

Hongos comestibles: Un ingrediente alternativo en la formulación de productos cárnicos

Edible mushrooms: A healthy alternative in the formulation of meat products.

Magdalena Isabel Cerón-Guevara ^{a*}, Eva María Santos-López ^a, Iraís Sánchez-Ortega ^a, Esmeralda Rangel-Vargas ^a, José Antonio Rodríguez-Ávila ^b, Israel Samuel Ibarra-Ortega ^b

^a Área Académica de Química en Alimentos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

^b Área Académica de Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

Resumen

Actualmente el consumo de productos cárnicos se ha relacionado con el riesgo de aparición de enfermedades crónicas, tales como enfermedades cardiovasculares, cáncer, hipertensión, diabetes y obesidad. Esto debido al alto contenido de grasa, nula cantidad de fibra y la adición de aditivos químicos que contienen los productos cárnicos comerciales. La creciente preocupación por la salud marca la demanda de los consumidores por la disponibilidad de alimentos saludables, esto conduce a generar nuevas alternativas a partir de fuentes naturales. Bajo este contexto, los hongos comestibles se consideran una excelente alternativa como ingrediente en las formulaciones de productos cárnicos, debido a que son fuente importante de nutrientes, principalmente por su alto contenido de carbohidratos (fibra), de proteína (aminoácidos esenciales), así como su bajo contenido calórico y de grasa. Así pues, la adición de hongos comestibles en productos cárnicos puede mejorar la calidad nutricional de los productos cárnicos.

Palabras Clave:

Enfermedades crónicas, productos cárnicos, hongos comestibles, salud, componentes funcionales.

Abstract

Currently, the consumption of meat products has been related to the risk of chronic diseases, such as cardiovascular diseases, cancer, hypertension, diabetes and obesity. This is due to the high fat content, absence of fiber and the addition of chemical additives present in the commercial meat products. It is also related to a high intake of this type of food and the modern lifestyle. The growing concern for health increases the consumer demand for the availability of healthy foods, leading to generate new alternatives from natural sources. Under this context, edible mushrooms are considered an excellent alternative as an ingredient in the formulations of meat products, because they are an important source of nutrients, mainly because of their high content of carbohydrates (fiber), protein (amino acids), as well as its low caloric and fat content. The addition of edible mushrooms in meat products can improve nutritional quality of meat products.

Keywords:

Chronic diseases, meat products, edible mushroom, health, and functional components.

1. Introducción

El consumo de carne se relaciona con factores geográficos, económicos o de acuerdo con el nivel de urbanización. En México el consumo de carne depende de las condiciones

económicas por las que pase el país, en los últimos años ha aumentado, indicando que se consume en promedio más de 65.1 kg de carne por año, principalmente carne de pollo, cerdo y res (SIAP, 2016). La carne y los productos cárnicos, en el aspecto nutricional se caracterizan por su importante aporte de

*Autor para la correspondencia: ce130148@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: ce130148@uaeh.edu.mx (Magdalena Cerón Guevara.), emsantos@uaeh.edu.mx (Eva María Santos López), irais_sanchez5498@uaeh.edu.mx (Iraís Sánchez Ortega), esme_ran70@hotmail.com (Esmeralda Rangel Vargas), jarauaeh@gmail.com (José Antonio Rodríguez Ávila), isio.uaeh@gmail.com (Israel Samuel Ibarra Ortega).

proteína. También tienen alto contenido de grasa, principalmente grasa saturada. Además, tiene un alto contenido de vitaminas y minerales. Sin embargo, la imagen de alimento saludable ha cambiado, considerando su consumo como un factor de alto riesgo para padecer enfermedades crónicas, por su alta cantidad de grasa saturada, sal y nulo aporte de fibra (Decker y Park, 2010; Grasso et al., 2014). Es por ello, por lo que la industria cárnica ha considerado aplicar algunas alternativas saludables, como la sustitución y/o disminución de sodio, grasa, aditivos químicos, así como la adición de proteína de fuentes vegetales y de fibra durante el procesamiento de productos cárnicos (Hathwar et al., 2012; Olmedilla-Alonso et al., 2013).

Relacionado a lo anterior, los hongos comestibles se han considerado como una fuente natural alternativa. Desde el punto de vista nutricional destacan por su alto contenido de fibra, de proteína, bajo aporte de grasa y sodio (Wan Rosli, Nor Maihiza, y Raushan, 2015; Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016; Corrêa et al., 2016). Además, se ha reportado que contienen compuestos funcionales con propiedades cardiovasculares, antivirales, antibacterianas, antidiabéticas, hepatoprotectoras y antitumorales (Carrasco-González, Serna-Saldívar, y Gutiérrez-Urbe, 2017; Roncero-Ramos y Delgado-Andrade, 2017; Cheung, 2013). Por tanto, esta revisión se enfoca en considerar a los hongos comestibles como una estrategia para mejorar la calidad de los productos cárnicos por su adición en las formulaciones cárnicas.

2. Problemas de salud relacionados con el consumo de carne y productos cárnicos

La carne se considera como una fuente de nutrientes esenciales para un óptimo desarrollo humano (Higgs, 2000). Debido a su alto contenido de proteína, grasa, minerales y vitaminas (Ledesma et al., 2016). El contenido de proteína en la carne puede variar, en promedio es del 22 %, se distingue por su contenido de aminoácidos esenciales.

Sin embargo, su consumo se asocia con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, si se da una alta ingesta de carne roja y/o productos cárnicos (más de ocho porciones por mes). El patrón dietético alto en carnes rojas y productos cárnicos en conjunto, con una baja ingesta de frutas y verduras, así como un estilo de vida sedentaria, el hábito de fumar y un alto consumo de alcohol predispone hasta con un 22 % más de riesgo a padecer enfermedades cardiovasculares (Teixeira et al., 2007). La ingesta diaria de grasas saturadas se relaciona con el riesgo de cardiopatía coronaria y puede promover el tejido adiposo blanco. Esto origina la liberación de proteínas inflamatorias (citoquinas y quimiocinas) que inducen la resistencia a la insulina, por tanto, aumenta el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular, síndrome metabólico y diabetes (Haffner, 2006). De tal manera que se ha considerado mejorar la composición de ácidos grasos de la carne y productos cárnicos. La carne contiene principalmente ácido mirístico, ácido palmítico y ácido esteárico. Por tanto, los grandes consumidores de carne (285 g/ día) tienen también altas ingestas de colesterol.

La ingesta de carne y productos cárnicos también favorecen significativamente el riesgo de padecer cáncer de colon con la ingesta de carne procesada (Biesalski, 2005). En general, se ha relacionado la carcinogenicidad de la carne al tipo de carne

consumida (roja o procesada), el método de cocción aplicado, la porción consumida y la genética individual de riesgo del consumidor. Por otra parte, el hierro es un elemento presente en los productos cárnicos y es importante para la salud humana, la deficiencia de hierro afecta funciones biológicas, como alteraciones en el crecimiento y desarrollo infantil. Sin embargo, una ingesta alta puede causar daños a la mucosa intestinal, provocando un mayor riesgo de cáncer colorrectal (Balder et al., 2006). Los compuestos principales responsables de la carcinogénesis son los hidrocarburos aromáticos policíclicos y aminor heterocíclicas. Aproximadamente el 80 % de los casos de cáncer de colon son causados por una dieta modificable y factores de estilo de vida (Oostindjer et al., 2014; Moore et al., 2017). Por tanto, la dieta es uno de los principales factores de riesgo para padecer ciertas enfermedades crónicas. Este riesgo podría disminuir al adoptar una ingesta de alimentos más saludables, así como la adición y/o sustitución de ingredientes naturales en formulaciones cárnicas se podría mejorar la calidad nutricional de los productos cárnicos con la adición de ingredientes saludables, así como también poder disminuir el contenido de sal y grasa en las formulaciones cárnicas.

3. Tendencias de la industria cárnica

Actualmente el consumidor exige alimentos más saludables, carne y productos cárnicos con bajo nivel de grasa, colesterol, de sodio y nitrito, composición mejorada del perfil de ácidos grasos y adición de fibra. Prestando atención al desarrollo de carne y productos cárnicos con propiedades fisiológicas para promover la salud y la prevención del riesgo de enfermedades crónicas (Olmedilla-Alonso et al., 2013). Por tanto, la industria cárnica se ha adaptado a estas necesidades ofreciendo ingredientes naturales como nuevas alternativas con efecto benéfico a la salud en sus formulaciones cárnicas, mejorando a su vez su calidad nutricional.

Últimamente los ingredientes no cárnicos han sido ampliamente empleados en productos cárnicos para reducir los costos de los productos y mejorar su funcionalidad, clasificándolos como: alimentos funcionales. Entre ellos, incluyen proteínas vegetales, fibras dietéticas, hierbas, especias y probióticos que pueden aumentar el valor nutricional y a su vez proporcionar beneficios para la salud humana.

Otra alternativa es el desarrollo de análogos o sustitutos cárnicos, definidos como productos alimenticios semejantes en apariencia y calidad nutricional a ciertos tipos de carne, están elaborados de proteína no animal (proteína de soja, hongos comestibles, albúmina de huevo, gluten de trigo, gomas) (Kumar et al., 2017). Para la industria esta opción es atractiva al ser de más bajo costo, de inicio se enfocó su desarrollo a la población de escasos recursos y por ciertas restricciones alimenticias por cuestiones de religión. Actualmente este tipo de productos se consideran como una opción saludable en la dieta (Olmedilla-Alonso et al., 2013; Kumar et al., 2017).

Teniendo en cuenta que el alto contenido de grasa genera el riesgo de padecimiento de enfermedades crónicas. La industria cárnica ha desarrollado reemplazantes de grasa o sustitución parcial de la grasa animal de producto con otra más acorde con las recomendaciones de salud. Empleando principalmente sustitutos de origen vegetal para mejorar el perfil de ácidos

grasos (Cengiz y Gokoglu, 2007; Zhang et al., 2010; Hathwar et al., 2012).

En los países industrializados, los productos procesados constituyen una de las principales fuentes de sodio en su dieta habitual, generando un problema de salud. Como alternativa de mejora se han empleado sustitutos de sal, en particular el cloruro de potasio (KCl) solo o en combinación con otros cloruros alternativos como calcio, magnesio o litio, incrementando el sabor del producto cárnico (Inguglia et al., 2017). También se han empleado fuentes vegetales como algas marinas y hongos comestibles por su característico sabor umami que puede contrarrestar la disminución o sustitución de sal.

El creciente interés por la adición de fibra ha llevado a las empresas cárnicas al desarrollo de productos enriquecidos en fibra (Cheung, 2013). Las fuentes empleadas generalmente son granos de cereales, algas marinas, cáscaras de frutas, hongos comestibles. Otra alternativa es mejorar la calidad de la proteína en los productos cárnicos, adicionando proteínas vegetales, como la proteína de soja, el gluten de trigo, cacahuete, cártamo, de cereales (albúminas, globulinas, gliadinas, glutelinas) y actualmente se han empleado hongos comestibles. Esto a su vez mejora las propiedades estructurales y sensoriales de los productos cárnicos. Por ejemplo, en salchicha y carne para hamburguesa donde se han empleado algas, hongos comestibles, entre otros. (Akesowan, 2016; Parniakov et al., 2018).

4. Propiedades nutricionales y benéficas de los hongos comestibles

Durante mucho tiempo los hongos comestibles han formado parte de la dieta humana, han sido considerados como ingredientes de alto valor nutricional y con efecto funcional en la salud humana (Moon y Lo, 2014). Se estima que la biodiversidad de hongos mexicana es más de 1000,000 especies, de las cuales se conocen 200 especies de hongos comestibles de uso popular y 112 de mayor venta en el mercado. Las especies más consumidas y cultivadas de acuerdo con Reis et al. (2012) son *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, seguidas de *Lentinus edodes* y *Flammulina velutipes*, *Amanita caesaria*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Tricholoma magnivelare*, *Lactarius deliciosus* y *Tuber melanosporum*.

Los hongos comestibles tienen un alto contenido de agua (82 %-92 %), son bajos en calorías y grasa, contienen en peso seco entre 10% a 30 % de proteína. El contenido de aminoácidos oscila entre 34 a 47 %, destacando treonina, valina, lisina, leucina, isoleucina y triptófano (Reis et al., 2012). Son también fuente de vitaminas como riboflavina, niacina, vitamina C, vitamina A, vitamina K, tiamina, ácido ascórbico y ácido pantoténico.

En cuanto a la presencia de carbohidratos en hongos comestibles es de 35 a 70 % en peso fresco. Contienen un alto nivel de oligosacáridos, los polisacáridos presentes son quitina, manitol y trehalosa. Además, contienen de 4 a 13 % de β -glucanos, presentes como fibra dietética total, considerado como uno de los grupos más investigados de moléculas bioactivas (He et al., 2014).

La cantidad de ácidos grasos es baja (2-8 % en peso seco). El nivel de ácidos grasos poliinsaturados en comparación con

los saturados es alto, constituyendo más del 75 % de los ácidos grasos totales, de los cuales el ácido palmítico, ácido oleico y linoleico son los más importantes (Reis et al., 2012). Respecto a la presencia de minerales resaltan el potasio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, selenio y calcio.

Se ha puesto gran interés en los compuestos bioactivos que poseen los hongos y que han demostrado efecto benéfico a la salud humana. Entre los compuestos bioactivos que contienen los hongos son polisacáridos, proteínas, compuestos fenólicos (flavonoides, lignanos y ácidos fenólicos), ligninas, triterpenos. Responsables de las propiedades medicinales con capacidad antioxidante, inmunoreguladora, anticancerígena, antiglicémica y hepatoprotectora (Carrasco-González, Serna-Saldívar, y Gutiérrez-Urbe, 2017; Cheung, 2013; Roncero-Ramos y Delgado-Andrade, 2017).

Los polisacáridos presentes en los hongos comestibles presentan actividad antitumoral, antiviral e inmunomoduladora, representados por quitina, celulosa, β -glucanos y complejos polisacáridos-proteína. Estos polisacáridos al no ser digeridos por enzimas humanas se consideran como fibra dietética, que puede favorecer la motilidad intestinal y disminuir la incidencia de cáncer de colon (Cheung, 2013). Las lectinas presentes en los hongos se unen a los azúcares, mostrando capacidad inmunomoduladora, antitumoral, hipoglicémica (El Enshasy et al., 2013). Considerando que el contenido de cada nutriente y compuestos bioactivos dependen de la especie, sustrato de cultivo, condiciones de almacenamiento y proceso (Wolfer et al., 2018).

5. Utilización de hongos comestibles como ingrediente alternativo en productos cárnicos

Los retos de la industria cárnica se orientan en el desarrollo de productos nutritivos, inocuos y de buena calidad organoléptica. Principalmente se enfoca en la reformulación por medio de la adición de ingredientes funcionales. Ante la innovación de productos con potencial funcional hacen que materias primas como los hongos comestibles se consideren relevantes en la industria de alimentos. Por su disponibilidad y composición nutricional pueden emplearse para la elaboración de diversos productos que aporten características sensoriales atractivas para los consumidores (Jaramillo et al., 2011).

Actualmente poco se ha publicado respecto a la aplicación de hongos comestibles en alimentos procesados, sobre todo en productos cárnicos. En general se han utilizado de manera directa como ingrediente en productos horneados (pan, muffin, galletas), en carne para hamburguesa de cerdo, análogos de carne, sopas y bebidas (Moon and Lo, 2014). Sin embargo, han mostrado potencial para ser ingredientes benéficos en el desarrollo de nuevos productos.

Algunos de los hongos comestibles como *Agaricus bisporus*, *Shiitake*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes*, *Tricholoma matsutake* y *Tremella fuciformis* se han añadido en productos cárnicos, como ingrediente funcional, mostrando de manera general como resultado efecto favorable en la textura, jugosidad y capacidad de retención de grasa, así como su funcionalidad y aceptación sensorial (Moon and Lo 2014). La proteína presente en los hongos es de naturaleza fibrosa y su incorporación proporciona masticabilidad de los productos. Los hongos comestibles podrían contribuir para cumplir con

los requerimientos diarios de proteínas, minerales y vitaminas (Kumar et al., 2017).

Debido al aporte característico del sabor umami de los hongos comestibles, se pueden emplear como un sustituto saludable en productos cárnicos para disminuir la sal sin pérdida del sabor característico del producto (Guinard et al., 2016). Se ha demostrado que la adición de hongos en formulaciones cárnicas durante su almacenamiento no afecta en gran medida el aspecto sensorial, favorece la inhibición de la oxidación lipídica y reduce el crecimiento microbiológico. La presencia de compuestos fenólicos en hongos evita la oxidación lipídica y crecimiento microbiano, con lo cual se podría disminuir el contenido de nitrito en los productos cárnicos (Pil-Nam et al. 2015).

6. Conclusiones

No hay duda sobre la importancia de los alimentos para la salud humana y la necesidad de controlar los ingredientes. La carne y productos cárnicos son esenciales en la dieta diaria. A consecuencia de los efectos negativos hacia la salud por una alta ingesta de estos productos en conjunto con el estilo de vida conduce a la necesidad de generar cambios en la composición de este tipo de alimentos, diseñando alimentos reformulados para tener propiedades específicas.

En contexto, la propuesta de adición de hongos comestibles en los productos cárnicos es una alternativa con potencial para el desarrollo de productos cárnicos saludables. Al ser añadido como ingrediente en las formulaciones se podría reducir de manera parcial el contenido de grasa y de sodio. Se complementarían el valor proteico debido a que los hongos contienen aminoácidos esenciales. Por otra parte, estarían enriquecidos con fibra. La presencia de compuestos bioactivos presentes en los hongos al ser añadidos a los productos cárnicos podría considerarlos como alimentos funcionales. Por tanto, este tipo de productos cárnicos tiene posibilidades de ser aceptado por los consumidores, ya que cumple con la demanda actual por alimentos más saludables.

Referencias

- Akesowan, A. (2016). Production and storage stability of formulated chicken nuggets using konjac flour and shiitake mushrooms. *Journal of Food Science and Technology*, 53(10), 3661–3674.
- Balder, H. F., Vogel, J., Jansen, M. C. J. F., Weijnenberg, M. P., van den Brandt, P. A., Westenbrink, S., van der Meer, R., et al. (2006). Heme and chlorophyll intake and risk of colorectal cancer in the Netherlands cohort study. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention: a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 15(4), 717–25.
- Biesalski, H. (2005). 'MEAT Meat as a Component of a Healthy Diet – Are There Any Risks or Benefits If Meat Is Avoided in the Diet?' 70: 509–24. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.017>.
- Cano-Estrada, Araceli, and Leticia Romero-Bautista. 2016. 'Valor Económico, Nutricional y Medicinal de Hongos Comestibles Silvestres'. *Revista Chilena de Nutrición* 43 (1): 75–80. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182016000100011>.
- Carrasco-González, Jorge Alberto, Sergio O. Serna-Saldívar, and Janet A. Gutiérrez-Urbe. 2017. 'Nutritional Composition and Nutraceutical Properties of the Pleurotus Fruiting Bodies: Potencial Use as Food Ingredient'. *Journal of Food Composition and Analysis*. Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.016>.
- Cengiz, E. and Gokoglu, N. (2007). Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 42: 366–372.
- Cheung, Peter C.K. 2013. 'Mini-Review on Edible Mushrooms as Source of Dietary Fiber: Preparation and Health Benefits'. *Food Science and Human Wellness*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2013.08.001>.
- Corrêa, Rúbia Carvalho Gomes, Tatiane Brugnari, Adelar Bracht, Rosane Marina Peralta, and Isabel C.F.R. Ferreira. 2016. 'Biotechnological, Nutritional and Therapeutic Uses of Pleurotus Spp. (Oyster Mushroom) Related with Its Chemical Composition: A Review on the Past Decade Findings'. *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.012>.
- Decker, Eric A., and Yeonhwa Park. 2010. 'Healthier Meat Products as Functional Foods'. *Meat Science*. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.021>.
- El Enshasy H.A., Hatti-Kaul R. (2013) Mushroom immunomodulators: unique molecules with unlimited applications. *Trends in Biotechnology*, 31(12): 668-677.
- Grasso, S., N. P. Brunton, J. G. Lyng, F. Lalor, and F. J. Monahan. 2014. 'Healthy Processed Meat Products - Regulatory, Reformulation and Consumer Challenges'. *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.006>.
- Guinard, Jean Xavier, Amy Myrdal Miller, Kelly Mills, Thomas Wong, Soh Min Lee, Chirat Sirimuangmoon, Sarah E. Schaefer, and Greg Drescher. 2016. 'Consumer Acceptance of Dishes in Which Beef Has Been Partially Substituted with Mushrooms and Sodium Has Been Reduced'. *Appetite* 105: 449–59. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.06.018>.
- Hathwar, S.C., Rai, A.K., Modi, V.K. et al.(2012). *J Food Sci Technol*. 49: 653. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0476-z>
- Haffner, S. M. (2006). The metabolic syndrome: inflammation, diabetes mellitus, and cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, 97(2A), 3A–11A. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.11.010>.
- He, J., Zhang, A., Ru, Q., Dong, D., Sun, P., (2014). Structural Characterization of a Water-Soluble Polysaccharide from the Fruiting Bodies of *Agaricus bisporus*. *International Journal of Molecular Science*, 15(1), 787-797.
- Higgs, J. (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 85–95.
- Inguglia Elena S., Zhang Zhihang, Tiwari Brijesh K., Kerry Joseph P., Burgess Catherine M.(2017).Salt reduction strategies in processed meat products – A review.*Trends in Food Science & Technology*.(59)70-78.
- Jaramillo, D.I., L.V. Yepes, G.A. Hincapie, A.M. Velasquez y L.M. Vélez. 2011. Desarrollo de productos a partir de la orellana (*Pleurotus ostreatus*). *Rev. Investig. Aplicadas* 5(2), 82-91.
- Kumar, Pavan, M. K. Chatli, Nitin Mehta, Parminder Singh, O. P. Malav, and Akhilesh K. Verma. 2017. 'Meat Analogues: Health Promising Sustainable Meat Substitutes'. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57 (5): 923–32. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>.
- Ledesma, Estefanía, Amanda Laca, Manuel Rendueles, and Mario Díaz. 2016. 'Texture, Colour and Optical Characteristics of a Meat Product Depending on Smoking Time and Casing Type'. *LWT - Food Science and Technology* 65: 172. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.077>.
- Moon, B., and Y. M. Lo. 2014. 'Conventional and Novel Applications of Edible Mushrooms in Today's Food Industry'. *Journal of Food Processing and Preservation*. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12185>.
- Moore, J. S.; Aulet, T. H. Colorectal Cancer Screening. *The Surg. Clin. North Am.*, 2017, 97(3), 487-502.
- Olmedilla-Alonso Begoña, Jiménez-Colmenero Francisco, Sánchez-Muniz Francisco J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods, *Meat Science*, 95(4),919-930.
- Oostindjer, M.; Alexander, J.; Amdam, G. V.; Andersen, G.; Bryan, N. S.; Chen, D.; Corpet, D. E.; De Smet, S.; Dragsted, L. O.; Haug, A.; Karlsson, A. H.; Kleter, G.; de Kok, T. M.; Kulseng, B.; Milkowski, A. L.; Martin, R. J.; Pajari, A. M.; Paulsen, J. E.; Pickova, J.; Rudi, K.; Sodring, M.; Weed, D. L.; Egelandsdal, B., The role of red and processed meat in colorectal cancer development: a perspective. *Meat Sci.*, 2014, 97(4), 583-596.
- Parniakov, O., Toepfl, S., Barba, F. J., Granato, D., Zamuz, S., Galvez, F., & Lorenzo, J. M. (2018). Impact of the soy protein replacement by legumes and algae based proteins on the quality of chicken rotti. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2552–2559.
- Pil-Nam, Seong, Kyoung Mi Park, Geun Ho Kang, Soo Hyun Cho, Beom Young Park, and Hoa Van-Ba. 2015. 'The Impact of Addition of Shiitake on Quality Characteristics of Frankfurter during Refrigerated Storage'. *LWT - Food Science and Technology* 62 (1): 62–68.

- <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.032>.
- Reis, Filipa S., Lillian Barros, Anabela Martins, and Isabel C.F.R. Ferreira. 2012. 'Chemical Composition and Nutritional Value of the Most Widely Appreciated Cultivated Mushrooms: An Inter-Species Comparative Study'. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2): 191–97. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.056>.
- Roncero-Ramos, Irene, and Cristina Delgado-Andrade. 2017. 'The Beneficial Role of Edible Mushrooms in Human Health'. *Current Opinion in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.04.002>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca (SAGARPA).(2017). *Elaboración de productos cárnicos*. Subsecretaría de Desarrollo Rural. www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/.../Manual%20Carne%20de%20Res%20Mexicana.pdf. Acceso Sept, 24,2017.
- Teixeira de Carvalho, A. A., Aparecida de Paulaa, R., Mantovani, H. C., & Alencar de Moraes, C. (2006). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by a lactic acid bacterium isolated from Italian salami. *Food Microbiology*, 23, 213–219.
- Wan Rosli, W. I., M. S. Nor Maihiza, and M. Raushan. 2015. 'The Ability of Oyster Mushroom in Improving Nutritional Composition, β -Glucan and Textural Properties of Chicken Frankfurter'. *International Food Research Journal* 22 (1): 311–17.
- Wolfer, T. L., Acevedo, N. C., Prusa, K. J., Sebranek, J. G., & Tarté, R. (2018). Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science*, 145, 352–362.
- Zhang, Wangang, Shan Xiao, Himali Samaraweera, Eun Joo, and Dong U Ahn. 2010. 'Improving Functional Value of Meat Products'. *MESC* 86 (1): 15–31. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.018>.