Proteínas inteligentes: la nueva era de los alimentos funcionales

*Víctor Jael Morales-Cázares, Víctor Manuel Ocaño-Higuera, Wilfrido Torres-Arreola, Francisco Rodríguez-Félix y Enrique Márquez Ríos**

Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Blvrd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México.

**Autor para correspondencia: Enrique Márquez Ríos, correo electrónico: enrique.marquez@unison.mx*

Foto: Angela Kotsell

Tema

Las proteínas no solo nutren, también determinan la textura, estabilidad y calidad de muchos alimentos cotidianos. Este artículo aborda cómo la modificación química de proteínas ha dado lugar a las llamadas “proteínas inteligentes”. Estas proteínas permiten mejorar la funcionalidad de los alimentos y actuar como vehículos de compuestos benéficos para la salud. Así, se abren nuevas posibilidades en el desarrollo de alimentos funcionales

1.Introducción

Cuando escuchamos la palabra “proteínas”, casi siempre pensamos en el músculo de un atleta, en la clara de huevo del desayuno o en el filete que ponemos en la parrilla. Se sabe que las proteínas son fundamentales para construir y reparar tejidos, mantener los músculos fuertes y sostener funciones vitales; pero si miramos un poco más de cerca, descubrimos que en los alimentos las proteínas hacen mucho más que nutrir, son las responsables silenciosas de que muchos productos tengan la forma, el sabor y la textura que conocemos.

Piensa en un pan esponjoso; la glutenina y la gliadina, dos proteínas del trigo, se entrelazan formando una red que atrapa las burbujas de aire y permite que el pan crezca. Sin ellas, tendríamos panes planos y quebradizos. En la mayonesa, la mezcla de aceite y agua es naturalmente inestable, pero las proteínas de la yema de huevo actúan como un “pegamento” en la interfase, manteniendo la emulsión (mezcla de agua y aceite) estable y cremosa. Sin estas proteínas, la mayonesa se separaría en cuestión de minutos. ¿Y qué hay de la espuma de un capuchino? Allí entran en acción las proteínas de la leche, que se organizan alrededor de burbujas de aire formando una capa protectora que mantiene la espuma firme.

Estos son solo algunos ejemplos que muestran cómo, sin darnos cuenta, las proteínas trabajan en segundo plano para que nuestros alimentos sean apetecibles. Pero aquí aparece un problema: no siempre funcionan como quisiéramos. Algunas proteínas se disuelven mal, otras pierden su estabilidad con el calor y hay muchas que

simplemente no logran mantener un alimento homogéneo por mucho tiempo. La buena noticia es que la ciencia está encontrando soluciones. En los últimos años, los investigadores han aprendido a modificar las proteínas de manera controlada, logrando que sean más solubles, más estables y, en algunos casos, capaces de hacer cosas sorprendentes, como transportar antioxidantes o facilitar la absorción de minerales. Estas "proteínas inteligentes" no solo mejoran la calidad de los alimentos, sino que las convierten en verdaderas herramientas para la salud.

comportamiento es útil en la cocina casera, pero en la industria puede convertirse en un problema. Por ejemplo, en productos enlatados o pasteurizados, las proteínas pueden coagular demasiado y afectar la textura o el aspecto del alimento. Estas limitaciones hacen que la industria busque soluciones para mejorar la funcionalidad de las proteínas, sin perder su valor nutricional. Aquí es donde entra la ciencia de la modificación.

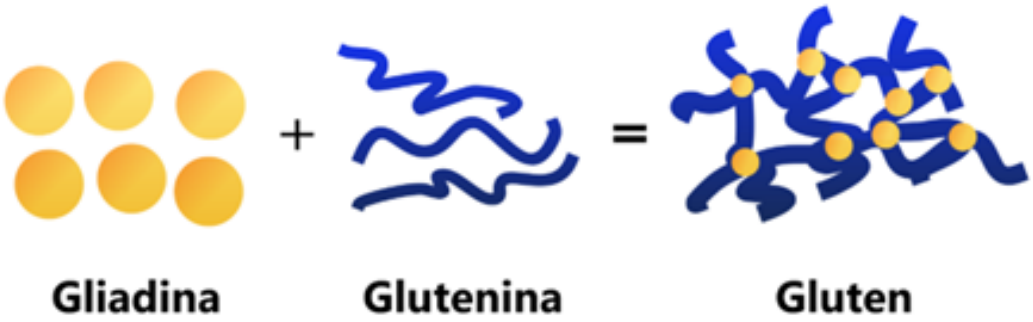

Figura 1. La gliadina y la glutenina interactúan formando la red de gluten.

2. Las limitaciones de las proteínas naturales

Aunque las proteínas son moléculas versátiles, no siempre cumplen perfectamente las expectativas de la industria alimentaria ni de los consumidores. Un ejemplo común son las bebidas proteicas. Seguro has visto en el gimnasio a alguien bebiendo un batido de proteínas, pero si dejas reposar esa bebida por unos minutos, es probable que notes que parte del polvo se sedimenta en el fondo. Eso ocurre porque algunas proteínas, como las de suero o las vegetales, no se disuelven fácilmente en agua. Otro caso son los aderezos y salsas; la mayonesa o una vinagreta necesitan mantenerse homogéneas, sin que el aceite y el agua se separen. Aquí las proteínas actúan como "puentes" entre ambos líquidos, pero muchas veces no son lo suficientemente estables y la mezcla termina separándose con el tiempo. Además, hay proteínas que son muy sensibles al calor. Piensa en lo que pasa cuando hierves un huevo: la clara líquida se convierte en una masa blanca y firme porque las proteínas se desnaturalizan. Este

3. La ciencia en el mejoramiento de las proteínas

Modificar una proteína no significa transformarla en algo artificial o irreconocible. Lo que hacen los científicos es alterar de manera controlada su estructura, normalmente en regiones específicas, para mejorar su desempeño en los alimentos.

Una forma de entenderlo es imaginar una llave que abre una puerta, pero que a veces se atasca porque los dientes no encajan bien. Con pequeños ajustes, esa llave puede girar suavemente y abrir la cerradura sin problemas. De manera parecida, la modificación química de proteínas "afina" su estructura para que encajen mejor en el sistema alimentario.

Entre los métodos más comunes encontramos:

- Acetilación y succinilación: consisten en añadir pequeños grupos químicos a la proteína para que se vuelva más soluble en agua. Esto es especialmente útil en bebidas, donde no queremos grumos ni sedimentos.
- Fosforilación: incorpora grupos fosfato, lo que permite a la proteína retener más agua y estabilizar emulsiones.

https://doi.org/10.5281/zenodo.20146479

- Glicosilación: une azúcares a la proteína, lo que la hace más estable frente al calor y más resistente en procesos de almacenamiento. Este tipo de modificación también mejora la capacidad de formar espumas, algo esencial en productos como mousses o capuchinos.

Lo interesante es que estos cambios ocurren a nivel molecular, pero tienen un impacto tangible en nuestra experiencia cotidiana al comer. Gracias a estas técnicas, los alimentos se vuelven más atractivos, seguros y duraderos.

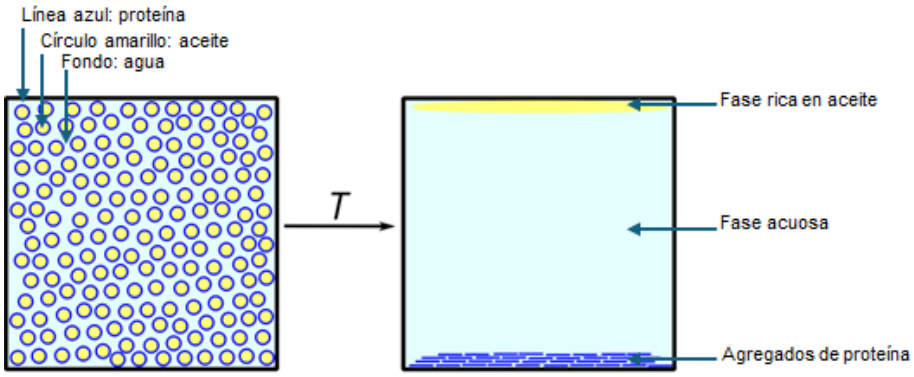

Figura 2. Proceso de separación de una mezcla inestable a través del tiempo (T). A la izquierda, la proteína (azul) intenta mantener el aceite (amarillo) en el agua. A la derecha, la mezcla se separa, provocando que el aceite suba (debido a que es menos denso que el agua) y la proteína se sedimente.

4. Del laboratorio al alimento: ¿qué cambia realmente cuando se modifica una proteína?

Para facilitar la comprensión de cómo se modifican las proteínas, es importante conocer que estas moléculas presentan distintos niveles estructurales, desde una secuencia lineal de aminoácidos hasta estructuras tridimensionales complejas. Cuando se habla de modificarlas químicamente, es común pensar que se trata de un cambio drástico o artificial. Sin embargo, estas modificaciones suelen ser pequeños ajustes controlados cuyo objetivo no es transformar la proteína, sino mejorar la manera en que se comporta dentro de un alimento.

Las proteínas pueden imaginarse como cadenas largas que se pliegan formando estructuras tridimensionales. Esa forma determina cómo interactúan con el agua, las grasas o el aire. Al modificar una proteína, los científicos actúan principalmente sobre su superficie, incorporando grupos químicos en puntos específicos que influyen en estas interacciones, sin alterar la estructura básica de la molécula. Uno de los cambios más importantes es la mejora de la solubilidad. Muchas proteínas naturales tienden a agruparse y formar grumos, especialmente en bebidas. Al introducir cargas eléctricas adicionales, las proteínas interactúan mejor con el agua y permanecen dispersas, lo que se traduce en productos más homogéneos y visualmente atractivos.

Otro aspecto clave es la estabilidad. Las proteínas modificadas pueden resistir mejor el calor, los cambios de pH o el almacenamiento prolongado, ayudando a conservar la textura y apariencia del alimento.

Es importante señalar que estas modificaciones no buscan alterar el valor nutricional de las proteínas. En general, su capacidad de aportar aminoácidos se mantiene, y el organismo las digiere de forma similar a las proteínas no modificadas. En este sentido, la modificación química puede entenderse como un “ajuste fino” que optimiza propiedades funcionales sin cambiar la esencia de la proteína.

Estos cambios, que ocurren antes de que el alimento llegue al consumidor, explican por qué algunas proteínas pueden adquirir funciones adicionales. Al mejorar su solubilidad y estabilidad, se crea la base para que actúen no solo como ingredientes estructurales, sino también como componentes con funciones más avanzadas, dando paso al concepto de ”proteínas inteligentes”.

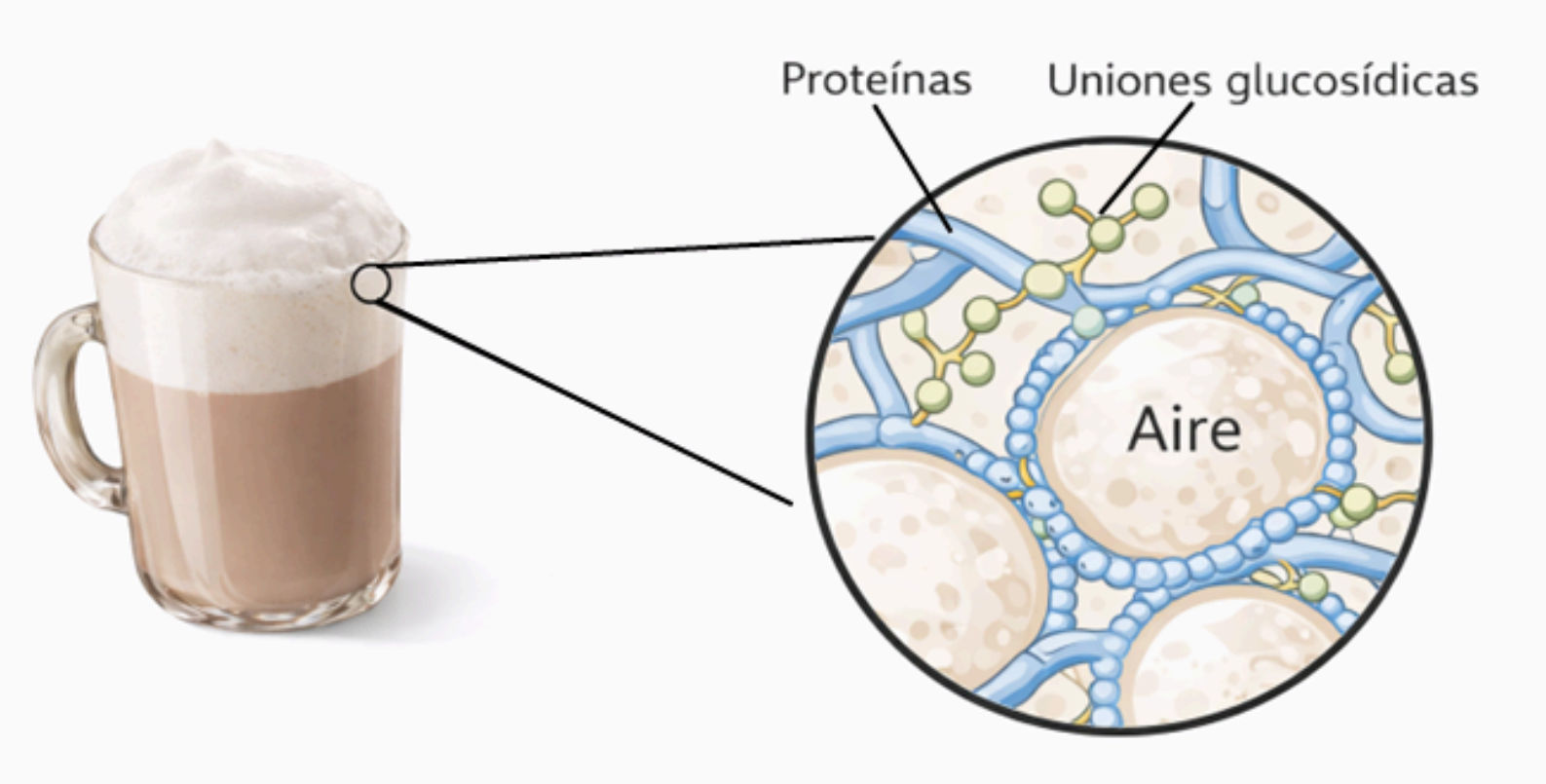

Figura 3. Estabilización de espumas mediante el atrapamiento de aire en estructuras de proteínas glicosiladas.

5. Aplicaciones en la mesa y en el futuro

Aunque pueda sonar como ciencia ficción, estas tecnologías ya se están aplicando en la industria alimentaria.

- Bebidas proteicas mejoradas: gracias a la modificación, ya existen productos que se mantienen estables durante semanas sin formar grumos. Esto es clave en bebidas deportivas o en suplementos para personas mayores.
- Snacks funcionales: se están desarrollando galletas, barras y cereales donde las proteínas no solo aportan energía, sino que también ayudan a transportar antioxidantes o a mejorar la digestibilidad.
- Alimentos para poblaciones vulnerables: uno de los campos más prometedores es el de los alimentos diseñados para niños, adultos mayores o personas con deficiencias nutricionales. Por ejemplo, proteínas modificadas que facilitan la absorción de calcio podrían ser clave en la prevención de la osteoporosis.

Aunque muchas de las modificaciones químicas de proteínas se han desarrollado ampliamente a nivel experimental, en los alimentos comerciales predominan cambios inducidos por procesos industriales, como por ejemplo la reacción de Maillard, así como tratamientos enzimáticos y físicos. Estos procesos ocurren de manera cotidiana en productos que consumimos a diario, como el pan tostado, la leche en polvo, los yogures, el café con leche o las fórmulas infantiles, donde las proteínas interactúan con azúcares y otros componentes, modificando su estructura. Incluso en alimentos como quesos procesados, bebidas proteicas y productos horneados, estas transformaciones mejoran la textura, estabilidad y vida útil. Aunque no siempre son visibles, estos cambios implican modificaciones a nivel molecular que permiten optimizar la funcionalidad de las proteínas sin comprometer su seguridad para el consumo.

De cara al futuro, se habla incluso de alimentación personalizada. Con base en análisis genéticos o de salud, cada persona podría recibir alimentos diseñados a su medida, con proteínas modificadas para suplir sus necesidades específicas: más hierro para quienes tienen anemia, más antioxidantes para quienes buscan protegerse del estrés oxidativo, o proteínas de fácil digestión para quienes sufren problemas gástricos.

https://doi.org/10.5281/zenodo.20146479

Figura 4. Niveles estructurales de las proteínas. Las proteínas se organizan desde una secuencia de aminoácidos (estructura primaria), pasando por plegamientos locales como hélices y láminas (estructura secundaria), hasta una conformación tridimensional (estructura terciaria) y, en algunos casos, la asociación de varias subunidades (estructura cuaternaria).

6. Seguridad y confianza del consumidor

Una de las preguntas inevitables es: ¿es seguro consumir proteínas modificadas químicamente? La respuesta es sí, siempre que se trate de modificaciones aprobadas y reguladas por organismos internacionales, como la FDA (Food and Drug Administration), en Estados Unidos o la EFSA (European Food Safety Authority), en Europa. Estos cambios no buscan crear moléculas artificiales extrañas, sino mejorar lo que la naturaleza ya ofrece. Sin embargo, la percepción del consumidor es un reto. Muchas personas desconfían cuando escuchan términos como “químico” o “modificado”. Aquí la clave está en la comunicación, explicar que se trata de herramientas seguras, probadas y diseñadas para mejorar la salud. De hecho, algunos procesos de modificación ocurren incluso de manera natural en los alimentos durante la cocción o la fermentación; lo que hace la ciencia es optimizarlos.

7. Hacia una alimentación más inteligente

Estamos en un momento emocionante para la ciencia de los alimentos. La modificación química de proteínas abre la puerta a una nueva generación de productos que no solo alimentan, sino que también previenen enfermedades, mejoran la calidad de vida y responden a las necesidades de cada persona. Lejos de ser un lujo, esta tecnología puede convertirse en una herramienta fundamental en un mundo donde la nutrición es un desafío global: desde la lucha contra la desnutrición en países en desarrollo hasta la prevención de enfermedades crónicas en sociedades industrializadas. Las proteínas inteligentes son pieza importante del futuro de los alimentos funcionales. Y lo mejor es que ese futuro ya está llegando a nuestra mesa, una bebida más estable, un snack más nutritivo o un suplemento más eficaz a la vez.

8. Referencias

de Oliveira, F. C., Coimbra, J. S. R., de Oliveira, E. B., Zuñiga, A. D. G., & Rojas, E. E. G. (2016). Food protein–polysaccharide conjugates obtained via the Maillard reaction: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(7), 1108–1125.

Huang, S., Feng, X., Yue, W., Madjirebaye, P., Deng, X., Fan, Y., Chen, J., & Wu, X. (2025). Effects of chemical modifications on allergenicity and functional properties of silkworm pupae proteins. Food Chemistry, 477, 143635.

Li, F., Wu, X., Liang, Y., & Wu, W. (2023). Potential implications of oxidative modification on dietary protein nutritional value: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 22*, 714–751.

Li, L., Huang, Y., Ding, Q., Wang, D., Yuan, T., Song, G., Seong, H., & Gong, J. (2025). Formation and functional improvement of α-casein, β-lactoglobulin, and hyaluronic acid conjugates via the Maillard reaction: Comparison with different mass ratios. *Food Chemistry, 475*, 143322.

Liang, P. J., Chen, S. M., Fang, X., & Wu, J. F. (2024). Recent advance in modification strategies and applications of soy protein gel properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23*, e13276.

Parandi, E., Mousavi, M., Assadpour, E., Kiani, H., & Jafari, S. M. (2024). Sesame protein hydrolysate–gum Arabic Maillard conjugates for loading natural anthocyanins: Characterization, *in vitro* gastrointestinal digestion and storage stability. *Food Hydrocolloids, 148*, 109490.

Sun, Z., Liu, H., & Li, X. (2024). Precision in protein chemical modification and total synthesis. *Chem, 10*, 767–799.

Tang, Q., Roos, Y. H., & Miao, S. (2024). Structure and gelation mechanism of plant proteins versus dairy proteins and evolving modification strategies. *Trends in Food Science & Technology, 147*, 104464.

Teodorowicz, M., van Neerven, J., & Savelkoul, H. (2017). Food processing: The influence of the Maillard reaction on immunogenicity and allergenicity of food proteins. *Nutrients*, 9(8), 835.

Ye, S. J., Park, H. J., & Baik, M. Y. (2025). Modification of plant proteins as alternatives to animal proteins: A review. *Food Science and Biotechnology, 34*, 349–363.

Zeng, W., Xue, J., Geng, H., Liu, X., Yang, J., Shen, W., Yuan, Y., Qiang, Y., & Zhu, Q. (2024). Research progress on chemical modifications of tyrosine residues in peptides and proteins. *Biotechnology and Bioengineering, 121*, 799–822.

Zheng, L., San, Y., Xing, Y., & Regenstein, J. M. (2024). Rice proteins: A review of their extraction, modification techniques and applications. *International Journal of Biological Macromolecules, 268*, 131705.

Zhao, P., Zhang, Z., Ran, W., Bai, T., Cheng, J., & Zhang, J. (2025). Recent advances, challenges, and functional applications of protein chemical modification in the food industry. Foods, 14(16), 2784.

Sobre el autor:

El Dr. Enrique Márquez Ríos realizó sus estudios de doctorado y posdoctorado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), unidad Hermosillo. Actualmente es Profesor de la Universidad de Sonora, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y del SNII como nivel 3.

Cita:

Morales-Cázares, V. J., Ocaño-Higuera, V. M., Torres-Arreola, W., Rodríguez-Félix, F., & Márquez Ríos, E. (2026). Proteínas inteligentes: la nueva era de los alimentos funcionales. BiotecnoLógica Magazine, 4(2), 10–15. https://doi.org/10.5281/zenodo.20146479