

Proyecto:

Esterilización de alimentos mediante métodos no convencionales para incrementar la vida de anaquel

Resumen ejecutivo

La actividad agrícola en el país es dinámica y diversa, debido a la diversidad de climas y condiciones que se presentan en cada región. La conservación de alimentos es necesaria para cultivos con sobreproducción en temporada, subproductos agrícolas o productos de descarte, pero dicha conserva debe garantizar la calidad nutricional y/o funcional de los alimentos, pero también mantener el sabor.

El método para preservar los alimentos es conocido como esterilización o pasteurización, el proceso térmico es el más viejo y utilizado en la industria alimentaria, más sin embargo deteriora las propiedades fisicoquímicas del producto [1], afectando los nutrientes. Hoy en día se han reportado diferentes métodos no convencionales para esterilizar alimentos como alta presión, luz ultravioleta, ultrasonido y pulsos de campos eléctricos o magnéticos, pero aún no son comerciales [1].

El método de campos eléctricos es prometedor ya que tiene una mínima alteración de las propiedades fisicoquímicas del producto, mantiene el sabor del alimento y extiende la vida de anaquel [1]-[2], pero además puede ser escalable en volumen dependiendo del diseño de la cámara de esterilización empleada [3]-[4]. El método de campos eléctricos se ha probado de manera efectiva en jugos [5]-[7], en pechugas de pollo [8], en platos de alimentos [9]. El método de pulso de campos magnéticos se ha explorado menos, pero también mantiene los nutrientes y el sabor del alimento [10].

La generación de campos eléctricos o magnéticos requiere del diseño de un convertidor de potencia, que pueda ser programable de forma que el proceso sea controlable. En la literatura se han propuesto diferentes convertidores de potencia para aplicaciones generar pulsos de campos eléctricos [11]-[17]. En los inicios de esta tecnología se propuso utilizar un ignitrón [11]-[12], el cual produce pulsos con caídas de tensión exponencial, el inconveniente de esta técnica es que no se puede programar la tensión de disparo del ignitrón y por lo tanto no es versátil y por ende no se puede establecer con precisión la tensión más adecuada para la esterilización. En [13]-[14] se propuso el uso del circuito Marx para la fuente de alto voltaje, el cual utiliza un multiplicador con dispositivos electrónicos más recientes (IGBTs), los cuales conectados en cascada generan un alto voltaje, el inconveniente de este esquema es la cantidad de dispositivos empleados

que también dependerá del voltaje deseado, el control del nivel de tensión de la salida se puede hacer a través de la fuente primaria, no a través de los IGBTs, lo cual complica la regulación de la amplitud del pulso. En [15] se propone el uso de un convertidor Flyback para generar el alto voltaje, el inconveniente de este tipo de esquema es que la potencia es limitada y por ende no es escalable a grandes potencias. En [16] se propone el uso de circuitos multiplicadores en conjunto con tanques resonantes, este esquema tiene una sintonización compleja, pero además es dependiente del producto y por lo tanto no se puede asegurar la amplitud del pulso requerido. En [17] se propone el uso de inversores multinivel para general el pulso de tensión, la cual dependiendo de la tensión implica muchos componentes.

Objetivo

Debido a lo anterior es necesario optimizar el proceso de pulsos eléctricos haciendo un proceso de fácil escalamiento para esterilizar frutos perecederos, realizando un seguimiento de sus nutrientes. La conservación de alimentos e incrementar la vida de anaquel es prioritario para el sector agroalimentario y así promover la independencia alimentaria en el país. Los métodos no convencionales son una gran opción por lo que el proyecto tiene como objetivo general:

“Diseñar una metodología integral para la esterilización de alimentos post-cosecha mediante métodos no convencionales, que incremente su vida de anaquel y no deteriore sus nutrientes. Así como implementar un prototipo para la esterilización basado en convertidores de potencia”

Para ello se contempló el uso de campos eléctricos que permiten esterilizar los alimentos sin afectar sus nutrientes, se diseñó un convertidor de potencia y se analizaron diferentes tiempos de aplicación de los pulsos para incrementar la vida de anaquel del producto. En particular se utilizaron frutos del tipo “berry”. Realizando un seguimiento de los alimentos antes y postratamiento.

Resultados

El proyecto tuvo diversos resultados, entre ellos está la formación de recurso humano y también el desarrollo de tecnología para la esterilización de alimentos por medio de campos eléctricos.

Específicamente se involucraron a cuatro estudiantes de licenciatura, quienes apoyaron en la construcción de la parte electrónica y los estudios físico-químicos y biológicos. Se contó con la participación de dos estudiantes de doctorado y dos post-doctorantes, quienes lideraron diferentes actividades del proyecto.

También hay resultados técnicos, se cuenta con un sistema de generación de pulso eléctricos para la esterilización de alimentos y una cámara de esterilización para frutos tipo “berrie”. Se hicieron pruebas con zarzamoras y frambuesas obteniéndose resultados satisfactorios y determinándose las características de esterilización para cada tipo de fruto, se logra incrementar la vida de anaquel de 5 a 14 días, además de conservarse las características del fruto.

Aportaciones científicas, tecnológicos o de incidencia

El proyecto tiene diversas aportaciones, entre ellas están:

- Sistema de generación de pulsos eléctricos modular y ajustable a diferentes condiciones de prueba. Para la esterilización de alimentos, se cuenta con reporte técnico y manual de uso. Es un prototipo de laboratorio, para un sistema comercial, aun faltaría realizar la implementación final.
- Cámara de esterilización para “berries”, a pequeña escala. Si se desea una mayor escala, es necesario adecuar la cámara para las nuevas condiciones.
- Se preparó un artículo de revista (anexo), con la parte electrónica, pero se le dio otro enfoque para cuidar aspectos de patentabilidad.
- Se cuenta con la metodología para la esterilización de alimentos tipo “berrie”, donde se aprecia la efectividad del método, pero que aún puede ser susceptible de mejora ya que aún existen más variaciones de parámetros eléctricos que pueden realizarse.
- Se hizo un estudio de patenteabilidad, donde se determinó la posibilidad de patentamiento, y derivado de ello se preparó una patente (anexa), la cual aún esta en revisión para asegurar su concesión.

Grupo de trabajo

Para el desarrollo del proyecto se contempló la participación de diferentes grupos de investigación, lo que hace al proyecto multidisciplinario e interinstitucional.

Un primer grupo es el de calidad de la energía eléctrica del TecNM en Celaya liderado por el Dr. Nimrod Vazquez, quienes tienen experiencia en investigación y desarrollo de proyectos en temáticas de energía y electrónica de potencia. El grupo se encargó de diseñar una fuente pulsante

de alto voltaje para la esterilización de los alimentos, entre otras actividades. Dentro del grupo el Dr. Nimrod Vázquez fungió como responsable técnico del proyecto; el Dr. Héctor López, participó en el diseño de convertidores de potencia; la M.C. Claudia Hernández quien participó en el estudio de patentabilidad y patente, y el M.C. Arturo Alcaraz, quien se encargó del estudio de factibilidad. Además, es importante resaltar que se contó con la participación de estudiantes de licenciatura, doctorado y un posdoctorante.

Un segundo grupo del TecNM en Querétaro es el liderado por la Dra. Ana Laura Martínez Hernández y el Dr. Carlos Velasco Santos, quienes tiene experiencia en seguimiento por espectroscopia de extractos de alimentos, así como de seguimiento de diferentes biomoléculas por medio de técnicas de caracterización en diferentes materiales y biomateriales. Este grupo se encargó de realizar estudios de los productos tratados, se contó con la participación de posdoctorates.

El tercer grupo es del TecNM en Tierra Blanca Veracruz, y tiene como base el posgrado de alimentos y biotecnología, este grupo es liderado por la Dra. Verónica Saucedo Ruvalcaba, cuenta con experiencia en estudios fisicoquímicos y microbiológicos de alimentos. Este grupo participó en la realización de estudios físico-químicos de los frutos tratados, se contó con la participación de estudiantes de licenciatura.

Vías de aplicación del conocimiento generado

El conocimiento generado definitivamente ya tiene una vía de aplicación, la esterilización de alimentos. Este método tiene una mínima alteración de las propiedades fisicoquímicas del producto, mantiene el sabor del alimento y extiende la vida de anaquel. Esto se constata en los resultados obtenidos en el proyecto, que efectivamente es útil para la esterilización de alimentos y conservación de sus propiedades.

El proyecto solo fue aplicado a frutos tipo "berrie", más sin embargo puede utilizarse en diversos alimentos, como se reporta en la literatura. Lo que cambia sería la cámara de esterilización y los parámetros adecuados para cada tipo de alimento. Ya que el sistema electrónico desarrollado es flexible, se puede establecer los parámetros eléctricos necesarios para cada tipo de fruto como se requiera, haciendo un sistema muy flexible, apto para diferentes alimentos con el mismo sistema, solo cambiar la cámara y los parámetros eléctricos. Los parámetros son; el tipo de los pulsos, la frecuencia y el tiempo de exposición, lo que permite ampliar la capacidad del desarrollo realizado en el proyecto.