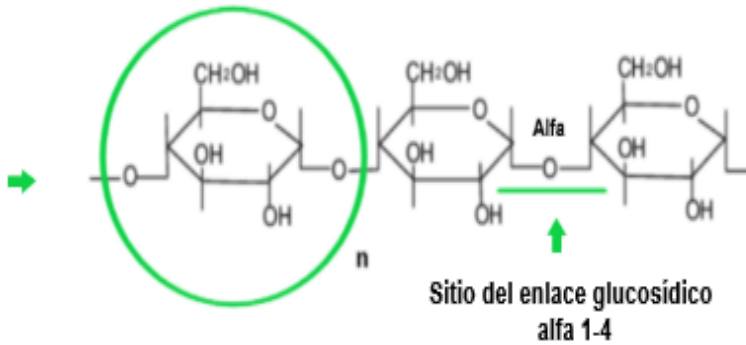


Monomero = Glucosa



Amilosa



Actividad 3.6 Lectura:

El almidón termoplástico en la industria de los biopolímeros

Resultado de aprendizaje

a. Biopolímeros renovables: una aplicación de los polímeros naturales -almidón y celulosa-

- Diferencia un polímero de un biopolímero con base en sus propiedades
- Diferencia el almidón de la celulosa a partir de su estructura química -enlaces glucosídicos- para la formación de polímeros naturales
- Identifica algunas aplicaciones del almidón y celulosa en la industria de los polímeros

En la Colección Guías-cuadernos de trabajo académicos Química IV Área I Sexto año de la ENP, en las pp. 182-187, se ha establecido a la celulosa y el almidón como precursores de biopolímeros... En la p. 183 como nota a pie de página se declaró que los biopolímeros se dividen en dos categorías, la primera conserva el nombre de biopolímero y, se refiere a la celulosa y al almidón de yuca.

Ahora es necesario un acercamiento a las aplicaciones del almidón consolidadas a través de las categorías de polímeros biodegradables con almidón siguientes:

- productos de almidón termoplástico;
- mezclas de poliéster alifático sintético con almidón;
- mezclas del poliéster: succinato de polibutileno/succinato adipato de polibutileno; y
- mezclas de almidón con polialcohol vinílico -PVOH-.

A continuación, se desarrollan de forma breve:

Productos de almidón termoplástico

Los plásticos biodegradables de almidón termoplástico -*Termoplastic Starch Plastic* por sus siglas en inglés TPS-, tienen un contenido de almidón -amilosa¹ - superior al 70% y se basan en almidón vegetal gelatinizado, y con el uso de solventes plastificantes específicos, pueden producir materiales termoplásticos con buenas propiedades de rendimiento y biodegradabilidad inherente. El almidón es típicamente plastificado, desestructurado y/o mezclado con otros materiales para formar propiedades mecánicas útiles. Es importante destacar que tales compuestos TPS pueden procesarse en equipos de fabricación de plásticos existentes.

Las aplicaciones de los polímeros de almidón termoplásticos son generalmente películas, como bolsas de compras, bolsas de pan, bolsas de cebo, envoltura, material de respaldo de productos sanitarios "lavables" y película de mantillo.

La biodegradación de los polímeros a base de almidón es el resultado de un ataque enzimático en los enlaces glucosídicos entre los grupos de carbohidratos que conduce a una reducción en la longitud de la cadena y la división de las unidades de carbohidratos en monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos, que se utilizan fácilmente en las vías bioquímicas.

Mezclas de poliéster alifático sintético con almidón

Las mezclas de poliésteres alifáticos sintéticos biodegradables y almidón se utilizan a menudo para producir láminas y películas de alta calidad para el envasado por extrusión de película plana utilizando moldeo por laminación en frío o por métodos de película soplada, porque, es difícil fundir películas al 100% de almidón. Aproximadamente el 50% del poliéster sintético -precio aproximado \$ 4.00/kg dólares- se puede reemplazar con

¹ En la Colección Guías-cuadernos de trabajo académicos Química IV Área I Sexto año de la ENP, en la p. 185, se estableció que el almidón es una macromolécula constituida de dos polímeros estructurales distintos, la amilosa y la amilopectina. La amilosa está presente del 22-28% en el almidón... Lo que permite inferir que es necesario un enriquecimiento de la amilosa para considerarse como materia prima del almidón termoplástico.

polímeros naturales como el almidón -precio aproximadamente \$ 1.50/kg dólares-, lo que lleva a una reducción significativa en el costo deseable.

Mezclas de almidón y poliésteres: succinato de polibutileno y/o adipato de succinato de polibutileno

Otros poliésteres que se mezclan con almidón para mejorar las propiedades mecánicas del material son el succinato de polibutileno -PBS- y/o el adipato de succinato de polibutileno -PBSA-.

Se puede agregar una pequeña cantidad -5% en peso- de una sustancia para compatibilizar para impartir estabilidad de fase a estas mezclas de polímeros basados en almidón. Con mayor contenido de almidón -> 60%-, tales láminas pueden volverse quebradizas. Por esta razón, a menudo se agregan plastificantes para reducir la fragilidad y mejorar la flexibilidad.

Desarrollos

Ratto *et al.* (1999), como se citó en Nolan-ITU *Biodegradable Plastic-Developments and Environmental Impacts*, 2002, investigaron las propiedades de PBSA y mezclas de almidón de maíz de composiciones variadas. PBSA es biodegradable y exhibe excelentes propiedades termoplásticas. El objetivo del estudio fue obtener una mezcla que maximizara estas propiedades mientras minimizaba el costo. El almidón de maíz es un polisacárido económico que se mezcló con PBSA a concentraciones de 5 a 30% en peso. La resistencia a la tracción de las mezclas fue menor que la del poliéster solo, pero no hubo una caída significativa en la resistencia al aumentar el contenido de almidón. Además, la temperatura de fusión y las propiedades de procesamiento no se vieron afectadas de manera apreciable por el contenido de almidón.

Las mezclas de almidón, PBS y/o PBSA se utilizan para producir láminas de plástico biodegradables que se pueden termoformar en productos como bandejas de galletas o productos de película.

Mecanismos y propiedades de degradación

Ratto *et al.* (1999), como se citó en Nolan-ITU *Biodegradable Plastic-Developments and Environmental Impacts*, 2002, investigaron las mezclas de las propiedades de biodegradabilidad de las mezclas de PBSA y almidón de maíz midiendo la producción de CO₂ en una prueba de enterramiento del suelo. La adición de solo 5% de almidón mostró una gran reducción en la vida media del poliéster puro. Se descubrió que la vida media disminuye al aumentar el contenido de almidón hasta que se alcanza un contenido mínimo de 20% de almidón.

Mezclas de almidón con el polialcohol vinílico

El alcohol polivinílico -PVOH- se mezcla con almidón para producir plásticos fácilmente biodegradables.

Desarrollos

Propak, como se citó en Nolan-ITU *Biodegradable Plastic-Developments and Environmental Impacts*, 2002, una compañía con sede en Sídney produce maní de relleno suelto a partir de una mezcla de almidón y PVOH -Mater-bi™- que exhibe solubilidad en agua en aproximadamente tres minutos.

Mecanismos y propiedades de degradación

El PVOH es fácilmente soluble en agua y, por lo tanto, las mezclas de almidón-PVOH se degradan por hidrólisis y biodegradación de las moléculas de carbohidratos.

Te has dado cuenta de que la biodegradabilidad de los plásticos depende de la estructura química del material y de la constitución del producto final, no solo de las materias primas utilizadas para su producción. Por lo tanto, los plásticos biodegradables pueden basarse en resinas naturales o sintéticas. Los plásticos biodegradables de almidón termoplástico -TPS- se mezclan con polímeros sintéticos para producir plásticos que cumplan con el requisito de biodegradabilidad.

El fracaso de los primeros plásticos biodegradables en degradarse adecuadamente llevó a la Sociedad Estadounidense de Ensayos y Materiales (*American Society of Testing and Materials*, ASTM por sus siglas en inglés)- a crear definiciones sobre lo que constituye biodegradabilidad. La definición de ASTM, actualizada en 1994 (Norma ASTM

D-5488-84d), ha llevado al establecimiento de terminología de etiquetado para materiales de empaque.

Biodegradable

La ASTM define biodegradable como:

"Capaz de sufrir descomposición en dióxido de carbono, metano, agua, compuestos inorgánicos o biomasa en los que el mecanismo predominante es la acción enzimática de los microorganismos, que se puede medir mediante pruebas estandarizadas, en un período de tiempo específico, que refleja las condiciones de eliminación disponibles" (Nolan-ITU *Biodegradable Plastic-Developments and Environmental Impacts*, 2002, p. 9)²

La biodegradación es la degradación causada por la actividad biológica, particularmente por la acción enzimática que conduce a cambios significativos en la estructura química de los materiales. En esencia, los plásticos biodegradables deberían descomponerse limpiamente, en un período de tiempo definido, en moléculas simples que se encuentran en el medioambiente, como el dióxido de carbono y el agua.

Las tasas de biodegradación dependen en gran medida del grosor y la geometría de los artículos fabricados. Si bien a menudo se citan tasas de descomposición rápidas, estas generalmente se aplican a películas delgadas. Los artículos de paredes gruesas como platos, bandejas de comida y cubiertos pueden demorar hasta un año en degradarse biológicamente.

Compostable

Lo deseable es que el material biodegradable sea compostable, se debe demostrar que los plásticos biodegradables compostables se biodegradan y se desintegran en un

² Traducción libre.

sistema de compostaje durante el proceso de compostaje -generalmente alrededor de 12 semanas a temperaturas superiores a 50 °C-. El compost debe cumplir criterios de calidad tales como contenido de metales pesados, ecotoxicidad y ningún residuo distinguible obvio causado por la descomposición de los polímeros. Los plásticos compostables son un subconjunto de plásticos biodegradables.

La ASTM define compostable como:

"Capaz de sufrir descomposición biológica en un sitio de compost como parte de un programa disponible, de modo que el plástico no sea visualmente distinguible y se descomponga en dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa, a una velocidad consistente con los materiales compostables conocidos (por ejemplo, celulosa)" (Nolan-ITU *Biodegradable Plastic-Developments and Environmental Impacts*, 2002, p. 10.)³

³ Traducción libre.