

Desarrollo de Recubrimientos Comestibles Formulados con Goma de Mezquite y Cera de Candelilla para la Conservación de Frutas

Dra. Elsa Bosquez-Molina*

La información técnica disponible para la elaboración de películas comestibles es amplia pero no es universal para todos los productos, lo que implica un reto para el desarrollo de aplicaciones específicas para cada alimento.



Foto: Healthy Living Tip

Nota del Editor:

A continuación presentamos una selección de la información contenida en el artículo de referencia. Si desea tener acceso al artículo *in extenso*, favor de comunicarse con la empresa.

Introducción

A pesar de que la información técnica disponible para la elaboración de películas comestibles es amplia, no es universal para todos los productos, lo que implica un reto para el desarrollo de recubrimientos y películas específicas para cada alimento. En el caso particular de frutas y hortalizas para consumo en fresco, los recubrimientos comestibles proporcionan una cubierta protectora adicional cuyo impacto tecnológico es equivalente al de una atmósfera modificada, por lo tanto representan una alternativa a este tipo de almacenamiento (Park, 1999).

Cabe señalar que en México se dispone de diferentes materiales naturales que ofrecen nuevas oportunidades para el desarrollo de cubiertas y películas, tal es el caso de la goma de mezquite (*Prosopis laevigata*) y el de la cera de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*).

Se ha reportado que químicamente, la goma de mezquite es una sal neutra de un polisacárido ramificado de naturaleza acídica formado por un núcleo de residuos de β -D-galactosa, constituyendo un esqueleto de uniones (1-3) y ramificaciones (1-6) conteniendo L-arabinosa (formas cíclicas de piranosa y furanosa), L-ramnosa, β -D-

glucuronato y 4-o-metil- β -D-glucuronato como azúcares simples o cadenas laterales de oligosacáridos. La goma de mezquite también contiene una pequeña cantidad de proteína (0.7-5.8%) ubicada en la parte central de la estructura principal, siendo químicamente muy similar a la goma arábica (Vernon-Carter y col., 2000; Orozco-Villafuerte y col. 2003).

Es un polielectrolito, es decir, una macromolécula que posee un gran número de grupos ionizables. La goma de mezquite es un agente emulsificante muy efectivo, esta propiedad está relacionada con su contenido proteico, el cual le confiere un modelo de estructura de "Wattle-blossom" similar a la sugerida para la goma arábica, en la que los residuos de aminoácidos se anclan en la interfase y los bloques de carbohidratos se extienden en la solución acuosa, evitando la floculación y coalescencia de las gotas debido a efectos estéricos. Estas características y propiedades le confieren un gran potencial para su uso como material estructural en la elaboración de recubrimientos y películas comestibles emulsificadas.

Por lo que respecta a la cera de candelilla cabe recordar que se extrae de la planta silvestre *Euphorbia antisyphilitica*, es de estructura amorfa y su dureza es de un grado intermedio entre la de la cera de carnauba y la de abeja. Está considerada como sustancia GRAS y sus usos en confitería y alimentos no tiene limitaciones más allá de las buenas prácticas de manufactura.

Tanto la goma de mezquite como la cera de candelilla son originarias de las zonas áridas de México y Sudoeste de

*Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
Biotecnología

los Estados Unidos y actualmente hay interés por fortalecer su desarrollo sustentable para reducir la desertificación y mejorar las economías rurales.

Consideraciones importantes en la elaboración de recubrimientos emulsificados

Estructurales

Los biopolímeros naturales de alto peso molecular son los responsables de proporcionar una matriz macromolecular con resistencia cohesiva la que a su vez depende de la estructura química del polímero, masa molecular, geometría y distribución espacial de sus grupos funcionales. Los tipos de macromoléculas que se emplean para este propósito son hidrocoloides (proteínas, polisacáridos) los cuales debido a su naturaleza hidrofílica, son muy sensibles al agua. La función del hidrocoloide en las emulsiones es la de formar una cadena o red en donde puedan estar dispersas las moléculas hidrofóbicas. Un polímero de cadena lineal poco compacto forma un recubrimiento de baja funcionalidad, mientras que un polímero con elevado número de ramificaciones incrementa el nivel de cohesividad de las películas a medida que aumenta su concentración en la dispersión. Este efecto repercute en la funcionalidad de las películas terminadas al

inducir la formación de estructuras resistentes.

Fracción volumétrica de la fase dispersa

La concentración de las gotas o partículas en una emulsión está dada por la fracción volumétrica de la fase dispersa (ϕ), que equivale al cociente del volumen de las gotas de la emulsión (VD) entre el volumen total de la emulsión (VE). El conocimiento del valor de ϕ es muy importante ya que la concentración de las gotas o partículas tiene una influencia determinante en la apariencia, textura, estabilidad y costos de los productos elaborados por emulsificación. En el caso particular de las formulaciones desarrolladas para la obtención de recubrimientos o películas comestibles, la homogeneidad de la distribución y el tamaño de las partículas hidrofóbicas dispersas se reflejará en las propiedades de barrera finales como la permeabilidad al vapor de agua y gases.

Distribución del tamaño de partícula

El tamaño de las partículas (glóbulos) que contiene una emulsión determina muchas de sus propiedades más importantes, por lo cual se requiere de un control confiable que permita medir y predecir el comportamiento de las partículas (Dickinson y Stainsby, 1982). Esta caracteri-

directorio de la INDUSTRIA ALIMENTARIA

Desde 1984

- MATERIAS PRIMAS
- MAQUINARIA Y EQUIPO PARA EL PROCESO DE ALIMENTOS
- SUMINISTROS PARA ENVASE Y EMPAQUE
- SERVICIOS DE CONSULTORIA Y CONTROL DE CALIDAD
- EMPACADORES Y FABRICANTES DE ALIMENTOS

DIRECTORIOS INDUSTRIALES

- PROVEEDORES INDUSTRIA ALIMENTARIA Desde 1984
- EMPACADORES Y FABRICANTES DE ALIMENTOS Desde 1984
- ELECTRICA ELECTRONICA ILUMINACION AUTOMATIZACION Desde 1983
- METAL-MECANICA Desde 2003
- TURISTICO DE MEXICO Desde 1988

Calle 14 No. 45 Col. San Pedro de los Pinos 03800 México, D.F.
Tels. 5516-0328, 5272-9669 Fax: 5515-1870
www.dirind.com dir@dirind.com

zación de las emulsiones es esencial ya que la mayoría de los tipos de inestabilidad usualmente se manifiestan primero en el comportamiento de las gotas grandes. En las películas y recubrimientos comestibles obtenidos por emulsificación, la transferencia de masa ocurre a través de la matriz estructural, la cual constituye la fase continua en la emulsión, así que el material permeante (gases o vapor de agua) seguirá una trayectoria que estará determinada por el tamaño y la forma en que se encuentren dispersadas las partículas hidrofóbicas en el sistema.

Otros ingredientes en la formulación

Ciertos componentes se adicionan, en menores cantidades, a las formulaciones de los recubrimientos para modificar las propiedades mecánicas; a estos compuestos se les clasifica como plastificantes y/o emulsificantes

lutos. La influencia de un aditivo dado dependerá de su concentración, estructura química, grado de dispersión en la película y grado de interacción con el polímero (Kester y Fennema, 1986).

Estabilidad de la Emulsión

Este aspecto involucra la eficacia de los agentes emulsificantes y estabilizadores, además del grado de emulsificación alcanzado al momento de formar la dispersión. Si se obtiene una adecuada homogeneización del sistema es posible garantizar la uniformidad en el tamaño y distribución de las partículas de la fase dispersa lo que repercutirá en la funcionalidad de barrera contra la transferencia de masa de la película formada.

Mecanismos de difusión en las películas



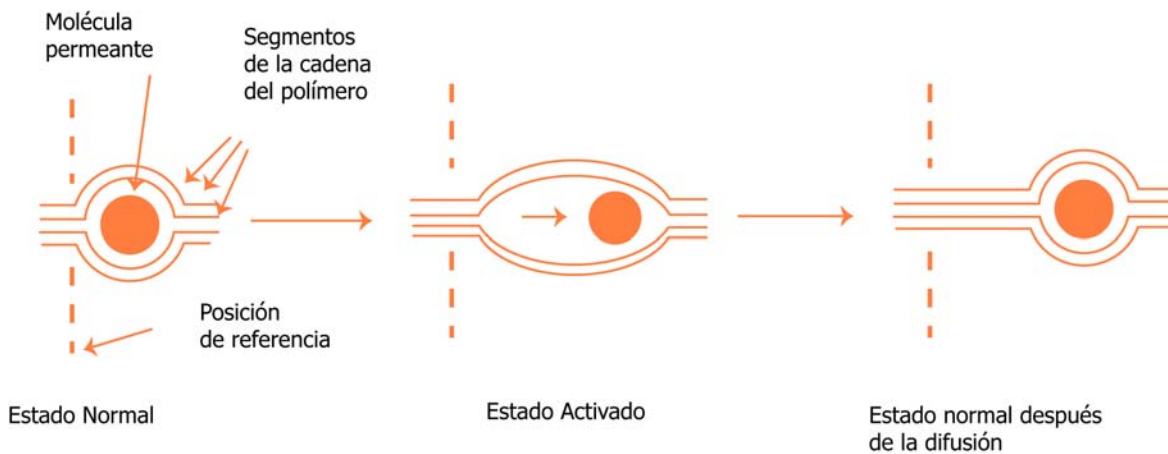
(Baldwin y col., 1997). Los compuestos lipofílicos se usan frecuentemente para ambos propósitos, e incluso pueden emplearse como el principal ingrediente formador de la película. Los plastificantes incrementan la flexibilidad de la cubierta, mejorando la dureza al disminuir la formación de escamas y grietas. A nivel molecular, estos compuestos debilitan las fuerzas intermoleculares entre las cadenas adyacentes del polímero. Los plastificantes lipídicos más comúnmente empleados incluyen aceites, lecitina, ceras, ácidos grasos y derivados (Kester y Fennema, 1989; Greener y Fennema, 1994).

Cualquiera que sea el propósito del aditivo, es importante considerar que siempre existe la posibilidad de que pueda alterar adversamente las propiedades de resistencia al vapor de agua, gases o transporte de so-

Son varias las propiedades funcionales de una película o recubrimiento comestible que se relacionan con su resistencia al transporte de gases, vapor o solutos, por ello resulta conveniente tener presente en qué consiste el fenómeno y los términos adecuados que lo describen. Así entonces, la permeabilidad se define como la resistencia al flujo de un penetrante o permeante a través de un recubrimiento (película) impulsado por un gradiente de presión o concentración (Kester y Fennema, 1986; Greener y Fennema, 1994).

El transporte del permeante (vapor de agua o gas) puede ocurrir por dos mecanismos: difusión activada, ocurre en ausencia de fracturas, poros u otras imperfecciones de la superficie del recubrimiento o película, e involucra en parte, la solubilización del penetrante en la matriz de

Fig. 1. Proceso de difusión activada



la película (del lado de mayor concentración o presión); la difusión a través de toda la película es impulsada por el gradiente de concentración o presión y, finalmente, su liberación (evaporación) en el lado opuesto de la película (Miller y Krochta, 1997). (Fig. 1).

La difusión capilar domina en materiales que son porosos o que tienen imperfecciones como canales o fisuras. En este caso se considera que no existe interacción entre la barrera y el agente penetrante, y por consiguiente el paso de las sustancias es libre.

Recubrimientos comestibles emulsificados a base de goma de mezquite, como material estructural y cera de candelilla como principal material hidrofóbico disperso

De acuerdo con la información reportada, los recubrimientos y películas comestibles con propiedades funcionales de mayor potencial son de formulaciones multicomponentes (Kester y Fennema, 1986; Gennadios y Weller, 1990; Greener y Fennema, 1994; Nisperos-Carriedo, 1994; Baldwin y col., 1995b; Debeaufort y col., 1998). Sin embargo las películas y recubrimientos a base de gomas como material estructural son escasos (Martin-Polo y Voilley, 1990).

En la investigación realizada por Bosquez-Molina y col. (2003) se elaboraron recubrimientos comestibles a base de goma de mezquite como agente estructural y cera de candelilla sola o combinada con cera de abeja, aceite mineral o ácido oleico en una relación 2:1, como fase lipídica, determinándose sus propiedades funcionales como la permeabilidad al vapor de agua, adherencia, brillo, microestructura y potencial como recubrimiento para extender la vida postcosecha y calidad de frutos de limón Persa evaluando su efecto en la pérdida fisiológica de peso,

color y cambios en composición química.

Los resultados obtenidos indicaron que la naturaleza de los materiales hidrofóbicos seleccionados influyen en el tamaño de los glóbulos y su distribución en la emulsión, en la microestructura y propiedades de barrera de los recubrimientos obtenidos. La mezcla de cera de candelilla con el aceite mineral (formulación MCOM) mejoró significativamente la permeabilidad al vapor de agua ($p < 0.05$) de la formulación de cera de candelilla-goma de mezquite (59.31 g.mm.kPa-1.d-1.m-2 vs. 133.11 g.mm.kPa-1.d-1.m-2). Se encontró que hay una relación estrecha entre las propiedades de barrera al vapor de agua y la microestructura de los recubrimientos, ya que los recubrimientos con morfología superficial más uniforme y menos defectos (fracturas, poros) exhibieron valores bajos de permeabilidad al vapor de agua.

En lo que respecta a su potencial de aplicación, se encontró que los limones Persa exhibieron un 20% menos pérdida fisiológica de peso con respecto a los frutos sin recubrimiento, además, retuvieron su color verde y no presentaron alteración alguna en los parámetros fisicoquímicos de calidad evaluados durante 25 días de almacenamiento.

En otros estudios en los que se ha empleado la goma de mezquite para desarrollar películas y recubrimientos comestibles se destaca y corrobora no sólo la relevancia de la selección del tipo, concentración, naturaleza química e interacción de los materiales empleados en la formulación sino las condiciones de preparación y de las pruebas para la caracterización confiable de las propiedades mecánicas y de barrera de los recubrimientos o películas finales (Bosquez-Molina, y col., 2002; Díaz-Sobac y col., 2002; Bosquez-Molina y Vernon-Carter, 2004; Ruiz-Ramos y col. 2004).