

RELACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SALCHICHAS CON LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN Y LAS PÉRDIDAS DE PESO POR COCCIÓN

Kenia Gallastegui¹, Anabel Frías², Fernando González² y José Gandón²*

¹*Grupo Tecnología y Desarrollo. Empresa Productora de Alimentos PRODAL. La Habana, Cuba.*

²*Departamento de Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría». La Habana, Cuba.*

E-mail: kenia@prodal.cu

RESUMEN

Se estudió la relación de la composición química de salchichas con la estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción. Se elaboraron 65 formulaciones diferentes del producto (salchichas). Se midió contenido inicial y final de grasa, proteína, humedad, índice de estabilidad de la emulsión y pérdidas de peso por cocción. La composición de las salchichas presentó valores de grasa, proteína y humedad de $12,07 \pm 2,14$ %, $11,85 \pm 1,31$ % y $69,08 \pm 2,65$ %, respectivamente. Tanto el índice de estabilidad como las pérdidas de peso por cocción presentaron correlaciones positivas ($p < 0,05$) con el contenido de grasa y humedad, así como los índices grasa/proteína y humedad/proteína, no así con la proteína. Se obtuvieron dos modelos que predicen adecuadamente ($R^2 > 99,0$ %) la relación entre la composición química y los índices estudiados.

Palabras clave: salchicha, composición, estabilidad, pérdidas por cocción.

ABSTRACT

Relation of the chemical composition of sausages with the stability of the emulsion and cooking weight losses

The relation of the chemical composition of sausages with the stability of the emulsion and cooking weight losses was studied. 65 different formulations of the product (sausages) were prepared. Initial and final content of fat, protein, moisture, emulsion stability index and cooking weight losses were measured. The composition of the sausages presented values of fat, protein and moisture of 12.07 ± 2.14 %, 11.85 ± 1.31 % and 69.08 ± 2.65 %, respectively. Both the stability index and the cooking weight losses showed positive correlations ($p < 0.05$) with the fat and moisture content, as well as the fat / protein and moisture / protein indices, but not with the protein. Two statistical models were obtained that adequately predict ($R^2 > 99.0$ %) the relationship between the chemical composition and the studied indices.

Keywords: sausage, composition, stability, cooking losses.

INTRODUCCIÓN

La salchicha de pollo, es uno de los productos comestibles más populares, entre los productos elaborados con pollo (1). De ahí que se han realizado investigaciones con la finalidad de mejorar algunas propiedades funcionales de las salchichas, aumentar o disminuir la proporción de algunos de sus componentes o de ofrecer alternativas diferentes al consumidor.

El principal desafío en la elaboración de emulsiones cárnicas tales como las salchichas es la obtención de productos cárnicos estables que no sufran excesivas pérdidas de grasa y agua durante la fase de cocinado.

***Kenia Gallastegui Armada:** Ingeniera Química (ISPJAE, 2005). Máster en Ciencias e Ingeniería de los Alimentos. Especialista del Grupo Tecnología y Desarrollo de la UEB Calidad, Tecnología y Desarrollo de la empresa PRODAL. Desarrolla su quehacer en el campo de la elaboración de productos cárnicos embutidos.

La rotura de la emulsión es sólo evidente durante el tratamiento térmico, cuando es demasiado tarde para aplicar acciones correctoras (2). En la actualidad es común el uso de extensores cárnicos para mejorar las propiedades tecnológicas en estos productos. Un uso apropiado de estas sustancias puede ayudar a controlar la estabilidad de la emulsión y su rendimiento tras el cocinado (2).

Desde el punto de vista técnico se considera que en la medida en que las características de funcionalidad sean determinadas previamente, se disminuyen posibilidades de error en la utilización final del material (3). Durante la investigación se estudió la relación de la composición química de las salchichas con la estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción. Es importante el conocimiento, predicción y análisis de estos parámetros, ya que estos repercuten de forma directa en la calidad del producto final y por consiguiente en la producción y comercialización del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se emplearon 65 formulaciones de salchichas de pollo, a partir de diseños al azar, obtenidas mediante la combinación de carne deshuesada mecánicamente (MDM) (52 a 65 %), harina de trigo (0 a 6 %), aislado de soya (0 a 6 %), preparado para salchicha (6 a 7 %), sal de cura 0,1 %, sal común 1 % y agua helada (27 a 33,3 %).

La carne deshuesada mecánicamente o MDM fue homogenizada en una cortadora (MADO MEW613) a 12 °C con el resto de los ingredientes que conforman la fórmula. La masa fue embutida empleando una embutidora manual (MADO-MWF591). La cocción se realizó en un horno al vapor (MBM - E5017) cumpliendo con tres fases de cocción a 55, 60 y 80 °C y tiempos de 5, 10 y 35 min, respectivamente. Concluido el tratamiento térmico las salchichas se enfriaron por inmersión en agua helada, hasta lograr una temperatura interna del producto de 5 a 10 °C, se orearon durante 5 min y fue removida la tripa manualmente, posteriormente se empacaron al vacío con una envasadora (Komet-PlusVac26) refrigerándose en neveras de 2 a 4 °C hasta su análisis.

Para determinar los contenidos de grasa, proteína y humedad se empleó la tecnología NIR en la zona del espectro desde 850 a 1050 nm con un equipo FoodScan™ Pro.

La preparación de la muestra consistió en colocar en el recipiente de muestra (placa de diámetro 140 mm) una parte de la muestra de salchicha homogenizada, garantizándose que esta cubriera de manera uniforme toda la placa. Las mediciones se realizaron por triplicado para cada variante.

Para determinar el índice de estabilidad (IE) de cada una de las muestras se indujo la rotura de la emulsión mediante tratamiento térmico. Una parte de la emulsión, fue distribuida en muestras de 100 g, las cuales fueron sometidas a tratamiento térmico hasta 72 °C en su centro térmico. Posteriormente se enfriaron hasta 40 °C, vertiéndose el líquido desprendido en una probeta, midiéndose el volumen del líquido liberado para cada frasco. Los resultados se expresaron como volumen de líquido liberado por 100 g de emulsión (mL exudado/100 g).

Para la determinación de las pérdidas de peso por cocción (PPC) se tomó en cuenta el peso antes de ingresar al proceso de cocción y el peso del producto a la salida de proceso de enfriamiento (4) a partir de la siguiente expresión (5):

$$PPC = \frac{(\text{Peso}_{\text{entrada}} - \text{Peso}_{\text{salida}})}{\text{Peso}_{\text{entrada}}} * 100$$

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI ver. 16.02.04. Se obtuvieron modelos estadísticos mediante regresión múltiple para predecir el comportamiento de las variables del proceso: índice de estabilidad de la emulsión y pérdidas por cocción, con la composición química de las salchichas elaboradas. Para validar los modelos se utilizó el criterio del error medio relativo, considerándose como satisfactorios valores inferiores al 10 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 resume los resultados de los experimentos de los parámetros estudiados: composición de la salchicha (humedad, grasa y proteína), el índice de estabilidad y la pérdida de peso en la cocción, considerando todas las corridas experimentales realizadas. Los resultados de la composición evidencian que la mayor variación se encuentra en la humedad, seguida de la grasa y la proteína, estas variaciones se atribuyen a las desigualdades en las cantidades de MDM, extensores cárnicos y agua en la formulación para cada una de las

Tabla 1. Resumen de los resultados del índice de estabilidad de las pérdidas de peso por cocción y la composición de las salchichas estudiadas

Índice	Mínimo - Máximo	Valor medio
Humedad (%)	63,18 – 73,46	69,1 ± 2,6
Grasa (%)	7,22 – 17,81	12,1 ± 2,1
Proteína (%)	10,0 – 14,21	11,8 ± 1,3
Índice estabilidad (mL exudado/100 g)	0 – 9,88	5,2 ± 2,6
Pérdidas de peso por cocción (%)	3,21 – 4,80	4,1 ± 0,4

*± desviación estándar

muestras e incluso a las variaciones de los contenidos de humedad, proteína y grasa de la materia prima cárnica empleada MDM (6). No obstante, los valores determinados están en el orden de los observados para este tipo de producto tanto comerciales (Oderich, Frangosuls, Salfoods) como los reflejados en otros estudios (7-12), las diferencias en los valores están dadas fundamentalmente por los diversos métodos, formulaciones y materias primas empleados para su elaboración.

Los valores obtenidos del IE y de las pérdidas de peso por cocción (Tabla 1) de la salchicha son similares a los reportados (7, 8). En uno de estos estudios, se obtuvo un IE para salchicha de cerdo igual a $8,53 \pm 0,24$ mL de exudado/100 g) y de ovino igual a $10,26 \pm 0,53$ mL de exudado/100 g) (7). Durante la investigación se observó que a valores de IE inferiores a 5,5 mL exudado/100 g, no fue perceptible la presencia de líquido exudado una vez concluido el proceso de cocción y enfriamiento, considerándose este como el valor máximo para un índice de estabilidad adecuado. Mientras que se establece el 4 % para las pérdidas por cocción, tomando en cuenta los resultados obtenidos durante pruebas preliminares y los reportados por otros autores (8, 10).

Se realizó un análisis del grado de correlación entre el índice de estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción con la composición química de las salchichas elaboradas (humedad, grasa, proteína, índice grasa/proteína, índice humedad/proteína), la Tabla 2

muestra los resultados. De manera general, se observaron numerosas correlaciones tanto positivas como negativas entre la composición química de las salchichas y los parámetros analizados.

En particular, el índice de estabilidad de la emulsión presentó una elevada correlación positiva ($p < 0,05$) con el contenido de grasa y el índice grasa/proteína, siendo un poco menor en relación con la humedad y el índice humedad/proteína. Un comportamiento similar fue observado para las pérdidas de peso por cocción con relación a los parámetros antes mencionados. Estos resultados permiten inferir que una disminución de grasa en el sistema, representa bajos niveles de pérdidas por cocción y los mejores índices de estabilidad de la emulsión, lo que concuerda con lo reportado (13). Sin embargo, se plantea que la reducción de la grasa a niveles inferiores al 10 % sin la adición de productos no cárnicos a menudo influye negativamente en la calidad de los productos. La incorporación de extensores cárnicos influye en la estabilidad de la emulsión, en un aumento de la retención de agua y la retención de las grasas (14).

Por otra parte, un incremento de la humedad en el producto representa una disminución en la estabilidad de la emulsión y un aumento de las pérdidas por cocción. Este efecto está estrechamente relacionado con la composición de la matriz proteica que estabiliza a las emulsiones durante la cocción, mediante el proceso de

Tabla 2. Correlación entre la composición química de la salchicha, el índice de estabilidad de la emulsión (IE) y las pérdidas de peso por cocción (PPC)

Índice	Grasa	Humedad	Proteína	Grasa/Proteína	Humedad/Proteína
IE	0,786*	0,427*	-0,693*	0,919 *	0,669 *
PPC	0,855 *	0,329 *	-0,610 *	0,932 *	0,575 *

* Significativo para $p < 0,05$.

gelificación. El incremento de la humedad provoca un aumento de la fase continua de la emulsión y con ello una disminución de la fuerza iónica del medio. De esta manera, se produce una disminución de la concentración de proteína miofibrilar extraída, capaz de actuar en la formación de la matriz gel/emulsión y que se traduce en la obtención de productos de textura suave (15).

Al mismo tiempo, se observó una correlación negativa ($p < 0,05$) de ambos parámetros: índice de estabilidad de la emulsión y pérdidas de peso por cocción con el contenido de proteína de las muestras contrario al comportamiento descrito para los otros factores, resultados que concuerdan con otro estudio (16), en el cual se demuestra que el empleo en productos cárnicos emulsionados de las proteínas de soya y harinas, en iguales niveles a los empleados en este trabajo, promueven la absorción y retención de grasa, por lo que disminuyen las pérdidas durante la cocción y mantienen la estabilidad. La adición de proteína de soya garantiza mayor estabilidad de la emulsión, capacidad de retención de agua y rendimiento en la cocción (17) según estudio para salchichas de pavo con bajo contenido de grasa (12 %) y 2 % de aislado de soya, se reportan menores pérdidas en cocción y mayor viscosidad que aquellas que no contenían proteína aislada de soya.

Las deficiencias entre los componentes grasa, proteína y humedad y el índice de estabilidad y las pérdidas por cocción es soluble, en ocasiones, con la adición de extensores cárnicos, los cuales intervienen en la retención de agua disminuyéndose las pérdidas de agua durante el tratamiento térmico y por lo tanto propician una buena calidad a las salchichas (4). Otros autores reportan que, al incorporar agua al sistema en la elabo-

ración de salchichas bajas en grasa, se disminuye la capacidad de retención de agua reflejándose en mayor contenido de humedad y mayores pérdidas de cocción según resultados reportados (18).

La Tabla 3 muestra dos modelos estadísticos obtenidos mediante regresión lineal múltiple que relacionan el índice de estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción con la composición química de la salchicha. Los modelos presentaron una relación lineal entre las variables dependientes (índice de estabilidad de la emulsión y pérdidas por cocción) con las variables independientes (contenidos de grasa, proteína, humedad). Los valores del coeficiente de determinación (R^2) fueron superiores al 99,0 % para ambos modelos (Tabla 3), lo cual indica que estos describen de manera satisfactoria la relación entre las variables.

Para la validación de los modelos se utilizaron un total de 27 muestras, obteniéndose valores del error medio relativo inferiores a 4,5 % para los dos modelos analizados (Tabla 3). Mediante el método de comparación entre medias y varianzas, se pudo constatar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias y varianzas de los valores de las variables dependientes obtenidos experimentalmente y los calculados por los modelos con un nivel de confianza del 95 %, por lo que se puede concluir que los modelos obtenidos son adecuados para la obtención de los parámetros: índice de estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción una vez conocida la composición química de la salchicha. Estos modelos son válidos siempre y cuando la composición de la salchicha se encuentre entre los siguientes intervalos: grasa: 8,10 a 15,27 %, humedad: 63,18 a 73,46 % y proteína: 10,0 a 14,21 %.

Tabla 3. Modelos matemáticos

Índice de estabilidad de la emulsión (mL exudado/100 g)	R^2	EMR
1 = 0,946 Grasa - 0,943 Proteína + 0,073 Humedad	99,4	4,4 ± 3,0
Pérdida de peso por cocción (%)		
2 = 0,157 Grasa - 0,069 Proteína + 0,043 Humedad	99,9	3,1 ± 2,3

*Los parámetros: humedad, grasa y proteína están expresados en porcentaje

CONCLUSIONES

La composición del producto presenta un efecto significativo sobre los indicadores analizados: índice de estabilidad de la emulsión y las pérdidas de peso por cocción. Se obtuvo que el contenido de grasa y humedad, así como los índices grasa/proteína y humedad/proteína presentaron correlaciones significativas en sentido positivo con el índice de estabilidad de la emulsión y las

pérdidas de peso por cocción, mientras que, el contenido de proteína mostró un comportamiento contrario al descrito. Se obtuvieron dos modelos lineales capaces de predecir adecuadamente ($R^2 > 99,4\%$ y $EMR < 4,5\%$) los parámetros estudiados: el índice de estabilidad de la emulsión y las pérdidas por cocción conocida la composición química de la salchicha.

REFERENCIAS

1. Amensour M, Sendra E, Pérez-Alvarez JA, Abrini J, Fernández-López J. Effect of myrtle (*Myrtus communis*) extracts on storage stability of chicken frankfurters. *Int J Bio Well Ind* 2015 ; 4(1):1-11.
2. Álvarez D, Castillo M, Garrido MD, Bañón S, Nieto G, Díaz P, Payne FA. Efecto de la composición y el tiempo de procesado sobre las propiedades tecnológicas y ópticas de las emulsiones cárnicas. *An Vet Murcia* 2007; 23:25-34. Disponible en <http://revistas.um.es/analesvet/article/view/40481/38941>. Acceso 10 enero 2018.
3. Arango CM, Restrepo DA. Aplicación de la programación lineal en la formulación de un embutido de pasta fina con base en la calidad de la carne. *Rev Fac Nac Agron* 1999; 52(2):675-700. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23913>. Acceso 5 enero 2018.
4. Hleap JI, Rodríguez GC. Propiedades texturales y sensoriales de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con adición de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Ing Dess* 2015; 33(2):198-215. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85241628004>. Acceso 5 febrero 2018.
5. Tahmasebi M, Labbafi M, Emam-Djomeh Z, Saeed Yarmand M. Manufacturing the novel sausages with reduced quantity of meat and fat: The product development, formulation optimization, emulsion stability and textural characterization. *Jour Food Sci Technol* 2016; 68:76-84.
6. Gallastegui K, Frías A, González F, Gandón J. Análisis de la composición de la carne deshuesada mecánicamente de pollo de tres procedencias [CDROM]. CIIQBA2016. Memorias del IV Congreso Internacional de Ingeniería Química, Biotecnológica y Alimentaria; 2016 Nov 21-25; La Habana, Cuba.
7. Rengifo LI, Ordóñez ES. Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carnes de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado Paco. *Rev Enc Cient Int* 2010; 7(2):77-85.
8. Isaza JM, Londoño LM, Restrepo DA, Cortes M, Suárez, H. Producción y propiedades funcionales de plasma bovino hidratado en embutido tipo salchichón. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2010; 23:199-206. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023450009>. Acceso 5 febrero 2018.
9. García A, Izquierdo P, Uzcátegui S, Farias JF, Allara M, García A. Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y aceptabilidad. *Rev Cientif FCV-LUZ* 2005; XV(3):272-8. Disponible en: <https://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28320>. Acceso 3 febrero 2018.
10. Schmiele M, Vhiarinelli MC, Mascarenhas N, Silva AC, Rodrigues MA. Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model system. *LWT - J. Food Sci Tech* 2015; 61(1):105-11.
11. Cori ME, De Basilio V, Figueroa-Ruiz R, Rivas N, Martínez S, Rodríguez I. Composición química y evaluación microbiológica de salchichas de pollo y codorniz. *Rev Cien Tecn Alim* 2014; XXIV(1):11-7. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/38365>. Acceso 5 diciembre 2017.
12. Gamero M, Velasco OH, Carrillo MF, Ibarra M. Análisis comparativo de seis marcas comerciales de salchicha tipo viena. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos; 2010 May 27-28; Guanajuato, México.
13. Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, Lee JW, Chung HJ, Kim CJ. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Sci* 2010; 84(1):212-8.
14. Keeton T. Low-fat meat products - technological problems with processing. *Meat Sci* 1994; 36(1-2):261-76.
15. Paneras ED, Bloukas JG, Papadima SN. Effect of meat source and fat level on processing and quality characteristics of frankfurters. *LWT-FSci Tech* 1996; 29(5-6):507-14.
16. Morales JJ, Torres JD, Severiche CA. Análisis de la calidad de un producto cármico escaldado elaborado con harina de *Prosopis juliflora*. *Ingenium* 2015; 9(26):21-8. Disponible en: <http://revistas.usc.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/590>. Acceso 5 enero 2018.
17. Lecomte NB, Zayas JF, Kastner CL. Soya proteins functional and sensory characteristics improved in comminuted meats. *J. Food Sci* 1993; 58(3):464-6.
18. Rivera IN. Fat reduction and alternatives for its substitution in emulsified meat products, a review. *Nacameh* 2012; 6(1):1-14.