

# Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

División Académica de  
Ciencias Agropecuarias



50 Aniversario de  
la Universidad  
1958 - 2008

## IV SIMPOSIO INTERNACIONAL

Dr. Mario Yanes García

### de Ciencia y Tecnología de Alimentos



Sede: Centro Internacional de Vinculación y Enseñanza  
Zona de la Cultura, Villahermosa, Tabasco, México.

## CONFERENCIAS MAGISTRALES

24-26 Septiembre de 2008  
Villahermosa Tabasco, México





## FUNCIONALIDAD DE HIDROCOLOIDES EN SISTEMAS CÁRNICOS

Alfonso Totosaus Sánchez

Laboratorio de Alimentos, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec 55210, Estado de México, México. E-mail: atotosaus@tese.edu.mx

**Palabras clave:** Propiedades funcionales, Proteínas, Hidrocoloides, Solubilidad, Emulsión, Gelificación,

**Key words:** Functional properties, Proteins, Hydrocolloids, Solubility, Emulsion, Gelification.

### Introducción

Las propiedades funcionales son el aspecto más importante de cualquier proteína en el procesamiento de los alimentos pues estas son definidas como “toda propiedad no nutricional que condiciona su uso en un alimentos”, es decir, que dejando a un lado el balance de la composición de los aminoácidos esenciales lo que interesa en el aspecto funcional de una proteína es como se comporte durante el procesamiento del alimento. De este modo, también se define a las propiedades funcionales como “las propiedades fisicoquímicas que afectan su comportamiento durante el procesamiento, almacenamiento, preparación y contribuyen a la calidad sensorial del producto”.

### Propiedades funcionales

Las proteínas se ven entonces involucradas en tres tipos de interacciones principales durante el procesamiento de los alimentos: interacciones proteína-agua (relativas a la solubilidad), interacciones proteína-grasa o lípido (relativas a las propiedades de emulsión), e interacciones proteína-proteína (relativas a las propiedades de gelificación). La solubilidad es definida como la concentración de proteína que permanece después de aplicar una fuerza centrifuga moderada. La conformación de la proteína en suspensión dependerá de las condiciones del sistema, como el pH, la fuerza iónica y la temperatura, las cuales gobiernan las propiedades hidrodinámicas y de superficie relativa de las proteínas, haciendo accesibles o no grupos reactivos o cargados, recordando que los segmentos hidrofóbicos tienden a “escondarse” en el interior de la molécula proteica. La solubilidad es la propiedad funcional más importante ya que de ella dependen que las otras, emulsión y gelificación, tengan un buen desempeño ya que una proteína no soluble es una proteína no funcional. La solubilidad se ve afectada en su perfil de solubilidad por el pH (la solubilidad será mínima en el punto isoeléctrico, donde la carga neta de la proteína es cero, precipitando), la fuerza iónica (donde hay un efecto de solubilización o “salting-in” y de precipitación o “salting-out” debido al efecto de las cargas de los iones de las sales sobre las proteínas) y la temperatura (donde el cambio de energía causado por el aumento de la temperatura provocará el desplegamiento de la proteína, caracterizado por la temperatura de desnaturalización térmica) (Guerrero y Totosaus 2006).

Ya que las proteínas están solubles a las condiciones del sistema, éstas pueden participar en las interacciones proteína-lípido (emulsión) o proteína-proteína (gelificación). Básicamente, una emulsión es la dispersión de al menos un fase en otra fase inmisible, donde la primera se llama fase dispersa y esta última fase continua. Debido a que son inmiscibles estos



sistemas son termodinámicamente inestables, por lo que con el tiempo se da la separación de fases, donde el cremado (separación o asentamiento por gravedad), la floculación (pérdida de asociación entre glóbulos de grasa debido a la interacción) y la coalescencia (agrupación de varios glóbulos para formar uno solo) son los principales fenómenos de separación. Teóricamente, la estabilidad de una emulsión puede mejorarse con compuestos anfifílicos o surfactantes para reducir la tensión superficial. El clásico modelo es el de la cabecita polar y la colita no polar, orientándose hacia la fase acuosa y al interior del glóbulo de grasa. Sin embargo, estos compuestos emulsificantes de bajo peso molecular no garantizan una emulsión estable debido a la dinámica del sistema, donde las colisiones entre los glóbulos forma un floculo que luego coalesce. En contraste, las proteínas como emulsificantes tienen una mejor estabilidad de emulsión ya que al desplegarse en la interfase del sistema, con las regiones o segmentos hidrofóbicos al interior de los glóbulos de grasa y las regiones hidrofílicas hacia la fase acuosa, permiten la asociación de otras cadenas polipeptídicas para formar una película proteica alrededor del glóbulo de grasa, la cual tiene propiedades mecánicas que evitan la coalescencia de las fases (Guerrero y Totosaus 2006).

## Sistemas cárnicos

### *Procesamiento*

La elaboración de productos cárnicos emulsionados conlleva cuatro pasos secuenciales, los cuales son: i) extracción de las proteínas musculares mediante la reducción de tamaño - molido de la carne-; ii) activación de las proteínas mediante la adición de hielo, sal y fosfatos de sodio; iii) emulsión, donde la proteína muscular activada emulsiona la grasa añadida; y iv) gelificación mediante el cocimiento del batido (Terrel 1980).

En el primer paso es importante el tipo de carne o corte, es decir, tipo de músculo (principalmente esquelético o parte de no esquelético) y tipo de fibra (rojas o blancas). La reducción de tamaño que tiene lugar primero en el molino y después en la cutter para liberar a las proteínas musculares (miofibrilares, sarcoplásmicas y del tejido conectivo).

En el segundo paso durante la hidratación y activación de estas proteínas la sal (cloruro de sodio) es adicionada a la formulación, seguido de nitrito de sodio, fosfatos y de una parte de hielo. La agitación mecánica termina de romper tejido y solubilizar las proteínas activándolas mediante las cargas cloro<sup>(-)</sup> y sodio<sup>(+)</sup>. El proceso de activación (adición de sal y agitación mecánica) hace a la proteína muscular soluble a las condiciones del batido, si hablamos que en promedio las formulaciones contienen de 2.5 a 3.0% de sal (esto equivaldría aproximadamente a 0.5-0.6 M de cloruro de sodio). La función de los fosfatos es elevar el valor de pH del sistema de un valor aproximadamente de 5.5 (dependiendo en gran medida del tipo de músculo, especie y condiciones post mortem de la carne) a cerca de 6.5, fuera del punto isoeléctrico, donde las cargas proteína-proteína son máximas y la solubilidad mínima. La capacidad de retención de agua aumenta junto con la solubilidad de las proteínas. Aquí se llevan a cabo las Interacciones proteína-agua o solubilización. Las salchichas son sistemas coloidales complejos, en los cuales las propiedades de este sistema se derivan de las proteínas musculares utilizadas. Los músculos difieren en la cantidad de proteína afectando las propiedades del batido cárnico. Uno de los aspectos más importantes en la elaboración de estos batidos finamente picados es la relación entre agua y proteína. El proceso de hidratación para activar a las proteínas las cuales embeben humedad altera la estructura de



la proteína muscular para formar una red que atrapa la grasa. La agitación mecánica o mezclado de la cutter en presencia de sal mejora la activación de las proteínas e inicia la formación de la red que aumenta su viscosidad, cargándose electrostáticamente y creando regiones hidrofóbicas e hidrofílicas. Si estas condiciones en el sistema no se cumplen la emulsión de la grasa en el batido no podrá realizarse y será poco estable.

El tercer paso es la formación de la emulsión. Aquí se añade la grasa y otra parte de hielo para controlar la temperatura que debe estar entre los 8-12°C. La agitación mecánica de la cutter dispersa finos glóbulos de grasa que son atrapados en la matriz de proteína cárnica. La temperatura es el factor más importante para obtener una emulsión estable antes y durante el cocimiento y es función del tiempo de mezclado. Debido al tamaño de partícula que se maneja en este sistema, el término “batido cárnico” es más adecuado que el de “emulsión cárnica”. Aquí las interacciones proteína-grasa son las responsables de formar una emulsión. La grasa es añadida a la carne molida en la cutter en combinación con otros ingredientes y agua. La agitación mecánica atrapa a la grasa en la red formada hasta ese momento (después de hidratar y activar con iones a las proteínas). En caso de que la cantidad de proteína sea escasa en el tipo de carne empleada, se debe adicionar un emulsificante u otro tipo de proteína con buena capacidad de emulsión. Factores tales como el tiempo, temperatura, pH, calor generado, tamaño de partícula y tipo específico de grasa o lardo afectan la estabilidad de la emulsión. La capacidad de emulsión (habilidad de unir grasa) es diferente de acuerdo al tipo de músculo, teniendo influencia directa sobre la estabilidad de emulsión, que vendría a ser el desempeño de la red proteína/agua/grasa bajo presión. Esto aunado a las diferentes capacidades de los componentes de las proteínas musculares miofibrilares, especialmente miosina, de emulsificar grasa en comparación con las sarcoplásmicas, determina la estabilidad de la emulsión.

El cuarto paso es el cocimiento del batido. Se incorpora el resto de los ingredientes secos (edulcorantes, proteínas no cárnicas, etcétera) y el resto de hielo mediante agitación mecánica. La restricción física del batido (embutido) dará forma al producto, permitiendo una adecuada transmisión de calor en el producto. La temperatura aplicada al batido hace que se pase de un sol a un semisólido o gel, es decir, una salchicha. Durante el cocimiento, la temperatura interna del producto debe alcanzar los 72 °C. La transición de miosina es a los 60 °C, por lo que la solubilidad aumenta. Este gel de proteína muscular es el resultado de una compleja mezcla de todos los componentes del músculo, grasa, sal, nitritos y otros ingredientes de la formulación. De este modo el gel formado atrapa el agua y la grasa dentro del producto. En la formación de este gel las interacciones proteína-proteína provocan que el cocimiento del batido enclaustrado físicamente pase de un estado de “sol” a un estado de “gel”. El resultado de la pasta viscosa es un gel semi-sólido de forma cilíndrica compuesto de una red de agua/proteína/sal de tejido conectivo e ingredientes no cárnicos.

### **Hidrocoloides en sistemas cárnicos**

La aplicación de hidrocoloides, es decir, cualquier macromolécula (polisacáridos o proteína) en batidos cárnicos dependerá de la funcionalidad de éstos bajo las condiciones del sistema. De manera similar a las proteínas musculares responsables de la funcionalidad de los sistemas cárnicos (Totosaus 2006), cualquier proteína que se quiera agregar debe ser funcional a pH cercano a 6.0, fuerza iónica relativamente alta (0.6 M NaCl) y tener una temperatura de desnaturalización menor a los 70 °C, a fin de que, dependiendo de su



concentración, ayude a mejorar las características de los productos finales, como la textura y la retención de agua. La modificación de algunas proteínas puede mejorar su funcionalidad en sistemas cárnicos (Totosaus 2004). Estas proteínas no cárnicas son generalmente agregadas para mejorar la emulsión de la grasa cuando la cantidad de carne magra es reducida o se utilizan pastas de aves. Si las proteínas gelifican a las condiciones del sistema estas pueden mejorar la textura. En el caso de polisacáridos, ya sea harinas, almidones o féculas, o gomas gelificantes, su funcionalidad es un poco diferente pues por lo general se utilizan para aumentar el rendimiento por sus propiedades de hidratación. En el caso de los almidones es pertinente comentar que no cualquier almidón funciona de manera adecuada a las condiciones de los sistemas cárnicos pues las temperaturas de gelatinización son mayores a las del proceso, además de que la presencia de sales aumenta esta temperatura, no permitiendo la gelatinización completa de los gránulos, aunque el almidón de papa es el que mejor desempeño tiene debido a su mas baja temperatura de gelatinización (Totosaus 2008). En cuanto a gomas gelificantes, estas además de mejorar las propiedades de retención de agua también tienen una importante aportación a la textura del producto. Estudios en cuanto a la reducción de sodio y grasa incorporando gomas como carragenina o gelana se han llevado a cabo (Totosaus y col., 2004; García-García y Totosaus 2008; Totosaus y Pérez-Chabela 2008), donde la reducción de sodio y la concomitante disminución de la fuerza iónica se ve compensada con otras sales como potasio y calcio o magnesio, que además de aumentar la fuerza iónica mejoran la extractabilidad y solubilidad de las proteínas musculares, actuando también con las gomas incorporadas y que éstas necesitan de cationes para formar un gel, mejorando considerablemente las propiedades de textura y sensoriales de los productos.

### Conclusiones

La incorporación de ingredientes no cárnicos dependerá de las propiedades funcionales de los hidrocoloides a las condiciones del sistema cárnico, esto a fin de obtener un el mejor desempeño de estas macromoléculas que ayuden a mejorar las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de los sistemas cárnicos.

### Referencias

- García-García E., A. Totosaus. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effects of the interaction between locust bean gum, potato starch and  $\kappa$ -carrageenan by a mixture design approach. MEAT SCIENCE 78: 406-413.
- Guerrero I., A. Totosaus. 2006. Propiedades funcionales y textura. Capitulo 8 en CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CARNES, Y. H. Hui, M. Rosmini & I. Guerrero (Editores). Editorial LIMUSA, México, ISBN 968-18-6549-9, pp. 205-227.
- Terrell R. 1980. What's going on inside that casing? MEAT INDUSTRY 51, 56-57.
- Totosaus A. 2004. Functionality of glycosilated heart surimi and heat-precipitated whey proteins in meat batters. JOURNAL OF MUSCLE FOODS 15 (4): 256-268.
- Totosaus A. 2006. FUNCIONALIDAD DE PROTEÍNAS MUSCULARES, CUADERNO DE TECNOLOGÍA No. 2. Héctor M. Poggi-Varaldo, María Eugenia Bátiz y Solórzano, José Alfredo Pineda-Cruz, Sergio Caffarel-Méndez (Editores). Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, México. ISBN 968-5441-02-2.
- Totosaus A. 2007. Implicaciones de la reducción de sodio en sistemas cárnicos emulsionados. NACAMEH 1 (2): 75-86.



- Totosaus A. 2007. Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. NACAMEH 1 (1): 53-66.
- Totosaus A. 2008. The use of potato starch in meat products. FOOD 2. En prensa.
- Totosaus A., M. L. Pérez-Chabela. 2009. Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts. LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. En prensa.
- Totosaus A., R.H. Alfaro-Rodríguez, M.L. Pérez-Chabela. 2004. Fat and sodium chloride reduction in sausages using  $\kappa$ -carrageenan and other salts. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND NUTRITION 55 (5): 371-380.