

EFFECTO DEL CAMPO ELÉCTRICO SOBRE LOS ÁCIDOS GRASOS EN EL ACEITE DE OLIVA VIRGEN

Ariza Ortega J. A.^{a*}, Coyotl Huerta J.^b, Moreno Ortíz E.^a, Alanís García E.^a, Yañez Coello A. M.^a Guevara Mora M. A.^b

a) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias de la Salud. Área Académica de Nutrición. Carretera Actopan-Tilcuautla, ex-hacienda la Concepción, san Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. CP. 42086. Hidalgo, México. Tel. (01-771 71-720-00. Ext. 5116, ^{a*}jose190375@hotmail.com

b) Instituto Tecnológico del Altiplano Tlaxcala. km 7.5 Carretera Federal San Martín-Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala. 90122. Tlaxcala, México.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de campo eléctrico (voltaje 9 kV cm⁻¹; frecuencia 720 Hz; y tiempo de tratamiento 5 y 25 min) como método de conservación sobre la estabilidad del aceite de oliva virgen. Los ácidos grasos mono y poliinsaturados en el aceite fueron analizados por la técnica de espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier en la región del infrarrojo medio y por los parámetros químicos de calidad (acidez, peróxidos y yodo). El campo eléctrico ocasionó cambios mínimos sobre los ácidos grasos del aceite, por lo que es un método adecuado para conservar la composición del aceite de oliva virgen sin la adición de un antioxidante.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of different conditions of electric field (voltage 9 kV cm⁻¹, 720 Hz, and 5 and 25 min) as method on preservation on stability of virgin olive oil. Fatty acid mono-and poly-unsaturated in virgin olive oil was analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy technique in the mid infrared region and by quality parameters (acidity, peroxide and iodine). The electric field is a suitable method to preserve the virgin olive oil composition without the addition of an antioxidant.

Key words: Virgin olive oil, electric field, fatty acids

Palabras clave: Aceite de oliva, campo eléctrico, ácidos grasos

Área: Cereales, Leguminosas y Oleaginosas;

INTRODUCCIÓN

El aceite de oliva virgen contiene una importante concentración de ácidos grasos mono- y poli-insaturados 77% de oleico y 7% de ácido linoleico respectivamente (Andrikopoulos et al., 2002). Sin embargo, uno de los problemas para la

conservación de productos con un contenido de lípidos es la oxidación de ácidos grasos, lo cual afecta a su vida útil y su calidad nutricional (Dorantes et al., 2004), además, ejerce efectos biológicos adversos (Bernal et al., 2002). Los antioxidantes pueden retardar la oxidación, pero no detenerla, ya que la oxidación se lleva a cabo a bajas presiones de oxígeno y es inevitable (Rodríguez et al., 2007). Generalmente en la industria alimentaria se emplean antioxidantes sintéticos como hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT), estos compuestos tienen efectos secundarios tales como aumento del colesterol, hepatomegalia y la inducción de cáncer en células de rata (Lindenschmidt et al., 1986).

Para evitar este deterioro en los alimentos, los procesos térmicos son los métodos tradicionales que se utilizan por lo general, sin embargo, la aplicación de calor no es adecuado para la mayoría de frutas y hortalizas (Jacxsens *et al.*, 2001; Giner *et al.*, 2002). Las tecnologías emergentes pueden tener una solución para el problema mencionado, debido a que estos inactivan las enzimas y producen alimentos microbiológicamente seguros, sin pérdida significativa de nutrientes (Espachs-Barroso *et al.*, 2003). Entre las tecnologías emergentes se encuentran: alta presión hidrostática, atmósferas modificadas, la ecografía, la irradiación, microondas, campo electromagnético pulsado, el campo eléctrico pulsado y el campo eléctrico (Raso y Barbosa-Cánovas, 2003). El campo eléctrico es un método de conservación no térmico que usa alta tensión de 87 kV cm^{-1} y un corto tiempo de tratamiento 60 ms o μs (Zimmermann *et al.*, 1980; Ho *et al.*, 1997) inactiva microorganismos y enzimas (Zimmermann *et al.*, 1980; Qin *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 2004). Esta tecnología induce una lesión reversible o irreversible de las membranas microbianas y también cambios en la conformación estructural de los enzimas como la lipoxigenasa, polifenoloxidasas, entre otras (Castro *et al.*, 2004; Giner *et al.*, 2000; Ying-Qiu *et al.*, 2008). La eficacia del tratamiento de campo eléctrico depende de varias condiciones y del alimento (Castro *et al.*, 2004). En algunos estudios, los ácidos grasos de las bebidas adicionadas con leche (leche de soya más jugo de uva) se vieron afectados por una alta intensidad de campo eléctrico pulsado (Gade-Cerdán *et al.*, 2007; Morales-de-la-Peña *et al.*, 2011), y en aceite de cacahuete (Xin-an *et al.*, 2010) la calidad del aceite se mantuvo por la disminución de la tasa de oxidación, y su valor nutricional se conservó. Para el aceite de oliva virgen hay pocos estudios acerca de una tecnología emergente para la conservación de dicho producto. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto de campo eléctrico (voltaje de 9 kV cm^{-1} ; 720Hz y 5 y 25 min) como método de conservación en el aceite de oliva virgen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó aceite de oliva virgen de marca comercial, adquirido en un supermercado local de la Ciudad de Puebla; Puebla, México.

Tratamiento con campo eléctrico

Las muestras fueron tratadas en un sistema de tratamiento con campo eléctrico diseñado por el Centro de Investigación de Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional (CIBA-IPN) en Tepetitla, Tlaxcala; México. Las condiciones de tratamiento del aceite de oliva virgen fueron a un voltaje de 9 kV cm^{-1} ; 720 Hz, y 5 y 25 min. Las condiciones del tratamiento de voltaje y frecuencia fueron de acuerdo con Castorena (2008) para inactivar la enzima polifenoloxidasas en un 70%. El sistema consistió de una cámara cilíndrica con un diámetro de 10 cm con 2 electrodos. La forma de onda, la tensión y la intensidad en la cámara de tratamiento se generó con un adaptador de función. Las muestras fueron recolectadas después de cada tratamiento y se almacenaron en un recipiente cerrado a temperatura ambiente. Se realizaron mediciones de los parámetros químicos antes y después del tratamiento. Los experimentos se realizaron por triplicado.

Caracterización del aceite de oliva virgen

El aceite de oliva virgen se caracterizó por el siguiente análisis químico: acidez (mide la cantidad en mg de KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en 1.0 g de aceite o grasa) (NM, 1987a), peróxido (determina los mEq de O_2 en forma de peróxido por kg de grasa o aceite) (NM, 1987b), y yodo (cuantifica los ácidos grasos insaturados en las grasas y aceites, se expresa en términos del número de cg de I_2 absorbido por g de muestra) (NM, 1981). Cada análisis se realizó por triplicado.

Espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier

20 μL de aceite de oliva virgen fueron depositados en el cristal del equipo y se analizaron en un espectrómetro Bruker (modelo Vertex 70 Óptica Bruker-Bruker Corporation, Billerica, Massachusetts, EE.UU.) con transformador de Fourier y sistema de ATR. La región de medición fue el infrarrojo medio ($400\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$) con una resolución de 4 cm^{-1} y un tiempo de integración de 60 segundos (1 segundo por ciclo). La adquisición y el procesamiento de los datos se realizaron utilizando el software OPUS, versión 6.0 (Bruker Optics, EE.UU.).

Análisis estadístico

Los datos se expresaron como la media \pm su desviación estándar (DE). El análisis estadístico se realizó mediante el uso del análisis de varianza (ANAVAR), con un

valor estadísticamente significativo de $\alpha=0.05$, usando el Sistema de Análisis Estadístico, versión 6.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE.UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier (EITF) y parámetros químicos

En la Figura 1 se muestran los espectrogramas de EITF de los aceites de oliva virgen tratados con campo eléctrico.

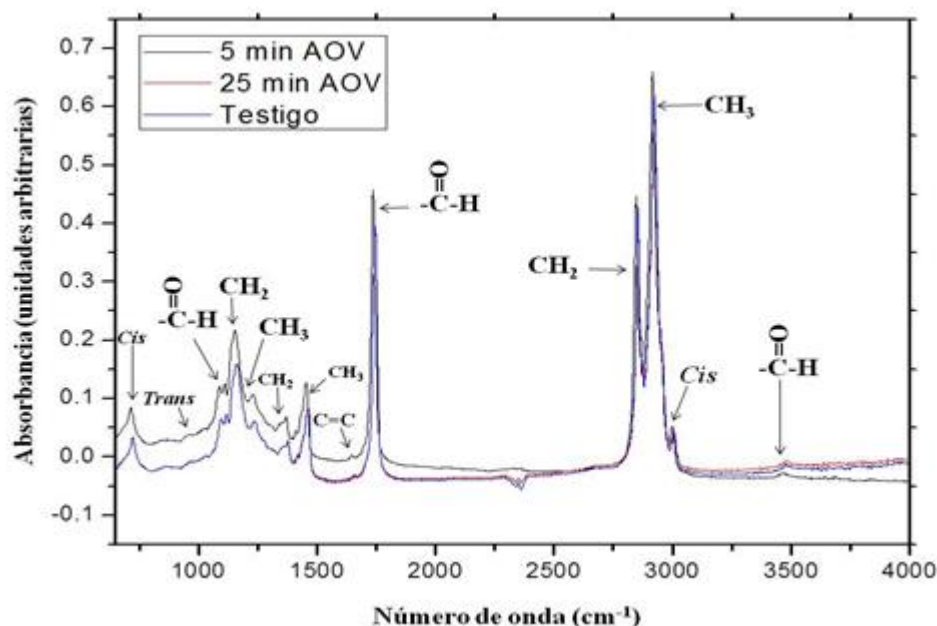


Figura 1. Espectrogramas de infrarrojo de los aceites de oliva virgen no tratado (testigo) y tratado con campo eléctrico (9 kV cm^{-1} ; 720 Hz ; 5 y 25 min).

En la figura 1 muestra el número de onda en 3468 cm^{-1} que corresponde al grupo funcional carboxilo del éster del triacilglicérido, en ella se puede ver que la muestra con un tiempo bajo de tratamiento con campo eléctrico tenía baja intensidad, en comparación con el control y la muestra expuesta con un tiempo alto de aplicación con campo eléctrico. Este resultado indica que todas las muestras presentan una oxidación de ácidos grasos insaturados. Una alternativa para reducir a valores mínimos la oxidación de ácidos grasos en las muestras tratadas, podría ser minimizar el contacto de la exposición a la luz durante la manipulación del aceite y el almacenamiento en botellas oscuras (Ceballos-Moyano *et al.*, 2003; Psomiadou y Tsimidou, 2002).

Por otro lado, en la Figura 1 en el número de onda en 1749 y 3010, 1654 y 725 cm^{-1} que corresponde al grupo funcional carboxilo del éster del triacilglicérido y a los

dobles enlaces *cis* respectivamente, los tratamientos no mostraron diferencias con cada tiempo de aplicación de campo eléctrico de acuerdo con otros trabajos con aceite de cacahuete (Xin-an *et al.*, 2010). Ying-Qiu *et al.* (2008) indicaron en estudios con leche de soya que no hay un aumento en el deterioro de los ácidos grasos mono- y poli-insaturados, debido a la disminución de la actividad de la enzima lipoxigenasa.

En todas las condiciones estudiadas de tratamiento no hubo cambios significativos en los ácidos grasos mono- y poli-insaturados. Por lo tanto, sugerimos que el tratamiento se realice con un tiempo mínimo para la conservación del aceite de oliva virgen 9 kV cm⁻¹; 720 Hz y 5 min.

En la Tabla I se muestran los parámetros químicos determinados en los aceites de oliva virgen sin y con tratamiento con campo eléctrico

Tabla I. Aceites de oliva virgen sin (testigo) y con tratamiento con campo eléctrico (CE)

Valores químicos	Testigo	Aceite tratado con CE (5 minutos)	Aceite tratado con CE (25 minutos)
VP	5.3 ^a	3.7 ± 1.1 ^b	5.3 ± 1.0 ^a
VA	3.1 ^c	2.1 ± 0.2 ^d	3.0 ± 0.7 ^c
VY	91.6 ^e	93.6 ± 1.1 ^f	91.1 ± 2.1 ^e

VP: Valor de peróxido expresado como los mEqO₂ kg⁻¹ de aceite. VA: Valor de acidez expresado como el porcentaje de ácido oleico. VY: Valor de yodo realizado por el reactivo de Wijs y expresado como los cg I₂ g⁻¹. Muestra de 3 réplicas ± DE. Las letras iguales en superíndice indican que no hay una diferencia significativa (p<0.05).

Los parámetros químicos de las muestras con tratamiento con campo eléctrico durante 5 minutos tenían valores más bajos que el control y con los tratamientos con tiempo alto de aplicación. Todos estos parámetros de la muestra tratada al final del almacenamiento (valor de peróxido de 3.7 mEqO₂ kg⁻¹ de aceite, acidez 2.1 % de ácido oleico y yodo 93.6 cg I₂ g⁻¹) fue de acuerdo con las norma del CODEX para los aceites de oliva vírgenes y refinados y los aceites refinados de orujo de aceituna CODEX STAN 33-1981 (CODEX, 1989). Estos parámetros químicos corroboraron los resultados de la técnica de EITF. El tratamiento con campo eléctrico con un corto periodo de tratamiento sobre el aceite de oliva virgen conservó a los ácidos grasos mono- y poli-insaturados con una mínima oxidación. Sin embargo, se tienen que realizar estudios de otros compuestos con actividad antioxidante de la muestra, para establecer las diferencias de compatibilidad entre las especies bio-activas y los radicales libres que causan pro-oxidación (García-Márquez *et al.*, 2012).

El tratamiento con campo eléctrico puede ser un método adecuado para aumentar la vida útil del aceite de oliva virgen, sin la adición de un conservador sintético.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrikopoulos N. K.; Kalogeropoulos N.; Falirea A.; 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 & Technology* 37(2). pp: 177-190.
- Castro, I., Macedo, B., Teixeira, J.A. and Vicente, A.A. (2004). The effect of electric field on important food-processing enzymes: Comparison of inactivation kinetics under conventional and ohmic heating. *Journal of Food Science* 69, 696-702.
- García-Márquez, E., Román-Guerrero, A., Pérez-Alonso, C., Cruz-Sosa, F., Jiménez-Alvarado, R. and Vernon-Carter, E.J. (2012). Effect of solvent-temperature extraction conditions on the initial antioxidant activity and total phenolic content of mulberry extracts and their decay upon storage at different pH. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 11, 1-10.
- Garde-Cerdán, T., Arias-Gil, M., Marsellés-Fontanet, A.R., Ancín-Azpilicueta, C. and Martín-Belloso, O. (2007). Effects of thermal and non-thermal processing treatments on fatty acids and free amino acids of grape juice. *Food Control* 18, 473-479.
- Giner, J., Ortega, M., Mesegué, M., Gimeno, V., Barbosa-Cánovas, G.V. and Martín, O. (2002). Inactivation of peach polyphenoloxidase by exposure to pulsed electric fields. *Journal of Food Science* 67, 1467-1472.
- Ho, S.Y., Mittal, G.S. and Cross, J.D. (1997). Effects of high field electric pulses on the activity of selected enzymes. *Journal of Food Engineering* 31, 69-84.
- Lindenschmidt, R.C., Trika, A.F., Guard, M.E. and Witschi, H.P. (1986). The effect of butylated hydroxytoluene on liver and colon tumor development in mice. *Toxicology* 38, 151-160.
- Psomiadou, E. and Tsimidou, M. (2002). Stability of virgin olive. 2. Photo-oxidation studies. *Journal Agricultural Food Chemistry* 50, 722-727.
- Qin, B.L., Pothakamury, U.R., Barbosa-Cánovas, G.V. and Swanson, B.G. (1996). Nonthermal pasteurization of liquid foods using high-intensity pulsed electric fields. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36, 603-627.
- Xin-an, Z., Zhong, H. and Zhi-hong, Z. (2010). Effects of pulsed electric field treatments on quality of peanut oil. [Food Control](#) 21, 611-614.
- Ying-Qiu, L., Qun, Ch., Xiu-He L. and Zheng-Xing, Ch. (2008). Inactivation of soybean lipoxygenase in soymilk by pulsed electric fields. *Food Chemistry* 109, 408-414.

Zimmermann, U., Vienken, J. and Pilwat, G. (1980). Development of a drug carrier system: electrical field induced effects in cell membranes. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 7, 553-574.