

Influencia de Especies Naturales en la Vida Útil y Aceptación Sensorial de Salchicha Bratwurst

Influence of Natural Spices in the Shelf Life and Sensory Acceptance of Sausage Bratwurst

Héctor Suárez Mahecha¹, Diego Alonso Restrepo Molina²
y Luz Adriana Carrasquilla Galeano³

Resumen. Se evaluó la salchicha Bratwurst, elaborada bajo cuatro formulaciones utilizando carne de bovino y cerdo y dos condimentaciones básicas. Las muestras de salchichas fueron calificadas por medio de análisis microbiológico, fisicoquímico y análisis sensorial. Los resultados microbiológicos reportan un producto estable, mostrando bajo crecimiento de microorganismos como efecto de las especias al final del periodo de almacenamiento. Los resultados fisicoquímicos indican diferencias en humedad, proteína, grasa, calorías y cloruros después del proceso de cocción. El nivel de proteína de los tratamientos T1 (carne de bovino y mezcla de especias 1) y T2 (mezcla de carne de cerdo y bovino con mezcla de especias 1) fue inferior al admitido por la regulación colombiana. Con respecto a las pruebas sensoriales los tratamientos T1 y T2 fueron los de mejor aceptación entre los jueces consumidores.

Palabras clave: Preservación, carne, nitratos, microbiología.

Abstract. The aim of this research was the production of sausage Bratwurst, using four meat formulations of beef, pork and mixture of them, and two basic seasonings. Microbiological, physicochemical analysis and sensory test of hedonic scale were made. The microbiological results showed a stable product, with low growth of microorganisms as an antagonistic effect of spices at the end of the storage period. Physicochemical results showed differences in moisture, protein, fat, calories and chlorides after the cooking process. The stipulated values fulfill with NTC 1325 norm, except in protein quantity of treatments T1 (meat beef and spices mixture 1) and T2 (pork and beef mixture with spices mixture 1). With respect to sensory tests, treatments T1 and T2 were the better acceptance among consumer judges.

Key words: Preservation, meat, nitrate, microbiology.

Embutidos como las salchichas son populares entre la mayor parte de la población y son consumidos en grandes cantidades en muchos países. Desde el punto de vista de elaboración y calidad, debe elegirse la óptima combinación de materias primas considerando la calidad del producto, la seguridad y la vida útil. La calidad de la carne, especie de animal y fuentes de grasa muestran una gran variabilidad, tanto en aspectos de bioquímica como en propiedades funcionales (Dingstad *et al.*, 2005).

Atributos sensoriales, como color, sabor y firmeza son importantes para la aceptación de los consumidores (Sivertsen *et al.*, 2002; Ellekjær *et al.*, 1994; Solheim, 1992). El color de la salchicha es tradicionalmente limitado por la relación entre la carne de res y la de cerdo, donde la carne de vacuno en general, contiene más cantidad del pigmento mioglobina. La firmeza

es tradicionalmente limitada por la composición bioquímica (contenido de proteínas, contenido de materias grasas, etc.) que influye en la percepción sensorial de salchichas, de todas formas la posibilidad de variación de la composición está limitada por restricciones legales (Dingstad *et al.*, 2005).

La utilización de ciertos vegetales utilizados como adobo debe ser considerada tanto en la interacción fisicoquímica como en las propiedades antimicrobianas en el momento de la formulación. La valoración de estas propiedades en estudios de alimentos depende de varios factores adicionales, que generalmente son estimados en estudios *in vitro* (Stoicov *et al.*, 2009).

Las especias y hierbas además de impartir sabor, pueden ser utilizadas como una alternativa de conservación y un método de control de patógenos en

¹ Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Carrera 30 No 45-03 Bogotá, Colombia. <hsuarezm@unal.edu.co>

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

³ Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Asesora Técnica. TECNAS. S.A. Carrera 50G 12S 29. Medellín, Colombia. <acarrasquilla@tecnas.com.co>

Recibido: Septiembre 09 de 2010; aceptado: Febrero 20 de 2011

productos alimenticios. La aplicación de antimicrobianos de origen vegetal podría emplearse como alternativa, a los conservantes químicos. En este sentido, las especias consideradas con actividad antimicrobiana en orden decreciente son: orégano, cilantro, canela, tomillo, romero, cilantro, mostaza y salvia (Zhang *et al.*, 2010; Bajpai *et al.*, 2008). Existen diferencias entre resultados de estudios *in vitro* y en matrices alimenticias, cuando son evaluados antimicrobianos de origen vegetal, principalmente porque sólo un pequeño porcentaje de especias son tolerables en ciertas formulaciones.

Encontrar las especias y las hierbas más adecuadas depende de una serie de factores como el tipo, efecto sobre las propiedades organolépticas, composición, concentración, propiedades biológicas de los antimicrobianos, procesamiento y condiciones de almacenamiento (Tajkarimi *et al.*, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2008). De todas formas la mezcla de especias es un factor importante para el desarrollo del sabor de los embutidos y pueden prevenir el efecto de los metabolitos microbianos y oxidación de algunos ácidos grasos (Salgado *et al.*, 2005). Por lo tanto, es necesario investigar cómo mejorar la calidad de la salchicha, evitando el uso de preservantes químicos y estimar la

utilización de adobos vegetales en formulaciones de salchichas. El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar fisicoquímica, sensorial y microbiológicamente el empleo de especias naturales en la salchicha tipo Bratwurst.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron elaboradas dos formulaciones de salchicha Bratwurst; para componer cada una de las formulaciones, fueron utilizadas las siguientes materias primas: carne de bovino, carne de cerdo, proteína concentrada de soya, leche en polvo, ácido ascórbico, mezcla de polifosfatos (polifosfato de sodio, fosfato monosódico) y mezcla de especias 1: conteniendo 2% de semillas de apio molido (*Apium graveolens*), orégano (*Origanum vulgare*), pimienta negra molida (*Piper nigrum*), salvia molida (*Salvia officinalis*), nuez moscada molida (*Myristica fragrans*) y jengibre molido (*Zingiber officinale*). Mezcla de especias 2: conteniendo 2% de cilantro (*Coriandrum sativum*), tomillo (*Thymus vulgaris*), pimienta negra molida (*Piper nigrum*), salvia molida (*Salvia officinalis*), nuez moscada molida (*Myristica fragrans*) y jengibre molido (*Zingiber officinale*). La adición de carne de res y cerdo y las dos condimentaciones permitieron establecer cuatro tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Formulaciones y tratamientos para la salchicha tipo Bratwurst.

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4
Carne de bovino/grasa 80/20	31	15,5	31	15,5
Carne de cerdo		15,5		15,5
Tocino	30	30	30	30
Proteína concentrada de soya	3,5	3,5	3,5	3,5
Agua/hielo	25,65	25,65	25,65	25,65
Fosfatos	0,3	0,3	0,3	0,3
Leche entera en polvo	2	2	2	2
Lactato de sodio	1	1	1	1
Mezcla de especias 1	2	2		
Mezcla de especias 2			2	2
Fécula de papa	2,5	2,5	2,5	2,5
Sal	2	2	2	2
Ácido ascórbico	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100

Elaboración del producto

Ésta fue realizada contemplando los siguientes pasos:

Selección y limpieza de las carnes. Se hizo con el fin de eliminar coágulos de sangre, excesos de grasa, huesos, cartílagos e impurezas.

Precorte y congelación. La materia prima cárnica fue cortada en trozos de tamaño aproximado de 10x10 cm pesada en bandejas según la cantidad requerida en la formulación y congelada entre -8 °C y -10 °C.

Picado de las carnes. La cantidad de carne (previamente congelada a -8 °C y -10 °C) de cada formulación, fue adicionada al Cutter (Laska® K200, Argentina) en primera velocidad hasta alcanzar tamaño de partícula de aproximadamente 1 cm.

Adición y mezcla de ingredientes. Todas las materias primas fueron añadidas al Cutter hasta emulsificar el conjunto y conseguir la pasta fina.

Embutido. Toda la pasta fue llevada a la embudidora Handtmann® VF 50 y embutida en tripa de cerdo calibre 28/30. El porcionado y torsionado fue realizado hasta alcanzar peso y longitud de 90 g y 14,5 cm respectivamente, luego conformadas madejas de 8x8 es decir, 1 madeja contenía 8 tiras de 8 salchichas cada una.

Cocción. Las madejas fueron depositadas en tanques de cocción, calentados previamente a 80-85 °C. La cocción de las salchichas fue realizada hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C.

Enfriamiento. Posterior a la cocción fue realizado el choque térmico hasta lograr 4 °C de temperatura interna para el posterior empaque.

Empaque. Cada uno de los tratamientos y repeticiones fueron empacados al vacío en la empacadora Webomatic® 82246 (West Germany), utilizando bolsas flexibles 18x25 cm.

Análisis fisicoquímico. Fueron realizados los siguientes análisis: humedad, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos, calorías, cloruros. Esta composición fue determinada de acuerdo con los métodos propuestos por la AOAC (1998).

Análisis microbiológico. Se hicieron una vez elaborada la salchicha y a los 12 d de almacenamiento

a $3 \pm 0,5$ °C para determinar posible efecto antagónico de las especias, éstos fueron: recuento total UFC meso-aerobios/g, NMP coliformes totales/g, NMP coliformes fecales/g, recuento *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva UFC/g, Salmonella/25 g, recuento esporas *Clostridium* sulfito reductor UFC/g, según parámetros comprendidos en la norma NTC 1325 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1998) para productos cárnicos cocidos.

Evaluación sensorial. Se efectuó una prueba de preferencia, con el fin de identificar cual es el tipo de salchicha de mayor aceptación y una prueba de medición del grado de satisfacción utilizando una prueba de ordenación hedónica. Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico de varianza, para pruebas de ordenación, el cual consiste en comparar la varianza de las variables con la varianza residual. Las salchichas porcionadas fueron sometidas a cocción en un sartén con aceite a una temperatura de 40-45 °C, hasta lograr un ligero color dorado en la superficie del producto. Fueron utilizados 120 evaluadores que calificaron la salchicha en una escala de 1 a 4 donde 1 corresponde a la que más gusta y 4 a la que más disgusta.

Análisis estadístico. Los valores de los análisis microbiológico, fisicoquímico y sensorial fueron analizados a través de la prueba de una vía ANOVA; la comparación de medias fue hecha con la prueba de Tukey aplicando el nivel de confiabilidad de $P < 0,05$, usando el software estadístico Statistica 6.0, Windows 1998.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímico. Los valores para humedad son presentados en la Tabla 2. El mayor valor encontrado para humedad fue para los tratamientos T4 y T3 coincidiendo con la utilización de la mezcla de especias 2. Igual situación fue presentada con los menores valores de humedad, para la mezcla de especias 1 en los tratamientos T1 y T2.

Proteína. Existen diferencias significativas para la medición de proteína entre los cuatro tratamientos. Solamente los tratamientos T3 y T4 muestran valores de proteína inferiores a 12%. La diferencia encontrada entre tratamientos, está relacionada con la formulación, donde los tratamientos T3 y T4 presentan 10% de mayor aporte en la mezcla carne, mientras que los tratamientos T1 y T2 este aporte es en grasa proveniente de la mezcla carne/grasa.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico y sensorial para salchicha tipo Bratwurst

Análisis Fisicoquímico Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Humedad	55,84±2,4a	57,32±1,7a	62,55±1,3b	62,71±2.1b
Cenizas	1,12±0,4a	0,97b	1,06±0,4c	1,05±0,4d
Proteína	8,46±0,4a	8,57±0,4a	12,66±0,4b	12,81±0,4b
Grasa	26,71±0,4a	28,03±0,4b	22,76±0,4c	24,79±0,4d
Carbohidratos	8,76±0,4a	7,03±0,4b	9,51±0,4c	2,95±0,4d
Calorías	290,77±0,4a	313,77±0,4b	218,93±0,4c	255,39±0,4d
Cloruros	0,82±0,4a	0,72±0,4b	0,64±0,4c	0,62±0,4d
Ordenación hedónica	2,27±0,4a	2,33±0,5a	2,46±0,5b	2,91±0,5c

Letras diferentes entre columnas significan diferencia significativa ($P < 0,05$) de acuerdo con Tukey los valores corresponden al promedio \pm DS.

Grasa. Se aprecian diferencias significativas para la medición de grasa entre los cuatro tratamientos. Sin embargo todos cumplen con la norma colombiana para la elaboración de productos cárnicos donde se establece que el contenido de grasa debe ser menor o igual a 28% (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1998).

Las diferencias encontradas en humedad, contenido de grasa, proteína y calorías, pueden ser atribuidas a las variaciones de la formulación en el producto y probablemente no causadas por el tipo de cocción de la salchicha. Estos resultados concuerdan con los de otros autores (Mielnik *et al.*, 2002). Es aceptado que con base en el contenido de grasa las salchichas pueden ser agrupadas como: baja grasa (<25%), media grasa (25–35%) y alta grasa (>35%). Según este criterio para las salchichas después de la cocción, los tratamientos T1, T3 y T4 podrían ser catalogadas en el grupo de baja grasa y las muestras del tratamiento T2 en el grupo de grasa media, mostrando que después del cocinado, los niveles de grasa se incrementaron. De otra parte las proteínas pueden afectar las características fisicoquímicas, estos cambios pueden ser asociados a la cocción de la carne y relacionados con los ingredientes. Las proteínas exhiben un amplio rango de propiedades que pueden afectar estructuras, interactuar con otros ingredientes y deteriorar las propiedades sensoriales y nutricionales (Visessanguan *et al.*, 2004).

Basado en el contenido de humedad, los cuatro tratamientos fueron clasificados como semi húmedos

(Campbell-Platt., 1995). Los valores más altos encontrados para los tratamientos T3 y T4 podrían ser causados por la variación en la formulación de la mezcla de especias. Además afecta en forma importante los valores finales de los tratamientos T3 y T4 para proteína. Similares resultados son registrados en salami italiano cuando fueron relacionados con presencia de colágeno en el adobo (Spaziani *et al.*, 2009; Coisson *et al.*, 2004) y por Moretti *et al.*, (2004) en salchicha Brianza, debido al alto grado de tejido conectivo en la carne. Sin embargo, especias como el orégano adicionado en 1% podría producir fuertes sabores resultando en baja calidad sensorial (Chouliara *et al.*, 2007).

Análisis microbiológico. Los datos obtenidos en los análisis microbiológicos (Tabla 3) para los valores encontrados para NMP coliformes fecales, conteo para *Estafilococos* coagulasa positiva, *Salmonella*, conteo de esporas *Clostridium* sulfito reductor, indican que no hubo variación entre tratamientos. Caso contrario ocurre con el conteo total de meso-aerobios y coliformes totales, donde los menores valores fueron para el tratamiento 4. Los resultados para coliformes fecales NMP (<3), conteo para *Estafilococos* coagulasa positiva (<100), *Salmonella* (negativa) y conteo de esporas sulfito reductor (<10).

En cuanto al resultado del conteo de esporas sulfito reductor (<10), se puede señalar que a pesar de ser un producto libre de nitritos no presentó contaminación por este microorganismo. Evento que demuestra el control inhibitor de las especias. De otra parte

Tabla 3. Análisis microbiológico para salchicha tipo Bratwurst al inicio y luego de 12 días de almacenamiento a 3 °C.

Microorganismo	0 días				12 días			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Esporas Clostridium sulfito reductor (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mesófilos (UFC/g)	2,8x10 ⁴	2,2x10 ⁴	2,1x10 ⁴	2,0x10 ⁴	6,1x10 ⁴	5,9x10 ⁴	6,7x10 ⁴	5,2x10 ⁴
Coliformes totales (NMP/g)	579	200	295	165	599	230	475	260
Coliformes fecales (NMPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Estafilococos coagulasa positiva (UFC/g)	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Salmonella	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Monge *et al.* (2000) revela altos niveles en conteos de coliformes totales y presencia de *Clostridium perfringens* en el 5% de las muestras analizadas de salchicha elaboradas con subproductos de soya.

Según Kamdem *et al.* (2007) la inclusión de ingredientes, especialmente especias, podrían controlar la aparición de compuestos volátiles en las salchichas durante el almacenamiento. En este sentido, compuestos microbianos como ácido acético, acetoina y benzaldehído, fueron detectados en niveles significativos en salchichas adicionadas con nitritos y nitratos, pero no en salchichas adicionadas con especias. Igualmente es sugerido que el crecimiento de microorganismos puede ser afectado en mayor grado, que cuando son utilizadas las sales de nitrato y nitrito.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con informes realizados sobre el uso de especias en productos cárnicos, es así como Moreira *et al.*, (2007), en un estudio de espinacas escaldadas y carne de res picada, con clavo y especias de té, redujo entre tres y cuatro veces la cantidad de microorganismos en estudios *in vitro*, utilizando *E. coli* O157: H7. Igualmente es considerado que en algunas matrices alimentarias, a pesar de algunos resultados positivos en lo que respecta a la aplicación antimicrobianos de origen natural, dos aspectos deben ser tenidos en cuenta: los olores originados por las altas concentraciones y el costo de estos materiales (Proestos *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2007).

Otros estudios también demuestran que los extractos de plantas son útiles para la reducción de patógenos asociados con los productos cárnicos. Algunos autores (Grosso *et al.*, 2008) han documentado los efectos antimicrobianos frente a patógenos en muestras contaminadas de productos cárnicos. Combinación de 1% de orégano en caldo de cultivo mostraron un efecto inhibitorio frente a *Listeria monocytogenes*; sin embargo, la misma concentración no fue efectiva en un embutido de carne (Lis-Balchin *et al.*, 2003). De todas formas estudios recientes en relación con determinados aceites y especias como eugenol, cilantro, clavo, orégano y tomillo, evidenciaron un efecto antagónico contra *L. monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* y flora autóctona de deterioración en productos cárnicos. Sin embargo, la mostaza, cilantro, menta y aceites de salvia fueron menos eficaces o ineficaces (Burt, 2004). De otra parte el aceite esencial de mejorana (*Origanum majorana* L.) mostró efectividad contra varias especies de bacterias en salchicha (Busatta *et al.*, 2008). Los posibles mecanismos para el control antimicrobiano, producido por los compuestos fenólicos, presentes en especias incluyen alteración de la permeabilidad celular; interferencia en las funciones de la membrana en el transporte de electrones y nutrientes, síntesis de péptidos y actividad enzimática (Bajpai *et al.*, 2008); además, de interacción con proteínas de la membrana, causando deformación en estructura y funcionalidad (Rico-Muñoz *et al.*, 1987). Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que la utilización

de especias puede contribuir a la reducción de nitratos y nitritos en una formulación de salchicha Bratwurst.

Análisis sensorial prueba de ordenación. Los valores obtenidos en la prueba de ordenación hedónica son mostrados en la Tabla 2. Los resultados del panel sensorial indican que todas las formulaciones son aceptadas por los jueces consumidores, pero según las pruebas de ordenación los tratamientos 1 y 2 que coinciden con la misma mezcla de especias y están elaborados a base de carne de bovino y con una mezcla de bovino y cerdo respectivamente, fueron los de mayor preferencia, esto indica que el apio y orégano en salchicha Bratwurst presenta mejor aceptación, frente al cilantro y perejil. Además fue indiferente el menor contenido de grasa al momento de aceptar la muestra por parte de los evaluadores.

Keeton (1994) manifiesta sobre aquellos productos que presentan porcentaje de grasa reducida alrededor de 10% de la formulación, que resultan en productos con textura dura, cauchosa o harinosa. Otros trabajos (Di Cagno *et al.*, 2008; Mittal y Barbut, 1994) demuestran que a pesar del contenido calórico, la grasa contribuye con el sabor, aroma, succulencia y textura en muchos productos. Por tanto, cualquier tentativa para reducir el nivel de grasa en alimentos debe tener en consideración la contribución de grasa en las propiedades organolépticas del producto.

En productos cárnicos la grasa es esencial para el sabor, aroma y textura, y la reducción puede afectar la aceptación del producto. Además, el efecto del nivel de grasa sobre las características químicas y sensoriales de productos reestructurados de carne bovina, influye en forma proporcional sobre la ternura y succulencia de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1998. Official methods of analysis of the AOAC. 13th edition. Washington, USA.

Bajpai, V., A. Rahman and S. Kang. 2008. Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of *Nandina domestica* Thunb to control food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 125(2): 117–122.

Burt, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – A review. *International Journal of Food Microbiology* 94(3): 223–253.

Busatta, C., R. Vidal, A. Popiolski, A. Mossi, C. Dariva, M. Rodrigues, F. Corazza, M. Corazza, J. Oliveira and R. Cansian. 2008. Application of *Origanum majorana* L. essential oil as an antimicrobial agent in sausage. *Food Microbiology* 25(1):207–211.

Campbell-Platt, G. 1995. Fermented foods a world perspective. pp. 39–52. In: G. Campbell-Platt and P.E. Cook (eds.). *Fermented meats*. Blackie Academic and Professional, Glasgow, U.K.

Chouliara, E., A. Karatapanis, I. Savvaidis, and M. Kontominas. 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat stored at 4 °C. *Food Microbiology* 24(6):607–617.

Coisson, J.D., C. Cerutti, F. Travaglia and M. Arlorio. 2004. Production of biogenic amines in "Salamini italiani alla cacciatora PDO". *Meat Science* 67(2):343–349.

Di Cagno, R., L. Chaves, R. Tofalo, G. Gallo, M. De Angelis, A. Paparella, W. Hammes and M. Gobbetti. 2008. Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian PDO fermented sausages. *Meat Science* 79(2): 224–235.

Dingstad, G.I., E. Kubberød, T. Næs, and B. Egelandsdal. 2005. Critical quality constraints of sensory attributes in frankfurter-type sausages, to be applied in optimization models. *LWT – Food Science and Technology* 38(6): 665–676.

Ellekjær, M.R., T. Isaksson and R. Solheim. 1994. Assessment of sensory quality of meat sausages using near-infrared spectroscopy. *Journal of Food Science* 59(3):456–464.

Grosso, C., V. Ferraro, A. Figueiredo, J. Barroso, J. Coelho and A. Palavra. 2008. Supercritical carbon dioxide extraction of volatile oil from Italian coriander seeds. *Food Chemistry* 111(1): 197–203.

Gutiérrez, J., C. Barry and P. Bourke. 2008. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations

- and interactions with food ingredients. *International Journal of Food Microbiology* 124(1): 91–97.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). 1982. Norma No. 1325 Industrias alimentarias: Productos cárnicos procesados (no enlatados). Cuarta revisión de 1998. Icontec, Bogotá.
- Kamdern, S.S., F. Patrignani and M.E. Guerzoni. 2007. Shelf-life and safety characteristics of Italian Toscana traditional fresh sausage (Salsiccia) combining two commercial ready-to-use additives and spices. *Food Control* 18(5):421–429.
- Keeton, J.T. 1994. Low-fat meat products: technological problems with processing. *Meat Science* 36(1-2):261–276.
- Lis-Balchin, M., H. Steyrl and E. Krenn. 2003. The comparative effect of novel *Pelargonium* essential oils and their corresponding hydrosols as antimicrobial agents in a model food system. *Phytotherapy Research* 17(1):60–65.
- Mielnik, M.B., K. Aaby, K. Rolfsen, M.R. Ellekjr and A. Nilsson. 2002. Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat. *Meat Science* 61(1):73–84.
- Mittal, G.S. and S. Barbut. 1994. Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. *Food Research International* 27(5):425–431.
- Monge, R., M. Arias, T. Alfaro and M. Jiménez. 2000. Perfil nutricional y microbiológico de los embutidos de soya disponibles en Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)* 50(2):142–147.
- Moretti, V.M., G. Madonia, C. Diaferia, T. Mentasti, M. Paleari, S. Panseri, G. Pirone and G. Gandini. 2004. Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Science* 66(4):845–854.
- Moreira, M.R., A. Ponce, C. Del Valle and S. Roura. 2007. Effects of clove and tea tree oils on *Escherichia coli* O157:H7 in blanching spinach and minced cooked beef. *Journal of Food Processing and Preservation* 31(4):379–391.
- Proestos, C., I. Boziaris, M. Kapsokefalou and M. Komaitis. 2008. Natural antioxidant constituents from selected aromatic plants and their antimicrobial activity against selected pathogenic microorganisms. *Food Technology and Biotechnology* 46(2): 151–156.
- Rico-Munoz, E., E. Bargiota and P. Davidson. 1987. Effect of selected phenolic compounds on the membrane-bound adenosine triphosphate of *Staphylococcus aureus*. *Food Microbiology* 4(3):239–249.
- Salgado, A., M. García, I. Franco, M. López and J. Carballo. 2005. Biochemical changes during the ripening of chorizo de cebolla, a Spanish traditional sausage. Effect of the system of manufacture (homemade or industrial). *Food Chemistry* 92(3):413–424.
- Silva, F.G., C. Oliveira, J. Pinto, V. Nascimento, S. Santos, J. Seraphin and P. Ferri. 2007. Seasonal variability in the essential oils of wild and cultivated *Baccharis trimera*. *Journal of Brazilian Chemical Society* 18(5):990–997.
- Sivertsen, H.K., E. Kubberød and K. Hildrum. 2002. Consumer preferences of beef tenderness and mechanical measurement. *Journal of Sensory Studies* 17(4):365–378.
- Solheim, R. 1992. Consumer liking of sausages affected by sensory quality and information on fat content. *Appetite* 19(3):285–292.
- Spaziani, M., M. Del Torre and M. Stecchini. 2009. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. *Meat Science* 81(1):77–85.
- Stoicov, C., R. Saffari and J. Houghton. 2009. Green tea inhibits *Helicobacter* growth *in vivo* and *in vitro*. *International Journal of Antimicrobial Agents* 33(5):473–478.
- Tajkarimi, M.M., S. Ibrahim and D. Cliver. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 21(9):1199–1218.
- Visessanguan, W., S. Benjakul, S. Riebroy and P. Thepkasikul. Changes in composition and functional properties of proteins and their contributions to Nham characteristics. 2004. *Meat Science* 66(3):579–588.
- Zhang, W., S. Xiao, H. Samaraweera, E. Lee and D. Ahn. 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Science* 86(1):15–31.