

Revisión: Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos

Use of non-Meat Ingredients as Fat Replacers in Meat Derivatives: A Review

Waldir Augusto Pacheco Pérez¹; Diego Alonso Restrepo Molina² y José Uriel Sepúlveda Valencia³

Resumen. Se realizó una revisión de literatura en la que se describen las diferentes alternativas en materia de ingredientes y aditivos no cárnicos que se han venido evaluando como reemplazantes de grasa en el desarrollo de derivados cárnicos bajos en grasa. Estas posibilidades apuntan a buscar respuestas ante las necesidades que se han generado dentro del sector cárnico, en cuanto a la formulación y elaboración de derivados cárnicos saludables, que cumplan con los requerimientos y actuales hábitos alimenticios asociados a las nuevas tendencias de la industria alimentaria. En esta revisión se mencionan estudios realizados acerca del uso de ciertos ingredientes a base de carbohidratos, proteínas y lípidos; al igual que algunas anotaciones sobre los resultados y las conclusiones establecidas por los respectivos autores. La revisión realizada arroja que dentro de los diferentes ingredientes evaluados, los reemplazantes de grasa a base de carbohidratos, específicamente los hidrocoloides, mostraron las mayores aplicaciones ya que en muchas investigaciones se lograron mantener algunas características funcionales y organolépticas en el producto final similares a las de un producto elaborado con grasa animal. De otro lado, los reemplazantes de grasa a base de lípidos modificados químicamente, mostraron ser una alternativa promisorio; ya que la modificación de sus propiedades físicas y químicas, ayuda a minimizar ciertos aspectos desfavorables que pueden aparecer en el producto final durante el procesamiento, como la producción de ácidos grasos **trans**.

Palabras clave: Carbohidratos, proteínas, lípidos, alimentos saludables, hidrocoloides.

Abstract. A literature review, where the different alternatives in terms of non-meat ingredients and additives that have been evaluated as fat replacers in the development of low fat meat derivatives, was carried out. These possibilities aim at looking for response to the necessity that have been generated within the meat sector, in the formulation and manufacturing of healthy meat derivatives, that comply with the requirements and current eating habits, associated to the new trends of the food industry. In this review, studies of the use of certain ingredients based on carbohydrates, proteins and lipids are reported; as other comments on the results and conclusions established by the authors. The review showed that among the different ingredients evaluated, fat replacers based on carbohydrates, specifically hydrocolloids, showed the main applications, since many researches could keep very similar functional and sensorial characteristics to the products formulated with animal fat. On the other hand, fat replacers based on chemically modified lipids, showed to be a promising alternative; since the modification of their physical and chemical properties help to minimize some unfavorable aspects, that can appear in the finished product during the processing, like the production of trans fatty acids.

Key words: Carbohydrates, proteins, lipids, health food, hydrocolloids.

La creciente demanda de productos alimenticios que ofrezcan un alto valor nutricional, ha venido acrecentando en los últimos años, una fuerte tendencia en muchos países industrializados y en vía de desarrollo hacia la formulación de productos saludables con un alto valor nutricional agregado. Jiménez (1996), establece que la comprensión de la relación entre la dieta y la salud es cada vez mayor, y como consecuencia se ha generado una gran atención por parte de los consumidores al momento de seleccionar los alimentos, lo que ha provocado cambios en los hábitos alimenticios.

Dentro de estas nuevas tendencias, se ha suscitado un gran interés, especialmente dentro del sector cárnico, hacia el desarrollo de derivados cárnicos bajos en grasa, debido en gran parte a la alta incidencia que ha venido teniendo el consumo de estos productos en el desarrollo de ciertas enfermedades por los altos contenidos de grasa que suelen tener, especialmente de grasa animal. Ozvural y Vural (2008) establecen que los altos contenidos de grasa animal en las dietas se han asociado con varios tipos de enfermedades cardiovasculares y coronarias, debido en gran parte al alto contenido de ácidos grasos y colesterol que

¹ Ingeniero Agro industrial. Tecnas S.A. Cra. 50G No. 12 Sur 29, Itagú, Colombia. <wpacheco@tecnas.com.co>

² Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <darestre@bt.unal.edu.co>

³ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <jusepul@unal.edu.co>

Recibido: Noviembre 3 de 2010; aceptado: Noviembre 7 de 2011.

estas grasas proveen. De igual manera, Weiss *et al.* (2010), señalan que el consumo de carnes y productos cárnicos está siendo visto gradualmente como causa del aumento de enfermedades crónicas como obesidad, cáncer, hipertensión y accidentes cerebrovasculares; de allí que en los últimos años, las demandas de los consumidores por productos cárnicos saludables con niveles reducidos de grasa, colesterol, perfil de ácidos grasos mejorados y la incorporación de ingredientes que mejoren la salud está incrementándose rápidamente a nivel mundial (Zhang *et al.*, 2010).

Numerosas investigaciones han venido desarrollándose con el propósito de poder establecer alternativas que permitan reducir parcial o totalmente los contenidos de grasa en las formulaciones cárnicas, principalmente la grasa de cerdo (Ayo *et al.*, 2007; Choi *et al.*, 2010; Choi *et al.*, 2009; Del Nobile *et al.*, 2009; Jiménez *et al.*, 2010; Muguerza *et al.*, 2003; Muguerza *et al.*, 2001; Severini *et al.*, 2003; Tan *et al.*, 2007). Dentro de estas alternativas, se destaca el uso de una serie de ingredientes no cárnicos los cuales pueden contribuir a un mínimo de calorías en las formulaciones y ayudar a mantener las características organolépticas y de proceso que pueden variar por la disminución de la grasa (Keeton, 1994; Jiménez, 2000; Pietrasik y Janz, 2010). Jiménez (1996), señala que una gran variedad de ingredientes no cárnicos usados en la formulación de productos cárnicos bajos en grasa han sido discutidos en la literatura; destacando el uso de algunos ingredientes a base de proteínas y carbohidratos. Así mismo, Mallika *et al.*, (2009), reportan el uso de miméticos de grasa a base de carbohidratos, proteínas y grasas sintéticas como una tecnología promisorio para la reducción de grasa. De otro lado, Tokusoglu y Ünal (2003) establecen una clasificación para los diferentes ingredientes no cárnicos usados en el desarrollo de productos cárnicos bajos en grasa, en la cual hacen referencia especial al uso de algunas mezclas comerciales a base de proteínas y carbohidratos.

En esta revisión se pretende mostrar algunos de los ingredientes no cárnicos que se han venido evaluando como reemplazantes de grasa en el desarrollo de derivados cárnicos reducidos en grasa, con el fin de dar al lector una visión general de los adelantos en este ámbito. La literatura cita revisiones de trabajos que se han venido adelantando en sistemas cárnicos tradicionales, así como los efectos y algunas consideraciones de tipo técnico requeridas para su aplicación.

Reemplazantes de grasa a base de carbohidratos.

De acuerdo con Glicksman, citado por Mallika *et al.* (2009), los reemplazantes de grasa a base de carbohidratos logran imitar la grasa de manera tal que permiten alcanzar una lubricidad y una humedad similar a la de los productos altos en grasa, debido a la adición de agua en una matriz de gel. Ruusunen y Puolanne (2005) establecen que un agente formador de gel se puede agregar para mejorar la ligazón de agua y la estabilidad al calor en salchichas cocidas al retener el agua añadida. Jiménez (1996), indica que dentro de los carbohidratos, los hidrocoloides o gomas han sido los más usados en la formulación de productos cárnicos bajos en grasa debido en gran parte a su capacidad para ligar agua y formar geles.

Varias investigaciones han sido llevadas a cabo utilizando carbohidratos, especialmente hidrocoloides, como reemplazantes de grasa en productos cárnicos. Candogan y Kolsarici (2003) mencionan que dentro de los hidrocoloides, los alginatos, las carrageninas, la goma xántica, la goma de algarrobo, los almidones y las pectinas han encontrado un uso potencial en productos reducidos en grasa. Cierach *et al.* (2009), señalan que uno de los sustitutos grasos más promisorios es la carragenina, ya que éstos suelen formar estructuras homogéneas cuya forma y tamaño son parecidas a las gotas de grasa de los productos grasos. De igual manera, estos autores documentan las influencias del uso de geles de carragenina sobre las características de calidad de salchichas frankfurters bajas en grasa. Ulu (2006), observo que la adición de carragenina aumento la capacidad de retención de agua (por lo tanto los rendimientos) y la textura en bolas de carne reducidas en grasa; mientras que Ayadi *et al.* (2009), estudiaron los efectos de la adición de carragenina sobre salchichas de pavo, encontrando que en niveles altos (0,8 a 1,5%), este hidrocoloide conduce a salchichas duras, cohesivas, menos elásticas y sin cambios significativos en el sabor.

De otra parte, Rogers (2001), señala que diferentes gomas (xántica, gellan, goma de algarrobo, entre otras), han sido evaluadas como reemplazantes de grasa en salchichas emulsionadas. Lin y Huang (2003), evaluaron el efecto de mezclas de goma gellan y konjac sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de frankfurter reducidas en grasa, encontrando un aumento general en la calidad sensorial del producto por la inclusión de éstas. Así mismo, Lureña *et al.* (2004) enfatizan en el uso efectivo como reemplazante de grasa de una mezcla

de goma de algarrobo y xántica sobre las propiedades funcionales y las características sensoriales de salchichas frankfurters bajas en grasa. De otro lado, Xiong *et al.* (1999), reportan el uso de carragenina, alginato, goma de algarrobo y goma xántica en la elaboración de frankfurter bajas en grasas, indicando que la principal ventaja del uso de gomas cuando se agrega agua a este tipo de productos, es el aumento de la retención de agua (por rendimiento de cocción) y no de la textura.

Otro de los carbohidratos empleados dentro del desarrollo de derivados cárnicos bajos en grasa son los almidones. García y Totosa (2008), establecen que los almidones son agregados a los productos cárnicos para aumentar los rendimientos en cocción, incrementar la retención de humedad y modificar la textura de los productos, que los almidones han ganado la aprobación para su uso en muchos productos cárnicos estandarizados y no estandarizados para aumentar la estabilidad durante el procesamiento, así como para reducir y controlar el agua libre. Aktaş y Gençlepe (2006), evaluaron el efecto del uso de almidones modificados de maíz y papa sobre las propiedades fisicoquímicas de salchichas tipo bologna; logrando determinar una mayor funcionalidad de los almidones de papa evaluados. De otro lado, Khalil (2000), concluyó que varias de las características físicas y sensoriales problema asociadas con patés de res bajos en grasa, podrían ser eliminados por el reemplazo de grasa con almidones, al evaluar las características de calidad de patés de res bajos en grasa con varias combinaciones y relaciones de almidón-agua.

Diferentes ingredientes ricos en fibra han venido utilizándose recientemente como aditivos funcionales en numerosos productos cárnicos picados y emulsionados con el fin de apoyar y garantizar la ligazón; lo que ha resultado en la producción de productos cárnicos bajos en grasa más estables y con mejores propiedades de textura (Pietrasik y Janz, 2010). Fibras de varios vegetales (trigo, avena, remolacha) y frutas (naranja, manzana, melocotón) han sido utilizadas en la elaboración de derivados cárnicos reducidos en grasa (Mansour y Khalil, 1999; Piñero *et al.*, 2008; Vural *et al.*, 2004; García *et al.*, 2007; Fernández *et al.*, 2007). García *et al.* (2002), obtuvieron salchichas con un valor energético 35% menos en comparación con un control (25% grasa), fortificadas con fibra dietética y con un perfil sensorial aceptable, al adicionar varias fibras dietarias (trigo,

avena, manzana, melocotón y naranja). Mendoza *et al.* (2001), concluyeron que la inulina en polvo podría ser un excelente reemplazante de grasa en salchichas fermentadas, ya que da al producto final una textura suave, una elasticidad y adherencia similar a una salchicha convencional y un aumento de las propiedades nutricionales. Por otra parte; Jiménez (1996), señala el uso de derivados de celulosa, tales como: carboximetilcelulosa, metilcelulosa, hidroxipropilmetil celulosa y celulosa microcristalinizada, en la formulación de varios derivados cárnicos bajos en grasa. Crehan *et al.* (2000), establecieron que la presencia de maltodextrina en salchichas frankfurter puede compensar varios de los cambios perjudiciales en la calidad de frankfurter cuando la grasa es reemplazada con agua.

Otros estudios refieren la interacción y el efecto combinado de varios carbohidratos como reemplazantes de grasa en derivados cárnicos. Candogan y Kolsarici (2003), encontraron que el reemplazo de grasa con carragenina o carragenina con geles de pectina en formulaciones de frankfurters, mejora las características funcionales en comparación con un control. Así mismo, García y Totosa (2008), determinaron que la interacción entre la carragenina y la goma de algarrobo aumenta la textura y la retención de agua en salchichas bajas en grasa. De otro lado, Ruuseunen *et al.* (2003); estudiaron el uso de carboximetilcelulosa y carragenina sobre las propiedades físicas y características organolépticas de salchichas bajas en grasa; encontrando que tanto la carragenina como la carboximetilcelulosa disminuyeron las mermas por cocción y aumentaron la firmeza.

Reemplazantes de grasa a base de proteína no cárnica. De acuerdo con Mallika *et al.* (2009), los reemplazantes de grasa a base de proteína se han utilizado con éxito en la elaboración de productos cárnicos picados, debido a su gran potencial como extendedores, a su alto valor nutricional y a su amplia gama de propiedades funcionales como solubilidad, viscosidad y capacidad de retención de agua. Dentro de estos, Jiménez (1996) reporta el uso de proteínas de soya, proteínas de suero, gluten, albumina, entre otras. Hsu y Sun (2006), evaluaron el efecto de diez proteínas no cárnicas como reemplazantes de tocino de cerdo en el desarrollo de bolas de carne emulsificadas; dentro de las cuales destacan la funcionalidad de las proteínas de soya y de las proteínas concentradas de suero. De igual manera, Yoo *et al.* (2007) estudiaron

el efecto de cuatro proteínas no cárnicas sobre las características fisicoquímicas y las propiedades de textura de salchichas picadas, dentro de las que sobresale el uso de caseinato de sodio y proteína de huevo.

Rogers (2001) señala el uso de proteína concentrada y aislada de soya en frankfurter reducidas en grasa. Ambas proteínas fueron aplicadas como polvo seco y en forma de pre-emulsiones. Así mismo, Modi *et al.* (2003) estudiaron el posible uso de harina de soya en el desarrollo de una hamburguesa baja en grasa; mientras que Cengiz y Gokoglu (2005), expresan que los niveles de grasa en salchichas tipo frankfurter pueden ser disminuidos en un 50 y 75% con la inclusión de fibra de cítricos y proteína concentrada de soya, logrando así una disminución del valor energético y el contenido de colesterol. Akewan (2008), indica que las proteínas de soya, son una de las proteínas no cárnicas más ampliamente usadas debido a sus diversas propiedades funcionales tales como retención de agua, ligazón y emulsificación; lo que ha permitido su incorporación dentro de los productos cárnicos procesados con el fin de mejorar sus propiedades físicas y químicas.

De otro lado, Yetim *et al.* (2001) evaluaron el uso de suero líquido en salchichas frankfurter; mientras que Serdaroğlu (2006) y Serdaroğlu y Deniz (2004) estimaron el efecto del uso de ingredientes lácteos en la elaboración de bolas y rollos de carne emulsificados, respectivamente. Dentro de los aditivos empleados, los autores citados destacan el uso de suero en polvo y caseinato de sodio, respectivamente. Serdaroğlu (2006), especifica que el uso de estos ingredientes dentro de los productos cárnicos contribuye a mejorar la textura, las propiedades sensoriales y minimizar las pérdidas por cocción. De igual manera, Rogers (2001), establece que este tipo de ingredientes ayudan a reducir algunas sensaciones indeseables en cuanto al sabor de los productos libres de grasa, mejoran la sensación bucal y redondean el sabor.

Una combinación de proteínas, almidones e hidrocoloides ha sido sugerida por tener efectos sinérgicos al momento de reducir la grasa y mantener las características de textura en los productos cárnicos. Akewan (2008), estudió el efecto de la proteína aislada de soya sobre las características de calidad de salchichas de cerdo light conteniendo geles de konjac. Así mismo, Chin *et al.* (2000), formularon salchichas bologna bajas en grasa conteniendo una mezcla de

konjac y proteína aislada de soya como reemplazante de grasa. En ambos estudios, la incorporación de estos ingredientes como reemplazantes de grasa, arrojó resultados favorables sobre la calidad de los productos obtenidos, sin cambios drásticos en las características fisicoquímicas y la textura. De otro lado, Pietrasik y Duda (2000), reportan el uso de un gel formulado con proteína de soya y carragenina en la elaboración de salchichas escaldadas. Los resultados obtenidos mostraron que el uso del gel afectó favorablemente la capacidad de retención de agua y la estabilidad térmica de las salchichas procesadas sin importar el contenido de grasa. De igual manera, Lyons *et al.* (1999), ponderan el uso de proteína concentrada de suero, carragenina y almidón de tapioca en el desarrollo de salchichas de cerdo frescas bajas en grasa, lo que permitió evaluar el efecto potencial entre estos ingredientes como reemplazantes de tocino de cerdo en la formulación de este tipo de embutidos. Sampaio *et al.* (2004), determinaron el efecto del uso de carragenina, almidón modificado de yuca, salvado de avena y macropartículas de proteína de suero sobre el valor nutritivo y la aceptabilidad de frankfurters de carne de res; encontrando una reducción significativa del contenido de grasa con los cuatro reemplazantes.

Jiménez (1996), advierte acerca del posible uso de proteína de huevo para el desarrollo de productos bajos en grasa; ya que se ha encontrado, de acuerdo con lo citado por el autor, que esta proteína afecta la textura pero no las propiedades de ligazón de salchichas bologna formuladas con diferentes niveles de grasa. Gujral *et al.* (2002); estudiaron el efecto combinado del uso de huevo líquido, grasa y proteína de soya texturizada sobre las propiedades de textura de empanadas de carne bajas en grasa, elaborados con carne de cabra picada; anotando que el huevo líquido fue agregado a las empanadas de carne por sus propiedades de ligazón y emulsificación. De otro lado, Rogers (2001) incluye en su revisión, el uso de otros ingredientes con alto contenido de proteína en la fabricación de salchichas emulsionadas bajas en grasa, tal es el caso de la harina de avena, salvado de avena, germen de trigo, puré de manzana, entre otros.

Reemplazantes de grasa a base de lípidos vegetales y sintéticos. Choi *et al.* (2010), establecen que la reducción del contenido de grasa en productos cárnicos y la sustitución de grasa animal con aceites vegetales podría resultar en un producto

saludable, ya que los aceites vegetales son libres de colesterol y tienen una alta relación de ácidos grasos insaturados a saturados que la grasa animal. Dentro estos, el aceite de oliva es el lípido vegetal que ha recibido mayor atención por su alto valor biológico, principalmente como un aceite insaturado rico en antioxidantes naturales y una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados (Jiménez *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2009). Varios autores citan el uso de aceite de oliva en el desarrollo de algunos derivados cárnicos bajos en grasa especialmente salchichas fermentadas y de tipo frankfurter (Choi *et al.*, 2009; Koutsopoulos *et al.*, 2008; Lureña *et al.*, 2004; Muguerza *et al.*, 2002; Muguerza *et al.*, 2001). Otros tipos de aceites son evaluados en varios estudios. Choi *et al.* (2010), probaron el reemplazo de grasa animal con varios niveles de aceite de semilla de uva, mientras que Muguerza *et al.* (2003), analizaron la posibilidad de cambiar tocino de cerdo por una pre-emulsión de aceite de soya. Jiménez (2007), establece una serie de opciones tecnológicas para la sustitución de grasas cárnicas, las cuales van desde aceites líquidos hasta la incorporación de aceites pre-emulsificados y encapsulados. De igual manera, hace relación a las principales grasas no cárnicas usadas actualmente para la formulación de diversos productos cárnicos saludables, dentro de las que se destacan el uso de aceite de oliva, soya, palma, maíz, entre otros.

Por otro lado, varios autores detallan el uso de aceites modificados químicamente para la elaboración de derivados cárnicos bajos en grasa (Ospina *et al.*, 2010; Özvural y Vural 2008; Javidipour *et al.*, 2005; Vural *et al.*, 2004; Vural y Javidipour, 2002). Algunas técnicas como la hidrogenación y la interesterificación son empleadas para cambiar las propiedades químicas y físicas de los aceites vegetales; en el caso de la interesterificación, ésta es una técnica alternativa y saludable que hace que los ácidos grasos no se saturen y que no se formen ácidos grasos trans durante algunos procesos (Özvural y Vural 2008). Diez tratamientos de frankfurters fueron producidos con aceite interesterificado y mezclas de aceites (aceite de palma, estearina de palma, aceite de semilla de algodón, aceite de avellana y sus mezclas) y se compararon con un control elaborado con grasa animal. Los resultados permitieron concluir que este tipo de aceites pueden ser utilizados fácilmente en la elaboración de frankfurters, lo que demuestra que estos reemplazantes son aptos y se pueden utilizar en la tecnología de carnes (Özvural y Vural 2008).

Otros tipos de reemplazantes de grasa a base de lípidos, lo constituye el uso de sustitutos a base de ácidos grasos sintéticos y sustitutos imitación lípidos, dentro de los que se destaca el uso de poliésteres de ácidos grasos de sacarosa, emulsificantes, lípidos estructurados, glicerol, entre otros. Akoh (2008) resalta el uso de algunos sustitutos comerciales a base de lípidos sintéticos, en la formulación de alimentos bajos en grasa, dentro de los cuales resalta el uso de ciertos emulsificantes en productos cárnicos procesados.

CONCLUSIONES

Dentro de los diferentes reemplazantes de grasa estudiados en el desarrollo de derivados cárnicos bajos en grasa, los reemplazantes a base de carbohidratos han mostrado tener mejores bondades técnicas al momento de ser aplicados en las matrices cárnicas, especialmente porque ayudan a mantener ciertas características que un producto con grasa normal suele tener. Dentro de éstos, las carrageninas y ciertas gomas, como la goma konjac, representan una opción importante debido en gran parte a sus propiedades de retención de agua y formación de gel, lo que permite poder conservar ciertas características organolépticas y de proceso, que pueden variar por la disminución de la grasa; como por ejemplo la textura y la estabilidad térmica.

De otro lado, dentro de los reemplazantes a base de proteína, sobresale el empleo de proteínas de soya y proteínas de suero como alternativas para mejorar la textura y redondear el sabor de los productos terminados. En cuanto a los reemplazantes a base de lípidos vegetales, el aceite de oliva muestra tener un gran número de ventajas asociadas principalmente al tema saludable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa TECNAS S.A. (Itagui, Colombia) por el apoyo técnico y financiero brindado para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Akesowan, A. 2008. Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. *African Journal of Biotechnology* 7(24): 4586-4590.

Akoh, C. 2008. Sustitutos de grasas base lípido. En: *Mundo Alimentario*, <http://www.alimentariaonline>.

com/apadmin/img/upload/MA024_susgra2.pdf. 8 p.; consulta: noviembre 2010.

Aktaş, N. and H. Gençlelep. 2006. Effect of starch type and its modifications on physicochemical properties of bologna-type sausage produced with sheep tail fat. *Meat Science* 74(2): 404-408.

Ayadi, M., A. Kechaou, I. Makni and H. Attia. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering* 93(3): 278-283.

Ayo, J., J. Carballo, J. Serrano, B. Olmedilla, C. Ruiz and F. Jiménez. 2007. Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. *Meat Science* 77(2): 173-181.

Candogan, K. and N. Kolsarici. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science* 64(2): 199-206.

Cengiz, E. and N. Gokoglu. 2005. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry* 91(3): 443-447.

Chin, K., J. Keeton, R. Miller, M. Longnecker and J. Lamkey. 2000. Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacements in low-fat bologna. *Journal of Food Science* 65(5): 756-763.

Choi, Y., J. Choi, D. Han, H. Kim, M. Lee, H. Kim, J. Lee, H. Chung and C. Kim. 2010. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science* 84(1): 212-218.

Choi, Y., J. Choi, D. Han, H. Kim, M. Lee, H. Kim, J. Jeong and C. Kim. 2009. Characteristics of low fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science* 82(2): 266-271.

Cierach M., M. Modzelewska-Kapituła and K. Szaciło. 2009. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science* 82(3): 295-299.

Crehan, C., E. Hughes, D. Troy and D. Buckley. 2000. Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Science Meat* 55(4): 463-469.

Del Nobile, M., A. Conte, A. Incoronato, O. Panza, A. Sevi and R. Marino. 2009. New strategies for reducing the pork back-fat content in typical Italian salami. *Meat Science* 81(1): 263-269.

Fernández, J., M. Viuda, E. Sendra, E. Sayas, C. Navarro and J. Pérez. 2007. Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages. *European Food Research and Technology* 226(1-2): 1-6.

Fernández, F., I. López, S. Cofrades and F. Jiménez. 2009. Influence of adding Sea Spaghetti seaweed and replacing the animal fat with olive oil or a konjac gel on pork meat batter gelation. Potential protein/alginate association. *Meat Science* 83(2): 209-217.

García, E. and A. Totosaus. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effects of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science* 78(4): 406-413.

García, M., E. Cáceres, and M. Selgas. 2007. Utilization of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87(4): 624-631.

García, M., R. Domínguez, M. Galvez, C. Casas and M. Selgas. 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science* 60(3): 227-236.

Gujral, H., A. Kaur, N. Singh, N. and S. Sodhi. 2002. Effect of liquid whole egg, fat and textured soy protein on the textural and cooking properties of raw and baked patties from goat meat. *Journal of Engineering* 53(4): 377-385.

Hsu, S. and L. Sun. 2006. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. *Journal of Food Engineering* 74(1): 47-53.

Javidipour, I., H. Vural, Ö. Özbas and A. Tekin. 2005. Effects of interesterified vegetable oils and sugar beet fibre on the quality of Turkish-type salami. *International Journal of Food Science and Technology* 40(2): 177-185.

Jiménez, F., A. Herrero, T. Pintado, M. Solas and C. Ruiz. 2010. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. *Food Research International* 43(8): 2068-2076.

- Jiménez, F. 2007. Healthier lipid formulation approaches in meatbased functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology* 18(11): 567-578.
- Jiménez, F. 2000. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trend in Food Science and Technology* 11(2): 56-66.
- Jiménez, F. 1996. Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology* 7(2): 41-47.
- Khalil, A.H. 2000. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. *Food Chemistry* 68(1): 61-68.
- Keeton, J. 1994. Low-fat meat products-technological problems with processing. *Meat Science* 36(1): 261-276.
- Koutsopoulos, D., G. Koutsimanis and J. Bloukas. 2008. Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages produced with olive oil. *Meat Science* 79(1): 188-197.
- Lin, K. and H. Huang. 2003. Konjac/gellan gum mixed gels improves the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science* 65(2): 749-755.
- Lureña, M., A. Vivar and I. Revilla. 2004. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Science* 68(3): 383-389.
- Lyons, P., J. Kerry, P. Morrissey and D. Buckley. 1999. The influence of added whey protein/carrageenan gels and tapioca starch on the textural properties of low fat pork sausages. *Meat Science* 51(1): 43-52.
- Mallika, E., K. Prabhakar and P. Reddy. 2009. Low fat meat products – an overview. *Veterinary World* 2(9): 364-366.
- Mansour, E. and A. Khalil. 1999. Characteristics of low-fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79(3): 493-498.
- Mendoza, E., M. García, C. Casas and M. Selgas. 2001. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science* 57(4): 387-393.
- Modi, V., N. Mahendrakar, D. Narasimha, N. Sachindra. 2003. Quality of buffalo meat burger containing legume flours as binders. *Meat Science* 66(1): 143-149.
- Muguerza, E., D. Ansorena and I. Astiasarán. 2003. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science* 65(4): 1361-1367.
- Muguerza, E., G. Fista, D. Ansorena, I. Astiasaran and J. Bloukas. 2002. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausage. *Meat Science* 61(4): 397-404.
- Muguerza, E., O. Gimeno, D. Ansorena, J. Bloukas and I. Astiasarán. 2001. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science* 59(3): 251-258.
- Ospina, J, A. Cruz, J. Pérez and J. Fernández. 2010. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. *Meat Science* 84(3):491-497.
- Ozvural, E. and H. Vural. 2008. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. *Meat Science* 78(3): 211-216.
- Pietrasik, Z. and J. Janz. 2010. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International* 43(2): 602-608.
- Pietrasik, Z. and Z. Duda. 2000. Effect of fat content soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat science* 56(2): 181-188.
- Piñero, M., K. Parra, N. Huerta, L. Arenas, M. Ferrera, S. Araujo and Y. Barboza. 2008. Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat Science* 80(3): 675-680.
- Rogers, R. 2001. Chapter 18: Manufacturing of reduced-fat, low-fat and fat-free emulsion sausage. pp. 443-461. In: Hui, Y., W. Nip, R. Rogers and O. Young. (eds.). *Meat science and applications*. Marcel Dekker, New York. 710 p.

- Ruusunen, M. and E. Puolanne. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* 70(3): 531–541.
- Ruusunen, M., J. Vainionpää, E. Puolanne, M. Lyly, L. Lahteenmaki, M. Niemisto and R. Ahvenainen. 2003. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Science* 64(4): 371-381.
- Sampaio, G., C. Castellucci, M. Pinto and E. Torres. 2004. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *Journal of Food Composition and Analysis* 17(3-4): 469-474.
- Serdaroğlu, M. 2006. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science* 72(1): 155-163.
- Serdaroğlu, M. and E. Deniz. 2004. Chemical composition and quality characteristics of emulsion type turkey rolls formulated with dairy ingredients. *Journal of Food Technology* 2(2): 109–113.
- Severini, C., T. De Pilli and A. Baiano. 2003. Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science* 64(3): 323-331.
- Tan, F., F. Liao, Y. Jhan and D. Liu. 2007. Effect of replacing pork backfat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage. *Journal of Food Engineering* 79(3): 858-863.
- Tokusoglu, Ö. and K. Ünal. 2003. Fat replacers in meat products. *Pakistan Journal of Nutrition* 2(3): 196-203.
- Vural, H., I. Javidipour and O. Ozbas. 2004. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science* 67(1): 65-72.
- Vural, H. and I. Javidipour. 2002. Replacement of beef fat in frankfurters by interesterified palm, cotton seed and olive oils. *European Food Research and Technology* 214(6): 465-468.
- Weiss, J., M. Gibis, V. Schuh and H. Salminen. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science* 86(1): 196-213.
- Xiong, Y., D. Noel and G. Moody. 1999. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *Journal of Food Science* 64(3): 550-554.
- Yetim, H., W. Müller and M. Eber. 2001. Using fluid whey in comminuted meat products: effects of technological, chemical and sensory properties of frankfurter type sausages. *Food Research International* 34(2-3): 97-101.
- Yoo, S., S. Kook, H. Park, J. Shim and K. Chin. 2007. Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology* 42(9): 1114-1122.
- Ulu, H. 2006. Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs. *Food Chemistry* 95(4): 600-605.
- Zhang, W., S. Xiao, H. Samaraweera, E. Lee and D. Ahn. 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Science* 86(1): 15-31.