante el cual una sustancia (ingrediente) se incrusta en otro material, formando partículas en el orden de 1 a 1000 μm (microcápsulas) con propiedades útiles específicas. En su forma más simple, se trata de una cápsula esférica o semiesférica conformada con un recubrimiento uniforme a su alrededor que contiene en su interior algún componente funcional. Al material que se encuentra dentro de la microcápsula se le nombra núcleo o fase interna, mientras que el recubrimiento se denomina matriz, material de pared o agente encapsulante.

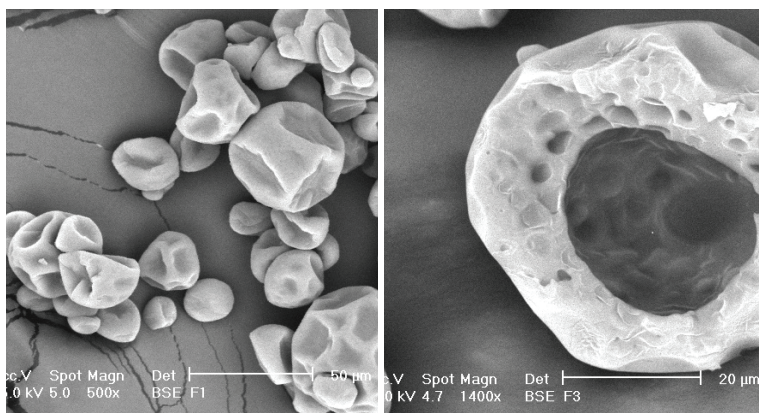
Una adecuada selección del agente encapsulante es importante para garantizar que las microcápsulas producidas sean estables a través del tiempo y que contengan una alta eficiencia. Los tecnólogos en alimentos generalmente eligen un material de pared basado en su costo y en sus propiedades funcionales y fisicoquímicas. En el mercado se encuentra gran diversidad de biopolímeros empleados como agentes encapsulantes, donde destacan gomas, maltodextrinas, proteínas, almidones y recientemente mucílagos.

Entre las técnicas de encapsulación que más se emplean en la industria alimentaria sobresalen el secado por aspersión, liofilización, secado en lecho fluidificado y extrusión. El secado por aspersión se utilizó por primera vez para crear microcápsulas de sabores empleando goma arábica como agente encapsulante. Desde 1930 hasta la actualidad es la técnica más utilizada para encapsular ingredientes alimentarios. Esto se debe a la velocidad, rentabilidad, flexibilidad, alto rendimiento, bajo consumo de energía y a la accesibilidad de los equipos de procesamiento (Ye *et al.*, 2018).

El secado por aspersión es el método más simple y económico en México para producir materiales alimentarios microencapsulados, las ventajas que ofrece esta técnica, en comparación con otras, es que sus costos de producción son significativamente menores y es de fácil implementación. Sin embargo, este método desperdicia energía porque resulta imposible utilizar todo el calor que pasa por la cámara de secado. Además, el uso de temperaturas elevadas en el proceso influye de manera directa en las propiedades de calidad de los productos finales, ya que puede causar la degradación y pérdida de nutrientes. Esto también puede modificar la estructura, porosidad y textura de las microcápsulas (Figura 1).

Fig. 1. Vista superficial e interna de microcápsulas de biopolímeros obtenidas mediante secado por aspersión



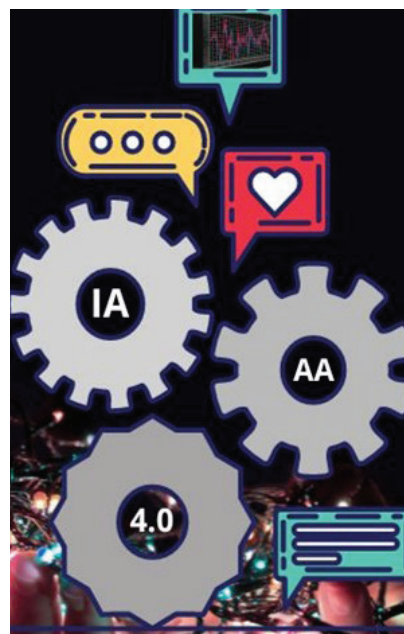


UNA ADECUADA
SELECCIÓN DEL AGENTE
ENCAPSULANTE GARANTIZA
QUE LAS MICROCÁPSULAS
PRODUCIDAS SEAN
ESTABLES A TRAVÉS DEL
TIEMPO Y QUE CONTENGAN
UNA ALTA EFICIENCIA

A partir de mediados del siglo xx, la inteligencia artificial (IA) ha sido incorporada en diferentes sectores industriales de robótica, biotecnología, química y farmacéutica. La IA se ha definido como el conjunto de diferentes tecnologías computacionales que, si trabajan en armonía, permiten que las máquinas detecten, comprendan, actúen y aprendan con niveles de inteligencia similares a los de las personas (Santhi y Muthuswamy, 2023). Por otra parte, el aprendizaje automático (ml, por sus siglas en inglés) es una subcategoría de la IA, asociada con el proceso por el cual las computadoras desarrollan el reconocimiento de patrones y, por lo tanto, desarrollan la capacidad de aprender y realizar predicciones continuas basadas en datos, y configuraciones automáticas. En otras palabras, la IA se entiende como el medio para obtener los datos, mientras que el ml es el sistema utilizado para analizar y aprender de él (Zhu et al., 2021).

Desde los ochenta, la utilización de algoritmos y ml se han incorporado a los procesos de secado de alimentos, lo cual contribuye a mejorar la industria alimentaria, con avances tecnológicos, reducción costos e incremento de costos, esto no solo mejora las ganancias sino también la confiabilidad y la solidez de los procesos de secado. En este método, los algoritmos de ml pueden predecir la calidad y la vida de anaquel de los alimentos y mejorar sus atributos y propiedades mientras se preservan y se almacenan (Figura 2).

Fig. 2. La inteligencia artificial en la producción de alimentos funcionales





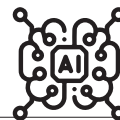
Tecnología

Hoy en día, la industria alimentaria está experimentando una transformación que contempla los avances en la tecnología informática. Este cambio posibilita ofrecer productos con una calidad notable para satisfacer las altas expectativas y demandas de los consumidores de hoy; este avance sobresaliente se le atribuye a la integración de la ia en los procesos de producción. Además, la sostenibilidad de aditivos alimentarios se puede proteger, debido a la contribución de la ia para incrementar la eficiencia de los procesos de producción y reducir la generación de subproductos, desechos y consumo de energía (Przybył y Koszela, 2023).

LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ESTÁ PASANDO POR UNA TRANSFORMACIÓN QUE CONTEMPLA LOS AVANCES EN LA TECNOLOGÍA INFORMÁTICA

Referencias

- Przybył, Krzysztof y Krzysztof Koszela (2023). "Applications MLP and other methods in artificial intelligence of fruit and vegetable in convective and spray drying", en *Applied Sciences*, vol. 13. <<https://doi.org/10.3390/app13052965>>.
- Santhi, Abirami R. y Padmakumar Muthuswamy (2023). "Industry 5.0 or industry 4.0S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies", en *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, vol. 17. <<https://doi.org/10.1007/s12008-023-01217-8>>.
- Yang, Mingyi et al. (2020). "Microencapsulation delivery system in food industry—challenge and the way forward", en *Advances in Polymer Technology*, vol. 2020, <<https://doi.org/10.1155/2020/7531810>>.
- Ye, Qianyu, Nicolas Georges y Cordelia Selomulya (2018). "Microencapsulation of active ingredients in functional foods: From research stage to commercial food products", en *Trends in Food Science & Technology*, vol. 78. <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.025>>.
- Zhu, Lili et al. (2021). "Deep learning and machine vision for food processing: A survey", en *Current Research in Food Science*, vol. 4, <<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.009>>.



Julián Cruz Olivares es profesor tiempo completo en las licenciaturas en Ingeniería Química e Ingeniería Petroquímica, así como en el posgrado en Ciencias Químicas (maestría y doctorado) de la Facultad de Química de la UAEMéx. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I y cuenta con el reconocimiento de Perfil Deseable por parte de PRODEP-SEP. Sus áreas de interés son los procesos de separación y los procesos ambientales.



César Pérez Alonso es profesor tiempo completo en la Facultad de Química de la UAEMéx; imparte clases en la licenciatura en Ingeniería Química, así como en el posgrado en Ciencias Químicas (maestría y doctorado). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel II y cuenta con el reconocimiento de Perfil Deseable por parte de PRODEP-SEP. Es ganador del Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos 2019, en la categoría profesional de Ciencia de Alimentos, otorgado por la Academia Mexicana de Ciencias y el Instituto de Bebidas de la Industria Mexicana de Coca-Cola. Sus áreas de interés son los procesos de Microencapsulación y el desarrollo de nuevos biopolímeros.