

Introducción

Los objetivos de la industria y manufactura de alimentos, se consideran procesos tecnológicos de tratamiento, transformación, preparación, conservación y envasado de alimentos. En general, las materias primas utilizadas son de origen vegetal o animal y se producen en explotaciones agrarias, ganaderas y pesqueras (Fermoso, 2017).

Una necesidad fisiológica de los seres vivos es obtener nutrientes como las proteínas a partir de los alimentos y hoy en día aprovechar la funcionalidad que brindan como atributos de calidad deseables en un producto. Por un lado nos hemos convertido en productores de alimentos y por otro hemos hecho de la alimentación algo más que una actividad para mantener la vida, llegando a convertirla en un fenómeno cultural (Jiménez, 2018).

La importancia de la tecnología alimentaria radica en la innovación y la investigación, lo cual brinda la oportunidad de poner nuevos alimentos y productos que aporten beneficios funcionales para satisfacer las necesidades nutricionales específicas (Santos, 2017).

Las matrices proteicas son ampliamente utilizadas en la industria de los alimentos por presentar además de un alto valor nutritivo, propiedades tecnológicas importantes cierta funcionalidad que brindan atributos de calidad deseables en un producto como la textura, grasa, retención de agua, rendimiento y color, han llegado a un punto de importancia tal, que son aisladas, incluso concentradas y utilizadas como aditivos en otros alimentos para obtener beneficio adicional de sus propiedades (González, 2017).

Actualmente dentro de la industria alimentaria existe una amplia gama de aplicaciones y necesidades de proteínas, por lo que la industria se ha visto en la necesidad de desarrollar una diversidad de productos a partir de materias primas tanto vegetales como animales para satisfacer dichas demandas. Estas demandas exigen a su vez, que las proteínas cumplan con el requisito de



Figura 1. Uso de la tecnología de proteínas en diversos alimentos comerciales (tomada de: <http://colunadoconsumidor.blogspot.com/2012/02/o-perigo-dos-embutidos-contem.html>)

Uso tecnológico de las proteínas en los alimentos

Fernando Reséndiz Vega, Diana Cecilia Maya Cortés
y Rafael Zamora Vega

Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán, México.
e-mail: quimic08@hotmail.com

Resumen. La humanidad constantemente ha buscado la forma de mejorar su calidad de vida con base en las necesidades fundamentales que le mantienen con vida, siendo una de ellas la alimentación, lo cual ha sido un impulso para la investigación constante en el área de los alimentos y así poder desarrollar nuevos alimentos mediante formulaciones bien estructuradas o mejorar los alimentos ya existentes para obtener mayor beneficio nutricional a menor costo y tener una mejora en calidad de vida. Las proteínas no sólo se limitan a realizar sus funciones dentro del cuerpo humano en los procesos biológicos y bioquímicos que mantienen la vida, sino que también, en las últimas décadas se ha observado que debido a su complejidad estructural han demostrado tener una alta capacidad tecnológica para la industria de los alimentos. Las proteínas son compuestos muy complejos que poseen múltiples funciones de gran importancia para el organismo, tales como: función defensiva, estructural, enzimática, hormonal, transporte, energética, contracción y homeostática.

ser un aporte nutricional y que también participen funcionalmente en diversos sistemas alimenticios (Henchion et al., 2017).

Las matrices proteicas más ampliamente utilizadas son los hidrolizados proteicos, los cuales presentan propiedades tecnológicas como: solubilidad, agregación, viscosidad, características sensoriales, emulsión y espumado. Los cambios de las características moleculares que

ocurren durante la hidrólisis de la proteína pueden dar lugar al comportamiento tecno-funcional modificado del hidrolizado cuando se lo compara con la proteína intacta (Figueroa et al., 2016); estas propiedades están influenciadas por diversos factores, entre ellos, las condiciones del medio circundante, la presencia de iones y de otros compuestos (Polanco, 2017).

Las propiedades funcionales de las proteínas han sido definidas como cualquier propiedad fisicoquímica que éstas presentan y afecten el comportamiento y características de los alimentos en los cuales se encuentran o son agregadas, y que contribuye a la calidad final del producto. La aplicación práctica que una proteína puede tener depende en gran medida de esa funcionalidad, ya que dependiendo de ella se pueden emplear en diversos tipos de productos y a la vez juega un papel importante en la aceptación por parte del consumidor (Tabla 1) (López, 2014).

Dentro de las propiedades de las proteínas, la solubilidad es la manifestación del equilibrio entre la relación proteína-proteína y solvente-proteína, que a su vez dependen de la naturaleza de las mismas. Esta propiedad fue caracterizada por Benítez y colaboradores en el 2008, con su trabajo de hidrolizados de proteína (ruptura de la estructura normal de la proteína), de origen vegetal, animal y bacteriano; afirman que la solubilidad generalmente aumenta con la ruptura y/o hidrólisis, ya que es principalmente el resultado de la reducción en su peso (peso molecular). El efecto de la hidrólisis sobre la solubilidad a otros valores de pH depende de la proteína estudiada. La solubilidad de las proteínas se afecta por las condiciones de la solución, como el pH, temperatura y la presencia de solventes orgánicos (Badui, 2015). Aprovechando estas propiedades de solubilidad, existen aplicaciones en productos de panificación, productos lácteos y actualmente para el transporte y entrega de compuestos bioactivos, fármacos; fabricados a partir de proteínas, como la gelatina, proteínas de soya y albúminas, cuyas ventajas son su naturaleza biocompatibles y biodegradables (Chaquilla y cols., 2018).

Otra propiedad destacable es la capacidad de las proteínas para embeber agua y retenerla contra una fuerza gravitacional dentro de una matriz proteica, como los geles de proteínas o en los músculos de carne o pescado. Por ejemplo, la capacidad de atrapar agua se asocia con la jugosidad y suavidad de carne picada para alcanzar la textura requerida en embutidos (Figura 1) (Badui, 2015). En esta industria cárnica también encontramos lo que se conoce como extensores de la carne, los cuales provienen de proteínas del suero de

Tipo de interacción	Propiedad	Mecanismo	Uso tecnológico
Proteína – agua	Solubilidad	Hidrosolubilidad	Empleadas en bebidas, como productos lácteos o diversas matrices alimentarias, para adicionarlas al alimento, aumentando su valor nutricional.
	Viscosidad	Fijación de agua (tamaño y forma)	Se adicionan a salsas, recubrimientos, sopas, aderezos, postres con la finalidad de modificar la textura de los productos
	Retención de agua	Puentes de hidrógeno	Se emplean en productos de panificación, embutidos, bizcochos; provee de humectancia en los productos con la finalidad de controlar su actividad de agua.
Proteína – proteína	Gelificación	Formación de red tridimensional	Se emplean en glaseados, pudines, flanes, natas, surimi, quesos, carnes, bizcochos; para proveer de una textura semisólida característica de este tipo de alimentos.
	Cohesión y adhesión	Interacciones hidrofóbicas, iónicas y puentes de hidrógeno	Se emplean en productos cárnicos, embutidos, pastas y productos de panificación; permite integrar varios ingredientes dentro de una matriz alimentaria.
	Elasticidad	Interacciones hidrofóbicas y puentes disulfuro	Se emplean en alimentos cárnicos, pastas, productos horneados; para mejorar sus propiedades reológicas.
A nivel superficial	Emulsión	Adsorción y formación de película en la interfase	Se adicionan a sopas, aderezos, bizcochos, salsas, embutidos; para estabilizar las emulsiones aceite en agua.
	Formación de espuma	Adsorción en la interfase y formación de película	Se emplean en productos de panificación, helados, confitería, crema batida; consiguiendo productos mas aireados y ligeros.

Tabla 1. Propiedades funcionales de las proteínas en matrices alimentarias

leche y algunos derivados de la soya; que actúan como materias primas no cárnicas que se emplean en la elaboración de productos cárnicos o derivados cárnicos, pueden ser materiales proteicos, que tengan como objetivo sustituir una parte de la carne que se emplearía en el producto en cuestión. Hoy en día los extensores cárnicos son ampliamente utilizados en la industria para abaratar costos de materias primas y mejorar propiedades fisicoquímicas y sensoriales en diversos productos comerciales (Hleap et al., 2017).

Las proteínas también poseen la capacidad de gelificación el cual se considera un proceso de varias etapas incluyendo cambios conformacionales de las moléculas de proteína, su agregación, y la formación de una red de gel tridimensional por la interacción de agregados (Ayunta, 2018). En estos geles el agua queda atrapada en los capilares de la matriz, lo que aumenta la capacidad de retención de agua y previene la sinéresis (liberación de agua por separación de las fases). Los geles mejoran el rendimiento de varios productos alimenticios como el jamón y el surimi y mejoran la apariencia

evitando las superficies húmedas en yogures y cremas ácidas. Permiten modificar la firmeza, cohesividad y elasticidad de carnes, productos de mar y pasteles (Cañez y cols., 2016).

La elasticidad es una de las propiedades funcionales que las proteínas pueden conferir a ciertos sistemas alimenticios, como los que se producen en el área de la panificación. En esta industria se utiliza en mayor proporción harina de trigo para la elaboración de productos horneados ya que esta harina es la única capaz de poder generar las propiedades de resistencia, viscoelasticidad y cohesividad tan buscadas en tales productos.

También poseen propiedades de emulsificación por su capacidad de facilitar la formación, mejorar la estabilidad y producir propiedades físico-químicas deseables en las emulsiones aceite/agua. Las proteínas se adsorben en las superficies de las gotas de aceite recién formadas mediante la homogenización de mezclas de aceite-agua-proteína, en donde las proteínas facilitan la ruptura de gotas por producir un descenso en la

tensión interfacial y un retardo de la coalescencia de las gotas al formar membranas interfaciales que las rodea, un ejemplo son las emulsiones estabilizadas con proteínas de atún y de arenca (Ruiz y cols., 2010, Barrios y Quintana 2012, Barac y cols., 2015).

En cuanto a la capacidad de espumado, las proteínas tiene la capacidad de formar espumas las cuales se consideran dispersiones de burbujas de aire en una fase continua que puede ser líquida como la espuma de una cerveza, semisólida como un merengue o sólida como un bizcochuelo. La función que cumplen las proteínas en la formación de espumas es fundamental, ya que durante el batido se despliegan (desnaturalizan) y se colocan en la interfase aire-agua, orientando los grupos hidrofóbicos hacia el centro de las burbujas y los grupos hidrofílicos hacia la fase continua acuosa. De esta manera se forma una película resistente que rodea a la burbuja y la estabiliza. La capacidad para incorporar aire, así como la capacidad para estabilizar las espumas formadas, dependen, no solamente del tipo de proteína, sino también de su concentración, de la presencia de otras sustancias en el



Figura 2. Encapsulación de compuestos bioactivos en matrices proteicas y/o polisacáridos (tomada de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/los_residuos_de_la_industrializacion_de_alimentos_como_fuente_de_compuestos_de_interes_de_alto_valor_agregado_recuperacion_de_compuestos antioxidantes_a_partir_de_cascaras_de_pecan.pdf).

alimento (sales, ácidos, azúcares y lípidos), de la temperatura y de la forma de batido (potencia de la batidora, forma de las aspas, tiempo de batido, forma del recipiente donde se realiza el batido, etc.).

Actualmente una de las propiedades más prometedoras de las proteínas en la industria alimenticia es la encapsulación de compuestos bioactivos, para incorporarlos dentro de una matriz alimentaria diversa. Es conocido que los antioxidantes interactúan con distintas proteínas dentro de sus matrices alimentarias originales, algunas catequinas interactúan con la caseína de la leche, algunas otras interacciones se observan dentro del propio organismo con proteínas presentes en la circulación sanguínea como es el caso de los flavonoides con la albumina; por esta razón se han empleado diversas proteínas como modelos de estudio para evaluar la absorción, biodisponibilidad y actividad de las moléculas bioactivas, empleando técnicas de encapsulación con matrices proteicas y/o polisacáridos que permitan su mejor aprovechamiento o incluso su inclusión en alimentos que carezcan de ellos. Logrando incluso modificar sus características sensoriales desagradables por su naturaleza química (Figura 2) (Oliveira y cols., 2018).

Conclusión

En la actualidad la sociedad continúa interesada más por lo que come y por lo tanto gran parte de ella busca adquirir productos alimenticios

que tengan un equilibrio entre los nutrientes y a la vez posean propiedades sensoriales deseables para el consumidor, sin dejar de lado la calidad e inocuidad. Muchos alimentos que hoy en día conocemos tal como son no podrían haber llegado a existir sin el uso de las proteínas en sus formulaciones.

Entre estos nutrientes, las proteínas son consideradas macromoléculas de gran importancia ya que presentan una amplia funcionalidad debido a las complejas estructuras que las conforman, por esta razón las proteínas son muy apreciadas y aprovechables en la industria de los alimentos ya que además de su gran valor nutricional poseen funcionalidades tecnológicas únicas que modifican y otorgan propiedades organolépticas mejoradas a los sistemas alimenticios donde se incorporan.

Bibliografía

Ayunta C.A. (2018). "GELES DE PROTEÍNAS DE LECHE DE CABRA- CARRAGENANO. APLICACIÓN EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRICIONALES" (tesis doctoral) UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO. Santiago del Estero, República Argentina.

Badui Dergal, S. (2015). La ciencia de los alimentos en la práctica. México: PEARSON.

336 pp.

Barac, M., Pesic, M., Stanojevic, S., Kostic, A., & Cabrilo, S. (2015). Techno-functional properties of pea (*Pisum sativum*) protein isolates: A review. *Acta Periodica Technologica*, (46), 1-18. doi:10.2298/apt1546001b

Cáñez-Carrasco, M. G., Cumplido-Barbetia, L. G., Orduño-Fragoza, O., & Corella-Madueño, M. A. G. (2016). Estudio de las propiedades funcionales de mezclas de proteínas en un sistema modelo. *Acta universitaria*, 26(4), 3-11. <https://dx.doi.org/10.15174/au.2016.970>

Chaquilla-Quilca G, Balandrán-Quintana R.R., Mendoza-Wilson A.M., Mercado-Ruiz J.N. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Ciencia UAT*. ISSN 2007-7521. 12(2): 137-147

Fermoso Gómez, A. (2017). La industria de los alimentos procesados en México. Retrieved from <https://www.economista.com.mx/opinion/La-industria-de-los-alimentos-procesados-en-Mexico-20170816-0010.html>

Figueroa, O., Zapata, J., & Sánchez, C. (2016). Optimización de la Hidrólisis Enzimática de Proteínas de Plasma Bovino [Ebook] (1st ed., pp. 39-40). Colombia. Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n2/art06.pdf>

González Winchonlong, M. (2017). PROTEÍNAS ALIMENTARIAS Y LA "INDUSTRIA PROTEICA" | Química de los Alimentos. Retrieved from <http://blog.pucp.edu.pe/blog/quimicaalimentos/2017/11/17/proteinas-alimentarias-y-la-industria-proteica/>

Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A., Fenelon, M. and Tiwari, B. (2017). Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods*, 6(7), 53.

Hleap, J. I., Burbano, M. J. & Mora, J. M., (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinoa (*Chenopodium quinoa W.*). *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, (pp. 61-63). Recuperado: doi://dx.doi.org/10.18684/bsaa(v15)EdiciónEspecialn2.579

Jiménez Munguía, M. (2018). La ingeniería y ciencia detrás del desarrollo de nuevos productos alimenticios. Retrieved from <https://contexto.udlap.mx/la-ingenieria-y-ciencia-detras-del-desarrollo-de-nuevos-productos-alimenticios/>

López Medina, E. (2014). Aminoácidos y proteínas (Ingeniería). Universidad Nacional de San Agustín.

Oliveira A., Amaro A.L., Pintado M. (2018). Impacto de los componentes de la matriz alimentaria en las propiedades nutricionales y funcionales de los productos a base de frutas. *Food Science*. vol 22, pp 153-159.

Polanco Murrieta, A. (2017). Extracción, modificación y caracterización de proteínas de amaranto (Maestria). Universidad Veracruzana.

Ruiz D., Partal P., Franco J. M., Gallegos C. (2010). Emulsiones alimentarias aceite-en-agua estabilizadas con proteínas de atún. *GRASAS Y ACEITES*, 61 (4), OCTUBRE-DICIEMBRE, 352-360, 2010, ISSN: 0017-3495, DOI:10.3989/gya.112309

Santos Mantilla, S. (2017). Tecnología de alimentos. Retrieved from <https://www.infoescuela.com/saude/tecnologia-de-alimentos/>

UNAM, (2014). Geles alimentarios basados en proteínas. [Ebook] (1st ed., p. 1). Retrieved from