

## Efectos de un recubrimiento comestible sobre la absorción de aceite en papas fritas

RAMOS, Valentina\*†, HIDALGO, Marisol y TORRES, Adrián

*Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, AV. José Luis Martínez Vázquez No. 2000. Jicolapa, Zacatlán, Pue.*

Recibido Octubre 23, 2017; Aceptado 16 Noviembre, 2017

### Resumen

El interés en los productos bajos en grasa se ha incrementado recientemente, y para hacer frente a la demanda de dichos productos, es necesario reducir la incorporación de aceite durante el proceso de freído. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de pectina, sobre la absorción de aceite durante el freído de papa, para ello se planteó la siguiente metodología: se utilizaron tiras de papa; solución de pectina; diversas temperaturas de freído. Los resultados obtenidos fueron: el recubrimiento comestible disminuyó la velocidad de pérdida de agua de las tiras de papa, durante el freído; el contenido de grasa final fue de 0.0971, 0.1188 y 0.1516 kg/kg db a 140, 160 y 180 °C, respectivamente, para 1 % pectina y 0.1039, 0.1208, 0.1495 kg/kg db a 140, 160 y 180 °C, respectivamente, para 0.5 % pectina. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) no se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las concentraciones de pectina utilizadas. En conclusión, el recubrimiento comestible permitió obtener tiras de papa con menor contenido de grasa y no afectó el color de dichas tiras en comparación con el control.

**Papas fritas, Pectina, grasa, color**

### Abstract

The interest in the low-fat products has recently increased, and to meet the demand for these products, it is necessary to reduce the incorporation of oil during the frying process. The aim of the present work was to evaluate the effect of the application of an edible coating based on pectin, on the absorption of oil during potato frying, for it raised the following Methodology: potato strips were used; pectin solution; different frying temperatures. The obtained results were: the edible coating decreased the water loss rate of the potato strips during frying; the final fat content was 0.0971, 0.1188 and 0.1516 kg / kg db at 140, 160 and 180 ° C, respectively, for 1% pectin and 0.1039, 0.1208, 0.1495 kg / kg db at 140, 160 and 180 °C, respectively, to 0.5% pectin. In agreement to the analysis of variance (ANOVA) were not observed significant differences ( $p < 0.05$ ) between the pectin concentrations used. In conclusion, the edible coating allowed to obtain potato strips with lower fat content and did not affect the color of said strips in comparison with the control.

**French fries, pectin, fat, color**

**Citación:** RAMOS, Valentina, HIDALGO, Marisol y TORRES, Adrián. Efectos de un recubrimiento comestible sobre la absorción de aceite en papas fritas. Revista de Simulación y Laboratorio 2017, 4-13: 19-27

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: vrp.itssnp@gmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor

## Introducción

El interés en los productos bajos en grasa se ha incrementado recientemente, y para hacer frente a la demanda de dichos productos, es necesario reducir la incorporación de aceite durante el proceso de freído (Mallikarjunan *et al.*, 1997; De Grandi *et al.*, 2009). Los alimentos fritos tienen una elevada cantidad de grasa, sin embargo siguen siendo muy populares (Singthong y Thongkaew, 2009; Nyun *et al.*, 2011a), de entre los cuales las papas fritas son un producto muy popular desde hace 150 años (Pedreschi *et al.*, 2009; Morales-Pérez y Vélez-Ruiz, 2011) y tienen un contenido de aceite que oscila de 35-45 g/100 g (base húmeda) que confiere al producto una combinación única de textura y sabor (Pedreschi y Moyano, 2005a; Song *et al.*, 2007a).

La reducción del contenido de aceite en los alimentos fritos es requerida principalmente debido a su relación con enfermedades tales como la diabetes, problemas cardiovasculares, obesidad y enfermedades coronarias (aumento del colesterol en sangre, presión arterial elevada, etc.) (Mellema, 2003; Suárez *et al.*, 2008). Debido a estos problemas de salud de los consumidores, además, que la demanda de alimentos con una elevada calidad es cada día mayor en todas las sociedades, en los últimos años la investigación se ha enfocado en la reducción de la absorción de aceite en productos fritos y que mantengan las características de textura y sabor deseables (Mallikarjunan *et al.*, 1997; Pedreschi y Moyano, 2005a; Pedreschi y Moyano, 2005b; Song *et al.*, 2007a; De Grandi *et al.*, 2009; Singthong and Thongkaew, 2009). En la actualidad la mayoría de los nuevos productos fritos bajos en grasa incluyen en su formulación sustitutos de grasa o grasas bajas en calorías (Mallikarjunan *et al.*, 1997; Sakhale *et al.*, 2011).

Otro enfoque para reducir la absorción de aceite en alimentos fritos es el uso de ingredientes comestibles que provean el desarrollo de un recubrimiento (Mallikarjunan *et al.*, 1997; Suárez *et al.*, 2008; Sakhale *et al.*, 2011; Daraei *et al.*, 2012), entendiéndose por recubrimiento comestible una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (Quintero *et al.*, 2010). Hay diversos materiales de recubrimientos, de entre los cuales, los hidrocoloides son más atractivos debido a que poseen buenas propiedades de barrera al oxígeno, humedad, dióxido de carbono y lípidos, por lo cual pueden reducir la absorción de aceite durante el freído profundo (Aminlari *et al.*, 2005; Suárez *et al.*, 2008; Singthong and Thongkaew, 2009; Quintero *et al.*, 2010; Nyun *et al.*, 2011b; Daraei *et al.*, 2012; Porta *et al.*, 2012). Por lo tanto, una variedad de alimentos se han recubierto con hidrocoloides para prevenir la pérdida de humedad, preservar la textura y mantener el color (Singthong and Thongkaew, 2009; Nyun *et al.*, 2011b). Algunos de los hidrocoloides usados comúnmente son las proteínas, celulosa en polvo y sus derivados, metilcelulosa, alginatos, pectina, almidón, proteína de suero, albúmina, maíz, gluten, gomas, ect. Estos hidrocoloides pueden ser aplicados ya sea por inmersión o por aspersión/rociado (Aminlari *et al.*, 2005; Mallikarjunan *et al.*, 1997; Rimac-Brncic *et al.*, 2004; Singthong and Thongkaew, 2009; De Grandi *et al.*, 2009; Sakhale *et al.*, 2011; Nyun *et al.*, 2011a; Daraei *et al.*, 2012; Porta *et al.*, 2012).

La incorporación de hidrocoloides en los productos alimenticios tiene la capacidad de afectar la migración de la humedad, es decir, actúan como barreras a la migración de la humedad del producto recubierto, lo que puede reducir la pérdida de peso del producto recubierto (Sakhale *et al.*, 2011). Estudios recientes han experimentado con el uso de recubrimientos y películas comestibles como barreras a la incorporación del aceite durante el proceso de freído (De Grandí *et al.*, 2009). El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de pectina a diferentes concentraciones sobre la absorción de aceite, retención de humedad y cambios físicos durante el freído de papas. La investigación se realizó en el departamento de ingeniería química, facultad de ciencias químicas de la universidad autónoma de Coahuila.

## Materiales y métodos

### Preparación de la muestra

Se cortaron tiras rectangulares de papa (*variedad Alpha*) de aproximadamente 0.5x0.5x4.0 cm, las cuales se obtuvieron de un supermercado local (Saltillo, Coahuila, México). Sólo papas de tamaño similar y sin daño físico alguno se seleccionaron para la preparación de las tiras. Posteriormente las tiras de papa se sumergieron en 1 y 0.5 % solución acuosa de pectina por un tiempo de inmersión de 1 y 2 min, respectivamente, posteriormente se drenaron y secaron en un horno de convección a 65 °C por 15 min para reducir el agua de la superficie. Las tiras de papa sin recubrimiento se consideraron control. Se utilizó aceite de girasol como medio de freído.

### Freído

Los experimentos de freído se realizaron usando una freidora casera (FR4015 model, T-fal, France) con una capacidad de 2 L.

Las tiras de papa (con recubrimiento y sin recubrimiento) se sumergieron en 2 L de aceite a cada temperatura de freído (140, 160 y 180 °C) y a diferentes intervalos de tiempo (0, 60, 120, 180, 240 y 300 s), después del freído, las muestras se drenaron por un corto tiempo antes de eliminar el exceso de aceite en la superficie con papel secante y se enfriaron a temperatura ambiente. El aceite se cambió después de 6 h de freído.

### Contenido de humedad

El análisis del contenido de humedad se realizó siguiendo la metodología descrita por la AOAC, 1990 (No. 925.09). Se pesó aproximadamente 1 g de papa (con y sin recubrimiento) de cada temperatura y tiempo de freído, se secaron a peso constante en una estufa de secado. El periodo de secado fue de 48 h a 55-60 °C y el contenido de humedad se reportó en base seca (db).

### Contenido de grasa

El análisis y extracción de grasa se realizaron de acuerdo al procedimiento estándar de la AOAC, 1990 (No. 920.39), utilizando el método de Soxhlet. Las tiras de papa fritas se molieron uniformemente y se realizó la extracción de 3 g de papa frita con éter de petróleo por 6 h en un extractor Soxhlet.

### Medición de color

El color de las papas fritas fue medido a temperatura ambiente,  $20 \pm 3$  °C, utilizando un colorímetro (Chroma Meter CR-400, AC Adapter: 5V-2A USE AC-A305, Konica Minolta Sensing, INC.B8207746). Los datos de color se proporcionaron en las coordenadas CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) las cuales definen el color en un espacio tridimensional. Las muestras fueron observadas en cinco posiciones diferentes y los datos se reportaron como el promedio de las cinco mediciones.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico (ANOVA) se llevó a cabo utilizando el programa Statistica.

## Resultados y discusión

### Recubrimiento y contenido de humedad

Para el análisis del contenido de humedad, los datos se ajustaron a un modelo exponencial de primer orden:

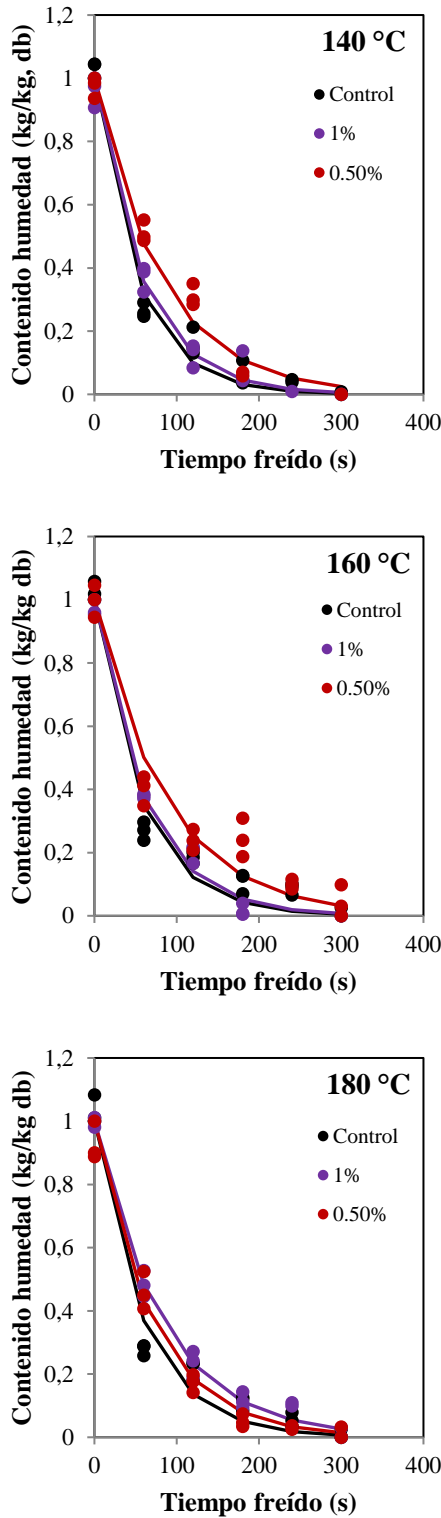
$$MR = e^{(-k*t)} \quad (1)$$

Dónde  $k$  corresponde a la velocidad de pérdida de agua y  $t$  al tiempo de freído. Para la temperatura de 140 °C los valores de  $k$  fueron 0.019, 0.017 y 0.012  $\text{min}^{-1}$  para la muestra control y muestras recubiertas al 1 y 0.5 % de pectina, respectivamente; para la temperatura de 160 °C los valores de  $k$  fueron 0.018, 0.016 y 0.011  $\text{min}^{-1}$  para el control y muestras recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, y para la temperatura de 180 °C los valores obtenidos fueron de 0.017, 0.012 y 0.014  $\text{min}^{-1}$  para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente. Se observó que el recubrimiento aplicado afectó la velocidad de secado, es decir, disminuye la velocidad de pérdida de agua de las tiras de papa recubiertas durante el freído en comparación con el control (Gráfico 1).

El contenido de humedad final de las tiras de papa freídas a 140 °C, fue 0.383, 0.443 y 0.526  $\text{kg/kg db}$ , para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente; para la temperatura de 160 °C el contenido final de humedad fue de 0.338, 0.437 y 0.440  $\text{kg/kg db}$ , para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente y para la temperatura de 180 °C fueron de 0.279, 0.394 y 0.386  $\text{kg/kg db}$ , para las tiras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente.

El efecto físico básico del freído profundo es reemplazar el agua del alimento por aceite. La formulación del recubrimiento utilizado alteró la capacidad de retención de agua en las tiras de papa, atrapando la humedad en su interior, lo cual provocó un ligero incremento en el contenido de humedad final de las tiras de papa recubiertas en comparación con el control y esto puede ser resultado de las propiedades de barrera de la pectina, la cual impide una mayor pérdida de agua durante el freído.

Resultados similares se obtuvieron por otros autores, tal es el caso de Aminlari *et al.*, 2005 quienes en su estudio sobre producción de papas fritas bajas en grasa y recubiertas con proteína afirmaron que el recubrimiento utilizado redujo la pérdida de agua durante el proceso de freído, al recubrir rodajas de papa con caseinato de sodio, proteínas de clara de huevo y proteínas de suero de leche. Por otro lado De grandi *et al.*, 2009 reportaron un incremento en el contenido de humedad en un producto preformado de Yuca, y se lo atribuyen al recubrimiento aplicado, el cuál fue a base de proteína aislada de soya, proteína de suero y pectina. Porta *et al.*, 2012 afirman que los recubrimientos con hidrocoloides alteran la capacidad de retención de agua de una gran variedad de alimentos fritos.



**Gráfico 1** Cinética de pérdida de agua de tiras de papa freídas a 140, 160 y 180 °C

**Efecto del recubrimiento sobre el contenido de aceite**

Los datos se ajustaron a un modelo exponencial de primer orden:

$$O = O_{eq}(1 - e^{-K*t}) \tag{2}$$

Dónde  $O_{eq}$  corresponde a la cantidad de aceite teórico;  $k$  corresponde a la velocidad de absorción de aceite y  $t$  corresponde al tiempo de freído. En la temperatura de 140 °C se obtuvieron los siguientes valores para  $O_{eq}$ : 0.110, 0.120 y 0.128 kg/kg db, para la muestra control y recubiertas con 1 y 0.5 %, respectivamente. Para la temperatura de 160 °C los valores de  $O_{eq}$  fueron 0.131, 0.142 y 0.124 kg/kg db para la muestra control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, y para la temperatura de freído de 180 °C los valores obtenidos para  $O_{eq}$  fueron 0.173, 0.163 y 0.147 kg/kg db para el control y muestras recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente (Fig. 2). Los valores más altos de  $O_{eq}$  con respecto al control en las tres temperaturas de freído se debe a que el modelo utilizado toma en cuenta el contenido de grasa en equilibrio, y las tiras recubiertas no han alcanzado este equilibrio ya que sobre toda su superficie se formó una capa protectora, la cual evita una mayor pérdida de agua durante el freído, y por consiguiente el tiempo para alcanzar dicho equilibrio es mayor que el utilizado por las muestras control.

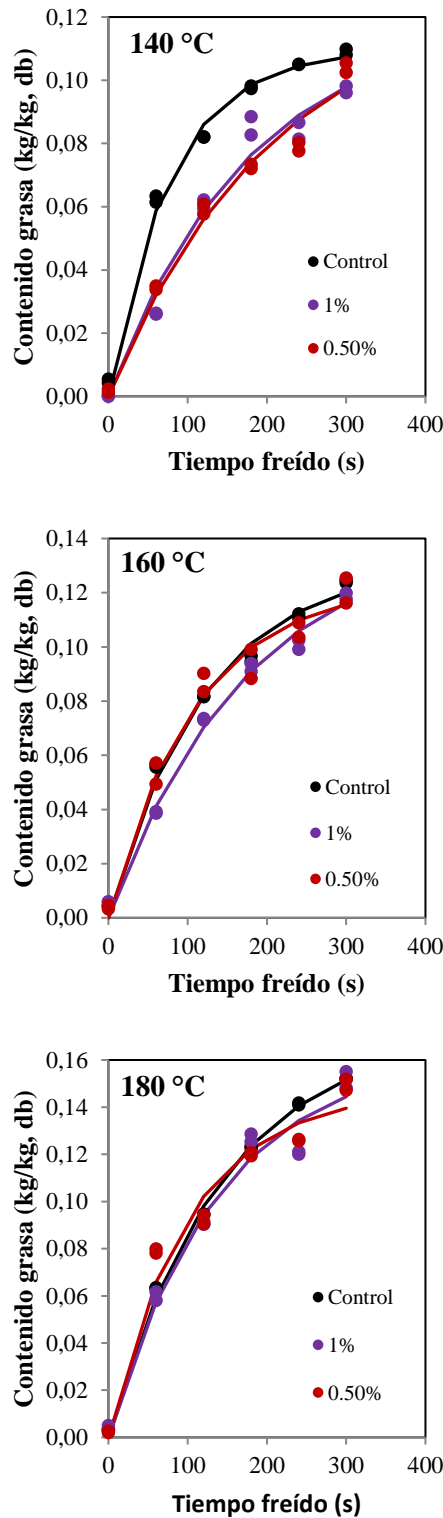


Gráfico 2 Cinética de absorción de aceite de tiras de papa freídas a 140, 160 y 180 °C

En las tres temperaturas de freído ocurrió una disminución en el contenido de grasa final de las tiras de papa recubiertas, sin embargo, conforme se aumentó la temperatura disminuyó el porcentaje de reducción, y esto puede ser debido a que la fina capa formada en la superficie de las tiras de papa recubiertas se degradó rápidamente debido a la violencia del freído. El análisis de varianza (ANOVA) mostró que las concentraciones de pectina utilizadas no tuvieron un efecto significativo ( $P=0.05$ ) en el contenido de grasa final.

En base a los datos experimentales se observó una reducción en el contenido de grasa final de las tiras de papa fritas, debido al recubrimiento aplicado. En la temperatura de 140 °C la cantidad de grasa final para la muestra control fue de 0.1089 kg/kg, db. Mientras que para la muestra recubierta con 1 % de pectina fue de 0.0971 kg/kg, db, lo que corresponde a una reducción en la absorción de aceite de un 10.83 % con respecto al control, y para las muestras recubiertas al 0.5 % la cantidad de grasa fue de 0.1039 kg/kg, db y esto corresponde a una reducción del 4.59 % con respecto al control. En la temperatura de 160 °C la cantidad de grasa final de las tiras de papa fritas fue de 0.1242, 0.1188 y 0.1208 kg/kg, db, para el control y muestras recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, correspondiendo a un porcentaje de reducción de grasa de 4.34 y 2.73 % para las muestras recubiertas al 1 y 0.5 %. Y en la temperatura de 180 °C el contenido de grasa final de las tiras de papa fue de 0.1520, 0.1516 y 0.1495 kg/kg, db, para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, lo que corresponde a un porcentaje de reducción en el contenido de grasa de 0.26 y 1.64 % para las muestras recubiertas al 1 y 0.5 % con respecto al control.

Estos resultados pueden indicar que la pectina es capaz de estabilizar la estructura del tejido de papa contra la violencia del proceso de freído, es decir, en las tiras de papa recubiertas se formó una capa protectora sobre toda la superficie durante las etapas iniciales del freído, debido a la gelificación/gelatinización inducida térmicamente por encima de los 60 °C y esta capa protectora retarda la transferencia de humedad y grasa entre la muestra y el medio de freído. Además, la reacción entre la pectina y el calcio natural del tejido de papa se explica de la siguiente manera: La textura de las papas depende de la presencia de sustancias pécticas, las cuales son parte del material intercelular. Las enzimas pécticas producen grupos carboxílicos libres, los cuales pueden reaccionar con iones divalentes, por ejemplo, Ca y Mg (calcio y magnesio), creando estructuras más rígidas y también incrementando la firmeza. La formación de pectatos-Ca incrementa la rigidez de la pared celular y da resistencia a la degradación por el proceso de freído.

Estas conclusiones concuerdan con las hechas por Rimac-Brnic *et al.*, 2004 quienes indican (en su estudio sobre disminución de la absorción de aceite en tiras de papa durante el freído profundo) que los hidrocoloides utilizados (derivados de carboximetilcelulosa) proporcionaron una capa fina alrededor de las muestras recubiertas evitando así la migración del aceite dentro del tejido de papa durante el proceso de freído; Singthong and Thongkaew, 2009 atribuyen la reducción del contenido de aceite en rodajas de plátano a la formación de una película en la superficie de las rodajas recubiertas (Alginato de sodio, CMC, Pectina), la cual protegió su estructura durante el freído; Ali *et al.*, 2012.

Demostraron que los hidrocoloides actúan como una barrera protectora, reduciendo la pérdida de humedad y disminuyendo los espacios para la absorción de aceite e indicaron que un escaldado en CaCl<sub>2</sub> es capaz de estabilizar la estructura del tejido contra la violencia del proceso de freído (Tiras de papa recubiertas con CMC, Mezcla CMC+goma guar, mezcla goma xantana+proteína de suero de leche+almidón de maíz resistente); Daraei *et al.*, 2012 afirman que al recubrir papas fritas con diferentes hidrocoloides se reduce la pérdida de humedad durante el freído y por consiguiente se obtienen papas fritas con menos absorción de aceite (rodajas de papa recubiertas con CMC, Goma guar, Goma xantana).

### Medición de color

En general, el color proporciona una medida útil para determinar cambios ocurridos debido al procesamiento y posible aceptación por parte del consumidor. El color de las tiras de papa fritas se observó usando un colorímetro (Chroma Meter CR-400, Minolta). Se utilizaron los parámetros de la escala de color CIE, luminosidad (L\*), rojo (a\*) y amarillo (b\*) para estimar los cambios de color durante el freído. Los valores obtenidos para L\* en la temperatura de freído de 140 °C fueron 73.70, 74.25 y 74.11; los valores de a\* fueron -4.99, -3.55 y -3.99 y los valores para b\* fueron 17.24, 14.15, 14.39 para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, a los 300 s de freído. En la temperatura de freído de 160 °C los valores de L\* fueron 69.93, 70.94, 73.71; los valores de a\* fueron -4.30, -2.76, -2.94 y para b\* fueron 23.53, 17.71, 14.32 para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, a los 300 s de freído.

Y en la temperatura de freído de 180 °C los valores obtenidos para **L\*** fueron 73.22, 71.08, 75.04; los valores de **a\*** fueron -2.85, -0.70, -2.56 y para **b\*** fueron 24.95, 22.65, 25.07 para las muestras control y recubiertas (1 y 0.5 %), respectivamente, a los 300 s de freído.

Las tiras de papa recubiertas con pectina mostraron un color más claro que las muestras sin recubrimiento, sin embargo siguen la misma tendencia a incrementar su color amarillo conforme se aumenta la temperatura y tiempo de freído. En la temperatura de freído de 180 °C y por tiempos de freído de 240 y 300 s el color amarillo claro (característico de las papas fritas) fue más pronunciado.

### Conclusiones

El uso de recubrimientos comestibles en tiras de papa fritas disminuye la absorción de grasa durante el freído. El uso de pectina como material de recubrimiento en papas fritas disminuyó la velocidad de pérdida de agua durante el proceso de freído y condujo a una reducción del contenido de grasa de las tiras de papa fritas en un rango de 0.26-10.83 %, con respecto al control. Además el recubrimiento no afectó el color de las papas fritas.

### Referencias

- Aminlari, M.; Ramezani, R.; Khalili, M.H. (2005). Production of Protein-Coated Low-Fat Potato Chips. *Food Science and Technology International*, 11, 177-181.
- AOAC. Official Methods of Analysis. (1990). *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC, EEUU, 115 pp.
- Daraei, G.A.; Mirzaei, H.O.; Maghsudlo, Y.; Kashaninejad, M.; Jafari, S.M. (2012). Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings. *Journal of Food Science and Technology*, DOI 10.1007/s13197-012-0660-9.
- De Grandi, C.F.D.; Garcia, B.S.A.; Prati, P.; Matta, F.F.; Collares, Q.F.P.; Vicente, E. (2009). Reducing of fat uptake in cassava product during deep-fat frying. *Journal of Food Engineering*, 94, 390–394.
- Mallikarjunan, P.; Chinnan, M.S.; Balasubramaniam, V.M.; Phillips, R.D. (1997). Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 30, 709-714.
- Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 364-373.
- Morales-Pérez, J.; Vélez-Ruiz, J.F. (2011). Estudio del efecto combinado del secado y freído en las propiedades de tortillas tostadas. *Información Tecnológica*, 22, 55-68.
- Nyun, K.D.; Min, B.; Lee, S.H.; Lee, S. (2011a). Influence of surface coating with xanthan gum on heat transfer during deep-fat frying of potato strips. *Journal of Food Process Engineering*, ISSN 1745-4530. doi:10.1111/j.1745-4530.2011.00639.x
- Nyun, K.D.; Lim, J.; Young, B.I.; Gyu, L.H.; Lee, S. (2011b). Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. *Journal of Food Engineering*, 102, 317-320.
- Pedreschi, F.; Moyano, P. (2005a). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *LWT Food Science and Technology*, 38, 599–604.
- Pedreschi, F.; Moyano, P. (2005b). Oil uptake and texture development in fried potato slices. *Journal of Food Engineering*, 70, 557–563.



Pedreschi, F.; Travisany, X.; Reyes, C.; Troncoso, E.; Pedreschi, R. (2009). Kinetics of extraction of reducing sugar during blanching of potato slices. *Journal of Food Engineering*, 91, 443–447.

Porta, R.; Mariniello, L.; Di Pierro, P.; Sorrentino, A.; Giosafatto, V.C.; Rossi, M.G.; Esposito, M. (2012). Water Barrier Edible Coatings of Fried Foods. *Journal of Biotechnology & Biomaterials*, Volume 2 • Issue 7 • 1000e116, ISSN: 2155-952X.

Quintero, C.J.; Falguera, V.; Muñoz, H.A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga*, 5, 93-118.

Rimac-Brcnic, S.; Lelas, V.; Rade, D.; Simundic, B. (2004). Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, 64, 237–241.

Sakhale, B.K.; Badgujar J.B.; Pawar V.D.; Sananse S.L. (2011). Effect of hydrocolloid incorporation in casing of samosa on reduction of oil uptake. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 769-772.

Singthong, J.; Thongkaew, Ch. (2009). Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 1199-1203.

Song, X.J.; Zhang, M.; Mujumdar, A.S. (2007a). Effect of vacuum-microwave predrying on quality of vacuum-fried potato chips. *Drying Technology*, 25, 2021–2026.

Suárez, B.R.; Campañone, L.A.; García, M.A.; Zartizky, N.E. (2008). Comparison of the deep frying process in coated and uncoated dough systems. *Journal of Food Engineering*, 84, 383-393.