

Producción de plásticos biodegradables a partir de tratamiento de agua residual

Existe una gran variedad de plásticos y es indudable su utilidad en la actualidad, pero no se puede negar que representan un serio problema de contaminación, debido principalmente a su origen petroquímico y su difícil degradación. ¿Cómo hacer para que no contaminen tanto? Una posibilidad es que los plásticos sean biodegradables, es decir que puedan ser descompuestos por organismos vivos como las bacterias. La estructura fundamental de los plásticos o polímeros está compuesta básicamente por cadenas de átomos de carbono. La vida no existe sin este elemento, y los microorganismos son especialistas en tomarlo y aprovecharlo de algunos compuestos orgánicos, para sobrevivir y reproducirse. Nosotros podemos aprovechar los mecanismos existentes de síntesis de polímeros en algunas bacterias para producir estos plásticos biodegradables.

En el Instituto de Ingeniería de la UNAM trabajamos investigando y proponiendo nuevos sistemas de tratamiento biológico de agua residual. En ellos, un conjunto de microorganismos (bacterias, algas, hongos y protozoarios) se encarga de transformar lo que contamina el agua en material no tan contaminante: más microorganismos, gases como el bióxido de carbono, el metano o el hidrógeno, y otros minerales. La preocupación primordial es obviamente quitar los contaminantes al agua, pero actualmente también trabajamos en ver qué más podemos obtener del tratamiento, o cómo contrarrestar algunos de los problemas asociados con la operación de este tipo de procesos, tales como la producción excesiva de lodos biológicos o la liberación de gases invernadero a la atmósfera.

Algunos de los subproductos de valor agregado que pueden obtenerse a partir del tratamiento de aguas residuales o desechos orgánicos son precisamente

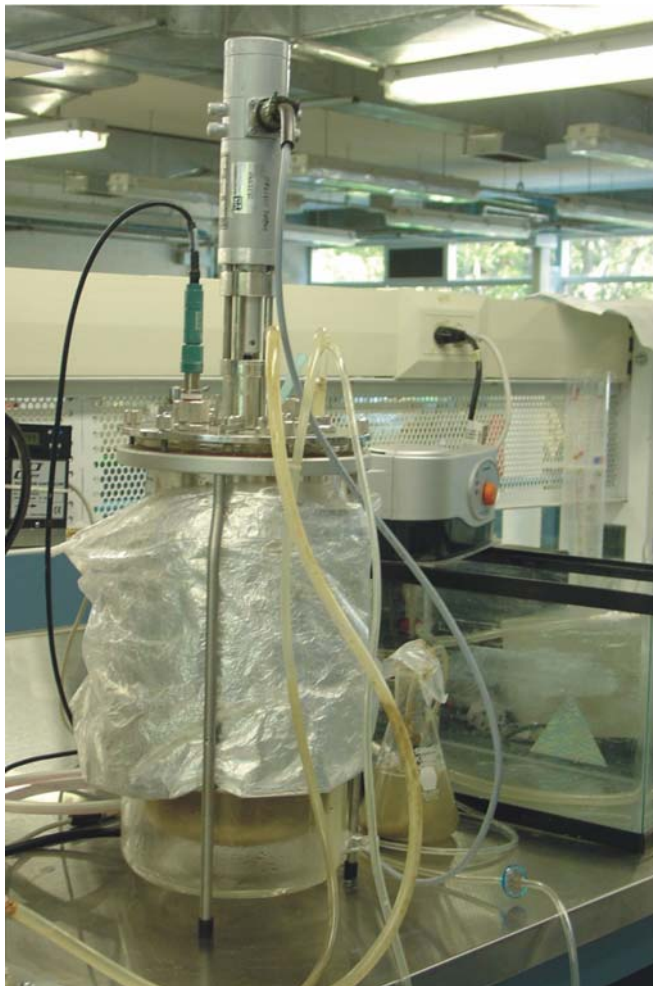


fig 1 Biorreactor de laboratorio empleado para la producción de plásticos biodegradables

polímeros biodegradables. En particular, muchos tipos de bacterias son capaces de almacenar en el interior de la célula una clase de biopolímeros, los polihidroxialcanoatos (PHA), que en ciertas composiciones resultan interesantes porque tienen propiedades mecánicas muy similares a las de otros plásticos de origen petroquímico ampliamente empleados en la actualidad, tales como el polipropileno o el poliestireno. Lo más interesante es que los PHA son 100 % biodegradables en ambientes naturales. Básicamente las bacterias productoras de PHA toman el carbono de alguna fuente externa, como podrían ser desechos orgánicos disueltos en el agua, y bajo ciertas condiciones de estrés almacenan el carbono como polímeros en su interior, para usarlo como reserva de alimento cuando éste escasee en el medio exterior.

Existen otros mecanismos bajo los cuales las bacterias almacenan PHA, pero éste es el que se emplea generalmente para lograr producciones considerables del polímero. De hecho, existen ya biotecnologías comerciales basadas en este principio para la producción en gran escala de PHA, pero el costo todavía es muy elevado, lo que limita la aplicación de estos biomateriales. El problema radica en que se emplean fuentes de carbono puras, como glucosa o fructuosa, así como cepas puras de bacterias especializadas, incluso modificadas genéticamente.

En el Instituto de Ingeniería de la UNAM buscamos obtener los PHA a partir del tratamiento de aguas residuales o desechos orgánicos, usando un cultivo mixto. De esta manera, sería posible disminuir los costos de producción al no necesitar condiciones de asepsia y emplear un sustrato fácilmente asequible. Por otro lado, dado que el proceso requiere una fuente de microorganismos para de ahí seleccionar aquellos capaces de producir PHA, se pretende usar los lodos de desecho de una planta de tratamiento convencional de aguas residuales y contribuir así a disminuir el impacto negativo de este subproducto.

En el proyecto, se propone además el uso de estrategias de control automático para maximizar la producción de PHA, midiendo continuamente algunas variables del proceso y manipulando otras adecuadamente.

Este proyecto de investigación comprende varias etapas. La primera ha sido concluida y fue financiada por

CONACYT (J-46097). En ella se investigó la plausibilidad de producir PHA mediante un sistema integral compuesto por tres biorreactores en serie. Un biorreactor usa lodos activados de una planta de tratamiento convencional y "enriquece" el consorcio de microorganismos, seleccionando aquellos que son capaces de producir PHA y usando como alimento las aguas producidas por un primer reactor biológico anaerobio que descompone los desechos orgánicos complejos en moléculas más simples. Un tercer reactor toma los lodos enriquecidos del segundo reactor para de ahí "cultivar" el PHA dosificándole el alimento adecuadamente y usando técnicas de control retroalimentado.

En esta primera fase los resultados son muy alentadores. Se ha concluido que mediante este proceso es posible producir porcentajes competitivos de peso seco celular de PHA. Además se propuso una nueva técnica de cuantificación de PHA usando espectrofotometría infrarroja (FTIR).

Las siguientes etapas comprenderán el modelado matemático del proceso, la propuesta de mejores estrategias de control y la prueba con aguas residuales reales, así como un posible escalamiento del proceso.

El trabajo se lleva a cabo en la Unidad Académica del Instituto de Ingeniería en Juriquilla, Querétaro, y en él participan el doctor Alejandro Vargas, como responsable, además de varios miembros del Laboratorio de investigación en procesos avanzados de tratamiento de aguas de esta sede foránea, que incluye investigadores, técnicos académicos y becarios de posgrado y licenciatura.