UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN ALIMENTO

Programa de Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Evaluación de las Propiedades Antioxidantes y Antibacterianas de Quitosano Funcionalizado con Extractos de Residuos de Espárrago (*Asparagus officinalis* L.)

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presenta:

Q.A. Ana Laura Moreno Robles

Hermosillo, Sonora **Julio 2024**

RESUMEN

A nivel nacional, México se posiciona en el tercer lugar como productor y exportador de espárrago, Sonora presenta la mayor participación por el municipio de Caborca. Durante el proceso en fresco se genera una gran cantidad de residuos (20%), que corresponde tanto al residuo del corte como al descarte que no cumple con los parámetros de comercialización. El espárrago se reconoce por su contenido de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, que pueden aprovecharse en la conservación de alimentos; una forma de implementarlos es mediante su funcionalización uniéndolos a biopolímeros, como quitosano, reconocido en el área de alimentos por su actividad antibacteriana, sin embargo, presenta baja actividad antioxidante. Los compuestos funcionalizados pueden utilizarse como aditivos conservadores en la industria de alimentos. Actualmente no hay reportes sobre la inmovilización de compuestos presentes en los extractos de residuos de espárrago en matrices biopoliméricas como el quitosano. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar las propiedades antioxidantes y antibacterianas de quitosano funcionalizado con extractos de residuo de espárrago. La primera etapa consta de la obtención de los extractos a partir de residuos de descarte de espárrago y residuo del corte, además de determinar el tipo de solvente de extracción (agua o etanol 50%). En la segunda etapa se sintetizó el quitosano funcionalizado con el extracto de residuo de espárrago y se caracterizó por métodos espectroscópicos, contenido de fenoles, flavonoides, actividad antioxidante y actividad antibacteriana. El extracto elegido durante la primera etapa fue el extracto acuoso de descarte de espárrago obtenido por el método de extracción sólido-liquido a 45 °C relación sólido-solvente 1:20, debido a que este es el que presentó un mayor contenido de flavonoides (31.56 mg EQ/g) y actividad antioxidante por ABTS (42.76 µM ET/g) y DPPH (266.2 µM ET/g). En el extracto acuoso de descarte de espárrago, se identificó por medio de UPLC la presencia de quercetina (16.98 mg/g), quercetin 3 β-D-glucósido (2.90 mg/g), ácido ferúlico (3.70 mg/g) y ácido p-cumárico (2.73 mg/g). Durante la segunda etapa, se realizó un análisis por UV-Vis del quitosano funcionalizado donde se observaron nuevas señales a 215, 231 y 264 nm que pueden atribuirse a la presencia de anillos aromáticos de los compuestos fenólicos y derivados de quercetina. El análisis de FTIR fue útil para confirmar la funcionalización del quitosano, en donde se observa extensión de la banda de los grupos hidroxilo (3200-3600 cm^{-1}), corrimiento de la banda en quitosano de 1033 cm^{-1} a 1000 cm^{-1} que puede indicar la interacción con el C6 del quitosano y el desplazamiento de la banda de 1420 cm^{-1} en quitosano a 1404 cm^{-1} en el funcionalizado por la posible interacción con los grupos amina. El quitosano

funcionalizado presentó un contenido de fenoles y flavonoides menor (10.16 mg EAG/g y 9.75 mg EAG/g, respectivamente) a los presentados en el extracto (51.58 mg EQ/g y 50.01 mg EQ/g, respectivamente). Sin embargo, mostró una mayor actividad antioxidante en la concentración más baja de 0.0005 g/mL (ABTS: 127 µM ET/g, 42.7% inhibición; DPPH: 241.05 µM ET/g, 58.7% inhibición; FRAP: 217.87 µM ET/g) a comparación del quitosano. Se evaluó su actividad antibacteriana contra dos bacterias Gram +, *S. aureus* y *P. acidilactici*. El quitosano funcionalizado mostró un porcentaje de inhibición de 100% en todas las concentraciones evaluadas contra *S. aureus*, además de provocar la muerte celular evaluada por el ensayo de viabilidad con resazurina y no mostrar crecimiento por densidad óptica. Por otro lado, el quitosano funcionalizado permitió que *P. acidilactici* se mantuviera viable en las concentraciones más bajas utilizadas. La funcionalización de quitosano es una alternativa para aumentar la actividad antioxidante del quitosano sin comprometer su actividad antibacteriana contra bacterias patógenas. El quitosano funcionalizado con extractos de residuo de espárrago tiene potencial como aditivo para controlar la oxidación en alimentos, inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, como *S. aureus*, y mantener la viabilidad de bacterias probióticas, como *P. acidilactici*.