



Efecto del tiempo de uso y el tipo de aceite de freído en las propiedades de nuggets de pescado

E. F. Molina-Hernández* y M. E. Sosa-Morales.

*Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla.
Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, San Andrés Cholula, Puebla. C.P.72810. México.*

Resumen

Durante el proceso de freído discontinuo de alimentos, el aceite se calienta repetidas veces a elevadas temperaturas, lo que ocasiona degradación del aceite que puede afectar las propiedades del alimento frito. El objetivo del presente estudio fue evaluar algunas propiedades de nuggets de pescado freídos en dos mezclas de aceites, frescas y después de 12 días de uso repetido para determinar el posible efecto del tipo de aceite y del tiempo en que el aceite se ha usado. La textura y el contenido de grasa de los nuggets no fueron afectados por el tipo de aceite ni por el tiempo de uso ($p>0.05$). Los nuggets fritos en la mezcla 1 tuvieron valores de peróxidos y de ácidos grasos libres mayores que los nuggets fritos en la mezcla 2 ($p<0.05$). Como resultado del análisis sensorial, no se detectó diferencia entre nuggets debida al tipo de mezcla usada para el freído ($p>0.05$). El aceite se encontraba principalmente localizado en la parte externa de los nuggets. Aunque no hubo diferencia en la mayoría de los parámetros analizados, es recomendable usar la mezcla 2 para el freído repetido de nuggets de pescado, debido a menores índices de rancidez.

Palabras clave: freído, nuggets de pescado, textura, análisis sensorial, índice de peróxidos, microestructura.

Abstract

During discontinuous frying process of foods, the oil is repeatedly heated to high temperatures. This repeated heating results in oil degradation, which may affect the properties of the fried food. The aim of this study was to evaluate selected properties of fish fried nuggets in two oil blends, fresh and after 12 days of repeated use, to determine the possible effect of oil type and the time during the oil has been used. Texture and fat content of nuggets were not affected by the oil type or by the time of use ($p>0.05$). Fish nuggets fried in oil blend 1 had higher values of peroxide index and free fatty acids than those nuggets fried in oil blend 2 ($p<0.05$). As a result of sensory analysis, no difference was detected between fish nuggets due to the oil blend used for frying ($p>0.05$). The oil was mainly located in outer part of fish nuggets. In spite, there was no difference in most of the evaluated parameters, it is recommended to employ the blend 2 for repeated frying of fish nuggets, due to lower rancidity index.

Keywords: fried, fish nuggets, texture, sensory analysis, peroxide index, microstructure.

*Programa de Maestría en Ciencia de Alimentos
Tel.: +52 222 1231471, fax: +52 222 229 2727
Dirección electrónica: erika.molinahz@udlap.mx

Introducción

Actualmente, el consumo de grasas degradadas químicamente está causando una gran preocupación en la población, debido a los efectos negativos que pueden ocasionar en la salud humana. Varias enfermedades han sido vinculadas con la ingesta de productos de degradación de aceites a elevadas temperaturas, como la arteriosclerosis y las enfermedades articulares inflamatorias, entre otras (Grootveld *et al.*, 2001).

El uso repetido de los aceites puede afectar su tiempo de vida o bien, a los alimentos fritos en ellos, desarrollando así rancidez oxidativa, polimerización y reacciones de degradación térmica junto con cambios en sus propiedades físicas, químicas, nutricionales y sensoriales, tanto en el aceite como en el alimento. La intensidad de estas reacciones dependen del tratamiento, de la duración, del medio de freído y del tipo de alimento utilizado (Manral *et al.*, 2008).

El freído por inmersión es uno de los procesos de producción de alimentos más empleados, en donde el alimento se sumerge en aceite caliente a temperaturas entre 150 y 200 °C con el propósito de ser cocido (Manral *et al.*, 2008; Farinu y Baik, 2005). Es un proceso rápido, conveniente y eficiente en cuanto al método de cocción y al incremento de la palatabilidad, debido a la presencia de grasa. Los productos fritos poseen una corteza crujiente, color dorado, así como sabores y olores agradables (Farhoosh y Moosavi, 2009).

Cuando se fríen alimentos con alto contenido de grasa como en el caso del pescado, estas grasas migran al medio de freído, por tanto, agregan otros tipos de aceites y el problema de degradación puede ser mayor, ya que cualquier aceite de pescado con una gran cantidad de ácidos grasos insaturados dará como resultado una rápida oxidación del aceite (Rossell, 1998).

Existen pocos estudios en los que se han evaluado el efecto del uso repetido de aceites

de freído en los alimentos producidos. Andrikopoulos *et al.* (2002) frieron papas (8 lotes de 10 g) en diferentes aceites: aceite de oliva virgen, grasa vegetal y aceite de girasol, a las cuales se evaluó el contenido de peróxidos, viscosidad, valor de *p*-anisidina y su efecto en el contenido de grasa en las papas. El efecto del freído en la composición y propiedades nutricionales del pescado fue estudiado por Ansorena *et al.* (2010) quienes determinaron que la intensidad de los cambios se debió a la naturaleza de la grasa o aceite y a la manipulación del alimento. En el caso de nuggets de pollo y para papas a la francesa, se han hecho estudios con dos tipos de aceites de freído, uno con oleína de palma y otro con oleína de palma/canola 50:50 sin encontrar efectos en los contenidos de grasa y de humedad del alimento, pero sí en la textura debido al tipo de aceite usado (Enríquez-Fernández *et al.*, 2011). Recientemente, Romano *et al.* (2012) extrajeron la grasa de papas a la francesa freídas en superoleína y en aceite de oliva, y analizaron algunos índices químicos para evaluar el nivel de oxidación y relacionarlo al desempeño de los aceites estudiados. Sin embargo, no hay reportes de estudios sobre el efecto del uso repetido del aceite en nuggets de pescado.

La ingesta del pescado es altamente recomendada por su composición, en la que resalta el buen nivel de proteína y sus ácidos grasos, principalmente del tipo *omega* 3 (Ansorena *et al.*, 2010). Los nuggets de pescado fritos son una buena opción en la dieta, siempre y cuando se asegure un buen proceso de producción.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar diversas propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y sensoriales de nuggets de pescado freídos en dos mezclas de aceites, frescas y después de 12 días de uso repetido, para determinar el posible efecto del tipo de aceite y del tiempo de uso en dichas propiedades.

Materiales y métodos

1. Materiales

El estudio se llevó a cabo con dos mezclas de aceites: mezcla 1 (oleína de palma y aceite de canola) y mezcla 2 (oleína de palma y aceite de canola con alto contenido de ácido oleico), las cuales fueron suministradas por la empresa AarhusKarlshamn (AAK, Morelia, Mich.). Ambas mezclas contenían 200 ppm de TBHQ (ter-butilhidroquinona) como antioxidante. Los nuggets de pescado congelados (Fisher Boy, Portsmouth, New Hampshire, EE.UU.) fueron comprados en un establecimiento comercial en la ciudad de Puebla, México.

2. Procedimiento de freído

El proceso de freído por inmersión se llevó a cabo empleando una freidora eléctrica doméstica (modelo ODF550, Oster, Florida, EE.UU.). La freidora fue llenada con 2.9 L de la mezcla de aceites fresca. Un lote consistió en freír 80 g de nuggets de pescado a 180°C durante 2.5 min, el lote se escurrió durante 1 min. El estudio consistió en freír 30 lotes diariamente durante 12 días. Antes de iniciar un nuevo ciclo de freído por día, la freidora fue rellena con la mezcla de aceite fresca para así completar el mismo volumen inicial (2.9 L). Esta metodología fue seleccionada con el fin de replicar las condiciones con las que se fríe habitualmente en establecimientos de comida rápida.

3. Métodos de análisis en nuggets de pescado

Los análisis se aplicaron en los nuggets de pescado fritos en ambas mezclas de aceites (1 y 2) frescas y después de 12 días de freído.

3.1 Determinación del contenido de grasa

El contenido de grasa fue determinado por duplicado mediante el método 991.36 de la AOAC (1995), por extracción con equipo

Soxhlet durante 6 h y empleando éter de petróleo como solvente.

3.2. Determinación de peróxidos

El índice de peróxidos fue determinado por duplicado, según la Norma Mexicana NMX-F-154-1987. Se pesó 1 g de nugget adicionando 1 g de KI, 30 mL de una solución de ácido acético glacial-cloroformo 3:2 v/v, dejando en baño de agua caliente durante 1 min. Después se adicionaron 0.5 mL de una solución de KI al 5% y 30 mL de agua caliente dejando reposar durante 1 min y se agregaron 2.5 mL de una solución de almidón al 2%. Por último, se tituló con una solución de tiosulfato de sodio 0.01 N. El resultado se expresó como meq/kg.

3.3. Determinación de ácidos grasos libres

El contenido de ácidos grasos libres fue determinado de acuerdo a la técnica 940.28 de la AOAC (2000). Se pesaron 5g de nuggets y se adicionaron 50 mL de alcohol isopropílico y fenolftaleína como indicador. Posteriormente se llevó a cabo una titulación con NaOH al 0.1N hasta observar un vire de color rosa característico. La determinación fue realizada por duplicado.

3.4. Observación de la microestructura

La microestructura en nuggets de pescado fue observada mediante un microscopio electrónico de barrido (JSM-5600LV, JEOL Ltd., Akishima, Japón), con un voltaje acelerado de 20 kV (Martínez-Ávila *et al.*, 2010). En el microscopio se observó tanto la parte interna como la corteza de los nuggets de pescado fritos en cada una de las mezclas de aceites. Para las observaciones de la parte externa, se obtuvo un corte delgado de la corteza de las muestras con un bisturí. Para las observaciones de la parte interna, se realizó un corte longitudinal a un ángulo de 45° y posteriormente, se cortó una lámina delgada

del centro de una de las mitades. Estas láminas y los cortes pequeños de la corteza fueron cubiertos con oro-paladio empleando un recubridor (Denton Vacuum Desk V, Moorestown, Nueva Jersey, Estados Unidos), a un espesor de 200 Å.

3.5. Medición de la textura

La textura de las muestras se determinó mediante un texturómetro TA.XT2 (Stable MicroSystems, Reino Unido) en modo manual. De acuerdo a lo establecido por Martínez-Ávila *et al.* (2010), se midió la fuerza máxima en la corteza de un nugget completo (1.64 ± 0.11 cm de espesor), utilizando una aguja de 1/8" a una velocidad de 1mm/s hasta penetrar 5 mm del espesor del producto. La textura se midió en 10 diferentes piezas de nuggets.

4. Análisis sensorial

El análisis sensorial se determinó mediante una prueba triangular con 18 jueces no entrenados (De la Fuente-Salcido *et al.*, 2001). Cada juez probó 3 nuggets de pescado fritos, dos nuggets fueron freídos en la mezcla 1 fresca y un tercero que fue freído en la mezcla 2 fresca. A los jueces se les proporcionó agua para enjuagarse la boca entre muestra y muestra, y los datos de aciertos obtenidos fueron contados y comparados con el de tablas a un nivel de confianza del 95% (Larmond, 1982).

5. Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), empleando el software Minitab Release versión 14 (Minitab

Inc., Pennsylvania, EE.UU.) con un nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

1. Contenido de grasa y microestructura de nuggets de pescado

En la Tabla I se muestra el contenido de grasa en los nuggets de pescado fritos en ambas mezclas de aceites, sin diferencia significativa ($p>0.05$) entre los datos de grasa debida al tipo de aceite, ni por el tiempo de uso. Los valores estuvieron en el rango de $20.68 \pm 2.81\%$ a $29.44 \pm 1.89\%$. Estos valores son similares a lo reportado por Ansorena *et al.* (2010), quienes cuantificaron un contenido de grasa de $26.17 \pm 0.29\%$ para salmón crudo, $28.74 \pm 0.98\%$ para salmón frito en aceite de oliva extra virgen y $24.14 \pm 0.36\%$ para salmón frito en aceite de girasol.

Tabla I. Contenido de grasa en nuggets de pescado fritos en dos mezclas de aceites.

Día	Contenido de grasa (%)	
	Mezcla 1	Mezcla 2
0	29.44 ± 1.89^a	20.68 ± 2.81^a
12	23.99 ± 0.37^a	22.30 ± 0.34^a

Medias con la misma letra indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ellas ($p>0.05$).

En nuestro estudio se comprobó que el aceite se encontraba principalmente localizado en la parte externa de los nuggets fritos, independientemente del tiempo de freído o del tipo de grasa usada (Fig. 1 y 2). Esta

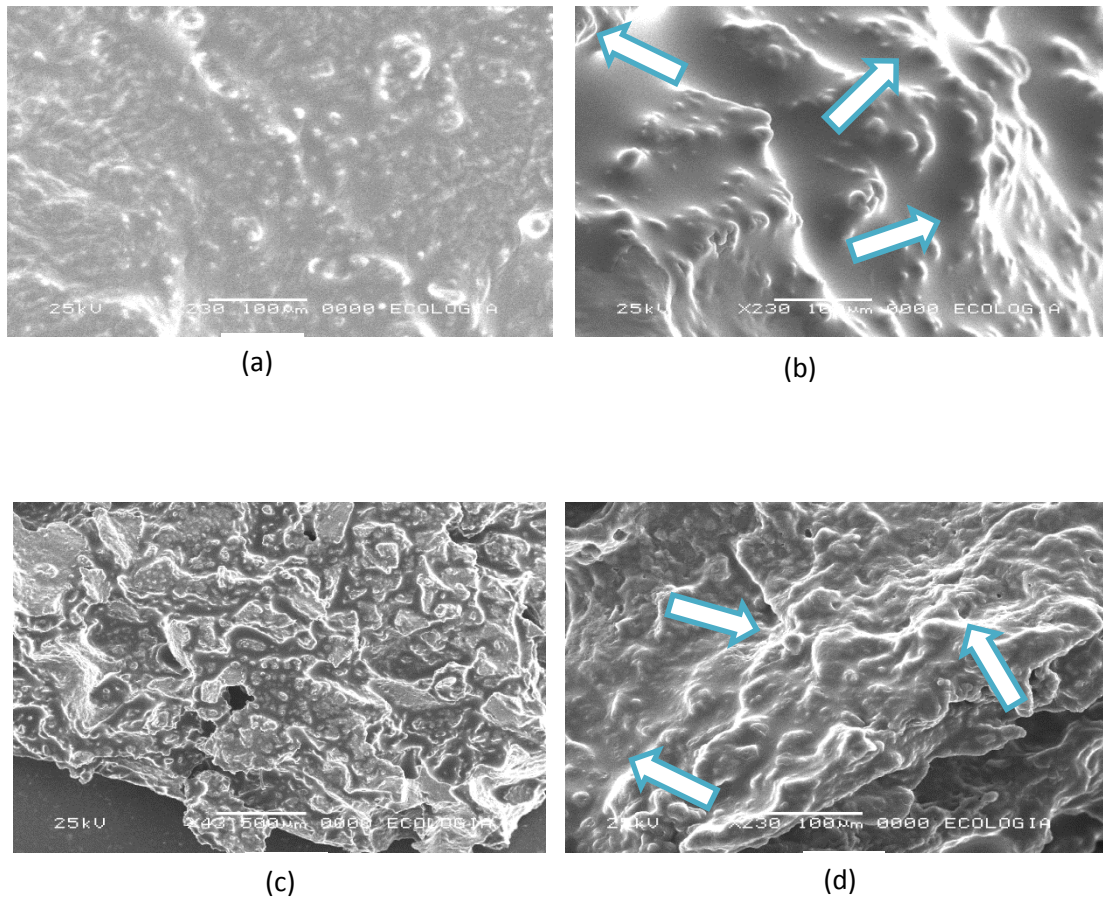


Fig. 1. Parte interna (a) y externa (b) al día 0 y parte interna (c) y externa (d) al día 12 de freído de nuggets de pescado en la mezcla 1 Las flechas indican mayor presencia de grasa en la corteza.

conclusión fue basada en que en las microfotografías, las regiones con grasa se distinguen como zonas lisas y brillantes mientras que la estructura de zonas magras luce con rugosidades y con superficie menos lisa. Esta observación fue reportada por Pedreschi *et al.* (2008), quienes verificaron mayor presencia de grasa en la costra que en el centro de las papas fritas usando microscopía electrónica de barrido.

2. Textura

La textura juega un rol muy importante en las propiedades sensoriales del consumidor, ya que debido a esta propiedad, los consumidores aceptan o no algún producto frito. La Tabla II

presenta los resultados obtenidos de textura en los nuggets de pescado fritos a los 0 y 12 días de freído en ambas mezclas de aceites, donde no hubo diferencia ($p > 0.5$) en la textura de los nuggets de pescado frito por el tiempo de uso, ni su efecto por el tipo de mezcla sobre la textura de los nuggets fritos. Esto se debe a la alta desviación estándar obtenida en algunas

Tabla II. Textura de nuggets de pescado fritos en dos mezclas de aceites.

Día	Mezcla 1	Mezcla 2
0	1.98±0.06 ^a	1.40±0.20 ^a
12	2.24±0.65 ^a	1.44±0.15 ^a

Días con la misma letra indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ellas ($p > 0.05$).

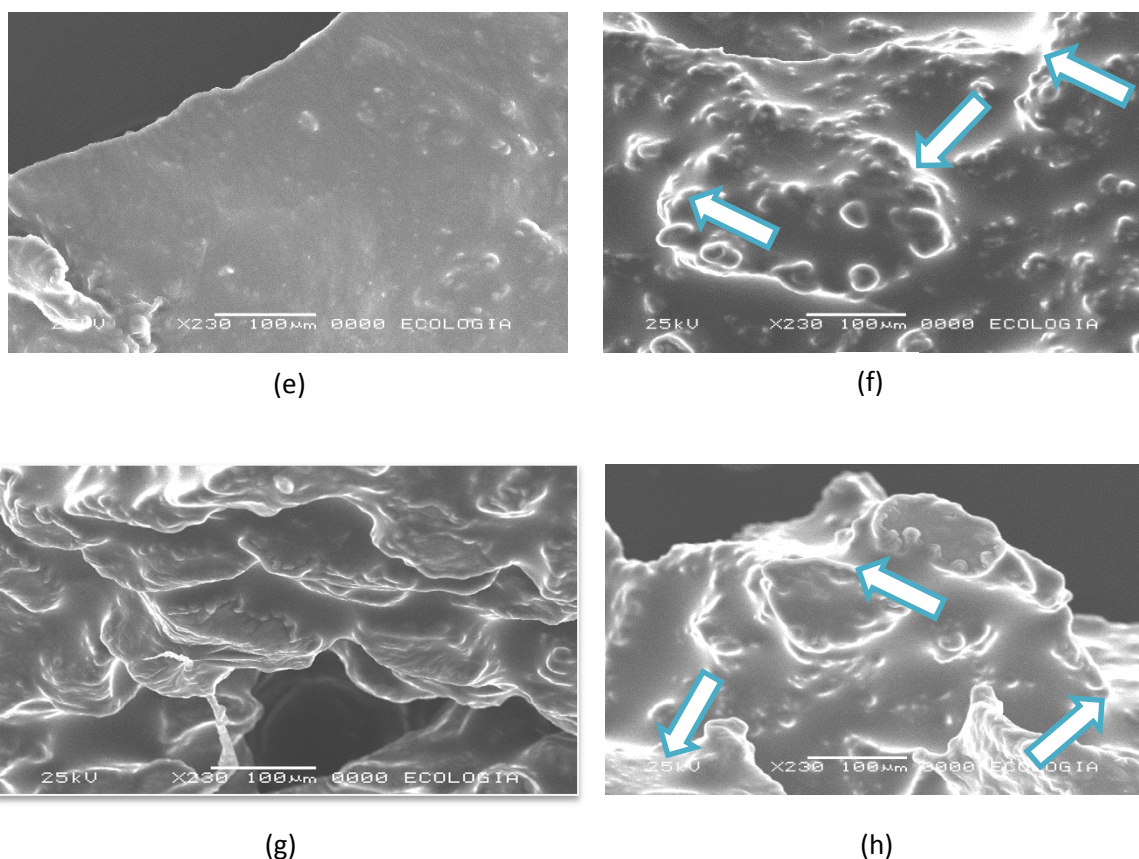


Fig. 2 Parte interna (e) y externa (f) al día 0 y parte interna (g) y externa (h) al día 12 de freído de nuggets de pescado en la mezcla 2. Las flechas indican mayor presencia de grasa en la corteza.

muestras, a pesar de que hubo 10 réplicas para la determinación. La dureza de los nuggets de pescado tuvo valores entre 0.65 y 1.98 N, menores a los reportados para nuggets de pollo, con valores entre 2 y 4.3 N, reportados por Enríquez-Fernández *et al.* (2011).

3. Contenido de peróxidos y ácidos grasos libres

El índice de peróxidos es una medida de la cantidad de peróxidos formados en grasas y aceites a través de la oxidación durante el proceso de freído (Ghazali *et al.*, 2009; Choe y Min, 2007; Pantzaris, 1998) y es el indicador de rancidez oxidativa primaria más aceptado. El índice de peróxidos de los nuggets de

pescado fritos en las mezclas frescas se muestra en la Tabla III con valores de 5.48 ± 0.70 meq/kg para la mezcla 1 y 8.33 ± 2.09 meq/kg para la mezcla 2. Cuando los nuggets fueron freídos en las mezclas usadas por 12 días, el valor fue de 21.25 ± 2.15 meq/kg para la mezcla 1, significativamente diferente al inicial ($p < 0.05$) y rebasando el límite permitido por la Norma Mexicana NMX-F-154-1987 que permite como valor máximo de peróxidos 20 meq/kg. Por otro lado, los nuggets freídos en la mezcla 2 después de 12 días de uso, tuvieron un índice de peróxidos con un valor de 4.91 ± 0.09 meq/kg. Los peróxidos son compuestos inestables particularmente cuando son

Tabla III. Contenido de peróxidos y AGL en nuggets de pescado fritos.

Día	Peróxidos (meq/kg)	AGL (%)
Mezcla 1		
0	5.48±0.70	0.23±0.0 ^a
12	21.25±2.15 ^a	0.34±0.0 ^a
Mezcla 2		
0	8.33±2.09	0.42±0.04 ^a
12	4.91±0.09	0.28±0.00 ^a

Medias con la misma letra indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ellas ($p>0.05$).

sometidos a altas temperaturas (Sunisa *et al.*, 2011). Según lo mencionado por Badui (1999) el aumento de los peróxidos hasta que se alcanza un máximo es seguido por una descomposición en otros compuestos tales como aldehídos, cetonas y cetoácidos, la generación de estos compuestos son causantes de que los valores de peróxido disminuyan y estos otros compuestos son provenientes de las degradaciones de oxidación en el freído de aceites y estos producen olores y sabores característicos de la rancidez que suelen ser desagradables.

En cuanto a los ácidos grasos libres, éstos son producidos durante una alteración hidrolítica de los aceites, la cual es fomentada principalmente por la presencia de humedad que migra del alimento (Andrikopoulos *et al.*, 2002). La Tabla III presenta el porcentaje de ácidos grasos libres en los nuggets freídos en la mezcla 1 fresca el cual fue de 0.23±0.0%, mientras que los freídos en la mezcla fresca 2 fue de 0.42±0.04%, por lo que sí hubo efecto del tipo de mezcla de freído en los ácidos grasos libres ($p<0.05$). Cuando los nuggets se frieron en las mezclas usadas por 12 días, el porcentaje de los nuggets fritos en la mezcla 1 aumentó a 0.34±0.0% siendo significativamente mayor que el de los nuggets fritos en la mezcla fresca; los nuggets de pescado fritos en la mezcla 2 después de 12 días de uso tuvieron un valor menor a los de la mezcla fresca (0.28±0.0%). En este caso

(porcentaje de ácidos grasos libres), sí hubo efecto del tiempo de uso en el índice de rancidez hidrolítica de los nuggets fritos en ambas mezclas de aceites estudiadas. Sin embargo, todos los valores no excedieron el límite máximo permitido por la Norma Mexicana (2%) y por otras legislaciones internacionales (2-3%) (Paul y Mittal, 1996).

4. Análisis sensorial

Según la evaluación de 18 jueces no entrenados, sólo 3 acertaron en reconocer la diferencia entre los nuggets fritos con la mezcla 1 de la mezcla 2. Como el mínimo de aciertos para establecer diferencia entre muestras es 6 (Larmond, 1982), se concluye que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los nuggets freídos en cada una de las dos mezclas de aceites frescas ($p>0.05$); esto es, hubo similar percepción de los nuggets de pescado fritos tanto en la mezcla 1 como en la mezcla 2.

Conclusión

No hubo efecto del tipo de mezcla ni del tiempo de uso del aceite para el freído repetido por 12 días sobre el contenido de grasa, distribución de aceite (observado con microestructura) y la textura de nuggets de pescado. Sin embargo, el contenido de ácidos grasos libres y de peróxidos sí fue afectado por el tipo de mezcla y el tiempo de uso. El valor de peróxidos de los nuggets freídos en la mezcla 1 excedió el límite máximo permitido por la Norma Mexicana cuando se usa esta mezcla por 12 días, por lo que se recomienda que la mezcla 2 (oleína de palma doblemente fraccionada y canola alto en ácido oleico) sea usada para el freído incluso de manera repetida hasta por 12 ciclos para nuggets de pescado. No hubo diferencia sensorial percibida debido al tipo de aceite en el alimento, por lo que las dos mezclas de aceite pueden ser utilizadas

para el freído de nuggets de pescado cuando están frescas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México) y de la Universidad de las Américas Puebla por las becas otorgadas a Erika Florencia Molina-Hernández; así como al Sr. Tiburcio Laez del Laboratorio de Microscopía Electrónica (Instituto de Ecología, A.C., Jalapa, Veracruz, México) y a Aarhuskarlshamn, México.

Referencias

- Andrikopoulos, N. K., Kalogeropoulos, N., Falirea, A. y Barbagianni, M. N. 2002. Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deep-frying and pan-frying of potatoes. *International Journal of Food Science and Technology*. 37:177-190.
- Ansorena, D., Guembe, A., Mendizábal, T. y Astiasarán, I. 2010. Effect of fish and oil nature on frying process and nutritional product quality. *Journal of Food Science*. 75(2):62-67.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. *Association of Official Analytical Chemists*. EE.UU.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis.. *Association of Official Analytical Chemists*. EE.UU.
- Badui, D. S. 1999. Química de los alimentos. Pearson Education. México. 268 p.
- Choe E, y Min DB. 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science*. 72(5):77-86.
- De la Fuente-Salcido, N. M., Meza, V. J. A. y Enríquez, M. 2001. Mejoramiento de color y textura de papa frita (chips) por pre-acondicionamiento térmico y cloruro de calcio. IX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, XIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica y II Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica, Veracruz, Ver. 10-14 de Septiembre.
- Enríquez-Fernández, B.E., Álvarez de la Cadena y Yáñez, L. y Sosa-Morales, M.E. 2011. Comparison of the stability of palm olein and a palm olein/canola oil blend during deep-fat frying of chicken nuggets and French fries. *International Journal of Food Science and Technology*. 46: 1231-1237.
- Farhoosh, R. y Moosavi, S. M. R. 2009. Evaluating the performance of peroxide and conjugated diene values in monitoring quality of used frying oils. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 11: 173-179.
- Farinu, A. y Baik, O. D. 2005. Deep fat frying of foods transport phenomena. *Food Review International*. 21: 389-410.
- Ghazali, H. M., Tan, A., Abdulkarim, S. M. y Dzulkifly, M. H. 2009. Oxidative stability of virgin coconut oil compared with RBD palm olein in deep-fat frying of fish crackers. *Journal of Food Agriculture Environment*. 7(3-4):23-27.
- Grootweld, M., Silwood, C. J. L., Addis, P., Claxson, A., Serra, B. B., y Viana, M. 2001. Health effects of oxidized heated oils. *Foodservice Research International*. 13(1):41-55. Citado en: Surai, P. y Fisinin, V. I. 2010. Health effects of food lipids: consequences of inadequate food processing, storage and cooking. En: "Modern dietary fat intakes in disease promotion". Eds. DeMeester, F., Zibadi, S. y Watson, R. R. Human Press. EE.UU.
- Larmond E. 1982. Laboratory methods for sensory evaluation of supply and services. Publication 1637. Department of Agriculture of Canada. Ottawa, Canadá.
- Manral, M., Pandey, M. C., Jayathilakan, K., Radhakrishna, K., y Bawa, A.S. 2008. Effect of fish (*Catla catla*) frying on the quality characteristics of sunflower oil. *Food Chemistry*. 106: 634-639.
- Martínez-Ávila, M., Vélez-Ruiz, J. F. y Sosa-Morales, M. E. 2010. Combination of hot drying and deep-fat frying to reduce the oil content in chicken nuggets. *International Journal of Food Science and Technology*. 45:2101-2107.
- Norma Mexicana NMX-F-154-1987. Alimentos. Aceites y grasas vegetales o animales. Determinación del índice de peróxido. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Disponible: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-154-1987.PDF>. Consultado el 28 de Noviembre de 2011.

- Pantzaris, T. P. 1998. Comparison of monoinsaturated and poliunsaturated oils in continuous frying. *Grasas y Aceites*. 49(3-4): 319-325.
- Paul, S., y Mittal, G.S. 1996. Dynamics of Fat/Oil Degradation during Frying Based on Optical Properties. *Journal of Food Engineering* 30:389-403.
- Pedreschi, F., Cocio, C., Moyano, P. y Troncoso, E. 2008. Oil distribution in potato slices during frying. *Journal of Food Engineering*. 87:200-212.
- Romano, R., Giordano, A., Vitiello, S., Le Grottaglie, L., y Spagna Musso, S. 2012. Comparison of the frying performance of olive oil and palm superolein. *Journal of Food Science*. 77(5): C519-C531.
- Rossell, J. B. 1998. Industrial frying process. *Grasas y Aceites*. 49 (3-4):282-295.
- Sunisa, W., Worapong, U., Sunisa, S., Saowaluck, J. y Saowakon, W. 2011. Quality changes of chicken frying oil as affected or frying conditions. *Food Research Journal*. 18:615-620.