

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR CAMPOS ELÉCTRICOS PULSADOS DE ALTO VOLTAJE

FOOD PRESERVATION USING HIGH-INTENSITY PULSED ELECTRIC FIELDS

José E. Zapata M. ¹ - Olga L. Martínez ² - Blanca C. Salazar ³
German Moreno ⁴ - Fernando Gallego ⁵

RESUMEN

Se presenta una revisión bibliográfica sobre la utilización de campos eléctricos de alta intensidad (CEAI) en la conservación de alimentos; se detallan los mecanismos de acción de los CEAI para inactivar microorganismos, ilustrando las variables más importantes en el proceso y la tecnología necesaria para la generación de pulsos de muy corta duración y alta intensidad del orden de microsegundos y KV/cm; se da una mirada general al estado del arte de esa tecnología y sus posibilidades de implementación en Colombia, teniendo en cuenta la capacidad tecnológica local.

Palabras claves: Campos eléctricos, pulsos, inactivación microbiana, ruptura dieléctrica.

ASBTRACT

A bibliographical survey on electric fields for food conservation is presented;

a detailed description of microorganisms inactivation mechanisms caused by the electric fields action is done, illustrating the more important process variables and the technology for extremely short time and high level electric fields (of the order of microseconds and KV/cm); a general view to this technology state of art is given, by reference to the local technology and possibilities of implementation.

Keys words: electric field, pulse, microbic inactivation, dielectric break.

INTRODUCCIÓN

Desde la época en que Appert descubrió que por medio del calor se podía alargar la vida útil de los productos alimenticios, los métodos de tratamiento térmico han sido muy comunes en el procesamiento de alimentos. Esta tecnología apunta principalmente a la inactivación de microorganismos y enzimas, por sostenimiento de la temperatura del

1. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia, E mail: jezapata@muiscas.udea.edu.co, tel. 2 10 5474

2. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia, E mail: omarat@muiscas.udea.edu.co, tel. 2 10 54 77

3. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia, E mail: bsalazar@muiscas.udea.edu.co, tel. 2 10 54 76

4. Departamento de Ing. Eléctrica, Facultad de ingenierías, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia, E mail: gmoreno@jaibana.udea.edu.co, tel. 2 10 55 58

5. Departamento de Ing. Eléctrica, Facultad de ingenierías, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia, E mail: lgallego@jaibana.udea.edu.co, tel. 2 10 55 58

producto, entre 60-100°C, durante unos cuantos minutos o segundos. Así como esta, existen muchas otras formas de conservación de alimentos, tales como las bajas temperaturas, deshidratación, aditivos químicos, radiaciones ionizantes, etc. todas basadas principalmente en la inactivación de los microorganismos, ya que este es el agente más importante de deterioro de los productos alimenticios.

Actualmente en el mundo se ha creado una corriente en los consumidores, que prefieren los alimentos sin aditivos químicos y con un mínimo de procesamientos térmico (alimentos mínimamente procesados), por lo cual en los países desarrollados se han venido investigando nuevos métodos de conservación de alimentos, siendo de gran importancia los métodos no térmicos, tales como altas presiones, radiaciones ionizantes, pulsos de luz, pulsos magnéticos, pulsos de campos eléctricos, deshidratación osmótica, entre otros (1,2).

Una de las tecnologías más prometedoras es la utilización de campos de pulsos eléctricos de alta intensidad (CEAI) para inactivar los microorganismos, este por ser un método no térmico conserva las características organolépticas y nutricionales más importantes de los alimentos, además requiere cortos tiempos de aplicación. La investigación en este tema ha tomado un gran impulso en los últimos diez años, con aplicación a productos fluidos en pasterización principalmente, siendo muy efectiva para inactivar células vegetativas (3).

Se ha investigado el efecto que tienen los CEAI sobre muchos microorganismos

específicos, llegando a elucidar los cambios ocurridos a nivel de la membrana celular. Se han estudiado los requerimientos de los medios fluidos para poder someterse con éxito a este tratamiento, y los cambios que ocurren en ellos durante el mismo. La investigación actualmente está a nivel del diseño de cámaras de tratamiento con pulsos eléctricos y la aplicación en la pasterización de productos específicos (4,5).

ACCIÓN DE LOS CAMPOS ELÉCTRICOS DE ALTO VOLTAJE SOBRE LOS MICROORGANISMOS

Desde mediados del siglo pasado es bien conocido que la corriente eléctrica tiene influencia sobre la viabilidad y metabolismo de los microorganismos. Se demostró que el metabolismo de los mohos puede ser incrementado significativamente por efecto de la corriente. Sin embargo el efecto opuesto, es decir la muerte de los microorganismos, ha sido más extensamente estudiado (4).

El efecto bactericida o bacteriostático alcanzado como efecto de la aplicación de electricidad en un medio con microorganismos, se debe a tres fenómenos principalmente, estos son (4):

* El calentamiento que se produce por la transformación de la energía eléctrica inducida.

* Los productos de la electrólisis o radicales libres que pueden presentarse, los cuales dependen del material de los electrodos usados y la composición química del producto tratado.

* Un daño mecánico de la membrana celular bajo densidades de corriente suficientemente grandes, el cual ocurre cuando se usan pulsos de alto voltaje y extremadamente cortos.

En la década del 60', varios grupos de investigadores trabajaron en un proceso llamado "tratamiento electrohidráulico", con el propósito de matar microorganismos en soluciones acuosas; en donde se aplicaban altas intensidades de campos pulsantes usando descarga de condensadores, con la formación de arcos eléctricos y la expansión de plasma. La luz ultravioleta, reacciones electromecánicas y principalmente ondas de choque de hasta 5000 bares fueron identificados como responsables del efecto bactericida (4).

Se estudió la inactivación de *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, células vegetativas y esporas de *Bacillus subtilis* y el Bacteriófago *S. Cremoris* suspendidas en medio acuoso. La inactivación se debía a la aplicación de un tratamiento electrohidráulico de 8 a 15 kV, por medio de un par de electrodos con un espaciamiento de 0,125 pulgadas. Concluyéndose que el tratamiento electrohidráulico con descargas eléctricas de 10 kV a través del par de electrodos, produce reacciones de oxidación que inactivan las enzimas ácidoláctica deshidrogenasa, tripsina y proteinasas del *Bacillus subtilis*. Se observó que los grupos sulfhidrilo libres tales como los del glutatión reducido, y la forma reducida del nicotín adenín dinucleótido (NADH) también se oxidaban durante el tratamiento electrohidráulico. También se investigó en extractos de *E. coli* 8196 la actividad

de NADH-deshidrogenasa como una medida del efecto que sobre el sistema de transporte electrónico, tiene la aplicación de pulsos eléctricos. Además se estudiaron la succínico dehidrogenasa y hexoquinasa. El tratamiento aplicado fue suficiente para inactivar más del 90 % de la población bacteriana sin una inhibición significativa de la actividad individual de las enzimas (5).

Posteriormente investigaciones en Alemania y en Gran Bretaña lograron un avance significativo, al introducir la tecnología de campos pulsados, alcanzando reducciones sustanciales en los recuentos de células. Contrario al tratamiento de choque electrohidráulico, en el cual las descargas disruptivas se producen en el medio a tratar con el fin de matar los microorganismos, el uso campos eléctricos homogéneos de muy corta duración (campos pulsados), generan diferentes efectos sobre los sistemas biológicos, debido a la presencia del campo pero con un mínimo de corriente. Con los llamados "pulsos duros", pulsos de alta intensidad, las células animales y vegetales pueden ser destruidas, mientras que con los llamados "pulsos blandos", pulsos de baja intensidad, se puede incrementar el metabolismo de los microorganismos (4,6,7,8).

Se observó que los campos eléctricos de alto voltaje inactivaban a ciertos microorganismos: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus lysodeikticus*, *Sarcina lutea*, *Bacillus megaterium*, *Clostridium welchii*, *Sacharomyces cerevisiae*, y *Candida utilis*. Se aplicaron campos eléctricos de hasta 25 KV/cm en pulsos desde 2 a 20 μ s sobre suspensiones de los microor-

