

ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL DE UNA SALCHICHA DE POLLO MEDIANTE PRUEBAS ACELERADAS

Leidyaida Llerena-Casellas^{1,2}, Anabel Frías-Chirino², Álvaro Valdés-Aragón² y Guido Riera-González^{2}*

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

²*Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, CUJAE. Marianao, La Habana, Cuba.*

E-mail: guido@quimica.cujae.edu.cu

Recibido: 10-07-2020 / Revisado: 22-07-2020 / Aceptado: 27-07-2020 / Publicado: 30-07-2020

RESUMEN

En el estudio se determinó la vida útil de salchichas de pollo mediante pruebas aceleradas, con el empleo del índice de peróxido como indicador de deterioro. El producto fue almacenado a 5, 15 y 30 °C durante 24 días, se obtuvo que la salchicha de pollo tiene un tiempo de vida útil de 20, 14 y 9 días, respectivamente. El aumento del índice de peróxido en función del tiempo mostró una cinética de orden cero, una energía de activación de 21,36 kJ/mol con relación a la temperatura de almacenamiento y un factor Q_{10} de 1,38. Se estableció 4 °C como la temperatura más adecuada para la refrigeración y conservación del producto.

Palabras clave: salchicha, vida útil, pruebas aceleradas.

ABSTRACT

Study of the shelf-life of the chicken sausage through accelerated tests

In the present study, the shelf-life of the chicken sausage was determined through accelerated tests, using the peroxide index as an indicator of deterioration. The product was stored at 5, 15 and 30 °C for 24 days, it was obtained that the chicken sausage has a useful life of 20, 14 and 9 days, respectively. The increase in the peroxide index as a function of time showed zero kinetics, an activation energy of 21,36 kJ/mol in relation to the storage temperature and a Q_{10} factor of 1,38. 4 °C was established as the most suitable temperature for the refrigeration and conservation of the product.

Keywords: sausage, shelf-life, accelerated tests.

INTRODUCCIÓN

La industria cárnica y la de sus derivados en Cuba experimentan transformaciones importantes como consecuencia de innovaciones tecnológicas continuas y cambios en las demandas de los consumidores, impulsados por los avances en los conocimientos en torno a la relación dieta-salud (1).

La carne es indispensable en la dieta del hombre al representar una fuente importante de proteína que contiene todos los aminoácidos esenciales, así como minerales y vitaminas de elevada disponibilidad, necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo y su desarrollo. Sin embargo, es un alimento altamente perecedero

***Guido Riera-González.** Graduado de Ingeniero Químico (CUJAE). Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería Química con 34 años de experiencia y Doctor en Ciencias (1996). Se desempeña como Jefe del Grupo de Investigación de Ingeniería Alimentaria.

y su deterioro se ve reflejado principalmente en el desarrollo de olores y sabores desagradables que generan el rechazo por parte de los consumidores. Por otro lado, pueden reducir el valor nutritivo de los alimentos y producir sustancias tóxicas (2), de ahí la necesidad de identificar el tiempo de vida útil de los alimentos.

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (3). Existen diversos indicadores que indican que la vida útil de un alimento ha llegado a su fin entre los cuales están: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debidos a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad (3, 4).

La determinación de la vida útil de un alimento es de gran importancia, y la misma debe reflejarse en el envase de los mismos. En la literatura se reportan diferentes estudios y combinaciones de estos con el fin de establecer la vida útil de un alimento (4), uno de ellos es las pruebas de vida útil acelerada. En muchas ocasiones se cuenta con un tiempo relativamente corto para conocer y poder brindar la vida útil de los productos alimenticios (5, 6), las pruebas para su determinación en tiempo real son precisas y brindan muy buenos resultados, pero tiene como desventaja que para conocer el resultado final es necesario un tiempo prolongado (7-9), que en ocasiones no se tiene y puede conducir a mayores gastos económicos que no son posibles para los investigadores ni para las empresas productoras. A partir de lo anterior es que las pruebas aceleradas constituyen una solución rentable y eficiente en la determinación de la vida útil de un producto (10), al emplear mucho menos tiempo y por consiguiente recursos para obtener la respuesta final.

Las pruebas para estimación de vida útil suelen ser específicas para cada producto. Pueden incluir alguno o todos los elementos siguientes: análisis microbiológico, análisis fisicoquímico, evaluación sensorial, oxidación de lípidos. Dentro de este último se encuentra la determinación del índice de peróxidos, el cual es una medida de la concentración de los productos primarios de la oxidación de la grasa o hidroperóxidos, que se

expresa como miliequivalentes de los peróxidos por kilogramo de grasa extraída (11). Se trata de una determinación sencilla y, por lo tanto, de fácil aplicación. Sin embargo, los resultados presentan rangos de variabilidad amplios y son métodos extremadamente sensibles a los cambios de temperatura (12).

El presente trabajo tuvo como objetivo estimar la vida útil de salchichas de pollo mediante pruebas aceleradas, empleando el índice de peróxidos como indicador de la cinética de deterioro a tres diferentes temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima empleada fueron salchichas de pollo provenientes de la línea de producción de una empresa cubana especializada en esta producción. En este estudio, los paquetes de producto, conformados por 10 unidades, fueron almacenados a tres temperaturas: 5, 15 y 30 °C. Las temperaturas de 5 y 15 °C se escogieron para establecer una diferencia de 10 °C como mínimo y poder calcular el parámetro Q_{10} , el cual representa la razón de las constantes de reacción a las temperaturas mencionadas.

La determinación del índice de peróxido se realizó cada dos días a cada una de las temperaturas de almacenamiento, utilizándose un total de 45 paquetes de salchicha. El índice de peróxido (IP) se determinó según el método ISO 3960 (13). El IP expresado en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramos de grasa (meqO_2/kg de grasa) se calcula por la Ec. 1.

$$IP = \frac{(V - V_0) \cdot C \cdot 1000}{m} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde V: volumen de tiosulfato sódico utilizado en la valoración de la muestra (mL), V_0 : volumen de tiosulfato sódico utilizado en la prueba en blanco (mL), C: concentración de la solución de tiosulfato sódico (mol/L) y m: masa de la muestra (g).

Para el estudio de la cinética de deterioro se trabajó con un modelo de orden cero (Ec. 2), siendo el más empleado debido a que su solución es sencilla y se han obtenido buenos resultados (14). Integrando y reacomodando se obtiene la Ec. 3, la cual es una línea recta con pendiente k , siendo k la constante específica de reacción ($\text{meqO}_2/\text{kg} \cdot \text{d}$) cuyo valor depende de la temperatura y X el valor del atributo (IP), los sufijos f , valor del IP final y o , valor del IP inicial.

$$-\frac{dX}{dt} = k \quad (\text{Ec. 2})$$

$$X_f = X_0 - k \cdot t \quad (\text{Ec. 3})$$

La dependencia de la constante de velocidad de reacción con la temperatura es descrita por la ecuación de Arrhenius (Ec. 4) (14-16).

$$k = A \cdot e^{\left(-\frac{E_a}{RT}\right)} \quad (\text{Ec. 4})$$

Aplicando logaritmos a la ecuación 4 se obtiene la ecuación de una línea recta con pendiente E_a/R (Ec. 5), y se despeja el término E_a para obtener el valor de la energía de activación.

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde A : factor de frecuencia ($\text{meqO}_2/\text{kg}\cdot\text{d}$), E_a : energía de activación (J/mol), R : constante de los gases ideales ($8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$) y T : temperatura absoluta (K).

El parámetro Q_{10} se define como la razón entre la constante de velocidad a una temperatura (T) y la constante de velocidad a otra temperatura ($T+10 \text{ }^\circ\text{C}$). Este valor no es constante, sino que depende de E_a y la temperatura absoluta T . El parámetro Q_{10} se calcula según la Ec. 6.

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} = e^{\frac{10 \cdot E_a}{R \cdot T \cdot (T+10)}} = \frac{VU_T}{VU_{T+10}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde k_T : constante de reacción a T_1 ($\text{meqO}_2/\text{kg}\cdot\text{d}$), k_{T+10} : constante de reacción a $T_1+10 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\text{meqO}_2/\text{kg}\cdot\text{d}$), VU_T : vida útil del producto a T_1 (d) y VU_{T+10} : vida útil del producto a $T_1+10 \text{ }^\circ\text{C}$ (d).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig. 1 representa los resultados obtenidos en la evaluación del índice de peróxido, mostrando la tendencia con respecto a las temperaturas de almacenamiento, según los valores obtenidos durante los 24 días en los que se realizó el estudio de vida útil acelerado. El índice de peróxido de la salchicha de pollo incrementa con respecto al tiempo y su comportamiento es lineal. Además, se aprecia que a mayor valor de temperatura de almacenamiento corresponde un mayor índice de peróxido a un determinado tiempo, lo que evidencia que a mayor temperatura de almacenamiento menor tiempo de vida útil presentará el producto, resultados similares a los informados anteriormente (16).

Las regresiones lineales obtenidas se representan por las Ec. 7 a 9 para las temperaturas de 5, 15 y $30 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente.

$$IP = 0,4675 \cdot t - 0,7288 \quad R^2 = 0,990 \quad (\text{Ec. 7})$$

$$IP = 0,7263 \cdot t - 0,4605 \quad R^2 = 0,993 \quad (\text{Ec. 8})$$

$$IP = 1,0144 \cdot t + 0,6592 \quad R^2 = 0,996 \quad (\text{Ec. 9})$$

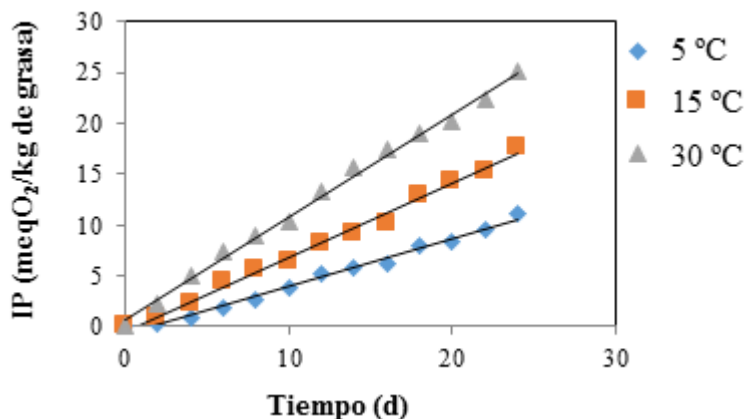


Fig. 1. Comportamiento del índice de peróxido a las temperaturas de 5, 15 y $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

La pendiente de cada una de estas rectas es equivalente a la constante de velocidad de reacción a cada valor de temperatura. Estas representan la velocidad de deterioro del producto y es mayor a medida que se aumenta la temperatura de almacenamiento. Con las tres constantes obtenidas y aplicando el modelo de Arrhenius, se graficó el logaritmo natural de las constantes de velocidad de reacción contra el inverso de las temperaturas de almacenamiento, como se muestra en la Fig. 2.

De la regresión lineal se obtuvo la Ec. 10.

$$\ln k = -2569,7 \cdot \frac{1}{T} + 8,527 \quad (\text{Ec. 10})$$

A partir de la pendiente de la Ec. 10 y del término independiente se calculó la energía de activación y el factor de frecuencia utilizando la Ec. 5, se obtuvo como resultado 21,36 kJ/mol y 5 049,28 meqO₂/kg·d, respectivamente, los cuales se encuentran en el orden de los observados en otros estudios (11, 16). Estos valores permitieron recalculer los valores de la constante de reacción a las tres temperaturas de estudio mediante la Ec. 4, obteniéndose 0,49; 0,67 y 1,05 meqO₂/kg·d para 5, 15 y 30 °C, respectivamente, encontrándose en el orden de los reportados para productos similares (17).

Conociendo que el límite permisible de índice de peróxido para este producto es 10 meqO₂/kg de grasa (18), se empleó la Ec. 3 para determinar el tiempo de vida útil a cada una de las temperaturas de almacenamiento resultando ser de 20, 14 y 9 días para 5, 15 y 30 °C, respectivamente.

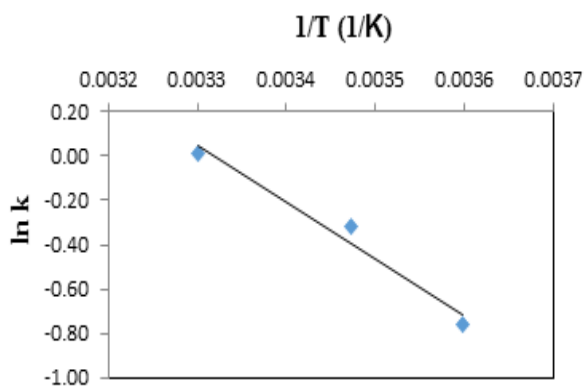


Fig. 2. Variación del logaritmo natural de la constante de velocidad de reacción vs. temperatura.

Graficando el logaritmo natural de la vida útil contra la temperatura de almacenamiento (Fig. 3) se obtuvo mediante regresión lineal la Ec. 11, con la que puede estimarse la vida útil del producto para diferentes temperaturas de almacenamiento.

$$\ln VU = -0,0304 \cdot T + 3,165 \quad (\text{Ec. 11})$$

A partir de la Ec. 11, se obtuvo la ecuación de vida útil en función de la temperatura de almacenamiento (Ec. 12) con el índice de peróxido como indicador de deterioro del producto.

$$VU = e^{(-0,0304 \cdot T + 3,165)} \quad (\text{Ec. 12})$$

A partir de los parámetros antes obtenidos y empleando la Ec. 10, se determinó el parámetro Q₁₀ resultando ser de 1,38. Esto significa que la velocidad de deterioro se acelera 1,38 veces por cada 10 °C que se aumenten, o lo que es igual a plantear que la vida de la salchicha de pollo decrece 1,38 veces por cada 10 °C de aumento en la temperatura. El valor obtenido se encuentra en el orden reportado por la literatura para otros productos similares (16, 17).

La salchicha de pollo, luego de culminada su elaboración, debe ser almacenada en refrigeración para su posterior comercialización y de esta forma evitar la contaminación del producto. Para ello se establecen como condiciones de almacenamiento una temperatura de 4 °C para la cual el producto tendrá un tiempo de vida útil aproximado a 26 días.

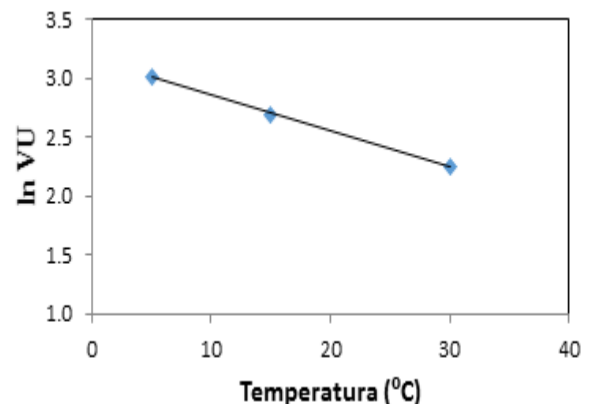


Fig. 3. Representación del logaritmo natural de la vida útil vs. temperatura.

CONCLUSIONES

Se obtiene que el índice de peróxido en la salchicha de pollo incrementa con el tiempo y este comportamiento ajustó a una cinética de orden cero. También, se determinó que la energía de activación y el factor de frecuencia alcanzan valores de 21,36 kJ/mol y 5 049,28 meqO₂/kgd, respectivamente. La vida útil del producto, bajo condiciones aceleradas de almacenamiento, fue de 20, 14 y 9 días para 5, 15 y 30 °C, respectivamente, con un factor Q₁₀ de 1,38. Se estableció, como condición de almacenamiento, la refrigeración de la salchicha a 4 °C, para la cual el producto tendrá una vida útil de 26 días.

REFERENCIAS

1. Zapata JIH, Portillo MYB, Vera JMM. Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Biotec Sector Agropec y Agroind 2017; 15(2):61-71.
2. Chimbo PMC. Análisis del efecto antioxidante de diferentes concentraciones del ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.) sobre chorizo ahumado (tesis de diploma). Ecuador: Universidad de Cuenca; 2017.
3. Inungaray MLC, Munguía AR. Vida útil de los alimentos. Rev Iberoam Cienc Biol y Agropec: CIBA 2013; 2(3):32-56.
4. Ángel AFR, Gómez CAM. Implementación y diseño de procedimientos para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa (tesis de diploma). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira; 2010.
5. Aung MM, Chang YS. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. Food Cont 2014; 40:198-207.
6. Qi L, Xu M, Fu Z, Mira T, Zhang X. C2SLDS: A WSN-based perishable food shelf-life prediction and LSFO strategy decision support system in cold chain logistics. Food Cont 2014; 38:19-29.
7. Udomkun P, Nagle M, Argyropoulos D, Mahayothee B, Latif S, Müller J. Compositional and functional dynamics of dried papaya as affected by storage time and packaging material. Food Chem 2016; 196:712-9.
8. Ramachandra CT, Rao PS. Shelf-life and colour change kinetics of Aloe vera gel powder under accelerated storage in three different packaging materials. J Food Sci Technol 2013; 50:747-54.
9. Dak M, Sagar VR, Jha SK. Shelf-life and kinetics of quality change of dried pomegranate arils in flexible packaging. Food Packag Shelf Life 2014; 2:1-6.
10. Kebede BT, Grauwet T, Magpusao J, Palmers S, Michiels C, Hendrickx M, Van Loey A. An integrated fingerprinting and kinetic approach to accelerated shelf-life testing of chemical changes in thermally treated carrot puree. Food Chem 2015; 179:94-102.
11. García C, Molina ME, Chacón G. Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. Rev Ingen 2011; 21(2):31-8.
12. Coll IJL, Fernández JMC, Torres MdMR, Sainz JAF. Control e higiene de los alimentos. Madrid: McGraw Hill; 1999. pp. 544.
13. ISO 3960. Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide value. Iodometric (visual) endpoint determination. Switzerland; 2007.
14. Amodio ML, Derossi A, Mastrandrea L, Colelli G. A study of the estimated shelf life of fresh rocket using a non-linear model. J Food Eng 2015; 150:19-28.
15. Sothornvit R, Kiatchanapaibul P. Quality and shelf life of washed fresh-cut asparagus in modified atmosphere packaging. LWT - Food Sci Technol 2009; 42:1484-90.
16. Park JM, Lee SH, Koh JH, and Kim JM. Determination of Shelf Life Model of Pork Cutlet and Pork Lard during Accelerated Storage Conditions. Korean J Food Sci An 2018; 38(4):664-78.
17. Carrillo LEG, Duque DPM, Zuluaga DEM, Acevedo D, Montero PM. Estudio de vida útil de jamón de cerdo mediante pruebas aceleradas. Interciencia 2016; 41(7):488-91.
18. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Parámetros de seguridad alimentaria para la carne y productos cárnicos destinados a la Unión Económica de Eurasia, 2016. Disponible en: https://www.msbs.gob.es/Normas_UA_carne_y_productos_cárnicos.pdf. Acceso 1 junio 2019.