

EFFECTO DE LA INFILTRACIÓN DE NANOCÁPSULAS DE ACEITE ESENCIAL DE ROMERO SOBRE LA CALIDAD DE PAPA (*Solanum tuberosum*) MÍNIMAMENTE PROCESADA

Claudia Arias-Gutiérrez, María de la Luz Zambrano-Zaragoza*, Alfredo Alvarez-Cárdenas y María de los Ángeles Cornejo-Villegas

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. Departamento de Ingeniería y Tecnología, UIM-Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos.

[*luz.zambrano@unam.mx](mailto:luz.zambrano@unam.mx)

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la aplicación de ultrasonido en la infiltración de nanocápsulas de aceite esencial de romero que conservarán el color y firmeza de papa mínimamente procesada. Se evaluó el cambio en las propiedades físicas y texturales de la papa (*Solanum tuberosum*) almacenada a 4 °C por 7 días. Se estudiaron 4 lotes con diferentes ciclos de acción ultrasónica y porcentaje de amplitud de onda. Los lotes estudiados fueron: 1) ultrasonido de 5 ciclos y 50% de amplitud, 2) ultrasonido 5 ciclos y 70% de amplitud, 3) ultrasonido de 15 ciclos y 50% de amplitud, 4) ultrasonido de 15 ciclos y 70% de amplitud, 6) control inmerso durante 90 min en: nanocápsulas de aceite esencial de romero/goma arábica, 6) goma arábica (2.5%). Los resultados obtenidos mostraron una sinergia entre el aceite esencial de romero y el ultrasonido a 15 s, manteniendo los parámetros colorimétricos, con una pérdida de firmeza mínima (11%) no mostrando diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) respecto al % de amplitud utilizado, mientras que, las control, perdieron 35% de firmeza, además, el uso de ultrasonido de 15 s demostró un ahorro de tiempo de 86 min absorbiendo 35 mg de aceite esencial de romero g de papa⁻¹ y un mejor control del oscurecimiento con luminosidad de 80. Se concluye que la selección de las condiciones de tratamiento ultrasónico es importante en el mantenimiento de las características fisicoquímicas de papa mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 4 °C.

Palabras clave: Índice de oscurecimiento, ciclos de ultrasonido, firmeza

Introducción

Actualmente los alimentos mínimamente procesados han ganado el interés de los consumidores, ya que éstos demandan alimentos naturales que conserven sus características sensoriales y nutrimentales con efectos benéficos para la salud. El procesamiento mínimo tiene como consecuencia la descompartimentalización de los componentes celulares que aunado a la disponibilidad de oxígeno da como resultado un deterioro de calidad en el producto, siendo los cambios de color y textura los dos aspectos más relevantes (De Corato, 2020). La papa es un tubérculo con alta demanda a nivel mundial, es rico en polifenoles por lo que es altamente susceptible al desarrollo de reacciones de oscurecimiento enzimático (Ceroli *et al.*, 2018). Una alternativa para inhibir el oscurecimiento es agregar agentes antioxidantes como el aceite esencial de romero nanoencapsulado para su protección. Una tecnología emergente que ayuda a los procesos de transferencia de masa, es el ultrasonido, debido a que genera la compresión y descompresión de tejidos mediante energía acústica, permitiendo la infiltración de sustancias de talla submicrónica a través de los tejidos por la fuerza impulsora de las ondas sonoras (Goula *et al.*, 2017).

Objetivo

Evaluar la influencia de la infiltración de nanocápsulas de aceite esencial de romero por ultrasonido sobre las reacciones de oscurecimiento enzimático y firmeza en papa mínimamente procesada.

Metodología

La papa de la variedad Alpha libre de daños, se lavó, peló y cortó en cubos de 0.8 cm. Las nanocápsulas (NC) se prepararon por el método de emulsificación-difusión con tamaño de partícula < 500 nm e índice de poli dispersión < 0.3, se mezclaron con goma arábiga (GA) al 2.5% para tener 20 µg/ml de aceite esencial de romero. La infiltración de las NC se llevó a cabo por ultrasonido (US) (Hielscher Modelo

UP200Ht de 200 W y 26 kHz), con ciclos de 5 y 15 s, y amplitud de 50 y 70%. Los lotes fueron: 1) CNTRL-NC, 2) CNTRL-GA, 3) US15C50A, 4) US1570A, 5) US5C50A y 6) US5C70A. Las muestras se envasaron y refrigeraron a 4 °C. Los cambios de color se determinaron por 7 días, con un agro colorímetro marca APOLLINAIRE, los resultados se transformaron a L , a^* , b^* . Se determinó el índice de oscurecimiento $IO = 100(x * 0.31)/0.172$ donde $x = a + 1.75L/5.645L + a + 3.012b$. Los cambios de firmeza se determinaron en un texturómetro Brookfield CT3 con sonda de 3 mm TA/42, la velocidad de prueba fue de 1mm s^{-1} , los resultados se expresaron en N. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

Resultados

Cambios de color. La infiltración por 2 h en muestras sin tratamiento ultrasónico fue de 33.45 %, mientras que las muestras infiltradas con 15 ciclos US15C50A tuvieron 28.63 % y las US15C70A 35.50 % en un tiempo máximo de 15 min, las muestras con ciclos de 5 s tuvieron mínima infiltración < 5 %.

En la Figura 1 se muestran los cambios de luminosidad, observándose que las muestras CNTRL-GA tuvieron la mayor pérdida, mientras que las muestras US15C50A y las US15C70A mantuvieron su luminosidad con una pérdida < al 10%, lo que coincide con el desarrollo de oscurecimiento mostrado en la misma Figura.

La Tabla 1, muestra los cambios en firmeza, para las muestras infiltradas con NC de aceite de romero, observándose que las CTRL-GA perdieron más del 20 % de firmeza, mientras que las muestras US15C50A y US15C70A mantuvieron mejor la textura de la papa con una pérdida del 4.6%.

Discusión

La efectividad del ultrasonido en ciclos de 15 s es atribuida a la producción de cavitaciones que funcionan como esponjas sobre la superficie sólida del alimento. Fernandes *et al.* (2008), demostraron la inducción de canales que favorecieron la difusión del agua en deshidratación de melón, de tal forma que se ve acelerada la difusión del aceite de romero hacia el interior de la papa.

El oscurecimiento enzimático es la consecuencia de la reacción entre las enzimas oxidativas, como la polifenol oxidasa o las fenol peroxidases y los fenoles (Cabezas-Serrano *et al.*, 2009), por lo que se observa que el tratamiento con US y NC contribuyeron a disminuirlo considerablemente.

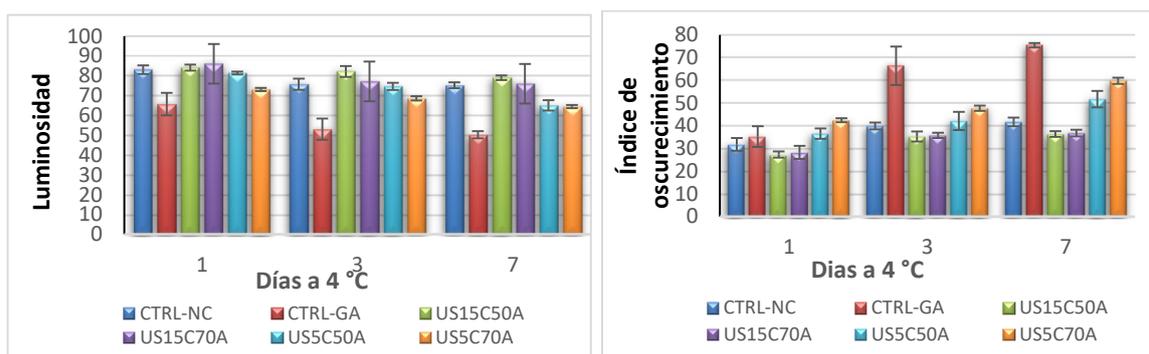


Figura 1. Cambios en la luminosidad (izquierda) y en el índice de oscurecimiento (derecha) durante el almacenamiento.

Tabla 1. Cambios de firmeza en papa mínimamente procesada a 4°C.

Día	CTRL-NC	CTRL-GA	US15C50A	US15C70A	US5C50A	US5C70A
1	16.7 ± 0.6	15.7 ± 0.4	17.1 ± 0.6	16.9 ± 0.4	16.8 ± 0.7	16.5 ± 1.3
3	16.2 ± 1.4	13.1 ± 3.4	16.9 ± 0.8	16.7 ± 1.3	15.5 ± 1.3	15.9 ± 0.8
7	15.7 ± 1.1	12.5 ± 2.9	16.5 ± 0.5	16.3 ± 0.9	15.1 ± 0.9	15.4 ± 0.1

El mantenimiento de la firmeza en papa es asociada a la parcial inactivación de las enzimas pectinmetil esterasas y poligalacturonasas que limitan la modificación de la lamela media contribuyendo con ello al mantenimiento de la firmeza, resaltándose que es importante la adecuada selección de las condiciones de ultrasonido que en este caso fueron para las muestras con ciclos de 15 s independientemente de la amplitud (Jiang *et al.*, 2020).

Conclusión

Se logró establecer que el ultrasonido de baja frecuencia es una buena alternativa para infiltrar NC de aceite esencial de romero en papa mínimamente procesada, estableciendo ciclos de ultrasonido de 15 s sin efecto de la amplitud (50 o 70%), lográndose disminuir el oscurecimiento enzimático y promoviendo la transferencia de masa infiltrando las nanocápsulas en menor tiempo.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de los proyectos PAPIIT IN222520 de la DGAPA-UNAM y PIAPI2060 de FES-Cuautitlán.

Referencias

Cabezas, S.A.B., Amodio, M.L., Cornacchia, R., Rinaldi, R., Colelli, G. (2009). *Suitability of five different potato cultivars (Solanum tuberosum L.) to be processed as fresh-cut products*. *Postharvest Biology and Technology*, 53(3): 138-144.

Ceroli, P., Procaccini, L.M.G., Corbino, G., Monti, M.C., Huarte, M. (2018). *Evaluation of Food Conservation Technologies for Potato Cubes*. *Potato Research*, 61(3): 219-229.

De Corato, U. (2020). *Improving the shelf-life and quality of fresh and minimally-processed fruits and vegetables for a modern food industry: A comprehensive critical review from the traditional technologies into the most promising advancements*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(6): 940-975.

Fernandes, F.A.N., Gallão, M.I., Rodrigues, S. (2008). *Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration*. *LWT-Food Science and Technology*, 41(4): 604-610.

Goula, A.M., Kokolaki, M., Daftsiou, E. (2017). *Use of ultrasound for osmotic dehydration. The case of potatoes*. *Food and Bioproducts Processing*, 105: 157-170.



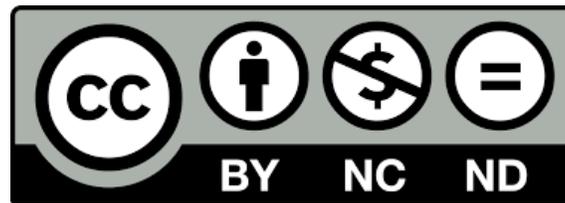
Jiang, Q., Zhang, M., Xu, B. (2020). *Application of ultrasonic technology in postharvested fruits and vegetables storage: A review*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 69(June): 105-261.



D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



ENTIDAD EDITORA

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

FORMA SUGERIDA DE CITAR:

Arias-Gutiérrez, C., Zambrano-Zaragoza, M. L., Alvarez-Cárdenas, A., y Cornejo-Villegas, M. A. (2020). Efecto de la infiltración de nanocápsulas de aceite esencial de romero sobre la calidad de papa (*solanum tuberosum*) mínimamente procesada. *MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC)*, Año 3, No. 3, septiembre 2020 - agosto 2021. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2020/mem2020_paper30.html