

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE GRASA Y DE LA ACTIVIDAD DE AGUA EN LA TEMPERATURA DE SISTEMAS DE MODELO SOMETIDOS A CALENTAMIENTO POR MICROONDAS

Pérez Reyes M.E.^a y Sosa Morales M.E.^{b*}

^a Universidad de las Américas Puebla, Departamento de Ingeniería, Química, Alimentos y Ambiental, Ex-Hda. Santa Catarina Mártir, C.P. 72810, San Andrés Cholula, Pue., México. marco.perezrs@udlap.mx

^b Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Departamento de Alimentos, Carret. Irapuato-Silao km 9, C.P. 36500, Irapuato, Gto., México. *msosa@ugto.mx

RESUMEN:

Se analizó la influencia del contenido de grasa y la actividad de agua (a_w) sobre la temperatura de sistemas modelo sometidos a calentamiento por microondas. Se elaboraron sistemas modelo con agar-agar y manteca vegetal para obtener valores de 1, 3, 5 y 10% en contenido de grasa, de similar forma se elaboraron con agar-agar y NaCl para obtener valores a_w de 0,99, 0,95, 0,90 y 0,85. El calentamiento se aplicó hasta alcanzar una temperatura objetivo de 50°C; las temperaturas de los sistemas modelo fueron adquiridas en nueve puntos diferentes mediante el uso de sensores de fibra óptica. Un aumento de la concentración de grasa en sistemas modelo promovió un calentamiento más uniforme en los sistemas, y dio como resultado un mayor tiempo de calentamiento para alcanzar la temperatura objetivo. En los sistemas modelo con actividad de agua modificada, se observó que el calentamiento de la parte central se hace más lento, mientras que en las esquinas se acelera; el tiempo de calentamiento aumentó a medida que la a_w disminuyó en los sistemas. Los presentes resultados serán útiles para aplicaciones en productos alimenticios con características similares a los modelos estudiados.

ABSTRACT:

The influence of fat content or water activity (a_w) on the temperature within model systems subjected to microwave heating was analyzed. Model systems were formulated with agar gel and vegetal shortening to get 1, 3, 5 and 10% of fat content, or with agar and NaCl to get a_w values of 0.99, 0.95, 0.90 and 0.85. The heating was applied to reach a target temperature of 50°C; temperatures of the model systems were acquired at nine different points by using optical fiber sensors. An increasing of concentration of fat in model systems promoted a more uniform heating in the systems, and resulted in longer heating time to reach the target temperature. In the model systems with modified water activity, it was observed that the warming of central part becomes slower while in the corners is accelerated; the heating time increased as the a_w decreased in the systems. The present results will be useful for further applications in food products.

Palabras clave:

Actividad de agua, contenido de grasa, microondas.

Keyword:

Water activity, fat content, microwaves.

Área: Otros.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento uniforme de los alimentos es un desafío constante para los tratamientos térmicos existentes. Algunas veces, los tratamientos térmicos convencionales sobrecalientan los alimentos a fin de que todas las partículas alcancen la misma temperatura. Desafortunadamente, esto causa pérdidas nutricionales y sensoriales (Choi *et al.*, 2011). Las tecnologías actuales tales como

el calentamiento por microondas, permiten un menor tiempo de calentamiento, control preciso y calentamiento volumétrico, que favorecen la preservación de las propiedades nutricionales y sensoriales de los alimentos (Brodie *et al.*, 2011).

Hoy en día, hay un grupo de productos alimenticios conocidos como alimentos instantáneos o listos para comer, que por lo general están congelados o precocinados. Se pueden consumir con una preparación mínima. El método de cocción/calentamiento preferido para este tipo de alimentos es con el uso de microondas, ya se calienta rápidamente antes de su consumo. Sin embargo, estos alimentos contienen carne de vaca, cerdo y aves de corral, que puede estar contaminada con patógenos. En la ausencia de un calentamiento uniforme de la comida, estos patógenos pueden sobrevivir al calentamiento por microondas en los puntos fríos, convirtiéndose en una amenaza potencial para el consumidor (Huang y Sites, 2010).

La composición química, el estado físico, la geometría, así como los principales constituyentes de los alimentos (agua, hidratos de carbono, proteínas, grasas y minerales), influye en el patrón de calentamiento por microondas (Swain *et al.*, 2004). El calentamiento por microondas es causado por la fricción de dipolos moleculares en un campo eléctrico de frecuencia específica. El más abundante dipolo es el agua, pero otros componentes alimentarios, tales como grasas y sales también actúan como componentes dieléctricos. Estos componentes pueden causar un calentamiento desigual de alimentos ricos en grasa o sal. Por lo tanto, es necesario asegurar un calentamiento uniforme para garantizar la seguridad microbiológica, evitando variaciones en la temperatura del producto que puedan causar deshidratación, oscurecimiento y pérdida de nutrientes (Fakhouri y Ramaswamy 1993). El objetivo de este estudio es determinar la influencia de la actividad de agua y el contenido de grasa en sistemas modelo (preparado con agar) en el perfil de temperatura durante el calentamiento por microondas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo de sistemas de modelos.

Los sistemas modelos se prepararon agregando agar-agar al 5% en agua destilada. La mezcla se calentó a 80°C hasta disolver el agar y se agregó CaCl₂ al 0.2% para dar más firmeza a las formas finales. Se agregó la cantidad adecuada de grasa para modificar la composición del sistema y se vertió la mezcla en charolas de 11 onzas. Las concentraciones de grasa en los sistemas modelo fueron de 1, 3, 5, 10% (p/p) de los mismos. En el caso de los estudios de actividad de agua y NaCl, la sal se agregó en la cantidad adecuada antes de la adición del agar. La actividad de agua de los sistemas modelo fue confirmada por medición de esta propiedad en un equipo Aqualab (Decagon Devices, Pullman, Washington, EE.UU.) previamente calibrado con agua destilada. La medición se hizo por duplicado a 25°C poniendo 1 g del sistema modelo en el equipo.

Tratamiento con microondas

La pieza de agar se colocó en el centro del plato de un horno de microondas (1200 W, 2450 MHz, Panasonic, China) y se trató al nivel de potencia máximo (100% correspondiente a 950 W). El perfil de temperatura se obtuvo mediante sensores de fibra óptica (FISO Technologies, Québec, Canadá) colocados en dos puntos diferentes de la pieza de agar y usando el software FISO Commander. El calentamiento con microondas se detuvo hasta alcanzar la temperatura objetivo de 50°C. Cada tratamiento se realizó por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sistemas modelos con actividad de agua modificada.

La Figura 1 muestra los perfiles de temperatura de los sistemas modelos con actividad de agua modificada sometidos a tratamiento con microondas en 9 puntos diferentes.

Se observó que las esquinas (A1, A3, C1, C3) de los sistemas modelo con una actividad de agua de 0.99 alcanzaron rápidamente la temperatura objetivo en un periodo aproximado de 60 s, sin embargo la temperatura del punto central (B2), alcanzó esta temperatura en un periodo de tiempo mucho mayor, aproximadamente 100 s.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en los modelos con actividad de agua menor se observa que, de igual forma, la temperatura se eleva rápidamente en las esquinas y el tiempo de calentamiento en el centro (B2) se vuelve más prolongado.

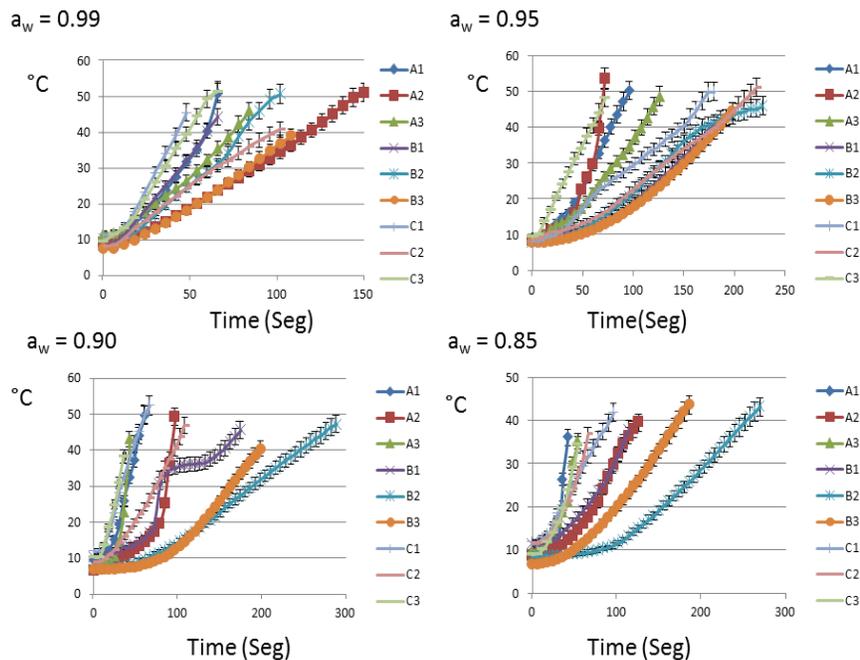


Figura 1. Perfiles de temperatura obtenidos en 9 diferentes puntos de sistemas modelo con diferente actividad de agua durante su tratamiento con microondas.

Conforme aumenta la concentración y disminuye la actividad de agua, los puntos centrales (B1, B2, B3) son los puntos fríos, correspondiendo al punto central (B2) el punto mas frío ($p < 0.05$). El perfil obtenido se muestra en la Figura 2.

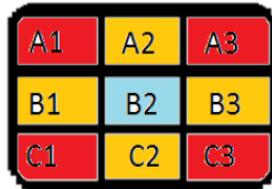


Figura 2. ■) Puntos sobrecalentados, ■) Puntos fríos, ■) Puntos intermedios o templados en sistemas modelo con a_w modificada después del calentamiento con microondas.

Esto es explicado debido a dos fenómenos que ocurren simultáneamente. Debido a que el NaCl es un agente iónico, este genera un flujo eléctrico/iónico en la superficie del sistema modelo, lo cual disminuye la capacidad de penetración de las microondas en la parte central del alimento (Dealler *et al.*, 1992). El calentamiento de la parte central es originado también por mecanismos de transferencia de calor, al ser el sistema modelo un gel que contiene una solución agua-sal con el NaCl como soluto iónico, este aumenta la temperatura de ebullición del agua (Badui, 1999). Por lo tanto, el periodo de tiempo para alcanzar la temperatura objetivo en los sistemas modelos aumenta conforme aumente la concentración y disminuya la actividad de agua.

Sistemas modelo con diferente concentración de grasa.

La Figura 3 muestra los perfiles de temperatura de los sistemas modelo con diferente concentración de grasa durante el tratamiento con microondas.

En el sistema modelo con una concentración de 1% de grasa se observa una uniformidad en el calentamiento claramente definida en todos los puntos a excepción del punto central (B2), el cual presenta un tiempo de calentamiento más prolongado ($p < 0.05$) aproximadamente de 150 segundos, lo cual resulta cerca del doble de tiempo que tomó a la mayor parte de puntos alcanzar la temperatura objetivo.

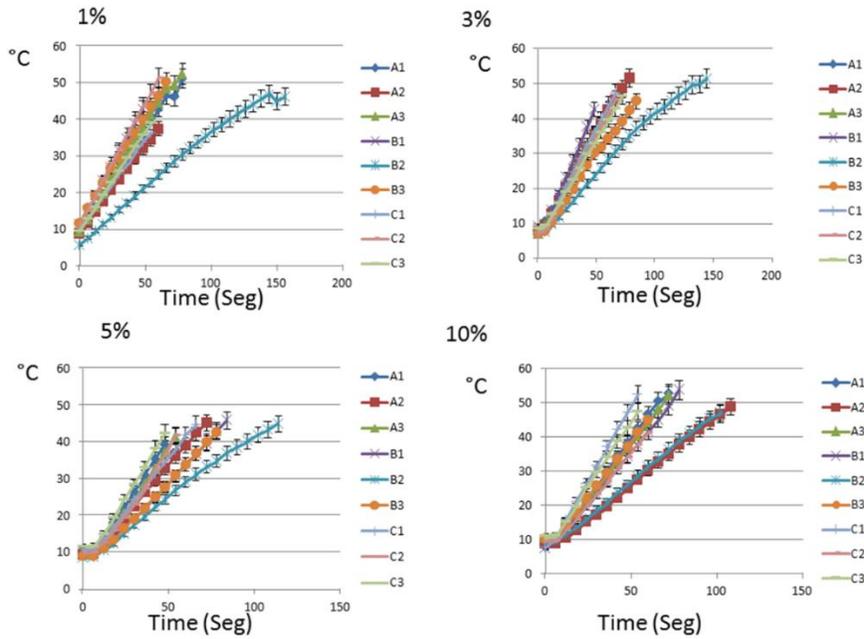


Figura 3. Perfiles de temperatura obtenidos en 9 diferentes puntos de sistemas modelo con diferente concentración de grasa durante su tratamiento con microondas

Comparando los perfiles de temperatura, se observa que hay mayor uniformidad en el calentamiento de los diferentes puntos en comparación con los sistemas con aw modificada. El centro (B2) fue el punto frío ($p < 0.05$), como se muestra en la Figura 4. Conforme aumenta la concentración de grasa aumenta la uniformidad en el calentamiento y disminuye el tiempo requerido para alcanzar la temperatura objetivo de 50°C.

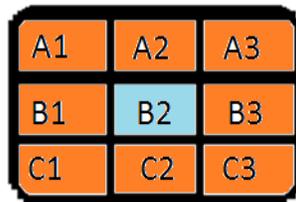


Figura 4. ■ Puntos calentados, ■ Puntos fríos en sistemas modelo con contenido de grasa modificado después del calentamiento con microondas

Esto se explica debido a las propiedades dieléctricas de la grasa vegetal. El factor de pérdida dieléctrica (ϵ''), es importante, puesto que indica la eficiencia de la conversión de la energía electromagnética en calor. La grasa vegetal tiene un valor bajo de ϵ'' , lo cual hace que esta sea pobremente calentado por microondas (Crecente, 2009). La relación entre ϵ'' y ϵ' nos indica el valor del factor de disipación ($\tan\delta$), un valor alto indica que un alimento tiene una alta capacidad de transformar la radiación electromagnética en calor. La grasa tiene un valor de $\tan\delta \cdot 10^4$ de 600 lo cual es relativamente bajo (Hui *et al.*, 2006).

Se ha reportado que el contenido de grasa aumenta la uniformidad del calentamiento con microondas (Fakhouri y Ramaswamy 1993), debido a sus propiedades térmicas. Puesto que la grasa al ser un aislante térmico almacena el calor y al estar distribuida en el sistema modelo contribuye a que el calor sea distribuido uniformemente en todo el sistema (Cusso *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

El contenido de grasa y a_w son cruciales en el calentamiento de los sistemas estudiados cuando se someten a calentamiento por microondas. Valores bajos de a_w en los sistemas de modelo generaron un calentamiento más lento en el centro, mientras que una mayor cantidad de grasa en la composición del sistema, resultó en un calentamiento más uniforme. Los datos obtenidos en esta investigación pueden ser útiles para la preparación de productos para microondas con una composición adecuada para un calentamiento eficaz.

AGRADECIMIENTO. Los autores agradecen el apoyo de CONACYT para la beca de M.E. Pérez Reyes y el proyecto 168990.

BIBLIOGRAFÍA

- Badui S. 1999. "Química de los alimentos". Editor Pearson Educación. México. p11-13.
- Brodie G., Rath C., Devanny M., Reeve J., Lancaster C., Doherty T., Harris G., Chaplin S., Laird C. 2012. The effect of microwave treatment on animal fodder. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 46(2): 57-67.
- Choi W., Nguyen L.T., Hyun S. y Jun S. 2011. A microwave and ohmic combination heater for uniform heating of liquid–article food mixtures. *Journal of Food Science*, 75(2): E110-E116.
- Crecente C. 2009. Síntesis orgánica asistida por microondas: obtención de enol carbamatos, tetrahidroisoquinolinas, benzoazepinas, tiazolinas, sulfuros de fosfoles, isoflavonas, arilcumarinas, cumarinocumarinas y núcleos de dendrímeros, aplicaciones. Tesis de Doctorado. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Cusso, F., López, C. y Villar, R. 2013. Fundamentos físicos de los procesos biológicos. Vol. II. Editorial Club Universitario. España, pp. 35-36.
- Dealler S.F., Rotowa N. A. y Lacey R. W. 1992. Ionized molecules reduce penetration of microwaves into food. *International Journal of Food Science & Technology*. 27(2): 153-157.
- Fakhouri M.O. y Ramaswamy H.S. 1993. Temperature uniformity of microwave foods as influenced by product type and composition. *Food Research International*, 26(1993): 89-95.
- Huang L. y Sites J. 2010. New automated microwave heating process for cooking and pasteurization of microwaveable foods containing raw meats. *Journal of Food Science*, 7(9): E576-E585.

Hui Y.H., Castell E., Cunha L.M., Guerrero H.H., Lo Y.M., Marshall, D.L., Nip, W.K., Shahidi, F. y Yam, K.L. 2006. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering, Volumen 3. Taylor & Francis. EE.UU. p125-1-125-11.