

Descripción detallada de la invención

La presente invención es el resultado de una serie de trabajos para determinar el mejor proceso de nanoestructuración en fibras con un contenido alto de celulosa para alcanzar una óptima actividad antimicrobiana y fotocatalítica. De manera preferente, se ha trabajado con yute y nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2). Más particularmente, esta invención se desarrolla buscando la inclusión de un ácido orgánico como espaciador entre la celulosa presente y el TiO_2 , el cual requiere de dos grupos carboxílicos que sean capaces de formar el puente entre las dos moléculas. Particularmente, se han considerado los ácidos succínico, tartárico, cítrico y málico. Dado que la reacción es del tipo ácido-anhidro, se emplearon catalizadores como hipofosfito sódico y fosfato disódico.

El proceso objeto de la presente invención consta de los siguientes pasos:

1. Tomar fibras naturales –incluyendo fibras comerciales y fibras no comerciales—, de preferencia fibras naturales de la familia de la malváceas, y más preferentemente fibras de yute.
2. Retirar, mediante lavado con agua y detergente neutro, cualquier contaminante de la superficie de las fibras naturales (partículas, grasas, etc.) que pudiera disminuir o impedir la nanoestructuración.
3. Secar las fibras hasta una humedad inferior al 5%. Este secado puede ser realizado (i) al medio ambiente sobre superficies absorbentes por 24-28 horas con aire con humedades inferiores a 50% o (ii) en horno a 30-50 °C por un lapso entre 5 – 10 horas.
4. Si las fibras no son comerciales, llevar las fibras secas con una humedad inferior al 5% a una única dirección. Esto se puede realizar (i) mediante cepillado empleando un cepillo de cerdas de acero o el planchado de las fibras a una temperatura de entre 30-50 °C. Esto se realiza con el objetivo de mejorar la suavidad, abrir las hebras de las fibras y permitir una mejor

penetración de la nanoestructuración. De esta manera se logra la homogenización de las partículas de hierro sobre las superficie de las fibras.

5. Sumergir las fibras en una solución acuosa de ácido cítrico (en un rango entre 1-10% m/m) y fosfato disódico como catalizador (en proporción de 1-10% m/m) por un lapso de entre 20-60 min. Es recomendable que este proceso se realice con una agitación suave.
6. Realizar un primer secado de la fibra introduciéndola en un horno a una temperatura entre 40-80 °C por entre 1-10 min. Resulta de particular importancia en este punto, en lo posible, no torcer o someter la fibra a un proceso mecánico extremo, toda vez que la fibra podría dañarse.
7. Realizar un segundo secado, llevando la fibra parcialmente seca a un secado más intenso con temperaturas de entre 100-150 °C por un lapso de entre 1-5 min. Aquí también es muy importante, en lo posible, no torcer o someter la fibra a un proceso mecánico extremo.
8. Preparar una suspensión acuosa homogénea de dióxido de titanio (TiO_2) con una concentración de 5 g/L, empleando polvo de dióxido de titanio P25 – Degussa (producto estandarizado para empleo, por ejemplo, en el campo de las reacciones fotocatalíticas) sometida a tratamiento ultrasónico por un lapso de entre 10-60 min a una frecuencia de entre 30-80 kHz.
9. Sumergir las fibras provenientes del segundo secado en la suspensión acuosa de dióxido de titanio
10. Calentar la suspensión con las fibras hasta 50-100 °C por un lapso de entre 20-60 min.
11. Retirar las fibras de la suspensión
12. Secar las fibras en un horno a temperaturas de entre 80–120 °C por un lapso de entre 20-60 min. Aquí también es muy importante, en lo posible, no torcer o someter la fibra a un proceso mecánico extremo.
13. Obtener las fibras con nanopartículas de dióxido de titanio.

La persona versada en la materia entenderá sin mayor esfuerzo todas las posibles variaciones que posee el presente invento.

Formas de llevar a cabo la invención

Se desarrolló un proceso de acuerdo a como se reivindica para la nanoestructuración de fibras naturales con nanopartículas de dióxido de titanio. Particularmente se empleó yute en una solución acuosa de ácido al 6 % p/p, en presencia del catalizador al 4 % p/p, durante 1 h. A continuación, se secó la fibra durante 3 min a 80 °C y después 2 min a 11 °C. A continuación, la fibra se sumergió en una solución de TiO₂ de 5 g/L (P25 Degussa) y se sumergió en un baño de ultrasonidos durante 30 min. Después se retiró la solución de TiO₂ con la fibra para aumentar la temperatura a 75 °C durante 1 h. Por último, la fibra se secó durante 1 h a 100 °C.

Posteriormente, se hicieron pruebas para evaluar las propiedades antimicrobiales empleando cajas de Petri y cultivos de *E. Coli*. Los resultados se encuentran a continuación.

Prueba	Número de colonias	Reducción (%)
Blanco	428	-
Fibra nanoestructurada	19	95,56