



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: INCORPORACIÓN DE FIBRAS EN PRODUCTOS CÁRNICOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER
Curso: 2021/22

Alumno: Rosmery Frómeta Cardentey
Tutor: Manuel Gómez Pallarés

Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos
E.T.S. Ingenierías Agrarias, Campus de La Yutera (Palencia)
Universidad de Valladolid



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. EMBUTIDOS CÁRNICOS	5
3. FIBRA DIETÉTICA	7
3.1. Clasificación	7
3.2 Características funcionales	7
3.2.1 Capacidad de retención de agua (CRA)	7
3.2.2 Viscosidad	8
3.2.3 Capacidad de formación de gel	9
3.3 Legislación	10
3.4 Ventajas nutricionales	11
4. FIBRA DIETÉTICA EN EMBUTIDOS	13
4.1 Usos de la fibra dietética en embutidos secos	14
4.2 Usos de la fibra dietética en embutidos cocidos	18
5. CONCLUSIONES	22
6. BIBLIOGRAFÍA	23



RESUMEN

Actualmente, el desarrollo tecnológico de la industria cárnica se ha enfocado, entre otros, en el uso de fibras provenientes de frutas, cereales y oleaginosas, generando cambios positivos, dado que ayuda a mejorar la calidad de los productos cárnicos. Por tal motivo las reformulaciones en embutidos con la incorporación de fibras dietéticas son consideradas como estrategias que permiten, en primer lugar, revalorizar productos que por sus características han perdido espacio, y por otro lado la obtención de productos más saludables.

Las diferentes investigaciones muestran que las fibras naturales provenientes de frutas, vegetales, cereales o fibras sintéticas ayudan a mejorar la calidad nutricional de los productos cárnicos, por ejemplo, algunas fibras ayudan en la reducción y sustitución de grasas y otras son consideradas como antioxidantes que ayudan a retrasar la oxidación lipídica. Otras fibras poseen alta capacidad de retención de agua, ayudan a mejorar la estabilidad de las emulsiones y mejoran el rendimiento de cocción. Sin embargo, la inclusión de fibras en altas concentraciones puede afectar las características sensoriales del producto provocando mayor oscurecimiento y dureza, que pueden llegar a perjudicar la aceptabilidad del producto cárnico por parte de los consumidores.

También es necesario considerar que, dependiendo del tipo de fibra, y sus características funcionales, del tipo de producto cárnico que queramos elaborar, y de los objetivos que se busquen al incorporar las fibras, los resultados serán distintos.

Palabras claves: Embutidos, nutrición, salud, fibra dietética, productos cárnicos.



ABSTRACT

Currently, technological development in the meat industry has focused, among other things, on the use of fibers from fruits, cereals and oilseeds, generating positive changes, since they help to improve the quality of meat products. For this reason, reformulations in sausages with the incorporation of dietary fibers are considered as strategies that allow, in the first place, the revaluation of products that due to their characteristics have lost space, and on the other hand, the obtaining of healthier products.

Different research shows that natural fibers from fruits, vegetables, cereals or synthetic fibers help to improve the nutritional quality of meat products, for example, some fibers help in the reduction and substitution of fats and others are considered antioxidants that help delay lipid oxidation. Other fibers have a high water retention capacity, help to improve the stability of emulsions and improve cooking performance. However, the inclusion of fibers in high concentrations can affect the sensory characteristics of the product, causing greater browning and hardness, which can even impair the acceptability of the meat product by consumers.

It is also necessary to consider that, depending on the type of fiber and its functional characteristics, the type of meat product to be produced and the objectives sought when incorporating fibers, the results will be different.

Key words: Sausages, nutrition, health, dietary fiber, meat products.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de carne y sus derivados representa un papel importante en la dieta humana, ya que la misma es un alimento rico en nutrientes que aporta proteínas de alto valor biológico, minerales como el zinc, el selenio, el hierro y el fósforo, vitamina B₁₂ y otras vitaminas del complejo B, aminoácidos esenciales y grasas (Câmara et al., 2020; Yousefi et al., 2018) .

A pesar de los grandes beneficios que aportan la carne y sus derivados, también presentan aspectos negativos para la salud por su elevado contenido en ácidos grasos saturados, colesterol, nitritos y sodio (Biesalski, 2005). Es por ello que diversos estudios epidemiológicos recientes han documentado que el consumo de productos cárnicos está relacionado con la prevalencia de una amplia gama de enfermedades como la obesidad, el cáncer, las enfermedades relacionadas con el corazón y otros trastornos diversos (Afshin et al., 2019; Alshahrani et al., 2019; Babio et al., 2010; Sánchez-Muniz, 2012; Stewart & Schroeder, 2013; Virtanen et al., 2019). Actualmente, dado que el enfoque de la nutrición se está desplazando hacia el concepto de "nutrición óptima", la reformulación o la adición de ingredientes funcionales han adquirido el interés de investigadores y profesionales como estrategias exitosas para cumplir con las percepciones de los consumidores sobre la salubridad actual de los alimentos (Kaur & Sharma, 2019). De esta manera es posible desarrollar productos cárnicos que aumenten la presencia de compuestos beneficiosos y limiten los que tienen implicaciones negativas para la salud. El proceso de reformulación ofrece una excelente oportunidad para eliminar, reducir, aumentar, añadir y/o sustituir diferentes componentes, incluyendo aquellos con implicaciones para la salud, es por ello que diversos ingredientes se han usado para elaborar este tipo de productos más saludables, aumentando el interés de los consumidores en los últimos años (Jiménez-Colmenero & Delgado-Pando, 2013; Verma & Banerjee, 2010). La figura 1 muestra un resumen del proceso de reformulación de los productos cárnicos.

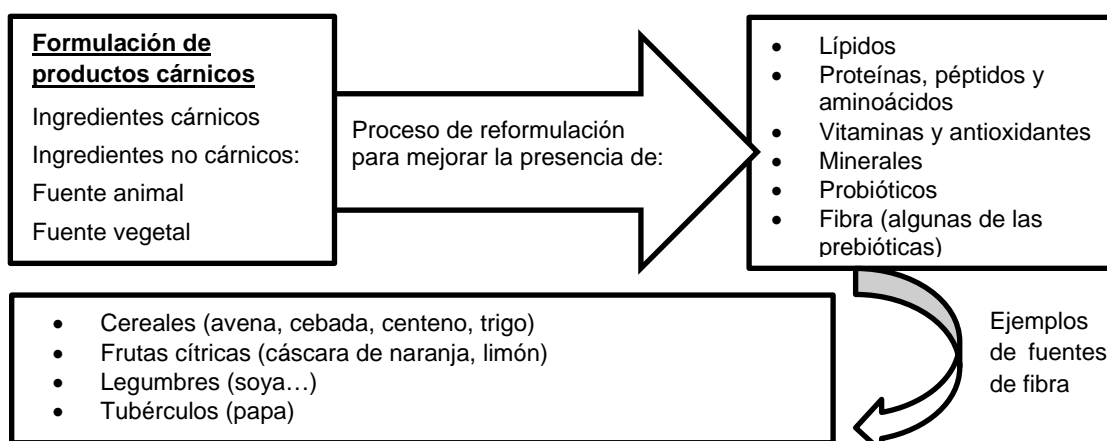


Figura. 1 Estrategias para el desarrollo de productos cárnicos más saludables.



Las fibras dietéticas (FD) o materiales ricos en fibra constituyen un ejemplo muy importante de éstos ingredientes. Por sus propiedades tecnológicas y sus beneficios para la salud abren interesantes posibilidades en el desarrollo de productos cárnicos funcionales, pues las mismas no solo mejoran nutricionalmente este tipo de productos (Verma & Banerjee, 2010), sino también tecnológicamente ejercen un efecto positivo por su alta capacidad de retención de agua, la ayuda en la unión de las proteínas, la mejora de la textura, el rendimiento, la jugosidad y al aumento de la aceptación sensorial (Santos et al., 2021; Verma & Banerjee, 2010).

La fibra dietética y los ingredientes ricos en fibra procedentes de cereales (avena, arroz, cebada, trigo, etc.), frutas (manzana, limón, naranja, etc.), legumbres (soja, guisantes, etc.), raíces (zanahoria, remolacha, konjac, etc.), tubérculos (patata) y algas marinas se han utilizado como aditivos/ingredientes en la fabricación de productos cárnicos esencialmente con fines tecnológicos. Sin embargo, recientemente ha surgido un renovado interés en su uso en aplicaciones relacionadas con la salud, fomentando también el uso de nuevas fuentes de FD (Jiménez-Colmenero & Delgado-Pando, 2013).

Con todos estos antecedentes, se puede decir que, uno de los grandes retos para innovar en el sector cárnico es, elaborar productos más saludables, con la finalidad de que sean productos que tengan un aporte nutricional mayor, que presenten buenas características organolépticas y que además sean productos seguros para su consumo, es decir obtener productos cárnicos funcionales.

Es por ello, que, en los últimos años, se han incrementado las investigaciones sobre el uso de las fibras dietéticas en los productos cárnicos, lo cual demuestra el interés que se tiene en el empleo de las mismas.

Para ello, se ha realizado una consulta en la plataforma Web of Science de la Universidad de Valladolid, con los términos "fiber" y "meat" en el topic, el día 28 de junio de 2022, y los resultados obtenidos son los que muestra la figura 2, donde hace referencia a cómo ha ido aumentando las publicaciones sobre este tema con el transcurso de los años, y la figura 3 el número de veces que han sido citadas dichas publicaciones. Gracias a ello podemos ver más allá, y valorar como se está concientizando en materia de productos más saludables y con aporte nutricional adicional.

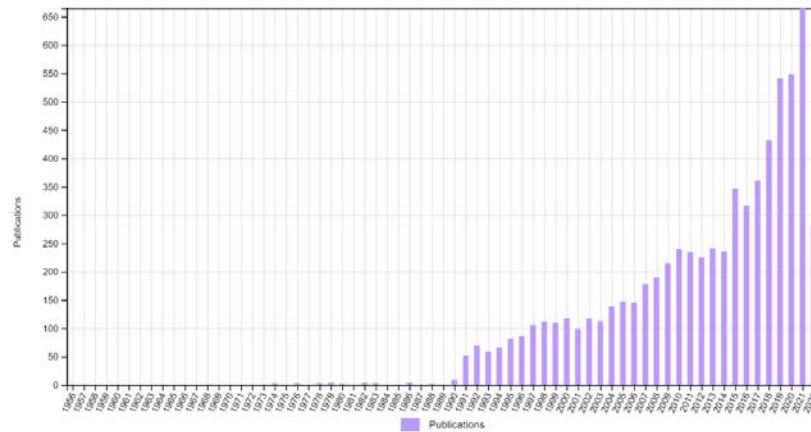


Figura. 2 Publicaciones del uso fibras dietéticas en productos cárnicos por años (Consulta realizada en Web of Science, el día 28 de junio de 2022. Términos de búsqueda "fiber" y "meat" en el topic).

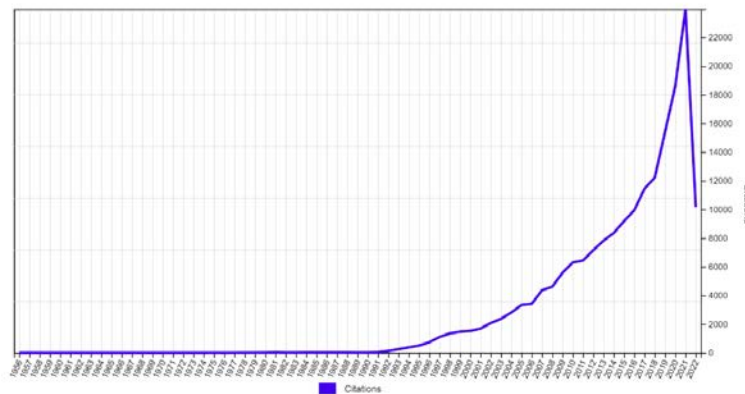


Figura. 3 Número de veces que han sido citadas las publicaciones anteriores (Consulta realizada en Web of Science, el día 28 de junio de 2022. Términos de búsqueda "fiber" y "meat" en el topic).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo, es realizar una revisión bibliográfica de trabajos científicos que se han desarrollado en los últimos años para la obtención de productos cárnicos secos y cocidos enriquecidos con fibras de distintos tipos.

2. EMBUTIDOS CÁRNICOS

Según el Real Decreto 474/2014 de 13 de junio, los derivados cárnicos se definen como los productos alimenticios preparados total o parcialmente con carne o menudencias de animales de diferentes especies, sean del tipo que sean, atendiendo a lo definido en el Reglamento 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal, y que son sometidos a operaciones específicas para su transformación antes de que puedan ser comercializados y consumidos (Ministerio de la Presidencia, 2014).

La norma de calidad de derivados cárnicos, aprobada por el Real Decreto 474/2014, define “embutido” como “operación de introducción de un derivado cárnico en una tripa natural o en una envoltura artificial dando lugar a un embutido. La citada norma de calidad, en su capítulo I, regula los derivados cárnicos tratados por calor y, tanto en derivados cárnicos esterilizados, como en pasteurizados, como en los derivados cárnicos con tratamiento término incompleto, diferencia los constituidos por piezas de carne identificables anatómicamente o sus trozos, en los que sean reconocibles los paquetes musculares, correspondientes al despiece normal de carnicería, de aquellos elaborados a partir de carnes troceadas no identificables anatómicamente y sometidos a un proceso de picado más o menos grueso (carnes troceadas o picadas), y del grupo denominado “otros” elaborados a partir de carne, sangre, menudencias o una combinación (Ministerio de la Presidencia, 2014).

En el caso de los derivados tratados por calor, se encuentran los esterilizados y pasteurizados elaborados a partir de piezas, y la norma de calidad define una fase de moldeado para darle la forma adecuada (ej: jamón cocido, paleta cocida, lomo cocido, pechuga de pavo cocido, lacón cocido), pero en este caso, los mismos no serán parte del objeto de estudio de la presente revisión. También se encuentran los derivados esterilizados y pasteurizados constituidos por carnes troceadas o picadas donde se describe una fase de embutición o envasado según definición de la norma (ej: salchichas enlatadas, chópéd enlatado, mortadelas, chópéd, butifarra, salchichas cocidas). (Ministerio de la Presidencia, 2014). Considerados los mismos objetos de estudio en el presente trabajo.

Los derivados no tratados por el calor, se pueden clasificar dependiendo del proceso a que han sido sometidos, cuya mención solo se hará a los que serán objeto de estudio en la presente investigación, tal como se menciona en la tabla 1, no incluyendo los marinados-adobados, los productos en salmuera, ni los no sometidos a tratamiento térmico como es el caso de las hamburguesas y las salchichas frescas (Ministerio de la Presidencia, 2014).

Tabla 1 Derivados cárnicos no tratados por el calor

No tratados por calor	Descripción	Ejemplos
Curado-madurados	Son los sometidos a un proceso de salazón y de curado-maduración conservando su estabilidad a temperatura ambiente. Pueden someterse opcionalmente a ahumado.	Chorizo, morcón, longaniza, chistorra, salchichón, fuet, salami.
Oreado	Son los sometidos a un proceso de salazón o curación, seguido de un proceso de oreo. Suelen requerir refrigeración para su conservación y tratamiento culinario antes de su consumo.	Chorizo criollo, butifarras, salchichas, morcillas oreadas, el botillo y la androlla.



Por todo lo citado anteriormente, se podrían excluir del término embutido aquellos derivados cárnicos elaborados a partir de piezas de carne identificables anatómicamente o sus trozos en los que sean reconocibles los paquetes musculares, correspondientes al despiece normal de carnicería, sometidos a la acción de una salmuera, y posteriormente a un masajeado o reposo, seguido de un moldeado para darle la forma adecuada y un tratamiento térmico o equivalente.

3. FIBRA DIETÉTICA

La fibra alimentaria se puede definir como la parte comestible de las plantas que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso. Dentro de esta definición se incluyen muchos tipos de fibras, como las celulosas y sus derivados, las hemicelulosas, el almidón resistente, la inulina y la povidex, las pectinas, gomas y mucílagos, y algunos otros componentes. Más recientemente, la definición se ha ampliado para incluir los oligosacáridos, como la inulina (Anderson et al., 2009).

3.1. Clasificación

Existen dos tipos principales de fibra dietética: fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética insoluble (FDI), cada una con sus respectivas funciones y beneficios nutricionales. Así mismo, las fibras solubles se pueden dividir a su vez en fibras con alta capacidad de absorción de agua y poder espesante como los betaglucanos, gomas (xantana o guar), o el psyllium, y fibras con baja capacidad de retención de agua y por tanto bajo poder espesante, como povidexas, oligofruktosa, inulina.

3.2 Características funcionales

Además de los beneficios nutricionales y para la salud, la fibra dietética tiene varias propiedades funcionales que afectan a la calidad y las características de los productos alimenticios. Estas propiedades funcionales también deben tenerse en cuenta cuando se incorporan diversas fuentes de fibra dietética a los productos cárnicos. Las principales propiedades funcionales de la fibra dietética son la capacidad de retención de agua, su poder espesante, la capacidad de formación de gel y viscosidad (Kim & Paik, 2012).

3.2.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

Según (Han & Bertram, 2017) la CRA es considerada como una de las principales propiedades funcionales, y su valor depende de su estructura, composición química y la proporción utilizada de las fuentes de fibra, además, la alta o baja retención de agua



está relacionada con el rendimiento de cocción, la viscosidad y la estabilidad de la emulsión durante el procesamiento del embutido (Zinina et al., 2019)

La fibra dietética con alta capacidad de retención de agua puede controlar la migración de la humedad y la formación de cristales de hielo, lo que aumenta la estabilidad durante el proceso de congelación y descongelación. La fibra al ser hidratada, el agua ocupa los poros de la misma y aumenta el rendimiento de la cocción, reduciendo posiblemente el contenido calórico de los productos cárnicos (Balestra et al., 2019). La capacidad de retención de agua se puede ver afectada por la longitud, el tamaño de las partículas y la porosidad de los componentes de la fibra (Kim & Paik, 2012). Las fibras más largas confieren una mayor capacidad de retención de agua a los productos cárnicos y pueden dar lugar a cambios en la textura dependiendo del nivel de fibra (Bodner & Sieg, 2009).

Como se mencionó anteriormente, las fibras solubles se clasifican a su vez, en fibras con alta capacidad de retención de agua y poder espesante, por lo que las mismas son usadas en embutidos cárnicos cocidos como la mortadela, el jamón cocido, entre otros, dada las características que presentan los mismos, que es su elevada actividad de agua, siendo estos productos más jugosos con respecto a los embutidos secos como el chorizo seco curado, salchichas secas fermentadas, etc, donde este tipo de fibra, no suelen utilizarse por el efecto negativo que causa en el producto final, siendo usadas en estos casos las fibras que presentan baja capacidad de retención de agua y poder espesante, pues se requiere que el producto final tenga poca humedad, es decir, menor actividad de agua, lo que evita el crecimiento microbiano. Por tal motivo es necesario tener en cuenta, las propiedades que queremos obtener en el producto final, para así, conocer qué tipo de fibra es mejor emplear, pues si el nivel de retención de agua es muy alto podemos pasar de productos que tienden a endurecerse y secarse, a productos muy jugosos, pero con tendencia al desarrollo microbiano.

Es importante aclarar que la pérdida de agua es considerada como un problema al que se enfrenta la industria alimentaria ya que no solo reduce el peso del producto, sino que también provoca la aglomeración de líquido en la superficie.

3.2.2 Viscosidad

La viscosidad es una función muy importante de la fibra dietética, ya que proporciona propiedades reológicas en el sistema alimentario, incluyendo productos cárnicos. A medida que el peso molecular o la longitud de la cadena de la fibra aumenta, la viscosidad de la fibra en solución aumenta. Los polímeros de cadena larga, como la goma guar, la goma garrofín y el β -glucano, presentan una alta viscosidad en la solución y se utilizan como agentes espesantes a bajas concentraciones.



En general cuanto mayor sea el grado de polimerización mayor será el poder espesante, y es algo a tener en cuenta. El grado de polimerización también modifica el punto de fusión, sus propiedades de gelificación y otras, y por tanto debe contemplarse cuando incorporamos los fructooligosacáridos en una formulación.

Alaei et al. (2018) manifiestan que la inulina utilizada como sustituto de grasa en salchichas de pollo aumenta la viscosidad, ya que esta fibra provoca formación de geles al momento de absorber humedad, el incremento también se atribuye a su alta capacidad de absorción y retención de agua.

Otra fibra importante, que influye en la viscosidad de la emulsión cárnica es la pectina. (Araujo Chapa, 2018) aplica esta fibra dietética extraída de cascarilla de soya en salchichas Frankfurt, y alude que es utilizada por su alta funcionalidad, ya que posee propiedades estabilizantes para formar geles, y por ello conllevan al incremento de la viscosidad y modificación de la textura en diversos alimentos.

La combinación de dos o más ingredientes de fibra dietética o una sola pueden utilizarse para reducir el contenido de grasa en los productos cárnicos porque son dispersables por la grasa y algunos también se unen. La adición de ingredientes de fibra dietética que presentan emulsión, lubricidad y textura de gel puede sustituir con éxito parte de la grasa en los productos cárnicos.

3.2.3 Capacidad de formación de gel

La gelificación es la asociación de unidades poliméricas para formar una red de gel con una estructura tridimensional firme (Tungland y Meyer, 2002). Esta estructura puede estabilizar o modificar la distribución física de los productos cárnicos, ayudando así a minimizar la contracción y a mejorar la densidad del producto. La composición y las propiedades químicas que aportan las distintas fuentes de fibra dietética pueden influir significativamente en la capacidad de la fibra para funcionar como agente gelificante. La mezcla de diferentes fuentes de fibras alimentarias también puede servir para desarrollar un producto específicamente adaptado a las necesidades (Kim y Paik, 2012).

La pectina es un ejemplo de fibra que tiene una alta capacidad de gelificación, las mismas dan lugar a geles termorreversibles en presencia de sacarosa a pH bajo (pectinas de alto metoxilo) o iones calcio (pectinas de bajo metoxilo). Por su óptima capacidad de gelificación, la pectina es uno de los principales responsables de la textura de los productos vegetales y la viscosidad de los zumos, y tiene un gran interés tecnológico para el sector de la alimentación. Se usa como agente gelificante, espesante, emulgente y estabilizante, en la elaboración de diferentes productos porque les confiere las características reológicas, y también la turbidez, deseadas por el



fabricante y el consumidor. También se utiliza como sustitutivo de grasas o azúcares en productos bajos en calorías. Diversos son las investigaciones donde la misma es usada en productos cárnicos, para la reducción del contenido de grasa, mejorando la estabilidad de la emulsión, el rendimiento de la cocción, y aumentando la vida útil (Fernández-López et al., 2007; Zinina et al., 2019).

Los betaglucanos poseen una alta capacidad de gelificación por lo que los mismos son usados en los diferentes productos cárnicos para modificar textura y la apariencia de los mismos. Así mismo, se han usado para reducir el contenido de grasa y así elaborar alimentos reducidos en calorías (Lazaridou & Biliaderis, 2007).

3.3 Legislación

La legislación europea quiere promover un mayor consumo de fibras, y apoyar a los productos que presentan cantidades apreciables de este componente. Para ello, para incluir en la etiqueta que un alimento es fuente de fibra, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, como mínimo debe contener 3 g de fibra por 100 g o, como mínimo, 1,5 g de fibra por 100 kcal. Mientras que para declarar que un alimento posee un alto contenido de fibra, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si el producto contiene como mínimo 6 g de fibra por 100 g o 3 g de fibra por 100 kcal. Estas y otras declaraciones nutricionales se pueden encontrar en una tabla de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria (AECOSAN, 2019).

Una de las herramientas de las políticas de salud pública para promover dietas saludables es el etiquetado nutricional, que está regulado en la Unión Europea mediante el Reglamento (UE) N° 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Esta normativa incluye la posibilidad de utilizar, de forma complementaria y voluntaria, un etiquetado nutricional frontal, con el fin de facilitar la utilización y comprensión de la información nutricional obligatoria por parte de los consumidores favoreciendo las elecciones más saludables, e impulsar a los fabricantes a la elaboración de productos con mejor composición nutricional (El Parlamento europeo y del consejo, 2011).

Entre los esquemas de etiquetado nutricional frontal destaca el denominado Nutri-Score, un sistema gráfico desarrollado en Francia que se basa en la utilización de un código de letras y colores para informar a los consumidores de una manera sencilla sobre la calidad nutricional de los alimentos y bebidas de forma complementaria a la declaración nutricional obligatoria establecida por la reglamentación europea. En este caso, el contenido de fibra ayuda a mejorar la puntuación según el código Nutri-score. En general



si un producto obtiene una puntuación baja al tener en cuenta la presencia de sodio, azúcares simples, grasas saturadas y calorías, puede restarse más puntos (algo que mejora la clasificación) en base al contenido de fibra y proteínas (Cámara Hurtado et al., 2020).

3.4 Ventajas nutricionales

Se recomienda un consumo de 25 g/día de fibra en adultos para el normal funcionamiento del intestino grueso (EFSA, 2010), pero la mayoría de las personas consumen menos de la mitad del nivel recomendado de fibra dietética diariamente, a pesar de los beneficios nutricionales para la salud que aporta.

Un mayor consumo de fibras se ha relacionado con menor riesgo de contraer algunos tipos de cáncer, como el de colon, enfermedades cardiovasculares, estreñimiento y obesidad, entre otras dolencias. En este sentido es importante saber que no todas las fibras tienen el mismo efecto sobre las distintas enfermedades, algo que podría tenerse en cuenta en función del producto que estemos desarrollando (Babio et al., 2010; Sánchez-Muniz, 2012). Así, fibras como la inulina tienen un reconocido efecto prebiótico, mayor que otras, los beta-glucanos o el psyllium tienen una capacidad de reducir el colesterol y el riesgo de enfermedades cardiovasculares mayor que el de otras fibras, y las fibras del salvado de trigo y el psyllium tienen un mayor efecto antiestreñimiento que el de otras fibras. Incluso dentro del mismo tipo de fibra, aspectos como su peso molecular pueden influir en estos efectos. Así, por ejemplo, dentro de los beta-glucanos, los de mayor tamaño, o peso molecular, tienen un mayor efecto beneficioso sobre colesterol y reducción de enfermedades cardiovasculares que los de menor tamaño. Por ese motivo los beta-glucanos de la avena son algo más beneficiosos que los de la cebada, y es importante controlar la posible hidrólisis enzimática de estos beta-glucanos (por acción de betaglucanasas) en los procesos (Gomez, 2021; Li & Komarek, 2017).

Como todos sabemos, el consumo de fibra dietética se encuentra por debajo de los valores recomendados, por lo que intentar buscar soluciones para concienciar a las personas, e informarles de la importancia que tiene consumir determinados alimentos con efectos positivos para salud, como es el caso de algunos tipos de fibras, es una tarea que requiere tiempo y dedicación.

Según un artículo publicado en la Revista The Lancet, en el que se realiza una evaluación de los patrones de consumo de 195 países, donde se ofrece un panorama completo de los efectos sobre la salud de los malos hábitos alimentarios de la población, descubriendo que una mejora en la dieta podría evitar una de cada cinco muertes a nivel mundial. Los resultados demuestran, que, a diferencia de otros factores de riesgo, los

riesgos dietéticos afectan a las personas independientemente de la edad, sexo y lugar de residencia. Este estudio demostró que los principales factores de riesgo de mortalidad son las dietas altas en sodio, bajas en cereales integrales, frutos secos y semillas, en verduras y en ácidos grasos omega-3; cada uno de ellos es responsable de más del 2% de las muertes mundiales. Este hallazgo pone de manifiesto la urgente necesidad de coordinar los esfuerzos mundiales para mejorar la calidad de la dieta humana (Afshin et al., 2019).

A continuación, se muestra resumido en la tabla 2, las diferentes fibras dietéticas, su clasificación y sus correspondientes beneficios para la salud según diversos estudios.

Tabla. 2: Fibra dietética soluble e insoluble y sus funciones fisiológicas

Solubilidad	Componentes de la fibra dietética	Clasificación	Fuente de fibra	Beneficios para la salud
Soluble	B- glucanos	Fermentable / Viscosa	Avena y cebada	Disminución de los lípidos en sangre. Atenúa la respuesta de la glucosa en sangre.
	Psilyum	Viscosa / Funcional	Cáscara de psilyum	Laxación. Disminución de lípidos en sangre.
	Almidón Resistente	Fermentable/ Viscosa	Legumbre y plátano verde	Laxación. Atenúa la respuesta de glucosa en sangre
	Inulina	Fermentable / No viscosa	Raíz de achicoria, alcachofa de Jerusalén, sintetizada a partir de carbohidratos simples	Laxación. Disminución de lípidos en sangre.
	Gomas	Fermentable	Goma guar, goma arábica, agar, carragenanos, alginatos	Disminución de lípidos en sangre. Atenúa la respuesta de la glucosa en sangre. Puede favorecer la salud intestinal.
	Pectina	Fermentable / Viscosa	Se encuentra en las paredes celulares y en el tejido intracelular de frutas y verduras. La remolacha azucarera y las patatas son las principales fuentes.	Disminución de los lípidos en sangre. Atenúa la respuesta de la glucosa en sangre.
Insoluble	Celulosa	No fermentable	Componente principal de las paredes celulares de muchas plantas: granos, frutas, vegetales y nueces.	Efecto anti estreñimiento
	Lignina	No fermentable	Planta leñosa	
	Algunas hemicelulosas		Forma aproximadamente un tercio de la fibra de las verduras, frutas, legumbres y frutos secos. Las principales fuentes dietéticas son los granos de cereales.	Efecto anti estreñimiento

*Elaborado por (Kim & Paik, 2012; Slavin, 2013)



4. FIBRA DIETÉTICA EN EMBUTIDOS

El desarrollo tecnológico de la industria se ha enfocado en el uso de fibras provenientes de frutas, cereales y oleaginosas, generando cambios positivos dado que ayuda a mejorar la calidad de los productos cárnicos, específicamente de los embutidos, tanto secos como cocidos, siendo los mismos el objeto de estudio de esta revisión.

Sus propiedades multifuncionales han sido útiles en la incorporación y reformulación para la obtención de embutidos bajos en grasa, reducidos en sal, así como para inhibir la oxidación lipídica, etc. Estas propiedades funcionales dependen de los tipos de fibra dietética que se incorpore a los productos. Las propiedades funcionales más importantes de las fibras alimentarias utilizadas en los productos cárnicos son la capacidad de retención de agua y de fijación de la grasa, la viscosidad, la capacidad de formación de gel y las propiedades de emulsión (Kim & Paik, 2012). La capacidad de retención de agua de las fibras alimentarias depende de la estructura, la composición química (Chau & Huang, 2003) y de las proporciones relativas de los diferentes tipos de fibras. Sin embargo, se debe considerar que el impacto en la textura y en las propiedades sensoriales que genera depende de la cantidad y fibra dietética incorporada (Han & Bertram, 2017).

La adición de fibras a los productos cárnicos puede provocar los siguientes efectos tecnológicos:

1. mejorar la estabilidad de las emulsiones,
2. sustituir y/o reducir el contenido de grasa,
3. aumentar el rendimiento del producto,
4. mejorar la textura de los productos cárnicos.

Como se menciona anteriormente los embutidos cárnicos objeto de estudio en la presente revisión, serán los tratados por calor, pasterizados, esterilizados y los no tratados por calor que incluyen los oreados y los curados-madurados.

Los embutidos crudo-curados de pequeño calibre comprenden diversas salchichas, longanizas, chorizos y fuet fabricados con tripas naturales o artificiales de entre 22 y 40 mm de diámetro, fermentados o no. Sus pequeñas dimensiones permiten acortar el tiempo necesario para secar el embutido, alcanzándose con rapidez una adecuada capacidad de conservación y una textura firme al corte. Suele ser suficiente un período de tiempo inferior a dos semanas para fabricar este tipo de embutidos, aunque el tratamiento de secado a aplicar dependerá de numerosos factores, como la temperatura, humedad, convección de aire, carga del secadero, dimensiones de las piezas, la permeabilidad al agua de la tripa, el contenido en grasa, el grado de picado, la presencia de mohos de cobertura o la adición de sustancias higroscópicas, entre



otros. Durante el secado se producen las transformaciones físicas, químicas y bioquímicas propias de los embutidos crudo-curados, que básicamente comprenden fenómenos de deshidratación, acidificación láctica asociada a gelificación de proteínas, nitrosación de la mioglobina, hidrólisis y oxidación de grasas y proteínas, englobados en el término "maduración". La transformación de la carne es más rápida al inicio de la etapa de secado, favorecida por la alta humedad de la masa cárnica, aunque si el secado se reduce a un período más corto de tiempo, la maduración puede limitar la calidad sensorial del embutido (Martínez et al., 2009).

4.1 Usos de la fibra dietética en embutidos secos

El cloruro de sodio es un ingrediente habitual en los embutidos curados, el mismo ejerce un papel importante en la calidad (solubilización de proteínas miofibrilares y salinidad) y la seguridad (reducción de la actividad del agua con la consiguiente inhibición del crecimiento microbiano) (Fraqueza et al., 2021; Inguglia et al., 2017; Pateiro et al., 2021). El mismo efecto ejerce en los embutidos madurados, además de favorecer la formación de una textura de gel deseable, promueve atributos sensoriales y finalmente en el control de las reacciones bioquímicas y enzimáticas (Pires et al., 2017; Ruusunen & Puolanne, 2005)

La ingesta diaria global de sodio, estimada en 9-12 g, es el doble de los niveles máximos recomendados (Pateiro et al., 2021), que según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda 3 g de sodio o 5 g de cloruro de sodio (Shogo et al., 2021). Una dieta rica en sodio, es decir, superior a los valores recomendados diarios, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (especialmente hipertensión) y también se considera un factor de riesgo para otras enfermedades como la obesidad, los cálculos renales y algunos cánceres (Appel & Anderson, 2010). Por ello, la OMS estableció como objetivo mundial para 2025 la reducción del 30% del contenido en sal con el fin de adaptar progresivamente a los consumidores a nuevos alimentos menos salados (WHO, 2014), especialmente en el caso de los productos cárnicos, cuyo contenido puede alcanzar los 5 g/100 g.

Por lo tanto, la reducción del contenido de sodio en los embutidos secos fermentados puede ser útil para reducir la ingesta diaria de sodio de los consumidores. Sin embargo, es importante señalar que representa un gran reto para la industria cárnica, ya que la reducción de sodio puede causar una pérdida de calidad y también dar lugar a problemas de seguridad. Un bajo contenido de sodio también podría afectar al sabor, debido a la oxidación de las proteínas, la oxidación de los lípidos y lipólisis, que son las características más notables y los índices importantes para la evaluación de la calidad



(Appel & Anderson, 2010). La reducción de sodio en la formulación de salchichas fermentadas secas podría aumentar la actividad de las enzimas proteolíticas, dando lugar a una textura más suave y quebradiza debido a la mayor degradación de las proteínas miofibrilares (Appel & Anderson, 2010). Además, no se podría garantizar la inhibición de los microorganismos patógenos.

Con relación a disminuir el contenido de sodio en los embutidos secos fermentados se ha estudiado el efecto de la reducción y/o sustitución del mismo por diferentes tipos de fibras en las propiedades tecnológicas.

Se ha generado un escenario similar sobre la grasa en los productos cárnicos. La grasa animal juega un papel importante en la calidad y la vida útil de los productos cárnicos, especialmente los productos fermentados y curados secos. Mejorar la textura, favorecer el desarrollo del sabor y aroma característicos e influir en la estabilidad oxidativa durante el procesamiento y almacenamiento de los productos cárnicos son algunos de los principales aspectos atribuidos a la grasa en este tipo de producto (Domínguez et al., 2021; Kumar, 2021). La preocupación de salud sobre la grasa animal está relacionada con el contenido y la composición de la misma y no debe exceder el 10% de la ingesta total de energía y así tener el menor contenido de grasa saturada posible (Shogo et al., 2021). En el caso de las salchichas, el contenido de grasa total puede oscilar entre 10 y 20 g/100 g y alrededor del 50 % de la grasa total puede estar compuesta por grasa saturada (Cunningham et al., 2015; Matthews et al., 2003).

Otros aditivos importantes utilizados en el procesamiento de productos cárnicos secos fermentados son las sales de nitrato y nitrito. Estos componentes (en forma de nitrito residual) juegan un papel importante en el desarrollo de atributos sensoriales (característico color rojo oscuro y sabor a curado), estabilidad oxidativa (inhibición de la oxidación lipídica) y seguridad (inhibición de microorganismos patógenos, especialmente las esporas de *Clostridium botulinum*) de embutidos fermentados (Munekata et al., 2021).

Aunque el uso de sales de nitrato/nitrito es necesario para la producción de salchichas, la creciente evidencia acumulada durante las últimas décadas sugiere una relación controvertida entre el consumo de nitrito residual y el desarrollo de cáncer (Crowe et al., 2019; Dellavalle et al., 2014). Además, la OMS ha incluido los productos cárnicos procesados en la misma categoría que el tabaco y el asbesto en términos de potencial cancerígeno en una publicación reciente (Shogo et al., 2021).

En este contexto, se estudió el efecto de los fructooligosacáridos (FOS) de cadena corta en el color, la textura y las propiedades sensoriales de los embutidos fermentados secos (Salazar et al., 2009). Las propiedades fisicoquímicas y la evolución microbiana durante la maduración del embutido no se vieron afectadas por la presencia de FOS de cadena



corta, pero el color fue más claro que el del control. La presencia de FOS redujo la dureza de las salchichas fermentadas secas para que fueran más fáciles de masticar.

En relación con la modificación de la fracción lipídica en los embutidos fermentados secos, una de las principales estrategias aplicadas ha sido la reducción del contenido de grasa y la adición simultánea de sustitutos de la grasa con el fin de minimizar los defectos de textura de los embutidos fermentados secos de bajo contenido graso con diferentes porcentajes de inulina. Los resultados mostraron que la adición de inulina en polvo a una concentración del 11,5% dio mejores resultados sensoriales que los productos de control con bajo contenido en grasa sin adición de inulina, pero aun así fueron estadísticamente inferiores a los productos de control con alto contenido en grasa. Estos productos con un 11,5% de inulina mostraron el menor valor calórico (Jiménez-Colmenero et al., 2001). En el estudio realizado por (Glisic et al., 2019), se demostró que, a partir del 25% de la grasa dorsal de cerdo en las salchichas secas fermentadas, el 64% puede sustituirse por una suspensión o emulsión gelificada de inulina, ya que la sustitución al 16% de la grasa dorsal de cerdo, por el gel de inulina redujo la elasticidad, masticabilidad y la dureza, aumentando así la adhesividad en el producto. Teniendo en cuenta que las salchichas con suspensión de inulina tuvieron la mayor aceptabilidad general al final de la maduración, esta forma de sustitución de la grasa puede considerarse adecuada para introducir inulina en una cantidad que aumente las propiedades funcionales de las salchichas fermentadas (Glisic et al., 2019). Dado que la emulsión de inulina mostró alteraciones más pronunciadas en los parámetros de textura y color y una mayor susceptibilidad a la oxidación después de un período de almacenamiento, deberían realizarse más estudios sobre la conservación de la calidad y la sostenibilidad de estas salchichas.

También se estudió el efecto de la adición de fibras dietéticas de cereales y frutas sobre las propiedades sensoriales de salchichas fermentadas secas con poca grasa. Se fabricaron salchichas fermentadas secas con 6 y 10% de grasa dorsal de cerdo, con adición de fibras dietéticas de cereales (trigo y avena) y frutas (melocotón, manzana y naranja), en concentraciones del 1,5 y 3%. La reducción del valor energético de los productos finales fue cercana al 35% y sus contenidos finales de fibra, tras la maduración, fueron del 2 y 4%, respectivamente. Los resultados mostraron que las propiedades sensoriales y texturales de los lotes con un 3% de fibra dietética fueron las peores, debido a su dureza y cohesividad. Los mejores resultados se obtuvieron con las salchichas que contenían un 10% de grasa dorsal de cerdo y un 1,5% de fibra de fruta, especialmente las que tenían fibra de naranja, que dieron unas características



organolépticas similares a las de los productos convencionales con alto contenido en grasa (García et al., 2002).

También se ha usado la fibra de naranja en salchichas curadas secas, con el objetivo de proteger contra la oxidación lipídica, evaluando este mediante la determinación de los valores de las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS) en este tipo de productos. Se evidenció la disminución del nivel de nitrito residual, con la adición de fibra de naranja, lo cual podría prevenir la formación de nitrosaminas y nitrosamidas. Cuando se añadió más fibra de naranja, se alcanzaron valores más bajos de TBARS al final de la etapa de secado. Este comportamiento podría indicar que la fibra de naranja tiene un efecto protector del proceso de oxidación. El aumento de los valores de TBARS durante el secado se ha notificado en otros embutidos curados en seco (Zanardi et al., 2000, 2002), y se ha atribuido a reacciones de oxidación de lípidos que también intervienen en el desarrollo del sabor característico de este tipo de embutidos fermentados. Las condiciones de procesamiento de las salchichas curadas en seco, incluyendo el picado, la mezcla con sal y el secado durante mucho tiempo, parecen ser significativamente pro-oxidantes (Fernández-López et al., 2007). Cuando se añadió más fibra de naranja, se alcanzaron valores más bajos de TBARS al final de la etapa de secado.

Otro estudio similar fue la adición de dos tipos de albedo de limón deshidratado (crudo y cocido) en embutidos secos curados en concentraciones de 0-100 g/kg, en incrementos de 25g/kg (Aleson-Carbonell et al., 2004). Los cambios más significativos se vieron en la mejora de las propiedades nutricionales como resultado de la adición de fibra ya que la misma puede tener efectos beneficiosos debido a la presencia de biocompuestos activos, como lo demuestra la disminución de los niveles de nitrito residual y el retraso en la oxidación según los valores de TBARS. Las propiedades sensoriales de las muestras que se asemejaron a las salchichas de control fueron las que contenían hasta 50 g/kg de albedo crudo deshidratado y 75 g/kg de albedo cocido deshidratado (Aleson-Carbonell et al., 2004). La presencia de albedo de limón también disminuyó el contenido de grasa y aumentó el contenido de humedad, debido a la alta capacidad de retención de agua de este tipo de fibra.

La siguiente tabla muestra un resumen de los diversos estudios que se han realizado con respecto a la aplicación de los diferentes tipos de fibra dietética en los embutidos secos.

Tabla 3 Embutidos cárnicos secos enriquecidos con fibra dietética.

Productos	Fibra dietética	Impacto en el producto	Referencia
Salchichas bajas en grasa secas fermentadas	Fibra de naranja	Reducción de grasa	(García et al., 2002)
Salchicha seca condimentada	Fibra de naranja	Reducción de grasa	(Kaban & Kaya, 2012)
Salchichas secas fermentadas	Fructooligosacáridos de cadena corta	Reducción de grasa	(Salazar et al., 2009)
Salchichas secas curadas no fermentadas	Albedo de limón	Reducción de nitrito	(Aleson-carbonell et al., 2004)
Salchichas secas fermentadas	Inulina	Reducción de grasa	(Mendoza et al., 2001)
Salchichas fermentadas secas	Gel relleno de emulsión a base de inulina	Sustituto de grasa	(Glisic et al., 2019)
Salchichón	Fructooligosacáridos	Sustitución parcial de grasa	(Bis-souza et al., 2020)
Salchichas secas curadas	Fibra de naranja	Inhibir oxidación lipídica	(Fernández-López et al., 2007)
Embutidos fermentados	Gel de celulosa amorfa	Sustitución parcial de grasa	(Cezar et al., 2012)

4.2 Usos de la fibra dietética en embutidos cocidos

Los productos cárnicos cocidos se caracterizan por tener una elevada actividad de agua por lo que las fibras más comunes a usar son las solubles, principalmente, los betaglucanos, fructooligosacáridos de cadena larga, inulina, etc.

El uso potencial de los β -glucanos como hidrocoloides en la industria alimentaria se basa principalmente en sus características reológicas, es decir, su capacidad gelificante y capacidad para aumentar la viscosidad de soluciones acuosas. Por lo tanto, los β -glucanos se pueden utilizar como agentes espesantes para modificar la textura y la apariencia de las formulaciones de alimentos o se pueden usar como miméticos de grasas en el desarrollo de alimentos reducidos en calorías. De hecho, las fracciones ricas en β -glucanos de cereales o β -glucanos purificados se han incorporado con éxito en productos como cereales para el desayuno, pasta, fideos y productos horneados (pan, muffins), así como en productos lácteos y cárnicos (Lazaridou & Biliaderis, 2007).

Los productos de avena son especialmente interesantes por muchas razones. Para empezar, tienden a costar menos que la carne. Además, contienen tanto fibra dietética soluble como insoluble.

Muchas de las características de la fibra de la avena, como su capacidad de absorción de agua, podrían beneficiar productos como las salchichas sin grasa y la mortadela baja en grasa. Los productos de avena también han alcanzado una imagen muy positiva para el consumidor debido a los beneficios para la salud que se han asociado a su consumo. La avena fue añadida por (Steenblock et al., 2001) para determinar los efectos sobre las



características de calidad de la mortadela ligera y salchichas sin grasa. Se utilizaron diferentes tipos de fibra de avena, de alta absorción (AA) o de avena blanqueada (AB) en niveles de hasta el 3%. Los resultados indicaron que la adición de ambos tipos de fibra de avena produjo mayores rendimientos y un color rojo más claro.

Las fibras de avena también tienen una buena capacidad de absorción de agua y, como resultado, se utilizan a menudo en la elaboración de productos de tipo emulsión, como salchichas (Zinina et al., 2019). Diversos son los estudios donde se ha estudiado el efecto que ejerce los betaglucanos de avena en la reformulación de este tipo de productos, con el fin de disminuir la cantidad de grasa que se le adicionan, además de que reducen las pérdidas por cocción (Kim & Paik, 2012). Es importante tener en cuenta, que en el momento de elegir un tipo de fibra, es necesario que la misma posea características similares a la grasa, ya que sabemos que la misma aporta al producto consistencia y palatabilidad (Nasonova & Tunieva, 2019).

Se ha demostrado que la adición de una cantidad determinada de betaglucano de avena le aporta al producto cárnico una serie de ventajas, lo que favorece su uso. En algunos casos es recomendable, combinar distintos tipos de fibra como es el caso del desarrollo de una salchicha de pollo tipo mortadela, añadiéndole 3% fibra de avena y 3% de inulina, en combinación, reduciendo la grasa al 50%. De igual manera se estudió el efecto de la adición de 3% de fibra de avena en conjunto con 6% de inulina, pero tuvo un impacto negativo en la textura y ligeros descensos en las puntuaciones de los parámetros sensoriales y del gusto, por lo que el enriquecimiento más adecuado fue la combinación de 3% de fibra de avena y 3% de inulina (Ferjančič et al., 2021).

La grasa es un componente principal en la elaboración de productos cárnicos debido a su importancia en la calidad sensorial y microbiana. Algunos artículos relacionados con la incorporación de inulina como sustitutos de la grasa en productos cárnicos cocidos, demuestran que mejora las propiedades fisicoquímicas, texturales, de color y sensoriales.

Aunque la carne y los productos cárnicos son muy nutritivos y sabrosos una de las principales desventajas de la carne y los productos cárnicos es la falta de fibra dietética. La incorporación de fibras como la inulina a los productos cárnicos puede causar siguientes efectos tecnológicos: 1) mejorar la capacidad de retención de humedad, 2) mejorar la estabilidad de las emulsiones, 3) sustituir la grasa en el producto, 4) aumentar el rendimiento del producto y 5) mejorar la textura de los productos cárnicos (Zinina et al., 2019).

La inulina, es un carbohidrato no digerible de tipo fructano, es una fibra dietética funcional natural que se encuentra en determinadas plantas, como la achicoria, el ajo,



la cebolla, los puerros y los espárragos. Debido a la creciente popularidad de la inulina y a la mayor concienciación sobre su bajo valor calórico y sus implicaciones prebióticas para la salud, los consumidores son cada vez más conscientes del consumo de alimentos con inulina, por lo que la misma se está aplicando ampliamente en la industria alimentaria, ya sea individual o combinada con otros ingredientes relacionados para diseñar nuevos productos funcionales.

Las características y la funcionalidad de la inulina dependen del grado de polimerización; la inulina de cadena larga es más estable, viscosa y menos soluble a diferencia de la inulina de cadena corta (Helal et al., 2018).

La inulina, compuesta principalmente por moléculas de cadena larga, puede contribuir a una sensación en boca más suave, cremosa y jugosa cuando se aplica a la fórmula de productos cárnicos bajos en grasa, debido a su capacidad única de formar una red de gel estable en presencia de agua (Berizi et al., 2017; Franck, 2002). Este gel de inulina proporciona la misma sensación en boca y textura que la grasa (Karimi et al., 2015; Shoib et al., 2016).

El tipo y concentración de inulina, el porcentaje de grasa y el tipo de producto influyeron en las características de textura. La adición de inulina disminuyó la cohesividad de las salchichas de tipo emulsión reducidas en grasa con respecto a las muestras control, mientras que la masticabilidad de todas las muestras de salchichas reducidas en grasa con inulina fue semejante a la del control (Berizi et al., 2017). Además, (Alaei et al., 2018) revelaron que el nivel creciente de inulina redujo la dureza y la gomosidad de las muestras de salchicha de pollo. (Choi et al., 2016) realizaron observaciones similares en salchichas reestructuradas ahumadas formuladas con inulina de achicoria. Sin embargo, los valores de elasticidad y cohesividad no se vieron afectados por el nivel de inulina. Además, se observó que la adición de inulina en salchichas de cerdo tailandesas redujo los valores de dureza, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad en comparación con las salchichas de control (Prapasuwannakul, 2018).

El análisis del perfil de textura de las salchichas de mortadela de pollo enriquecidas con un 3% y un 6% de inulina indicó que no había diferencias en la dureza, la gomosidad, la elasticidad, la cohesividad y la masticabilidad de las salchichas enriquecidas con inulina en comparación con el control (Ferjančič et al., 2021).

(García et al., 2006) investigaron el efecto de la inulina en polvo y del gel de inulina en las propiedades texturales de la mortadela convencional (23% de grasa) y reducida en grasa (10% de grasa), en un producto cárnico cocido español. El análisis del perfil de textura mostró que la inulina en polvo aumentaba la dureza, en particular en los embutidos reducidos en grasa, incluso a un nivel de incorporación del 2,5%. Sin

embargo, los parámetros de textura sólo cambiaron cuando se incorporaron altos niveles de inulina (7,5%) en forma de gel. A pesar de los efectos negativos observados en la textura, la aceptabilidad general fue buena en todas las muestras.

La incorporación de inulina en los productos cárnicos registró influencias en el contenido de humedad. La incorporación de inulina aumentó significativamente el contenido de humedad de las salchichas fermentadas en comparación con las muestras de control (Berizi, et. al., 2017; Özer, 2019). Sin embargo, (Choi et al., 2016) informaron de que la adición de fibra de achicoria disminuyó significativamente ($p < 0,01$) el contenido de humedad y grasa de las salchichas reestructuradas. En un estudio realizado por (Gadekar et al., 2017), la adición de inulina no afectó al contenido de humedad del producto cárnico de cabra reestructurado.

Los fructooligosacáridos (FOS) también han sido usados como sustitutos de la grasa en las salchichas cocidas fermentadas, en concentraciones de 3%, 6% o 9%, durante la fabricación y almacenamiento de las mismas. Los resultados obtenidos demuestran que el uso de FOS como sustituto de grasa, reduce la misma en un 40%, no afectando ni las propiedades tecnológicas ni las sensoriales en este tipo de producto, a diferencia de la reducción de grasa sin sustituto. Por lo que el uso de FOS ha demostrado ser una buena alternativa para el desarrollo de productos más saludables con una calidad aceptable (Dos Santos et al., 2012). Resultados similares se obtuvieron en salchichas cocidas convencionales (Cáceres et al., 2004).

Tabla 4 Embutidos cocidos enriquecidos con fibra dietética

Productos	Fibra dietética	Impacto en el producto	Referencia
Mortadela ligera y Salchicha Frankfurt baja en grasa	Fibra de avena	Reducir grasa	(Steenblock et al., 2001)
Salchichas cocidas	Fructooligosacáridos de cadena corta	Reducir grasa	(Cáceres et al., 2004)
Mortadela	Inulina	Reducir grasa	(García et al., 2006)
Salchichas reestructuradas	Inulina	Reemplazar grasa	(Choi et al., 2016)
Embutidos tipo emulsión	Inulina	Reemplazar grasa	(Berizi et. al, 2017)
Salchichas de pollo	Inulina	Sustituir de grasa	(Alaei et al., 2018)
Salchichas de cerdo estilo Thai	Inulina	Reducir grasa	(Prapasuwannakul, 2018)
Salchicha de pollo	Inulina	Sustituir grasa	(Alaei et al., 2018)
Embutido fermentado	Beta glucanos	Inhibir oxidación lipídica	(Yuca et al., 2019)
Salchichas cocidas bajas en grasa	Inulina; una mezcla de hidrocoloides; proteína de soja y proteína de colágeno	Reemplazar grasa	(Nasonova & Tunieva, 2019)
Salchicha de pollo	β -glucano e inulina	Reducir nivel de aflatoxina B1	(Chaharaein et al., 2021)
Salchichas de pollo	Inulina	Sustituir parcial y/o total de grasa	(Araujo et al., 2021)
Salchichas de pollo tipo bologna	Inulina, fibra de avena o psillyum	Reducir contenido de grasa	(Ferjančič et al., 2021)



5. CONCLUSIONES

En los últimos años se ha empleado cada vez más las fibras dietéticas en la elaboración de diferentes productos alimenticios, ya que se ha demostrado los beneficios que aportan las mismas para prevenir una serie de enfermedades, aunque bien es cierto, que es necesario que el consumidor conozca un poco más sobre estos beneficios, para así contribuir a una mejora de la salud de la población de manera general. En esta revisión, se ha reunido la información pertinente relacionada con los productos cárnicos, específicamente los embutidos cocidos y secos, y se ha detallado cómo influyen en las propiedades tecnológicas de este tipo de producto, los diferentes tipos de fibras, ya sean solubles e insolubles, y dentro de la categoría de fibras solubles las que presentan una alta capacidad de retención de agua y alto poder espesante y viceversa. Las fuentes tradicionales de FD añadidas a los productos cárnicos son los cereales, frutas, entre otras. Actualmente, las formulaciones comprenden combinaciones de fibras alimentarias, dependiendo de las características tecnológicas que se quieran obtener en el producto final, pues el uso de un solo tipo de fibra también ejerce efectos positivos. La mayoría de las fibras dietéticas se usan actualmente para reducir el contenido de grasas, sal y así obtener productos cárnicos más saludables. En la mayoría de los casos, las formulaciones pueden ajustarse de manera que se ofrezcan beneficios sensoriales y funcionales-tecnológicos adicionales (fijación de la humedad, capacidad de emulsión, y retención de agua, palatabilidad, color). En algunos casos, también se puede mejorar el sabor. Los consumidores reconocen que su salud puede mejorarse a través de la dieta y esta revisión demostró que, como resultado, existe una tendencia al uso creciente de productos que contienen fibras dietéticas entre los consumidores. De hecho, en estos momentos, el uso de fibra dietética en la elaboración de productos cárnicos se está generalizando, de ahí que los fabricantes busquen mejorar las propiedades funcionales y tecnológicas de sus productos. Con el compromiso tanto de los consumidores como de los fabricantes, el uso de la fibra dietética contribuirá sin duda a mejorar la salud de la población. También contribuirá a mejorar las propiedades funcionales de muchos productos cárnicos, al tiempo que fomentará la utilización de las materias primas disponibles en otros sectores de la industria alimentaria.

El enriquecimiento en fibras es algo complejo, que necesita un estudio detallado, y que dependerá del producto que queramos enriquecer, y del tipo o tipos de fibra a utilizar, sin embargo, no resulta tan malo ya que disponemos de multitud de fibras para adaptarlas a nuestras necesidades.



6. BIBLIOGRAFÍA

- AECOSAN. (2019). Tabla de Declaraciones Nutricionales Autorizadas En El Anexo Del Reglamento (Ce) N° 1924/2006. *Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar*, 1–5. http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Tabla_declaraciones_NUTRICIONALES_autorizadas.pdf.
- Afshin, A., et al. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 393(10184), 1958–1972. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30041-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8).
- Alaei, F., Hojjatoleslami, M., & Hashemi Dehkordi, S. M. (2018). The effect of inulin as a fat substitute on the physicochemical and sensory properties of chicken sausages. *Food Science & Nutrition*, 6(2), 512–519. <https://doi.org/10.1002/fsn3.585>.
- Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Quality characteristics of a non-fermented dry-cured sausage formulated with lemon albedo. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(15), 2077–2084. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1912>.
- Alshahrani, S., Fraser, G., Sabaté, J., Knutsen, R., Shavlik, D., Mashchak, A., Lloren, J., & Orlich, M. (2019). Red and Processed Meat and Mortality in a Low Meat Intake Population. *Nutrients*, 11(3), 622. <https://doi.org/10.3390/nu11030622>.
- Appel, L. J., & Anderson, C. A. M. (2010). Compelling evidence for public health action to reduce salt intake. *New England Journal of Medicine*, 362(7), 650–652. <https://doi.org/10.1056/NEJMe0910352>.
- Araujo Chapa, A. P. (2018). *Universidad autónoma de nuevo león*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Babio, N., Balanza, R., Basulto, J., Bulló, M., & Salas-Salvadó, J. (2010). Dietary fibre: Influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile. *Nutricion Hospitalaria*, 25(3), 327–340. <https://doi.org/10.3305/nh.2010.25.3.4459>.
- Balestra, F., Bianchi, M., & Petracci, M. (2019). Applications in meat products. In *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications* (pp. 313–344). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816495-2.00010-1>.
- Berizi, E (Berizi, E.) [1]; Shekarforoush, SS (Shekarforoush, S. S.) [2]; Mohammadinezhad, S (Mohammadinezhad, S.) [1]; Hosseinzadeh, S (Hosseinzadeh, S.) [2]; Farahnaki, A (Farahnaki, A. . (2017). The use of inulin as fat replacer and its effect on texture and sensory properties of emulsion type sausages. *Iranian journal of veterinary reasearch*, 18(4), 253–257.
- Biesalski, H.-K. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509–524



- <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.017>.
- Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., & Selgas, M. D. (2004). The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*, 68(1), 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.02.008>.
- Câmara, A. K. F. I., Paglarini, C. de S., Vidal, V. A. S., dos Santos, M., & Pollonio, M. A. R. (2020). Meat products as prebiotic food carrier. *Advances in Food and Nutrition Research*, 94, 223–265. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.009>.
- Cámara Hurtado, M., et al. (2020). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre la aplicación en España del sistema Nutri-Score de información sobre la calidad nutricional de los alimentos. *Revista Del Comité Científico de La AESAN*, 31, 77–97.
- Chau, C.-F., & Huang, Y.-L. (2003). Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of citrus sinensis L. Cv. Liucheng. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(9), 2615–2618. <https://doi.org/10.1021/jf025919b>.
- Choi, H.-S., Choi, H.-G., Choi, Y.-S., Kim, J.-H., Lee, J.-H., Jung, E.-H., Lee, S.-H., Choi, Y.-I., & Choi, J.-S. (2016). Effect of chicory fiber and smoking on quality characteristics of restructured sausages. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(1), 131–136. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.131>.
- Crowe, W., Elliott, C. T., & Green, B. D. (2019). A review of the in vivo evidence investigating the role of nitrite exposure from processed meat consumption in the development of colorectal cancer. *Nutrients*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/nu11112673>.
- Cunningham, J., Nguyen, V., Adorno, P., & Droulez, V. (2015). Nutrient composition of retail samples of Australian beef sausages. *Nutrients*, 7(11), 9602–9617. <https://doi.org/10.3390/nu7115491>.
- Dellavalle, C. T., Xiao, Q., Yang, G., Shu, X. O., Aschebrook-Kilfoy, B., Zheng, W., Lan Li, H., Ji, B. T., Rothman, N., Chow, W. H., Gao, Y. T., & Ward, M. H. (2014). Dietary nitrate and nitrite intake and risk of colorectal cancer in the Shanghai Women's Health Study. *International Journal of Cancer*, 134(12), 2917–2926. <https://doi.org/10.1002/ijc.28612>.
- Domínguez, R., Munekata, P. E., Pateiro, M., López-Fernández, O., & Lorenzo, J. M. (2021). Immobilization of oils using hydrogels as strategy to replace animal fats and improve the healthiness of meat products. *Current Opinion in Food Science*, 37, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.005>.
- Dos Santos, Campagnol, P. C. B., Pacheco, M. T. B., & Pollonio, M. A. R. (2012). Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages.



- International Journal of Food Science & Technology*, 47(6), 1183–1192.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02958.x>.
- EFSA. (2010). *EFSA establece valores dietéticos de referencia para el consumo de nutrientes*. 25/03/2010.
https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/noticias_efsas/2010/valores_nutrientes.htm.
- El Parlamento europeo y del consejo. (2011). Reglamento 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 18–63.
- Ferjančič, B., Kugler, S., Korošec, M., Polak, T., & Bertonec, J. (2021). Development of low-fat chicken bologna sausages enriched with inulin, oat fibre or psyllium. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1818–1828.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.14808>.
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2007). Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages. *European Food Research and Technology*, 226(1–2), 1–6.
<https://doi.org/10.1007/s00217-006-0501-z>.
- Fraqueza, M. J., Laranjo, M., Elias, M., & Patarata, L. (2021). Microbiological hazards associated with salt and nitrite reduction in cured meat products: control strategies based on antimicrobial effect of natural ingredients and protective microbiota. *Current Opinion in Food Science*, 38, 32–39.
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.027>.
- Gadekar, Y. P., Sharma, B. D., Shinde, A. K., Das, A. K., & Mendiratta, S. K. (2017). Effect of incorporation of functional ingredients on quality of low fat restructured goat meat product. *Nutrition & Food Science*, 47(5), 731–740.
<https://doi.org/10.1108/NFS-09-2016-0143>.
- García, M. L., Cáceres, E., & Selgas, M. D. (2006). Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(10), 1207–1215.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01186.x>.
- García, M. L., Dominguez, R., Galvez, M. D., Casas, C., & Selgas, M. D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60(3), 227–236. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00125-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00125-5).
- Glisic, M., Baltic, M., Glisic, M., Trbovic, D., Jokanovic, M., Parunovic, N., Dimitrijevic, M., Suvajdzic, B., Boskovic, M., & Vasilev, D. (2019). Inulin-based emulsion-filled gel as a fat replacer in prebiotic- and PUFA-enriched dry fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(3), 787–797



- <https://doi.org/10.1111/ijfs.13996>.
- Gomez, M. (2021). *Fibras*. Innograin. <https://innograin.uva.es/2021/12/21/fibras/>.
- Han, M., & Bertram, H. C. (2017). Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat Science*, 133(July), 159–165.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.001>
- Helal, A., Dyab, N., & Alnemr, T. (2018). Enhanced Functional, Sensory, Microbial and Texture Properties of Low-Fat Set Yogurt Supplemented With High-Density Inulin. *Journal of Food Processing & Beverages*, 6(1), 01–11.
<https://doi.org/10.13188/2332-4104.1000020>
- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. (2017). Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 59, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.016>.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., & Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1), 5–13.
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00053-5).
- Jiménez-Colmenero, F., & Delgado-Pando, G. (2013). Fibre-enriched meat products. In *Fibre-Rich and wholegrain Foods* (pp. 329–347). Elsevier.
<https://doi.org/10.1533/9780857095787.4.329>
- Karimi, R., Azizi, M. H., Ghasemlou, M., & Vaziri, M. (2015). Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydrate Polymers*, 119, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.11.029>
- Kaur, R., & Sharma, M. (2019). Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. *Journal of Functional Foods*, 62(August), 103527. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103527>
- Kim, H. J., & Paik, H.-D. (2012). Functionality and Application of Dietary Fiber in Meat Products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 32(6), 695–705.
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.6.695>
- Kumar, Y. (2021). Development of low-fat/reduced-fat processed meat products using fat replacers and analogues. *Food Reviews International*, 37(3), 296–312.
<https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1704001>
- Lazaridou, A., & Biliaderis, C. G. (2007). Molecular aspects of cereal β -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects. *Journal of Cereal Science*, 46(2), 101–118.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.05.003>
- Li, Y. O., & Komarek, A. R. (2017). Dietary fibre basics: Health, nutrition, analysis, and



- applications. *Food Quality and Safety*, 1(1), 47–59.
<https://doi.org/10.1093/fqs/fyx007>
- Martínez, P. J., Bedia, M., Méndez, L., & Bañón, S. (2009). Contribución de la etapa de secado a la maduración de la longaniza crudo-curada fermentada. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 25(0), 123–134.
<http://revistas.um.es/analesvet/article/view/100251/95701>
- Matthews, K., Maureen, S., & Blades, M. (2003). Survey of the nutritional content of meat products on sale in Scotland from butchers' shops and multiple retailers. *Nutrition & Food Science*, 33(3), 98–104. <https://doi.org/10.1108/00346650310476087>
- Ministerio de la Presidencia. (2014). Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos. *Boe*, 147, 46058–46078.
https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6435
- Munekata, P. E., Pateiro, M., Domínguez, R., Santos, E. M., & Lorenzo, J. M. (2021). Cruciferous vegetables as sources of nitrate in meat products. *Current Opinion in Food Science*, 38, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.021>
- Nasonova, V. V., & Tunieva, E. K. (2019). A comparative study of fat replacers in cooked sausages. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 333(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012085>
- Özer, C. O. (2019). Utilization of Jerusalem artichoke powder in production of low-fat and fat-free fermented sausage. *Italian Journal of Food Science*, 31(2), 301–310.
<https://doi.org/https://doi.org/10.14674/IJFS-1354>
- Pateiro, M., Munekata, P. E., Cittadini, A., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2021). Metallic-based salt substitutes to reduce sodium content in meat products. *Current Opinion in Food Science*, 38, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.029>
- Pires, M. A., Munekata, P. E. S., Baldin, J. C., Rocha, Y. J. P., Carvalho, L. T., dos Santos, I. R., Barros, J. C., & Trindade, M. A. (2017). The effect of sodium reduction on the microstructure, texture and sensory acceptance of Bologna sausage. *Food Structure*, 14(July), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.002>
- Prapasuwannakul, N. (2018). Characteristics of reduced-fat thai pork sausage with inulin addition. *ETP International Journal of Food Engineering*, 4(4), 322–326.
<https://doi.org/10.18178/ijfe.4.4.322-326>
- Ruusunen, M., & Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70(3 SPEC. ISS.), 531–541.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.016>
- Salazar, P., García, M. L., & Selgas, M. D. (2009). Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels.



- International Journal of Food Science & Technology*, 44(6), 1100–1107.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01923.x>
- Sánchez-Muniz, F. J. (2012). Dietary fibre and cardiovascular health. *Nutrición Hospitalaria : Organo Oficial de La Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*, 27(1), 31–45. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5560>
- Santos, J. M., Ignácio, E. O., Bis-Souza, C. V., & Silva-Barretto, A. C. da. (2021). Performance of reduced fat-reduced salt fermented sausage with added microcrystalline cellulose, resistant starch and oat fiber using the simplex design. *Meat Science*, 175(January), 108433.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108433>
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., Shakeel, A., Ansari, A., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444–454.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>
- Shogo, I., Qiu, L., Feng, Q., Dupre, M. E., & Gu, D. (2021). Healthy diet. En D. Gu & M. E. Dupre (Eds.) *Encyclopedia of Gerontology and Population Aging* (pp. 1–8). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69892-2_126-1
- Slavin, J. (2013). Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417–1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>
- Steenblock, R. L., Sebranek, J. G., Olson, D. G., & Love, J. A. (2001). The effects of oat fiber on the properties of light bologna and fat-free frankfurters. *Journal of Food Science*, 66(9), 1409–1415. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15223.x>
- Stewart, M. L., & Schroeder, N. M. (2013). Dietary treatments for childhood constipation: Efficacy of dietary fiber and whole grains. *Nutrition Reviews*, 71(2), 98–109.
<https://doi.org/10.1111/nure.12010>
- Verma, A. K., & Banerjee, R. (2010). Dietary fibre as functional ingredient in meat products: a novel approach for healthy living — a review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(3), 247–257. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0039-8>
- Virtanen, H. E. K., Voutilainen, S., Koskinen, T. T., Mursu, J., Kokko, P., Ylilauri, M. P. T., Tuomainen, T.-P., Salonen, J. T., & Virtanen, J. K. (2019). Dietary proteins and protein sources and risk of death: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 109(5), 1462–1471.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz025>
- WHO. (2014). European food and nutrition action plan 2015 – 2020. *WHO Regional Office for Europe, September 2014*, 24. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329405>



- Yousefi, M., Khorshidian, N., & Hosseini, H. (2018). An overview of the functionality of inulin in meat and poultry products. *Nutrition & Food Science*, 48(5), 819–835. <https://doi.org/10.1108/NFS-11-2017-0253>
- Zanardi, E., Dorigoni, V., Badiani, A., & Chizzolini, R. (2002). Lipid and colour stability of Milano-type sausages: Effect of packing conditions. *Meat Science*, 61(1), 7–14. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00152-8)
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G. ., & Chizzolini, R. (2000). Oxidative stability of lipids and cholesterol in salame Milano, coppa and Parma ham: dietary supplementation with vitamin E and oleic acid. *Meat Science*, 55(2), 169–175. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00140-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00140-0)
- Zinina, O., Merenkova, S., Tazeddinova, D., Rebezov, M., Stuart, M., Okuskhanova, E., Yessimbekov, Z., & Baryshnikova, N. (2019). Enrichment of meat products with dietary fibers: A review. *Agronomy Research*, 17(4), 1808–1822. <https://doi.org/10.15159/AR.19.163>