

EFFECTO DE PLASTIFICANTES SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE BIOPELÍCULAS COMESTIBLES A BASE DE GOMA GELANA DE ALTO Y BAJO ACILO

EFFECTS OF PLASTICIZERS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF EDIBLE BIOFILMS BASED ON HIGH AND LOW GELLAN

***González C. Rafael E., Pérez M. Jaime., Tarón D. Arnulfo.**

*Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería. Piedra de Bolívar - Av Del Consulado, Calle 30 N° 48-157., Cartagena D.T y C. Colombia. Correo electrónico: *rgonzalezc1@unicartagena.edu.co*

Recibido 29 de julio 2015; aceptado 30 de octubre de 2015

RESUMEN

Los efectos de los plastificantes sobre las propiedades mecánicas (fuerza de ruptura y elongación al quiebre) de biopelículas comestibles elaboradas a base de goma gelana de alto y bajo acilo fueron investigados. Los resultados mostraron que el glicerol tiene un mayor efecto en las propiedades mecánicas estudiadas; ya que se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) al aumentar las concentraciones del plastificante. Los valores de fuerza de ruptura y elongación al quiebre de las biopelículas de gelana dependen no solamente de los tipos y concentración de los plastificantes utilizados; sino también de la presencia de grupos acilos en la goma gelana.

Palabras clave *Gelana de alto acilo, Gelana de bajo acilo, Glicerol, Películas comestibles, Sorbitol.*

ABSTRACT

The effects of plasticizers on the mechanical properties (tensile strength, TS and elongation at break, EAB) of edible biofilms from high and low acyl gellan gums were investigated. The results showed that glycerol has a greater effect on the mechanical properties studied; due to significant differences ($P<0.05$) were presented with increasing concentrations of plasticizers. The values of tensile strength and elongation at break of the biofilms of gellan depend not only on the types and concentrations of plasticizers; also the presence of acyl groups in the gellan gum.

Keywords: *High acyl gellan, Low acyl gellan, glycerol, edible films, sorbitol*

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. Correo electrónico: rgonzalezc1@unicartagena.edu.co

INTRODUCCIÓN

Las películas comestibles son definidas como una capa continua y delgada de un material polimérico que puede incrementar la vida útil y mejorar los atributos sensoriales de un sistema alimentario (Torres, 1997; González y col, 2015).

En términos generales, las películas y recubrimientos comestibles son elaborados a base de fuentes renovables tales como carbohidratos, lípidos y proteínas (Lim y col, 1999). Entre estos materiales poliméricos, la goma gelana se ha empezado a utilizar en

la elaboración de películas comestibles debido a sus propiedades espesantes y gelificantes (González y col, 2015).

La goma gelana, es un Heteropolisacárido lineal aniónico producido por la bacteria *Sphingomonas paucimobilis* y consiste de unidades de repetición de un tetrasacárido (1,3- β -D-Glucosa; 1,4- β -D-Acido glucurónico; 1,4 β -D Glucosa; y 1,4 α -L-ramnosa), (Kuo y Mort, 1986; González y col, 2012). A bajas concentraciones la gelana es capaz de modificar las

propiedades reológicas de los alimentos. La gelana nativa es conocida como gelana de alto acilo (GAA) debido a que presenta un grupo acetato y glicerato en su residuo de glucosa-A (González, 2011). Cuando la GAA es expuesta a un fuerte tratamiento con álcali a elevadas temperaturas, los grupos acilo son hidrolizados, obteniendo de esta manera la goma gelana de bajo acilo (GBA), (Mao y col, 2000) que se caracteriza por formar geles más estables en comparación a la GAA (González y col, 2011). Sin embargo, los geles obtenidos con goma GBA tienden a ser quebradizos. Por lo cual, plastificantes son normalmente

adicionados a películas con el fin de disminuir algunas interacciones entre las cadenas poliméricas, aumentando así la movilidad de las mismas por disminución de la temperatura de transición vítrea (Kondo, 1990). No obstante, los plastificantes generalmente ocasionan un incremento en la permeabilidad de las películas (Tanaka, 2001). En consecuencia, los plastificantes deben ser adicionados a ciertas concentraciones para conseguir películas con flexibilidad mejorada sin una disminución significativa de las propiedades de barrera (Sothornvit y Krochta, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

La δ -gluconolactona, la goma gelana de alto y bajo acilo fue suministrada por modernist pantry (USA). el glicerol (87 % de pureza) y el Carbonato de Calcio por Merck (USA).

Preparación de las biopelículas

Para la elaboración de las biopelículas se utilizó un diseño factorial 3^2 donde los factores fueron el sorbitol y el glicerol con sus respectivos niveles (5, 10 y 15 % v/v). La goma gelana de alto y bajo acilo fueron disueltas por separado en agua destilada conteniendo 30 mM de CaCO_3 .

Posteriormente se adicionó la concentración adecuada de cada plastificante y se ajustó el pH. Luego, las preparaciones fueron sometidas a 90 °C por 30 minutos en baño termostático. Para la formación de las biopelículas se adicionó δ -gluconolactona para iniciar la liberación del ion calcio de la sal insoluble. Finalmente fueron vertidos volúmenes de 15 mL de las soluciones anteriores en cajas de Petri. El secado se realizó en estufa a 30 °C durante 45 horas aproximadamente asegurando uniformidad de las biopelículas.

Propiedades mecánicas

Después de obtener las biopelículas se determinó la fuerza de ruptura de las mismas mediante pruebas de tracción utilizando un texturometro Shimadzu modelo EZ-Test EZ-S empleando una geometría de mordazas a una velocidad de separación de 30 mm/min.

Tratamiento de los datos

Los valores de fuerza de ruptura obtenidos fueron sometidos a un análisis normal de varianza (ANOVA-un factor). La comparación entre los promedios aritméticos se llevó a cabo mediante la prueba de tukey. El análisis fue realizado por medio del programa de computo SPSS ver 13 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades mecánicas

Las biopelículas a base de GAA presentaron diferentes valores de fuerza de ruptura y elongación al quiebre cuando se utilizaron varios tipos y concentraciones de plastificante (ver tabla 1 y tabla 2).

Tabla 1. *Propiedades mecánicas de películas obtenidas con GBA*

N°	gly	sor	FR	EAQ
1	5	5	45±1.34a	12±3.78a
2	10	5	36±2.43b	16±2.32b
3	15	5	18±2.54c	21±1.60c
4	5	10	48±3.03a	14±1.76a
5	10	10	32±1.65b	23±2.78c
6	15	10	25±0.87f	27±3.29c
7	5	15	52±2.81g	13±0.86a
8	10	15	40±1.65h	17±1.01g
9	15	15	17±3.08c	31±2.76d

Filas sin ninguna letra en común presentaron diferencias significativas $P < 0.05$.

Generalmente, los valores de elongación al quiebre fueron mayores en las biopelículas de GAA con respecto a las biopelículas a base de GBA. Los valores de fuerza de ruptura disminuyeron ($P < 0.05$) con el aumento en la concentración de glicerol en las biopelículas elaboradas con gelana de alto y bajo acilo.

Similares resultados fueron obtenidos por Jongjareonrak y col, (2005) quienes evaluaron el efecto de plastificantes hidrofílicos sobre los valores de fuerza de ruptura en biopelículas a base de piel de pescado. Los plastificantes hidrofílicos son capaces de insertarse entre las cadenas poliméricas rompiendo los enlaces de hidrógeno (Gontard y col, 1993).

Ambas películas (GAA y GBA) plastificadas con glicerol y sorbitol tuvieron una drástica

disminución en los valores de fuerza de ruptura, cuando la concentración de glicerol incremento de 5 al 15 %(v/v). (ver tabla 1 y tabla 2).

Tabla 2. *Propiedades mecánicas de películas obtenidas con GAA*

N°	gly	sor	TS	EAB
1	5	5	35±1.11a	24±2.34a
2	10	5	21±2.51b	35±1.16b
3	15	5	10±1.82c	42±0.26c
4	5	10	33±2.90a	23±4.02a
5	10	10	19±2.33e	31±2.11d
6	15	10	8±3.47c	41±1.09c
7	5	15	34±1.04a	22±3.64a
8	10	15	19±4.12e	28±1.56e
9	15	15	11±3.63c	37±2.30f

Filas sin ninguna letra en común presentaron diferencias significativas P<0.05

Arvanitoyannis y col, (1998) reportó que los valores de fuerza de ruptura de películas en mezclas de quitosán y gelatina disminuyen con el incremento de glicerol y sorbitol. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo en donde se apreciaron disminuciones significativas (P<0.05) en los valores de fuerza de ruptura al incrementar las concentraciones de glicerol y sorbitol sin importar si las biopelículas son elaboradas con gelatina de alto y bajo acilo.

Plastificantes con un menor tamaño son más eficientes en la interacción con moléculas poliméricas para disminuir los valores del módulo de elasticidad, fuerza de ruptura e incrementar los valores de elongación al quiebre (Sothornvit y Krochta, 2001). Similares resultados fueron observados para las biopelículas de β -lactoglobulina (Sothornvit y Krochta, 2001) y metilcelulosa (Donhowe y Fennema, 1993) plastificados con polietilenglicol de varios pesos moleculares.

Con respecto a los valores de elongación al quiebre como se puede apreciar nuevamente en las tablas 1 y 2, estos valores incrementaron (P<0.05) con el aumento en las concentraciones de glicerol de 5 al 15 % (v/v). Como se mencionó previamente la presencia de plastificante causa una reducción en las fuerzas de interacción entre las cadenas poliméricas incrementando el movimiento de macromoléculas (Gontard y Guilbert, 1993) conllevando a un incremento en los valores de elongación al quiebre de las biopelículas. Este resultado concuerda con lo publicado por Sothornvit y Krochta, (2001) quienes reportaron que el glicerol fue el plastificante más efectivo entre los plastificantes ensayados (Sorbitol, polietilenglicol 200 y polietilenglicol 400) en biopelículas compuestas por β -lactoglobulina. El glicerol es una molécula de menor tamaño y más

higroscópica en comparación al sorbitol, por tanto, el glicerol se puede insertar fácilmente entre las cadenas poliméricas de la goma gelana y atraer más agua a la estructura de las biopelículas resultando en un incremento en su efectividad como plastificante (Jongjareonrak, 2005). Las diferencias en el efecto plastificante entre el glicerol y el sorbitol, fue posible debido a la diferente disponibilidad de los átomos de oxígeno para establecer los enlaces de hidrógeno. Las diferencias en los valores de elongación al quiebre y fuerza de ruptura de las biopelículas sugieren que el plastificante

apropiado para una película depende de la naturaleza, tamaño y estructura el plastificante, así como de la compatibilidad entre las moléculas poliméricas y los plastificantes. Es importante mencionar que se obtuvieron valores diferentes de fuerza de ruptura y elongación al quiebre entre las biopelículas elaboradas con gelana de alto y de bajo acilo, lo cual pone en evidencia igualmente el efecto de los grupos acilo en la conformación de la red tridimensional que finalmente da origen a la estructura principal de la biopelícula.

CONCLUSIONES

Las propiedades mecánicas de las biopelículas de gelana dependen no solamente de los tipos y concentración de los plastificantes utilizados sino también de la presencia de grupos acilos presentes en la goma gelana. Las películas plastificadas con glicerol presentaron los mayores valores de elongación al quiebre entre los

plastificantes utilizados a la misma concentración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arvanitoyannis I, Nakayama A, Aiba S-I (1998). Edible film made from hydroxypropyl starch and gelatin and

plasticized by polyol and water, Carbohydr Polym, 36:105–119.

- Donhowe IG, Fennema O (1993). The effects of plasticizers On crystallinity, permeability, and mechanical properties of methylcellulose films, *J Food Proc Preserv*, 17:247–257.
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL (1993). Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of and edible wheat gluten film, *J Food Sci* 58:206–211.
- González- Cuello, R.E., Urbina Suarez, N., Morón Alcázar, L.B. (2015). Caracterización Viscoelástica de Biopelículas Obtenidas a Base de Mezclas Binarias, *Inf tecnol*, 26(3): 71-76.
- González- Cuello, R.E., Orea-Cruz, A., Ramos-Ramírez, E., Salazar Montoya, J. (2012). Rheological characterization and activation energy values of binary, mixtures of gellan, *Eur Food Res Technol*, 235:305-313.
- González, R. Efecto de la concentración de gelana de alto y bajo acilo en la microencapsulación del cultivo iniciador *Lactococcus lactis* en la obtención de quesos tipo Manchego, Tesis de Doctorado, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV, México D.F., México, (2011).
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., Tanaka, M. (2005). Effects of plasticizers on the properties of edible films from skin gelatin of bigeye snapper and brownstripe red snapper, *Eur Food Res and Technol.*, 222; 229-230.
- Kondo, K. (1990). Plastic containers, *Food Packaging Academic Press*, 117 – 145.
- Kuo MS, Mort AJ (1986). Identification and location of L-glycerate, an unusual acyl substituent in gellan gum, *Carb Res* 156:173–187.
- Lim LT, Mine Y, Tung MA (1999). Barrier and tensile properties of transglutaminase cross linked gelatin films as affected by relative humidity and temperature and glycerol content, *J Food Sci* 64:616–622.
- Mao R, Tang J, Swanson G (2000). Texture properties of high and low acyl mixed gellan gels, *Carb Polym*, 41:331–338.
- Orliac O, Rouilly A, Silvestre F, Rigal L (2003). Extrusion Processing and Properties of Protein-Based Thermoplastics, *Ind Crops Prod*, 18:91–100.
- Sothornvit R, Krochta JM (2001). Plasticizer effect on mechanical properties of

lactoglobulin film, J Food Eng 50:149–155.

Tanaka M, Iwata K, Sanguandeeikul R, Handa A, Ishizaki S (2001). Influence of plasticizers on the properties of edible films prepared from fish water soluble protein, Fish Sci 67:346–351.

Torres JA (1997). Edible films and coating from proteins. In: Damodaran S, Paraf A (eds) Food Proteins and their applications. Dekker, New York, pp 467–507.