

RANCIDEZ HIDROLÍTICA Y OXIDATIVA DE ACEITES SOMETIDOS AL FREÍDO REPETIDO DE DONAS A NIVEL INDUSTRIAL

Trueba-Vázquez Eugenia, Sosa-Morales María Elena

¹ [Lic. en Ingeniería en Alimentos] | [Dirección de correo electrónico: etruvaz@hotmail.com]

² [Departamento de Alimentos, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [Dirección de correo electrónico: msosa@ugto.mx]

Resumen

Los antioxidantes cumplen la función de prevenir el deterioro de grasas y aceites, para operaciones tanto de freído como de almacenamiento. Dos de los antioxidantes sintéticos más comúnmente empleados en la industria alimentaria son Terbutil Hidroquinona (TBHQ) como antioxidante primario y palmitato de ascorbilo (AP) como antioxidante secundario. En el presente trabajo se usó TBHQ o una mezcla de TBHQ y AP (todos a 100 ppm) para determinar los cambios químicos y físicos en oleína de palma utilizada para el freído repetido de 30 lotes de donas elaboradas con leudante químico. Se analizaron los cambios presentados en el producto freído para determinar el nivel de impacto del aceite sobre el alimento. La oleína de palma adicionada con 100 ppm de TBHQ como antioxidante fue la opción más viable para llevar a cabo freído repetido de donas hasta por 20 lotes, sin exceder los límites de rancidez hidrolítica y oxidativa establecidos por la legislación.

Abstract

Antioxidants have the function of preventing the deterioration of fats and oils, for both frying and storage operations. Two of the synthetic antioxidants most commonly used in the food industry are Terbutyl Hydroquinone (TBHQ) as a primary antioxidant and ascorbyl palmitate (AP) as a secondary antioxidant. In this study, TBHQ or a blend of TBHQ and AP (100 ppm of each one) were used to determine the chemical and physical changes presented in palm olein employed for repeated frying of 30 batches of donuts elaborated with chemical leavening. The changes presented in the fried product were analyzed to determine the level of impact the oil had on the food. Palm olein added with 100 ppm of TBHQ as an antioxidant was the most viable option to carry out repeated frying of donuts even for 20 batches, without exceed the limits of hydrolytic and oxidative rancidity established by regulations.

Palabras Clave

Antioxidantes, donas, freído repetido

INTRODUCCIÓN

El freído por inmersión es un método de preparación de alimentos que consiste en sumergir un alimento en aceite caliente. Este proceso se caracteriza por mejorar las características sensoriales del alimento, lo cual hace que estos productos tengan una alta aceptación por parte de los consumidores [1]. A pesar de que existe mucha controversia respecto al valor nutricional y los efectos nocivos a la salud que pudieran tener los alimentos fritos, existe una gran variedad de estos en el mercado [2].

El uso repetido de aceite durante el freído implica una serie de reacciones dentro de los componentes del aceite y del alimento. Hay dos reacciones químicas principales que se llevan a cabo en los aceites de freído que tienen una gran influencia en su calidad: la rancidez hidrolítica y la rancidez oxidativa. La rancidez hidrolítica se da cuando el agua de los alimentos reacciona con los triglicéridos del medio de freír, mientras que la rancidez oxidativa es la reacción con el oxígeno del ambiente. Como consecuencia de estas reacciones químicas, se produce la formación de compuestos, como peróxidos y ácidos grasos libres, respectivamente, que eventualmente se convierten en parte del alimento, ya que el alimento absorbe el aceite de freído [3]. Los peróxidos han sido reconocidos como nocivos para la salud de los consumidores.

En la industria y establecimientos de comida rápida, los aceites y grasas de freído se utilizan repetidamente. Esta situación hace que el aceite se mantenga expuesto constantemente a altas temperaturas, luz y oxígeno, lo que provoca que tengan lugar las reacciones descritas. Cada país tiene leyes sobre la cantidad máxima de estos compuestos que pueden estar confinados en el aceite utilizado. La velocidad de reacción difiere dependiendo del tipo de aceite, antioxidantes añadidos y producto alimenticio que se esté procesando [4]. Por lo tanto, estas especificaciones deben tenerse en cuenta para establecer condiciones de freído aceptables.

Los agentes antioxidantes comúnmente se agregan a las grasas y aceites para evitar la oxidación primaria durante el freído repetido [5]. Dependiendo de la acción que realicen, se clasifican como antioxidantes primarios o secundarios. El antioxidante terbutil hidroquinona (TBHQ) es un antioxidante primario, ya que actúa como receptor de radicales libres, previniendo la oxidación. Por su parte, el ascorbil palmitato (AP) se clasifica como un antioxidante secundario, ya que ralentiza las reacciones de oxidación al absorber oxígeno, descomponer hidropéroxidos a productos no radicales y absorber la radiación ultravioleta [6]. La combinación de antioxidantes se ha propuesto como una opción interesante para atacar la rancidez por diferentes vías.

El uso de antioxidantes depende de las condiciones de freído y del tipo de alimento que se trate. Los alimentos son sistemas complejos y en el caso de las donas es necesario conocer el rendimiento del aceite adicionado con diferentes tipos antioxidantes con el fin de determinar las condiciones óptimas de proceso. El objetivo de esta investigación fue analizar el desempeño de la oleína de palma adicionada con TBHQ y AP, tomando en consideración la formación de peróxidos y ácidos grasos libres, así como variaciones en su viscosidad. En el caso de las donas, se evaluaron los niveles de peróxidos y los cambios de color.

MATERIALES Y MÉTODOS

Treinta lotes de donas elaboradas con leudante químico se frieron utilizando oleína de palma con TBHQ (100 ppm) agregado como antioxidante. Otros treinta lotes de donas se frieron usando oleína de palma adicionada con TBHQ (100 ppm) y palmitato de ascorbilo como antioxidante secundario (100 ppm). Ambos aceites fueron provistos por AarusKarlshamn México (Morelia, Michoacán, México).

Donas con leudante químico

La formulación de las donas utilizadas consistió en 475 g de harina, 75 g de huevo, 120 ml de agua, 75 g de mantequilla, 76 ml de leche, 20 g de azúcar, 2 g de sal, 3 ml de vainilla y 9.5 g de polvo para hornear. Se

comenzó con la mezcla de los ingredientes secos y posteriormente se añadieron los húmedos. El amasado se mantuvo hasta obtener una masa homogénea elástica. Esta se extendió hasta obtener un ancho de 2 mm y se prosiguió con el cortado.

Freído repetido

Las condiciones de freído fueron establecidas para semejarse a las utilizadas a nivel industrial y en establecimientos de comida rápida o panaderías. Se emplearon dos freidoras domésticas (Tefal Pro Inox, FR404653), cada una llena con 3 L de oleína fresca con cada uno de los antioxidantes de estudio. Las donas se frieron en lotes de 80 g a 190°C durante 2 min y se dejaron escurrir durante medio minuto. Las muestras de donas se tomaron en cuatro lotes diferentes: 1, 10, 20 y 30; mientras que las muestras de aceite se tomaron antes de calentarse (oleína fresca) y después del freído repetido de 10, 20 y 30 lotes de donas.

Determinación de rancidez

El índice de peróxidos es el indicador de la rancidez oxidativa primaria en aceites y grasas. Se determinó por duplicado de acuerdo con el método indicado por la NMX-F-154-1987, con muestras de un gramo. La muestra previamente tratada se titula con tiosulfato de sodio (0,01 N), la titulación debe completarse en menos de 3 min. Los resultados obtenidos son expresados como meq/kg.

$$IP = \frac{(ml \text{ NaHSO}_3) (N) (1000)}{\text{Peso de la muestra}}$$

Peso de la muestra

El porcentaje de ácidos grasos libres (%AGL) es el índice que marca la rancidez hidrolítica en aceites y grasas. Se utilizó el método de titulación con hidróxido de sodio (0.1) como se describe en NMX-F-101-SCFI-2002, aplicando la siguiente fórmula, en la que se asume que el ácido graso mayoritario de la oleína de palma es el ácido palmítico (PM=256 g/mol):

$$\%AGL = \frac{(ml \text{ NaOH}) (N) (0.256) (100)}{\text{Peso de la muestra}}$$

Peso de la muestra

Propiedades físicas

Cuando un aceite es utilizado para freído repetido, la viscosidad de este se ve alterada como efecto de la formación de compuestos de alto peso molecular. Es por esto que esta se estudió de acuerdo con las especificaciones del Viscosímetro Brookfield DV-11 + Pro, usando el adaptador de muestra pequeña (10 mL de oleína, aguja 21, 100 rpm) y el Instituto Alemán de Normalización. La temperatura de las muestras para estas evaluaciones fue de 40 °C.

El sistema de color CIELAB se utilizó para determinar las variaciones de color externo entre las muestras de dona. Cada evaluación se realizó por triplicado en un colorímetro Color Flex EZ de Hunterlab, mediante los parámetros L* (luminosidad), a* (variación verde a rojo) y b* (variación azul a amarillo) de la escala CIELab.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Imagen 1 muestra el promedio de índices de peróxidos (IP) obtenidos para la oleína de palma con TBHQ o con la mezcla de antioxidantes después de los ciclos de freído establecidos. La concentración de peróxidos en ambas oleínas presenta una tendencia de incremento similar conforme avanza el freído repetido. Ambos casos tuvieron buen desempeño hasta 20 lotes de donas, debido a que en México el índice de peróxidos máximo permitido es 20 meq/kg. La oleína de palma con TBHQ mantuvo valores menores de peróxidos en comparación con la oleína añadida con la mezcla de antioxidantes (TBHQ+AP).

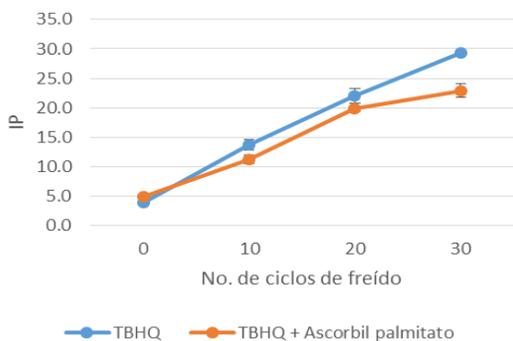


IMAGEN 1: Índice de peróxidos en oleína de palma adicionada con TBHQ y TBHQ + Ascorbil palmitato, utilizadas en el freído repetido de donas con leudante químico.

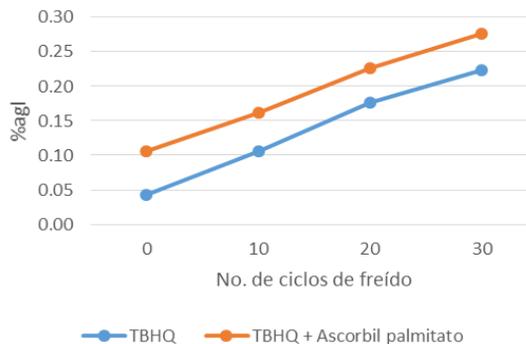


IMAGEN 2: Porcentaje de ácidos grasos libres en oleína de palma adicionada con TBHQ y TBHQ + Ascorbil palmitato, utilizadas en el freído repetido de donas con leudante químico.

El porcentaje de AGL que presentaron los aceites durante el freído repetido de donas se muestra en la Imagen 2. Tanto la oleína de palma adicionada con TBHQ como la adicionada con TBHQ y AP, obtuvieron valores inferiores a 0.30% después de freír 30 lotes de donas. De acuerdo con la Norma Mexicana referente al porcentaje de ácidos grasos libres permitidos en el aceite de consumo (NMX-F-101-SCFI-2002) [7], el límite máximo permitido de AGL en aceites y grasas es del 3%. Con base en ello, las oleínas se mantuvieron en condiciones de uso apropiadas. Como el porcentaje de ácidos grasos libres presentados en el caso de la oleína de palma adicionada con TBHQ fue considerablemente menor en comparación con la mezcla de antioxidantes, se puede decir que la adición de AP es innecesaria en lo que respecta a la formación de AGL.

Dado que las donas se encuentran en contacto directo con la oleína de palma, éstas absorben y acumulan una porción de los compuestos formados en el aceite, los cuales al presentarse en determinadas concentraciones pueden afectar la salud de los consumidores, así como las cualidades del alimento [8]. Como se observa en la Imagen 3, la cantidad de peróxidos absorbidos por las donas es en promedio del 20% en relación a los peróxidos que se presentan en el aceite. Esto nos indica que la cantidad de peróxidos absorbidos, no rebasan el límite máximo establecido y que los niveles de estos no representan un peligro para los consumidores. A pesar de esto, es posible identificar que en el caso de la oleína con TBHQ se presentó un nivel superior de absorción.

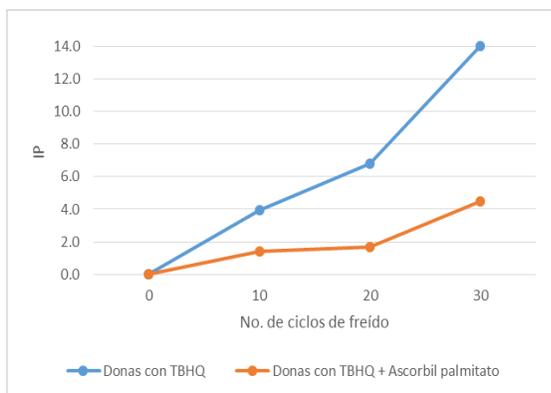


IMAGEN 3: Índice de peróxidos determinado en las donas fritas con oleína de palma adicionada con TBHQ y TBHQ + AP.

Tabla 1: Color de las muestras de donas fritas en oleína de palma adicionada con TBHQ (100 ppm).

	Donas TBHQ			
	1	10	20	30
L*	56.04 ± 1.96	58.58 ± 0.53	53.34 ± 1.74	53.41 ± 0.78
a*	12.85 ± 0.60	9.46 ± 0.32	12.67 ± 1.04	13.90 ± 3.07
b*	37.39 ± 0.72	34.82 ± 1.45	36.68 ± 0.89	38.18 ± 0.83

La viscosidad aumentó en ambas oleínas conforme incrementó el número de lotes freídos. La oleína con TBHQ presentó un incremento en su viscosidad de 2 cP, pasando de un valor de 39.5 cP en la oleína fresca a 41.5 cP. Por otra parte, la oleína adicionada con TBHQ y AP reportó una diferencia mayor (4.8 cP) entre el valor inicial (36.2 cP) y al finalizar el freído repetido (41 cP). Tomando en consideración datos obtenidos en otras investigaciones, se considera que con estos valores los aceites continúan siendo aptos para llevar a cabo más lotes de freído [9]. En los aceites, la viscosidad es un indicador indirecto de la formación de polímeros de gran tamaño y peso molecular [10].

La luminosidad (L^*) presentada en la costra las donas fue el aspecto de color más significativo que se analizó. Como se puede observar en la Tabla 1, el valor correspondiente a L^* presenta un decremento, lo cual indica que el producto adquirió una tonalidad más oscura conforme se reutilizaba el aceite. La coloración del producto se debe principalmente a diferentes reacciones químicas que se llevan a cabo, tal como lo es la reacción de Maillard. Sin embargo, en el caso de los productos sometidos a un proceso de freído, las variaciones en el color también se dan por cambios estructurales que el aceite provoca en el producto [11].

CONCLUSIONES

La utilidad de los aceites depende del tipo de antioxidante que se añada, así como del producto que se desee freír. En el caso particular de donas con leudante químico, el TBHQ (100 ppm) resultó ser un antioxidante altamente efectivo, sin embargo al mezclarlo con AP (100 ppm) en partes iguales, se genera un efecto adverso. Tomando en consideración las alteraciones químicas y físicas que presenta el aceite conforme se incrementa su uso, así como en las características del producto que se ven afectadas, es posible decir que la opción más adecuada para llevar a cabo freído repetido durante 20 ciclos, es utilizar oleína de palma con TBHQ a 100 ppm.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad de Guanajuato por la oportunidad de desarrollar este proyecto, a la empresa AAK por la donación y preparación de la oleína de palma y al Ing. Rafael Castro López, estudiante de la Maestría en Biociencias, por su apoyo en la inducción a la metodología.

REFERENCIAS

- [1] Ngadi, M., Yunsheng, L., & Oluka, S. (2007). Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), 1784–1791.
- [2] Vélez-Ruiz, J. F., Vergara-Balderas, F. T., Sosa-Morales, M. E., & Xique-Hernández, J. (2002). Effect of temperature on the physical properties of chicken strips during deep-fat frying. *International Journal of Food Properties*, 5 (1), 127–144.
- [3] Choe, E., & Min, D. B. 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *J Food Sci* 72(5):77–85.
- [4] Paul, S., & Mittal, G. S. (1996). Dynamics of fat/oil degradation during frying based on physical properties. *Journal of Food Process Engineering*, 19, 201–221.
- [5] Leal-Torres, E., Sosa-Morales, M. E., López-Malo, A. & Morlán-Palmas, C. C. (2014). Potential of natural antioxidants to replace TBHQ during repeated frying of French fries. IFT Annual Meeting. 21-24 June, New Orleans, LO.
- [6] Wanasundara P. K. J. P. D. & Shahidi, F. (2005). Antioxidants: Science, Technology, and Applications. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Sixth Edition. New York: John Wiley & Sons.
- [7] NMX-F-101-SCFI-2012. Determinación de ácidos grasos libres. Secretaría de Economía. Gobierno de México.
- [8] Soriano JM, Molto JC, Mañez J. 2002. Hazard analysis and critical points in deep-fat frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104, 174-177.
- [9] Santos, J. C. O., Santos, I. M. G., & Souza, A. G. (2005). Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. *Journal of Food Engineering*, 67, 401-405.

[10] Yagüe M, 2003, Estudio de utilización de aceites para frituras en establecimientos alimentarios de comidas preparadas, Escola de prevenció i Seguretat Integral. UAB. Bellaterra.

[11] Ramadan, R.M; M.A.A. Mostafa. y A.E.R.S. Mohamed; Correlation between physicochemical analysis and radical-scavenging activity of vegetable oil blends as affected by frying of French fries, Eur. J.Lipid Sci. Technol.: 108 (8), 670 – 678 (2006).