

Tratamiento con microondas para control de plaga en *zea mays everta* y microbiológico en *capsicum annum*.

Trueba-Vázquez Eugenia (1), Fernández-Villanueva Gerardo (1), Tapia-Cervantes Karen Alejandra (1), Salinas-Almanza Erick Manuel (1) y Sosa-Morales María Elena (2)

1 Lic. en Ingeniería en Alimentos | etruvaz@hotmail.com, gerardo.fer.villa@gmail.com, ale_tc@outlook.com, eriksalinas09@gmail.com

2 Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato | msosa@ugto.mx

Resumen

Los tratamientos con microondas han sido investigados con el fin de combatir plagas y enfermedades en vegetales. En el presente trabajo se trataron con microondas (2450 MHz) dos alimentos de composición diferente con el fin de comparar el impacto de este tratamiento en alimentos de alta y baja humedad. En pimiento verde (alimento de alta humedad), el objetivo fue controlar el moho *Colletotrichum* spp., mientras que en maíz palomero (alimento de baja humedad), el objetivo fue controlar la plaga *Plodia interpunctella* (palomilla en estado larvario). Se probaron dos potencias: 270 y 544 W. El tratamiento resultó inapropiado para el alimento fresco, mientras que para el producto seco, el tratamiento fue adecuado sin cambio en la mayoría de las propiedades fisicoquímicas evaluadas.

Abstract

Microwave treatments have been investigated in order to combat pests and diseases in vegetables. In the present work, two foods of different composition were treated with microwaves (2450 MHz) in order to compare the impact of this treatment on high and low moisture foods. In green pepper (high moisture food), the objective was to control the mold *Colletotrichum* spp., while in yellow corn (low moisture food), the objective was to control *Plodia interpunctella* (larvae) pest. Two powers were assessed: 270 and 544 W. The treatment was inappropriate for bell pepper (fresh food), while for yellow corn (dry product), the treatment was adequate without change in most of the physicochemical properties evaluated.

Introducción

La desinfestación de plagas y control microbiológico a partir del uso de microondas, ha resultado ser un método efectivo en el cual se logran mantener las propiedades de los alimentos.

El pimiento verde (*Capsicum annum*) debido a que su producción en México es superior a las 9,200 ha, siendo Guanajuato el tercer productor a nivel nacional. *Colletotrichum spp* es un hongo que causa una enfermedad conocida como antracnosis, la cual ataca principalmente la superficie de los pimientos, provocando pérdidas significativas en las plantaciones y por consecuencia afectando la economía de los productores [1].

Por otro lado, el maíz palomero (*Zea mays everta*) es de gran importancia económica en el sector agroalimentario mundial. Es constantemente atacado por *Plodia interpunctella*, cuya presencia daña todas las capas de los granos del maíz hasta llegar al centro donde se alojan las larvas. Esto provoca que lotes de este grano sean rechazados por no cumplir con los requerimientos de calidad [2].

Ambas plagas se caracterizan por ser termo-resistentes en comparación con otros microorganismos ya que para provocar la muerte térmica de *Colletotrichum spp* se requiere una temperatura de 54°C, la cual se debe mantener durante 4 min [3]. Por otro lado, para la muerte de larvas de *Plodia interpunctella* se requieren 52°C durante 1 min [4].

El objetivo del presente estudio fue aplicar tratamientos con microondas en un producto fresco (pimiento) y en un producto seco (maíz palomero), así como evaluar el efecto del tratamiento en las propiedades fisicoquímicas de los productos tratados.

Materiales Y Métodos

Calibración de horno de microondas.

Para la calibración del horno se sometieron 1000 g de agua a potencias de 10 a 100 %, con el tiempo necesario para alcanzar un incremento en la temperatura del agua de ~10 °C. Con los datos obtenidos, se utilizó la ec. 1 para calcular la potencia en W correspondiente a cada porcentaje.

$$P = \frac{m \cdot Cp \cdot \Delta T}{t} \quad (\text{ec. 1})$$

Tratamientos

Los tratamientos en pimiento se realizaron de manera hidrotérmica en recipiente de vidrio, con una relación 2:3 pimiento:agua. Para maíz palomero, se colocaron 150 g de maíz en un recipiente de polietileno apto para microondas. Se trataron a potencias de 50 y 100% de la potencia nominal del horno (LG, 700 W, Ciudad de México). Durante el calentamiento, se tomaron imágenes con cámara infrarroja (Flir, Estados Unidos) para conocer la temperatura de los alimentos, hasta llegar a la temperatura objetivo y retener el tiempo necesario para inactivación del moho *Colletotrichum spp.* (54°C, 4 min) y la plaga *Plodia interpunctella* (52°C, 1 min). Después del calentamiento, los alimentos se enfriaron (agua para pimientos y corriente de aire para maíz).

Pruebas fisicoquímicas

Pimiento verde

El pimiento fresco o tratado, se molió con una licuadora de inmersión y se realizó un ligero filtrado con un colador simple.

Acidez Titulable. Se tomaron 10 mL de filtrado del pimiento molido y se diluyeron en agua con relación 1:1. Se colocaron 3 gotas de fenolftaleína como indicador y se tituló con NaOH 0.1 N.

$$\text{Acidez Titulable (\% \text{ \u00c1cido C\u00edtrico})} = \frac{T \cdot N \cdot 6.4}{Mx}$$

donde T: mL de NaOH gastados, N: Normalidad de la solución de NaOH, y Mx: mL de muestra.

Color: Se determinó con ayuda de un colorímetro, ColorFlex EZ, usando los parámetros L, a, y b. Se midieron tres caras del pimiento, con esto se obtuvo un promedio para cada repetición. El valor de ΔE se calculó con la ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{\Sigma^2 + a^2 + b^2} \quad (\text{ec.})$$

pH: Se determinó con un potenciómetro, el cual se calibró con estándares de pH 7 y 4,

Vitamina C: Se determinó a partir de una titulación. Se utilizaron una solución extractora (ácido metafosfórico, ácido acético y agua), una solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol y una solución estándar de ácido ascórbico (ácido ascórbico y solución extractora). Se añadieron 50 mL de muestra (juego de pimiento filtrado) y 5 mL de solución extractora en un

matraz Erlenmeyer y posteriormente se tituló con la solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol hasta observar la aparición de un color rosado. La cantidad de ácido ascórbico se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{mg ácido ascórbico/mL} = (X - B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

Donde:

X: volumen de solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol para titular la muestra diluida en la solución extractora (mL)

B: volumen de solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol para titular el blanco (mL).

F: mg de ácido ascórbico/mL de solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol para titular la solución estándar de ácido ascórbico

E: volumen de muestra (mL)

V: volumen de mezcla muestra-solución extractora

Y: alícuota de la mezcla muestra-solución extractora (mL)

Maíz palomero

Las pruebas se llevaron a cabo los días 0 (con y sin tratamiento), 11 y 22. Almacenando las muestras de maíz a temperatura ambiente en bolsas de polipapel.

Actividad de agua: Se determinó con la ayuda de un Higrómetro, AquaLab PRE.

Color: Se colocaron los granos de maíz palomero en un vaso de precipitados de 50 mL, y se realizaba la lectura en el colorímetro descrito anteriormente.

Densidad: En una probeta de 100 mL se colocaron los granos de maíz palomero, hasta alcanzar los 100 mL. Estos se pesaban y se aplicaba la siguiente fórmula.

$$p = \frac{m}{V} \text{ (ec.)}$$

Donde m: masa en gramos y V: volumen en mL

Humedad: Se colocaron 2 g de maíz palomero en cajas metálicas, a peso constante. Se dejaron en el horno a 105 °C, durante 24 h.

Resultados y discusión

La figura 1 muestra la recta de calibración para la potencia de salida calculada en el horno de microondas. Para los niveles de potencia de 50 y 100% de la potencia nominal, corresponden los valores de 270 y 544 W.

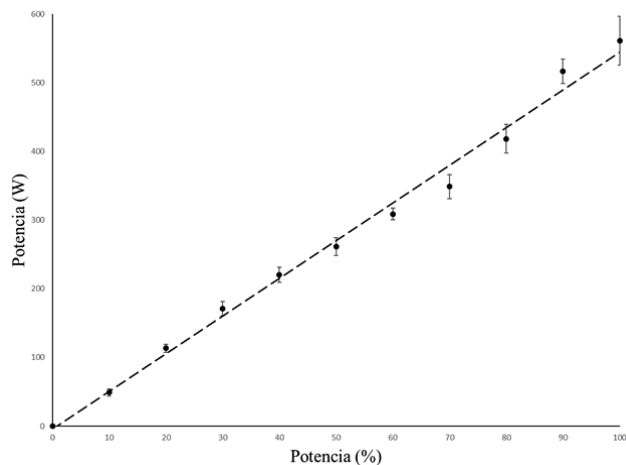


Fig. 1. Potencia de salida del horno de microondas a diferentes niveles.

Para alcanzar las temperaturas objetivos contra el moho y la plaga objetivo, se obtuvieron los protocolos obtenidos (Tabla 1).

Tabla 1. Tiempos y potencias necesarios para alcanzar y mantener la temperatura de muerte térmica en cada alimento.

Alimento	Potencia (W)	Tiempo (min)		
		Calentamiento	Retención	Enfriamiento
Pimiento (<i>Capsicum annum</i>)	270	3 (agitando cada 30s, por 3-4s)	4 a potencia 10% (agitando cada 60s, por 3-4s)	7 (Agua 4 °C)
	544	1.5 (agitando cada 30s, por 3-4s)		
Maíz (<i>Zea mays everta</i>)	270	1.16 (agitando cada 10s, por 3-4s)	1 a potencia 10% (agitando cada 30s, por 3-4s)	10 (Aire y agitación constante)
	544	1:10 (agitando cada 20s, por 10s)		

El pimiento se notó visiblemente dañado después de los protocolos aplicados. En cuanto a las pruebas fisicoquímicas del pimiento (Tabla 2), la propiedad que se vio más afectada fue la vitamina C, que para el día 8 a potencia de 270 W sufrió una disminución del 94%.

En las pruebas fisicoquímicas del maíz palomero (Tabla 3), la prueba de calidad más importante para el almacenamiento es la humedad, la cual disminuyó de 9-10%. El maíz palomero puede ser tratado con microondas, este proceso además de ayudar en el control de plagas, mejora el color del grano, baja su humedad y con ello su actividad de agua, lo cual incrementa su vida en anaquel. Resultados obtenidos nos demuestran que la potencia del horno no interfiere de una manera significativa en el proceso, por lo tanto, usar una potencia de 50% resulta más viable que una de 100%.

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar obtenidas de las pruebas fisicoquímicas del pimiento para los días 0, 5 y 8.

Pimiento									
Potencia (W)	Día	Vitamina C (mg/100g)		ΔE		Acidez Titulable (% Ácido Cítrico)		pH	
0	0	88.11	± 27.38	46.40	± 3.43	0.29	± 0.05	5.45	± 0.08
544	0	60.41	± 2.36	47.90	± 7.87	0.27	± 0.02	5.36	± 0.14
544	5	81.21	± 0.63	50.74	± 3.18	0.11	± 0.03	5.56	± 0.06
544	8	13.18	± 17.23	46.69	± 2.61	0.27	± 0.02	5.30	± 0.25
270	0	57.74	± 1.42	48.83	± 0.36	0.25	± 0.02	5.53	± 0.14
270	5	54.29	± 74.26	45.97	± 2.29	0.16	± 0.02	5.43	± 0.07
270	8	5.34	± 5.66	46.04	± 4.04	0.29	± 0.02	5.11	± 0.03

Tabla 3. Medias y desviaciones estándar obtenidas de las pruebas fisicoquímicas del maíz palomero para los días 0, 11 y 22.

Maíz									
Potencia (W)	Día	Contenido de Humedad (% b.h.)		a w	ΔP (%)	ΔE	ρ (kg/ m ³)		
0	0	10.04	± 0.00	0.6053 ± 0.0000	0.00 ± 0.00	65.97 ± 0.00	850.9	± 0.00	± 0.00
544	1	10.21	± 0.00	0.6273 ± 0.0000	0.79 ± 0.00	71.31 ± 0.00	839.7	± 0.00	± 0.00
544	11	9.67	± 0.16	0.5788 ± 0.0316	1.17 ± 0.09	72.08 ± 0.18	809.8	± 0.01	± 0.01
544	22	9.03	± 0.19	0.5457 ± 0.0251	2.06 ± 2.01	73.53 ± 0.83	838.3	± 0.00	± 0.00
270	1	10.29	± 0.00	0.6304 ± 0.0000	0.84 ± 0.00	70.77 ± 0.00	849.3	± 0.00	± 0.00
270	11	9.76	± 0.32	0.5686 ± 0.0230	1.09 ± 0.58	72.14 ± 0.69	819.7	± 0.02	± 0.02
270	22	9.34	± 0.68	0.5670 ± 0.0567	3.60 ± 0.93	72.99 ± 0.67	835.5	± 0.01	± 0.01

Conclusiones

La utilidad de los tratamientos con microondas para desinfestación de plagas y control microbiológico depende grandemente de las características particulares de cada alimento, así como del insecto o microorganismo que se desea eliminar. A pesar de esto, con base en los resultados obtenidos es posible concluir que este tratamiento funciona mejor cuando se trata de alimentos secos.

El pimiento, al ser un fruto termosensible se vio drásticamente afectado por la exposición a las altas temperaturas. Tanto sus características organolépticas como sus propiedades nutricionales se vieron afectadas. Por otro lado, el maíz palomero al ser un producto con baja humedad, se puede tratar de una manera más efectiva gracias al aprovechamiento del calentamiento diferencial donde las superficies secas se calientan y enfrían más rápido que las húmedas.

Referencias

- [1] Worldwide, M. M. (2004). Plagas Y Enfermedades de Chiles Pimientos. Guía de identificación y manejo. Productores de Hortalizas, 19.
- [2] García-Lara, S., Espinosa-Carrillo, C. y Ber-

gvinson, D. (2007) Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control. México, D.F

[3] Li, Xueping, Zhu, Xiaoyang, Zhao, Nan, Fu, Danwen, Li, Jun, Chen, Wen, & Chen, Weixin. (2013). Effects of hot water treatment on anthracnose disease in papaya fruit and its possible mechanism. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 437-446.

[4] Johnson, J.A., Wang, S. y Tang, J. (2003) Thermal death kinetics of fifth-instar *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *J. of Economic Entomology*, 96(2): 519-524.