

INJERTO DE POLIMETILMETACRILATO EN BIOFIBRAS DE QUERATINA

Carbajal Reséndiz, B.⁽¹⁾; Fuentes Ramírez R.⁽²⁾; Martínez-Hernández, A. L.⁽¹⁾; Álvarez-Ponce, M. J.⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Metal-Mecánica, Ingeniería en Materiales

Instituto Tecnológico de Querétaro

⁽²⁾ Facultad de Química

Universidad Autónoma de Guanajuato

⁽³⁾ Universidad Tecnológica de Querétaro

RESUMEN

Las fibras naturales han sido de gran utilidad para el desarrollo de materiales compuestos en las últimas décadas. Sabemos que las fibras naturales de origen animal han sido muy poco estudiadas y por tanto se tiene muy poca aplicación. Estas fibras pueden ser utilizadas en materiales compuestos debido a que estas fibras presentan propiedades muy interesantes. Esta pluma de ave tiene como constituyente principal a la queratina, la cual es una proteína compleja formada por cadenas largas de polipéptidos de alto peso molecular. Las propiedades de estas biofibras como refuerzo en materiales compuestos muestran un incremento en su módulo. Esta biofibra que es injertada con polímero con el fin de mejorar su compatibilidad con diversas matrices poliméricas. Los resultados obtenidos muestran un incremento en la hidrofobicidad de la queratina y una mayor compatibilidad con el polímero. Por otra parte para encontrar las condiciones ideales de reacción es necesario tomar en cuenta los diferentes parámetros que intervienen tanto en la activación de sitios químicos en la queratina como en el injertado. A través del manejo de estas diferentes variables se obtuvieron las condiciones ideales en la reacción logrando así los mejores rendimientos de polímero injertado en la queratina. Además las fibras naturales e injertadas fueron caracterizadas por la espectroscopia de FTIR y Raman para observar la modificación química en la estructura de la queratina y los sitios reactivos en que fue posible el injerto. La variación morfológica fue observada con microscopia electrónica de la exploración.

INTRODUCCION

El uso de fibras naturales en materiales compuestos se ha incrementado considerablemente durante los últimos años debido a las ventajas que estos materiales presentan con respecto a las fibras sintéticas. Materiales naturales como la celulosa y la queratina son cada vez más utilizados en diversas áreas. La queratina es un compuesto abundante en la naturaleza, se encuentra en la lana, cabello, uñas, picos y plumas, posee características de alta resistencia, durabilidad y de baja densidad. La queratina es una proteína fibrilar compuesta por diferentes aminoácidos, tienen una alta estabilidad estructural. Esta proteína está unida principalmente por enlaces disulfuros y por puentes de hidrógeno. La cadena polipeptídica de esta proteína se enrolla en una hélice α con giro hacia la derecha que se estabiliza por puentes de hidrógeno entre los aminoácidos.

Las biofibras obtenidas a partir de plumas de pollos que tienen como constituyente principal a la queratina, son materiales de naturaleza hidrofóbica, con alta resistencia mecánica y térmica. La biofibra injertada a través de un polímero (poli metil metacrilato (PMMA)) en la cadena de polipeptido mediante una reacción de oxidación-reducción evaluando las condiciones. Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de estructuras diferentes.

EXPERIMENTAL

La biofibra de queratina se obtuvo a partir de las plumas de pollo, donde se lavo con agua y etanol con el propósito de desinfectarla, posteriormente fue secada con aire a temperatura ambiente para ser procesada con cuchillas que separan las barbas y bårbulas.

Para el desarrollo del proceso de reacción se utilizaron 0.5 gr. de biofibra por 75ml. de agua destilada, 0.1 gr. de ácido málico, 0.0355gr. de KMnO_4 y 2.4ml. de monómero de metil metacrilato (de la tabla 1 se tomaron las concentraciones de los reactivos para la reacción), estos reactivos fueron mezclados en un reactor de vidrio y sometidos a calentamiento a 70 °C durante 4 horas. Una vez terminada la reacción se procede a filtrar y lavar la biofibra injertada con el objetivo de retirar los residuos de monómero producto de la reacción, para esto se utilizo, agua caliente y acetona. Una vez lavada la fibra se introdujo en un horno para permitir que la fibra injertada quedara completamente seca. En total se injerto una cantidad de 20.5gr. de biofibra, para lo cual se realizaron una reacción con 0.5gr. y cinco con 4gr. de fibra cada una y su proporcional y correspondiente cantidad de reactivos.

TABLA 1.VARIABLES DE REACCION QUE SE UTILIZARON EN EL INJERTO

Variables de concentración						
Reactivos	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Plumas	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g
Agua	75 ml	75 ml	75 ml	75 ml	75 ml	75 ml
A. Málico	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g
KMnO_4	0.071 g	0.071 g	0.071 g	0.0355 g	0.0592 g	0.948 g
H_2SO_4	0.6 ml	0.6 ml	0.6 ml	0.6 ml	0.6 ml	0.6 ml
Monómero	2.4 g	3.61 g	4.81 g	3.61 g	3.61 g	3.61 g

Variables de concentración						
Reactivos	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Plumas	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g
Agua	75 ml	75 ml	75 ml	75 ml	75 ml	75 ml
A. Málico	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.3 g	0.5 g
KMnO_4	0.071 g	0.071 g	0.071 g	0.071 g	0.071 g	0.071 g
H_2SO_4	0.4 ml	0.6 ml	0.8 ml	0.6 ml	0.6 ml	0.6 ml
Monómero	3.61 g	3.61 g	3.61 g	3.61 g	3.61 g	3.61 g

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados muestran que con las condiciones de reacción y concentraciones adecuadas se pueden obtener los mejores rendimientos de polímero injertado en la queratina, factor que se ve reflejado en la diferencia de pesos entre la cantidad de fibra inicial y la resultante después del proceso de injerto. La tabla 2 muestra algunos valores obtenidos durante el proceso del

injerto de PMMA con las distintas condiciones de reacción y así mismo demuestra la efectividad de injerto de las fibras.

TABLA 2. RESULTADOS DEL PROCESO DE INJERTO DE PMMA

Variables de concentración	Pesos registrados (g)			
	X1	X2	X3	X4
A1	0.5003	40.2889	40.5962	0.3073
A2	0.5001	38.635	39.0340	0.3990
A3	0.5001	42.6813	43.0583	0.3770
B1	0.5000	43.2036	43.5600	0.3564
B2	0.5003	40.4588	40.6887	0.2299
B3	0.5000	42.6552	43.0125	0.3573
C1	0.5001	38.6352	38.9778	0.3426
C2	0.5001	38.635	39.0340	0.3990
C3	0.5003	42.6587	43.0162	0.3575
D1	0.5001	38.635	39.0340	0.3990
D2	0.5002	43.2048	43.5768	0.372
D3	0.5002	40.2621	40.5787	0.3166

Donde:

X1 = Peso de biofibra sin modificar

X2 = Peso constante de filtro de vidrio

X3 = Peso de filtro con muestra después de la hidrólisis

X4 = Peso del polímero residual después de la hidrólisis (diferencia entre X3 y X2)

Para obtener el porcentaje de polímero injertado en la biofibra se determina de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de PMMA injertado} = (X4 / X1) * 100$$

Los resultados del porcentaje de PMMA injertado se observa en la tabla número 3.

Tabla 3. Porcentaje de injerto de PMMA

Variable	%
A1	46.1
A2	75.38
A3	79.78
B1	71.28
B2	65.06
B3	69.4
C1	68.5
C2	79.78
C3	71.45
D1	76.2
D2	73.37
D3	9.78

Los cambios químicos en la estructura de la queratina después de injertar fueron observados por la espectroscopia infrarroja usando un espectrofotómetro de FTIR 510 Nicolet. Los efectos producidos injertando en la estructura secundaria de la queratina fueron observados con la espectroscopia Raman y fueron registrados en un espectrómetro de 910 Nicolet. Para obtener la información sobre las características morfológicas de la superficie y de la microestructura de las fibras de la queratina, se utilizó microscopia electrónica de barrido (SEM), usando un LEO 1525 SEM. Las fibras de la queratina fueron unidas a una cinta adhesiva de doble cara sobre las obleas de silicio, después cubrieron con oro y finalmente observado con SEM.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos que se tienen se puede encontrar que el injerto de PMMA en la biofibra de queratina se efectuó exitosamente, es decir, se obtuvieron porcentajes de injerto adecuados, esto se debió a la elección sobre la concentración de los reactivos utilizados en el proceso de injerto. Sabemos que estos parámetros influyen en la activación de los sitios químicos de la queratina. En el caso del monómero de metil metacrilato la concentración que produce mayor injerto corresponde a 4.81 ml., esto se debió a que se cuenta con mayor número de cadenas poliméricas disponibles para unirse a la estructura química. Los resultados de FTIR y de Raman muestran a los grupos químicos que fueron afectados durante el injerto. Las imágenes de SEM confirman una vez más los cambios en morfología de las fibras de la queratina después del proceso de injerto. La biofibra de queratina injertada puede ser utilizada para formar nuevos materiales compuestos con una interfase más afín con diferentes polímeros sintéticos, además puede ser de utilidad para la formación de nuevos materiales biocompatibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez-Ponce, M.J. “Modificación química de biofibras de queratina obtenidas a partir de un residuo de la industria avícola” Tesis de Técnico superior universitario en Tecnología Ambiental., UTEQ-Querétaro, México, 2003.

Martinez-Hernandez, A. L.; Santiago-Valtierra, A.L.; Alvarez-Ponce, M.J.; “Influence of Reaction Parameters in Chemical Modification of Keratin Biofibers by Graft Polymerization of Methyl Methacrylate Using Redox Initiation.”