

CETT-UB



**GRADO INTERUNIVERSITARIO DE CIENCIAS
CULINARIAS Y GASTRONÓMICAS**

**ESTUDIO SOBRE LA MEJORA DE LA
REGENERACIÓN DE LOS EMPANADOS EN
MICROONDAS**

CETT-UB Campus de Turisme, Hoteleria i Gastronomia.
Av. de Can Marcet, 36, 38, 08035 Barcelona

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es responder con creatividad y metodología científica, a un reto generado por la empresa de alimentación **Maheso**. Ésta nos ha encargado producir uno o varios productos empanados o ultracongelados que se regeneren correctamente utilizando el microondas, para posteriormente, si son aprobados, comercializarlos como otro de sus productos. En la parte práctica del trabajo, se presentan dos productos desarrollados y sus pruebas de cocción en microondas, junto el análisis de resultados. Mientras que en la parte inicial teórica, profundizaremos en la tecnología del microondas, tanto sus ventajas como inconvenientes y antecedentes. Para así poder establecer unas bases que nos permitan tener éxito en el proceso de regeneración por microondas.

ABSTRACT:

The aim of this work is to respond with creativity and scientific methodology to a challenge generated by the **Maheso** food company. This company has commissioned us to produce one or more frozen breaded products that regenerate correctly using the microwave. Then, if they are approved, they can be marketed as another of their products. In the practical part of the work, two developed products and their microwave cooking tests are presented, together with the analysis of the results. While in the initial theory part, we will deepen in the microwave technology, both its advantages and disadvantages and background. In this way, we will be able to establish the bases that will allow us to be successful in the microwave regeneration process.

Palabras Claves: Conducción. Convección, radiación, domestico, microondas

I. OBJETIVO

Dada la demanda actual de un público que está sometido a un sistema de trabajo o vida en el cual deben realizar sus ingestas alimentarias fuera de su ámbito doméstico en el cual tienen todos los recursos para la elaboración de sus aportes alimentarios, sean procesados o naturales, en este estudio, discutiremos del procesado fuera del

ámbito doméstico de la regeneración del alimento congelado con la obtención de una textura de fritura por inmersión en medio graso en un producto congelado y empanado, regenerando en un electrodoméstico mediante microondas con el objetivo de conseguir la textura crujiente post fritura sin inversión, utilizando los métodos de cocción de conducción, convección y radiación, aplicados en la utilización doméstica del microondas.

II. MARCO TEÓRICO

El procesado de los alimentos mediante tratamientos térmicos se realiza con varios objetivos, como por ejemplo: alargar su vida y mejorar su palatabilidad, entre otros.

El proceso mediante el cual se transmite energía de un medio o material a otro de menor temperatura se conoce con el nombre de transferencia de calor. La transferencia de calor ocurre en los tratamientos térmicos a los que se someten los alimentos, con los objetivos de aumentar su estabilidad, cocinarlos o calentarlos para su consumo.

- **Conducción:** fenómeno dado cuando existe un gradiente de temperatura en un cuerpo, ya que se presenta una transferencia de energía de la región de alta temperatura a la de baja temperatura. Por ejemplo: cuando se coloca una pieza de carne sobre una plancha caliente para cocinar.
- **Convección:** transferencia de calor mediante un fluido que circula. Por ejemplo: cuando se hierve pasta en agua.

- **Radiación:** mecanismo que implica la transferencia de energía radiante de una fuente a un receptor. Cuando esto sucede parte de la energía es absorbida por el receptor, en este caso el alimento, generando un aumento de temperatura en el mismo. Por ejemplo: un alimento procesado en un horno microondas.

El Microondas

El calentamiento por microondas es una alternativa a los mecanismos de cocción utilizados hasta el SXX aplicando un tratamiento térmico selectivo, corto e intenso. La velocidad

del calentamiento por microondas ha sido probada numerosas veces y en muchos casos ha resultado superior a los tratamientos tradicionales.

Referente a la cocción de los alimentos son tres los factores que afectan a la pérdida de los nutrientes: el tiempo, la temperatura y el agua. Teniendo en cuenta que mediante este electrodoméstico se cocina en menor tiempo, a una temperatura menos alta y con una menor pérdida de agua, la pérdida de los nutrientes podría ser menor por el contrario algunas desventajas de esta tecnología son calentamiento no uniforme, disminución o ausencia del pardeamiento y una incompleta destrucción microbiana (Choiet al., 2011).

Las moléculas de agua favorecen el calentamiento por microondas en el alimento (Kowalsiet al., 2012). El agua, ha estar formada por moléculas polares propician que sea caliente rápidamente cuando son expuestas a este tipo de radiación por microondas

debido a la fricción molecular, causada por la rotación dipolar de moléculas en la presencia de un campo eléctrico alternativo generado dentro de la caja del microondas (Kowalsiet al., 2012).

La temperatura final alcanzada tanto en la superficie como en el corazón del alimento se debe a la absorción de energía eléctrica desde el campo de microondas y a la transferencia de calor por conducción y convección (Swainet al., 2004).

Este calentamiento se origina por la interacción del campo electromagnético con la materia por medio de mecanismos dieléctrico (Kowalsiet al., 2012) y depende tanto de

las características del alimento, como de su composición química, su estado físico, su geometría (Swainet al., 2004). En los hornos domésticos, las microondas son generadas por un dispositivo conocido como magnetrón, que transforma la frecuencia de la línea (60 Hz) a microondas (2450 MHz). Las ondas son conducidas a través de una guía o canal hasta la cavidad del horno, donde penetran el alimento y rebotan en las paredes, volviendo a penetrar en el alimento. Un esquema del funcionamiento del horno de microondas se muestra en la Fig. 1

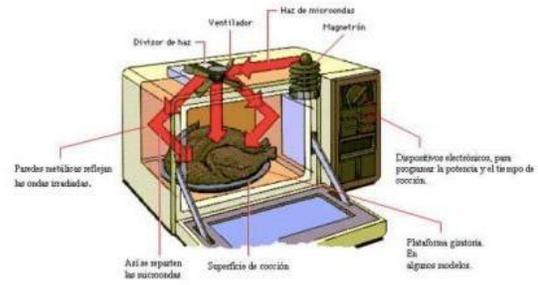


Fig.1 Partes del Microondas

El calentamiento por microondas es favorecido por la presencia de moléculas de agua en el alimento (Kowalsiet al., 2012). Los alimentos que contienen moléculas polares como el agua se calientan rápidamente cuando se expone a la radiación de microondas, debido a la fricción molecular, generada por la rotación dipolar de moléculas en la presencia de un campo eléctrico alternativo (Kowalsiet al., 2012).

La temperatura final que alcanza el alimento se debe a la absorción de energía eléctrica desde el campo de microondas y a la transferencia de calor por conducción y convección (Swainet al., 2004).

III. METODOLOGÍA

Para la obtención de la pruebas se utilizó una croqueta de queso de oveja Idiazabal y una croqueta de garbanzos al curry

La composición del rouge es 60 gramos de mantequilla, 100g de harina por un litro de leche entera.

Se utilizó un encolante HA-SJ/7 facilitado por la empresa Maheso.

La exposición del producto fue en microondas doméstico de la marca Bosch, que llega a 50Hz y un máximo de 1000W, a una intensidad de 800W, las oscilaciones de tiempo variaron dependiendo de la exposición del producto a la intensidad de las microondas, ya que debido al sistema del

aparato conocemos que debe utilizarse un sistema de giro ya que el magnetrón son emite ondas en una dirección creando una cocción por conducción, hecho que no permite el calentamiento total del producto en un ángulo de 360°.

La base de prueba del producto era un plato de material cerámico ya que este utensilio mantiene durante un intervalo más prolongado de tiempo el calor, ayudando mediante convección al calentamiento total y directo de la croqueta.

Se utilizó el sistema ensayo-error para el estudio de la regeneración, no se ultra congeló debido a la falta de medios, así que se sometió a un proceso de congelación alcanzando una temperatura mínima de -18°C.

La exposición a la radiación de las microondas fuera directa de congelación a sistema de regeneración.

IV. RESULTADOS

Ensayo 1, croqueta Idiazabal

El empanado exterior no presenta grietas y su palatabilidad es óptima a crujiente, el interior se denota complementamente descongelado y temperatura de unos 50°C uniforme en su interior.

Potencia 800W

Tiempo: En automático 0'45'' y con Grill 3'35'

Total tiempo: 3'45'

Plato cerámico

Ensayo 2; croqueta de garbanzos y curry

El empanado exterior no presenta grietas y su palatabilidad es óptima a crujiente, el interior se denota complementamente descongelado y temperatura de unos 50°C uniforme en su interior.

Potencia: 800W

Tiempo: En automático 0'45'' y con Grill 3'35'

Total tiempo: 3'45''

V. CONCLUSIONES

Los objetivos a alcanzar dentro del experimento quedaban cubiertos ya que buscábamos una textura crujiente igual o similar a la de fritura por inversión en medio graso.

El factor tiempo se ve disminuido en contra de la fritura tradicional y la degeneración del producto es inferior por menos exposición a calor.

Loa ratios de coste en la industria alimentaria debería pasar por el consejo de administración para acotar el producto ya que se ha probado con unas bases de perfiles gastronómicos.

Se abriría una línea de investigación del 'packaging' del producto que aumentara el rendimiento de la elaboración, siempre y cuando evite una condensación en el interior del envase, ya que ello contribuiría al reblandecimiento del empanado exterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvis, A., Córtes, L.E., y Páez, M. 2009. Transferencia de calor y materia durante la fritura de trozos de ñame (*Dioscoreaalata*). *Información Tecnológica*. 20(1): 99-109.
- Anese, M., Sovrano, S. y Bortolomeazzi, R. 2008. Effect of radiofrequencyheatingonacrylamide formation in bakeryproducts. *EuropeanFoodResearch and Technology*. 226: 1197-1203.
- Badui, S. 1993. *Química de los alimentos*. Cuarta edición. Pearson Educación. México. 603-604p.
- Banooni, S., Hosseinalipour, S.M., Mujumdar y A.S., Taheran, E. 2008. Impingementheat transfer effectsonbaking of flat bread. *DryingTechnology*. 26: 910- 919.
- Basaran-Akgul, N., Basaran, P., y Rasco, B.A. 2008. Effect of temperature (–5 to 130 °C) and fiberdirectiononthedielectricproperties of beefsemitendinosus at radio frequency and microwavefrequencies. *Journal of FoodScience*. 73(6): 243-249.
- Bastian, P., Either, W., Huber, F., Jaufmann, N., Manderla, J., Spielvogel, O., Springer, G., Stricker, F.D. y Tkotz, K. 2001. *Electrotecnia*. Primera edición. Ediciones Akal. España. 423p.
- Birla, S.L, Wang, S., Tang, J., Fellman, J.K., Mattinson, D.S. y Lurie, S. 2005. Quality of oranges as influencedbypotential radio frequencyheattreatmentsagainstMediterraneanfruitflies. *PostharvestBiology and Technology*. 38: 66–79.
- Choi, W., Nguyen, L.T., Hyun. S. y Jun, S. 2011. A microwave and ohmiccombinationheaterfor uniformheating of liquid–articlefood mixtures. *Journal of FoodScience*.
- A p l i c a c i ó n Desinfestación contra mosca India
- Desinfestación contra moscas de la fruta Erradicación de plagas
- R e f e r e n c i a Wang *et al.* (2010)
- Sosa- Morales *et al.* (2009)
- Mirsoheini, S.M.H. *et al.* (2009)
- Desinfestación contra gusano Laguna-Solar *et al.* (2007) de la fruta
- Pasteurización Desinfestación contra gusano de la manzana Desinfestación contra polillas
- Desinfestación contra moscas de la fruta
- Dumas y Mittal. (2006) Wang *et al.* (2006a)
- Wang *et al.* (2006b) Birla *et al.* (2005)

7(9): E576-E585.

Debnath, S., Rastogi, N.K., Gopala, A.G. y Lokesh, B.R. 2012. Effect of frying cycles on physical, chemical and heat transfer quality of rice bran oil during deep-fat frying of poori: An Indian traditional fried food. *Food and Bioprocess Technology*. 90: 249-256.

Dermirkol, E., Erdogdu, F. y Koray, T. 2006. A numerical approach with variable temperature boundary conditions to determine the effective heat transfer coefficient values during baking cookies. *Journal of Food Process Engineering*. 29: 478-497

Duarte, P.E., y Cristianini, M. 2011. Determining the convective heat transfer coefficient (h) in thermal process of foods. *International Journal of Food Engineering*. 7(4): 1-22.

Duarte, P.E., Ferramola, T., Lima, A.A., y Cristianini, M. 2009. Evaluation of methodologies for mathematical modeling of packaged conductive food heat process. *International Journal of Food Engineering*. 5(4): 1-15.

Dumas, C., y Mittal, G.S. 2002. Heat and mass transfer properties of pizza during baking. *International Journal of Food Properties*. 5(1): 161-177.

Erdogdu, F., Uyar, R., y Koray, T. 2010. Experimental comparison of natural convection and conduction heat

transfer. *Journal of Food Process Engineering*. 33: 85-100.

Farag, K.W., Lyng, J.G., Morgan, D.J. y Cronin, D.A. 2011. A comparison of conventional and radio frequency thawing of beef meats: effects on product temperature distribution. *Food and Bioprocess Technology*. 4: 1128-1136.

Gouado, I., Demasse, M.A., Etame, L.G., Meyimbo, O., Ruphine, S. Ejoh, A. y Fokue, E. 2011. Impact of three cooking methods (steaming, roasting on charcoal and frying) on the β -carotene and vitamin C contents of plantain and sweet potato. *American Journal of Food Technology*. 6(11): 994-1001.

Gut, J.A.W. y Pinto, J.M. 2003. Selecting optimal configurations for multisection plate heat exchangers in pasteurization processes. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 42(24): 6112-6124.

Kern, D.Q. 1999. *Procesos de transferencia de calor*. Trigésima primera edición. CECSA. México. 14-16p.

Kowalsi, S., Lukasiewickz, M., Bednarz, S. y Panus, M. 2012. Diastase number changes during thermal and microwave processing of honey. *Czech Journal of Food Science*. 30(1): 21-26.

Lagunas-Solar, M. C., Pan, Z., Zeng, N. X., Truong, T. D., Khir, R. y Amaratunga K. S. P. 2007.

Application of radiofrequency power for non-chemical disinfection of rough rice with full retention of quality attributes. *Applied Engineering in Agriculture*. 23(5): 647- 654.

Lang, X.Y., Wang, J.Q., Bu D.P., Shen, J.S., Zheng, N. y Sun, P. 2010. Effects of heating temperatures and addition of reconstituted milk on the heat indicators in milk. *Journal of Food Science*. 75(8): 653-658.

McGee, H., McInerney, I y Harrus, A. 1999. The virtual cook: Modeling heat transfer in kitchen. *Physics Today*. 30(5): 30-36.

Mirhoseini, S.M.H., Heydari, M., Shoulaie, A. y Seidavi, A.R. 2009. Investigation on the possibility of foodstuff pest control using radiofrequency based on dielectric heating (case study: rice and wheat flour pests). *Journal of Biological Sciences*. 9(3): 283-287.

Moraga, N., Torres, A., Guarda, A. y Galotto, M.J. 2011. Non-Newtonian canned liquid food, unsteady fluid mechanics and heat transfer prediction for pasteurization and sterilization. *Journal of Food Process Engineering*. 34: 2000-2025.

Orsat, V ., Bai, L. y Raghavan, G.S.V . 2004. Radio- frequency heating of ham to enhance shelf-life in vacuum packaging. *Journal of*

Food Process Engineering. 27: 267-283.

Riverol, C., y Napolitano, V. 2005. Estimation of fouling in a plate heat exchanger through the application of neural networks. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 80: 594-600.

Santana, F., Duarte, P.E. y Cristianini, M. 2011. Determination of the convective heat transfer coefficient (*h*) in the sterilization of retortable pouches. *International Journal of Food Engineering*. 7(1): 3-14.

Seruga, B., Budzaki, S. y Ugarcic, Z. 2007. Individual heat transfer modes during baking of “mlinci” dough. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 72(3): 257-263.

Singh, R.P. y Heldman, D.R. 2009. *Introduction to food engineering*. Cuarta edición. Academic Press. China. 373p.

46

M. E. Pérez - Reyes *et al.* / Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 7 – 1 (2013): 37 - 47

Sosa-Morales, M.E., Tiwari G., Wang, S., Tang, J., Garcia, H.S. y Lopez-Malo, A. 2009. Dielectric heating as a potential post-harvest treatment of desinfecting mangoes, Part I: Relation between dielectric properties and ripening. *Biosystems Engineering*. 103: 297-303.

- Sosa-Morales, M.E., Orzuna-Espíritu, R. y Vélez-Ruiz, J.F. 2006. Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat. *Journal of Food Engineering*. 77: 731-738.
- Sunisa, W., Worapong, U., Sunisa, S., Saowaluck, J. y Saowakon, W. 2011. Quality changes of chicken frying oil as affected of frying conditions. *International Food Research Journal*. 18: 615-620.
- Swain, M.V.L., Rusell, S.L., Clarke, R.N. y Swain, M.J. 2004. The development of food simulants for microwave oven testing. *International Journal of Food Science and Technology*. 39: 623-630.
- Velez-Ruiz, J.F., Vergara-Balderas, F.T. y Sosa- Morales, M.E. 2002. Effect of temperature on the physical properties of chicken strips during deep-fat frying. *International journal of food properties*. 5(1): 127-144.
- Wang, S., Birla, S.L., Tang, J. y J.D. Hansen. 2006a. Postharvest treatment to control codling moth in fresh apples using water assisted radio frequency heating. *Postharvest Biology and Technology*. 40: 89-96.
- Wang, S., Tang, J., Sun, T., Mitcham, E.J., Koral, T. y Birla, S.L. 2006b. Considerations in design of commercial radio frequency treatments for postharvest pest control in in-shell walnuts. *Journal of Food Engineering*. 77: 304-312.
- Wang, S., Tiwari, G., Jiao, S., Johnson, J.A. y J. Tang. 2010. Developing postharvest disinfestation treatments for legumes using radio frequency energy. *Biosystems Engineering*. 5: 341-349.
- Yamsaengsung, R., Rungsee, C. y Prasertsit, K. 2008. Simulation of the heat and mass transfer processes during the vacuum frying of potato chips. *Songklanakar in Journal of Science and Technology*. 30(1): 109-115.
- Ziaifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I y Trystram, G. 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 1410-1423.
- Zorrilla, S., y Singh, P. 2000. Heat transfer in meat patties during double-sided cooking. *Food Science and Technology Research*. 6(2): 130-135.