

AMIDIQ

Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C

XXXV Encuentro Nacional

“La Interdisciplinariedad en la Ingeniería Química”

Mayo 6 - 9, 2014

Puerto Vallarta, Jalisco México

Memorias

Energía

Catálisis

Polímeros

Educación

Materiales

Biotecnología

Termodinámica

Ingeniería Ambiental

Simulación y Control

Ingeniería de Procesos

Ingeniería de Alimentos

Fenómenos de Transporte

Ingeniería de las Reacciones

www.amidiq.com

“LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA INGENIERÍA QUÍMICA”

Memorias del XXXV Encuentro Nacional de la AMIDIQ

Puerto Vallarta, México

6 al 9 de Mayo del 2014

La presentación y disposición en conjunto de:
“LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA INGENIERÍA QUÍMICA”
son propiedad de sus autores.

Compilador: Jorge Ramón Robledo Ortíz
Coordinador: Juan Gabriel Segovia Hernández

D.R. ©2014, Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ)
Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (607-95593)

ISBN 978-607-95593-2-8

Impreso y hecho en México
Printed and Made in Mexico

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE EMULSIONES MULTICAPA GOMA DE MEZQUITE/QUITOSANO

Rogelio Rodríguez Rodríguez^a, Norma Morales Hernández^a, Eristeo García Márquez^a, Hugo Espinosa-Andrews^{a*}

^aUnidad de Tecnología Alimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal, Guadalajara, 44270, México.

*e-mail: hеспinosa@ciatej.mx

Resumen

El objetivo de este trabajo fue investigar las propiedades fisicoquímicas de emulsiones multicapa entre la goma de mezquite y quitosano producidas por el método de electrodeposición capa por capa. Se prepararon emulsiones primarias de aceite de linaza ($\Phi=0.05$) y GM (10% (p/p)). Las emulsiones multicapa fueron preparadas en base a las siguientes relaciones GM/Q: R_[1:1], R_[5:1], R_[8.5:1], R_[12:1] y R_[25:1]. Los resultados mostraron cambios significativos en el potencial ζ , radio hidrodinámico aparente, turbidez y alto rendimiento de emulsificación multicapa. La R_[8.5:1] mostró la mayor conjugación entre los biopolímeros, donde los valores de radio hidrodinámico aparente, potencial zeta y turbidez fueron 11 nm, -0.38 mV y 0.03 unidades de turbidez, respectivamente.

Introducción

Los ácidos grasos poliinsaturados contenidos en el aceite de linaza benefician a la salud, debido a que previenen enfermedades cardiovasculares, disminuyen el nivel de colesterol en el torrente sanguíneo, reducen la inflamación y la agregación plaquetaria [1]. Sin embargo, el aceite de linaza es inestable bajo efecto del oxígeno, luz y pH, ocasionando la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados. Una forma de controlar los procesos oxidativos es protegiéndolos por medio de emulsiones multicapa (EMC) mediante la técnica de electrodeposición capa por capa. Este técnica consiste en la adsorción de múltiples capas biopoliméricas con carga electrostática alrededor de los glóbulos de aceite. El emulsionante de carga positiva o negativa que se adiciona, se adsorbe a la superficie de los glóbulos de aceite durante el proceso de homogenización, produciendo una fina emulsión primaria (EP), posteriormente es añadido un segundo biopolímero de carga opuesta a la EP, recubriéndola con una membrana interfacial (multicapa). Este procedimiento puede ser repetido para formar un mayor número de capas [1].

Las EMC pueden diseñarse utilizando polielectrolitos de carga opuesta tales como goma de mezquite (GM) y quitosano (Q) [2]. La GM es un exudado del árbol *Prosopis spp.* Químicamente es una sal neutra de un polisacárido ramificado formado por una cadena central de unidades de D-galactosa enlazadas por uniones $\beta(1,3)$ y $\beta(1,6)$, unidas con cadenas laterales de L-galactosa, L-arabinosa, ácido D-glucurónico y ácido 4-O-metilglucurónico, estos dos últimos son responsables del carácter aniónico de la goma en solución [2]. La GM contiene una pequeña fracción proteica (0.7-5.8%) ligada al conjugado de heteropolisacáridos [3], la cual posee una alta capacidad emulsionante.

El Q actúa como agente estabilizante, formador de películas y complejos polielectrolíticos (PEC's) por la interacción con polielectrolitos aniónicos. Es un polisacárido lineal que consiste en residuos de 2-acetomido-2-deoxi- β -D-glucopiranososa y 2-amino-2-deoxi- β -D-glucopiranososa, este último es el responsable de su carga catiónica en pH ácidos [4].

La concentración, densidad de carga y relación de los polisacáridos modifica drásticamente las propiedades fisicoquímicas de la emulsión multicapa, potenciando las propiedades funcionales de los polisacáridos individuales. El objetivo de este trabajo fue investigar las

propiedades fisicoquímicas de emulsiones multicapa entre la goma de mezquite y quitosano, en relaciones y concentración controladas, empleando el método de electrodeposición capa por capa.

Metodología.

Materiales: Se adquirió quitosano de bajo peso molecular y ácido acético glacial en Sigma Aldrich (Xalostoc Edo. de México, México). La goma de mezquite (*Prosopis spp.*) y el aceite de linaza fueron adquiridos en Natural Products de México S.A de C.V (Yautepec, Morelos).

Preparación de emulsiones: La emulsión primaria (ES) fue preparada con una $\Phi=0.05$ y 10.5% (p/p) de GM con un microfluidizador (Microfluidics, M-110 P, USA) a 15,000 PSI y un paso. Las emulsiones multicapa (EMC) fueron preparadas añadiendo concentraciones conocidas de Q_{LMW} , obteniendo relaciones GM/Q $R_{[1:1]}$, $R_{[5:1]}$, $R_{[8.5:1]}$, $R_{[12:1]}$ y $R_{[25:1]}$. Los sistemas fueron centrifugados y los glóbulos de las EMC's en el sobrenadante fueron analizados.

Concentración de glóbulos de EMC del sobrenadante. La concentración de los glóbulos en las EMC fueron calculadas después de separar el sobrenadante por decantación. Posteriormente, los agregados formados fueron congelados a -40°C por 48 h y deshidratados en un liofilizador Labconco Freezone 12 (Labconco Missouri, EUA). El rendimiento fue calculado mediante un balance de masa:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde m_0 es la masa de sólidos inicial (b.s.) y m_i es la masa de la EMC decantada (b.s.).

Potencial zeta: El potencial ζ fue determinado a partir de la medición de la movilidad electroforética empleando la técnica Laser Doppler Micro-electroforesis en un equipo Nano-ZS90 (Malvern Instruments, Worcestershire, UK).

Radio hidrodinámico: El radio hidrodinámico de los glóbulos de la emulsión multicapa en el sobrenadante se determinó en un equipo Zetasizer Nanoseries ZS90 a 20°C en una dilución 1:10 mediante la técnica de dispersión de luz dinámica, la cual mide el movimiento browniano de las partículas y lo relacionan con su tamaño.

Turbidez. La turbidez (τ) del sobrenadante fue determinada empleando un espectrofotómetro CINTRA 6 UV/Vis (GBC Scientific Equipment) a una longitud de onda de 600 nm. El sobrenadante fue colocado en una celda de cuarzo de 1 cm. La turbidez fue calculada a partir de los datos de transmitancia (T) mediante la ecuación:

$$\tau = -\frac{1}{L} \ln(T) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde L es la longitud óptica [cm].

Análisis estadístico: Los resultados fueron expresados como la media \pm desviación estándar de tres determinaciones. Los valores que comparten la misma letra son no significativos de acuerdo a la prueba de Tukey HSD ($p<0.05$) realizada con el software Statgrafics Centurion XIV, Statpoint Inc.

Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos utilizando las relaciones y concentraciones de GM y Q, mostraron cambios de potencial ζ , turbidez, radios hidrodinámico y rendimiento de las emulsiones multicapa, estos resultados pueden observarse en la Figura 1.

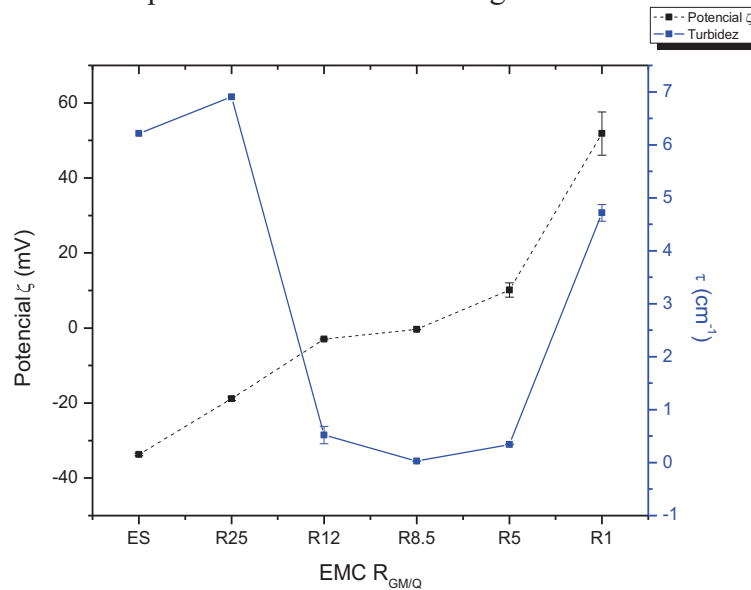


Figura 1 Potencial ζ y turbidez (τ) de EMC

La ES presentó valores de potencial ζ de -33.7 ± 0.36 mV, la densidad de carga puede ser atribuida a los grupos ionizables de la GM (ácido D-glucurónico y ácido 4-O-metilglucurónico) [3]. La GM rodea fue adsorbida alrededor de los glóbulos de aceite, y orientados sus grupos ionizables para interactuar con el polisacárido catiónico. Los valores de potencial ζ mayores a $|30|$ mV originan una alta densidad de carga asociada a fuerzas repulsivas entre los glóbulos de aceite, permitiendo mayor estabilidad en la emulsión [6]. Estos resultados fueron corroborados con altos valores de turbidez (6.2 ± 0.0 cm⁻¹), debido a la presencia de glóbulos dispersos en el sistema, por lo que, de acuerdo a los resultados anteriores, la ES puede considerarse una emulsión estable.

La formación de EMC fueron caracterizadas por establecer una red densa y relativamente gruesa, observándose a través de los cambios de densidad de carga y turbidez. A relaciones mayores o menores a $R_{[8.5:1]}$, la conjugación máxima entre los biopolímeros disminuye. El cambio de relación origina desorción de uno de los biopolímeros ocasionando menor interacción entre las macromoléculas. La desorción puede observarse por el cambio en el potencial ζ e incremento de la turbidez del sobrenadante. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura 2 muestra el rendimiento y radio hidrodinámico aparente de EMC a diferentes relaciones GM/Q.

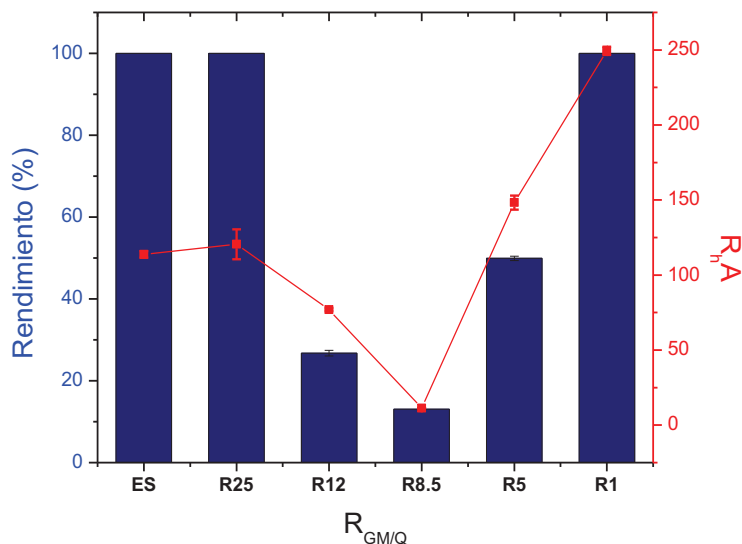


Figura 2 Concentración y radio hidrodinámico de EMC a diferentes relaciones GM/Q.

El radio hidrodinámico aparente en las muestras ES y $R_{[25:1]}$, no presentan cambios significativos en el tamaño, 113.77 y 120.48 nm, respectivamente. El incremento de la concentración relativa de Q disminuye la concentración de la EMC y radio hidrodinámico aparente, mostrando un valor mínimo en la relación $R_{[8.5:1]}$. Las interacciones iónicas entre los grupos funcionales de las macromoléculas, modifican la densidad de las capas poliméricas adsorbidas en las EMC's, compactando la multicapa, lo que se ve reflejado en una disminución del radio hidrodinámico aparente de la EMC y el incremento de la formación de las EMC's. Relaciones iguales o mayores a $R_{[5:1]}$ presentaron un incremento en radio hidrodinámico aparente y formación de las EMC's debido a que el exceso de Q proporcionó el potencial de repulsión electrostático necesario para resuspender los glóbulos de la EMC's.

Conclusiones

El método de electrodeposición capa por capa es un procedimiento eficiente para la formación de membranas múltiples.

Los resultados muestran que una proporción goma de mezquite-quitosano 8.5:1, produce la mayor inestabilidad del sistema debido a la electro-neutralización de las cargas del sistema caracterizada por una densidad de carga y turbidez cercanas a cero así como el menor radio hidrodinámico aparente y concentración de las emulsiones multicapa en el sobrenadante.

Referencias

1. Hall, C., Tulbek, M. C., Xu, Y. "Flaxseed". *Advances in Food and Nutrition Research*, Vol. 51, p. 1-97. (2006).
2. McClements, D. J., Decker E A. "Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems". *Journal Food Science*, Vol.65, No.8, p.1270-1282 (2000).
3. Lopez Franco, Y. L., Goycoolea, F. M., Valdez, M. A., Calderon de la Barca, A. M. (2006). "Goma de mezquite: Una alternativa de uso industrial". *Interciencia*, 31(03), 183-189.
4. Roman-Guerrero, A., Orozco-Villafuerte, J., Perez-Orozco, J. P., Cruz-Sosa, F., Jimenez-Alvarado, R., & Vernon-Carter, E. J. (2009). "Application and evaluation of mesquite gum and its fractions as interfacial film formers and emulsifiers of orange peel". *Food Hydrocolloids*, 23,708–713.
5. Aoki, T., Decker, A., McClements, D.J., "Influence of environmental stresses on stability of O/W emulsions containing droplets stabilized by multilayered membranes produced by a layer-by-layer electrostatic deposition technique". *Food Hydrocolloids*, Vol.19, No. 2, p. 209–220 (2005).
6. Ravi-Kumar, M. N. (2000). "A review of chitin and chitosan applications". *Reactive and Functional Polymers*, 46, 1–27.
7. Guzey, D., & McClements, D. J. (2006). "Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry". *Advances in Colloid and Interface Science*, 128(130), 227–248.
8. Heurtault, B., Saulnier, P., Pech, B., Proust, J. E., & Benoit, J. P. (2003). Physico-chemical stability of colloidal lipid particles. *Biomaterials*, 24, 4283–4300.