

Pretratamiento de Paja de Sorgo en una Biorefinería 2G

Valeria Gómez Pérez, Héctor Hernández Escoto, Jesús Raúl Lugo Martínez.

¹[Bachillerato General, Escuela de Nivel Medio Superior de Pénjamo] | Dirección de correo electrónico: [valeria.gomez.96@hotmail.com]

²[Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [hhee@ugto.mx]

³[Escuela del Nivel Medio Superior de Pénjamo, Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [lugom@ugto.mx]

Resumen

Los biocombustibles de 2da generación o celulósicos son producidos principalmente por Biomasa, materia orgánica de residuos agroindustriales utilizada como fuente energética y obtención de bioetanol. Los biocombustibles de 2da generación tienen una producción más compleja para la obtención de bioetanol que los de 1ra generación que están a base de materias alimentarias por lo cual su producción continúa en investigación y a prueba para obtener buenos y mejores rendimientos a futuro. En este trabajo se exploró un proceso de pretratamiento de paja de sorgo para la producción de bioetanol. Esto consistió en la autohidrólisis de la paja de sorgo a 121°C y 20 psi, de este proceso se obtiene un caldo con una concentración de 2.741 g/L con un rendimiento de 27.41% de azúcares fermentables, y paja pretratada que será procesada en un siguiente paso llamado de hidrólisis enzimática. Este proceso consistió en agregar Accellerosa 1500 a las muestras con una concentración de 1.1634 g/L con un rendimiento de 11.634% de azúcares fermentables. Al concluir la investigación se obtuvieron buenos rendimientos pero no los que se deseaban, por lo cual se implementará diversos factores para esperar obtener mejores resultados de azúcares reductores.

Abstract

The second generation of biofuels or cellulosic are mainly produce by biomass; organic material of agroindustrial waste is used as energetic source and extraction of bioethanol. The second-generation of biofuels have more complex production for the extraction of bioethanol than the first generation that are based on food materials; consequently its production is still on research and on prove to obtain good and better outputs in a future. In this project was explored the process of pretreatment of straw of sorghum for the bioethanol production. This consisted in the self-hydrolysis of the straw of sorghum to 121° and 20 psi, of this process it is obtained a concentrated soup of 2.741g/L with 27.41% of fermented sugars and pretreated straw efficiency ; that will be treated as the following step called hydrolysis enzyme. This process consisted in add accellerosa 1500 to the samples with a concentration of 1.1634 g/L with 11.634%of efficiency in fermented sugars. To concluded the research. They obtained good efficiency; but not the required. Consequently, different factors will be implemented, expecting to obtain better results of sugars reducers.

Palabras Clave

Deslinificación; Autohidrólisis, Hidrólisis Enzimática; Paja de sorgo; Bioetanol

INTRODUCCION

Biocombustibles de 2da Generación

Bioetanol

- ¿Qué es un Biocombustible de 2da Generación?

El término Biocombustible se refiere a combustibles líquidos o gaseosos implementados en el sector de transporte, producidos principalmente por Biomasa (materia orgánica utilizada como fuente energética; y obtención de "Bioetanol" como nuestro objetivo primordial).

Entonces los Biocombustibles Celulósicos o de 2da Generación, son aquellos producidos a partir de materias-primas no alimentares como lo son residuos agroindustriales y gramíneas forrajeras de alta producción de biomasa. Su producción es muy compleja, incluso mayor a los de 1ra Generación, así mismo estos se encuentra en fase de prueba por lo que aún no son comercializados.

El proceso que se llevara a cabo se clasifica según la conversión de biomasa como: un proceso por Hidrólisis Enzimática.

Actualmente a Nivel Mundial se realiza la investigación para desarrollar procesos sostenibles de producción de bioetanol. Una de las vertientes más llamativas es la que corresponde al aprovechamiento de biomasa lignocelulósica pues se puede obtener de residuos agroindustriales. La lignocelulosa es el componente mayoritario de la biomasa, representando la fuente orgánica más económica, abundante y renovable del mundo. En el nuevo Plan de Energías Renovables (PER) 2011- 2020, se ha cuantificado la capacidad de producción de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos.

El proceso consta de varios pasos, empezando con el pretratamiento de la masa para

quitar/destruir lignina, dejando sus componentes preparados para una hidrólisis enzimática, proceso catalizado por enzimas denominadas celulasas, cuyo propósito es la degradación de la celulosa, con el fin de aprovechar al máximo la biomasa y otros azúcares como las pentosas.

Considerando que la etapa de pretratamiento es muy importante en este trabajo se explora la potencialidad de un proceso conocido como auto-hidrólisis.

Durante la hidrólisis los procesos más importantes son el trabajo de las enzimas, las cuales principalmente son: Endo β -glucanasas, que rompen los enlaces β -glucosídicos en forma aleatoria en el interior de las moléculas de celulosa; Exo β -glucanasas, que atacan gradualmente las moléculas de celulosa de los terminales no reductores liberando subunidades de celobiosa; y la β -glucosidasas ó celobiosas la que hidroliza celobiosas; así como xilosa y xilanasa.

Entonces ¿Qué es el Bioetanol y cuál es su propósito? El Etanol como tal sirve como combustible y como materia de partida en la producción de productos químicos. Por lo que el Bioetanol es la innovadora forma de usar residuos orgánicos agroindustriales que generalmente se desechan para convertirlos en un combustible más económico, menos contaminante, con menor costo de producción y un mejor rendimiento.

Se busca entonces, producir Bioetanol a partir de Biomasa, la cual es obtenida en nuestro sector de la paja. Las hojas y troncos de maíz que son la principal fuente están conformados por abundantes cantidades de celulosa, hemicelulosa y lignina; de los cuales tras el proceso ya planteado se puede obtener uno de los mejores Biocombustibles de 2da Generación a Nivel Mundial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

Para el pretratamiento de la paja de sorgo se utilizaron diversos instrumentos y aparatos de laboratorio. El pretratamiento comenzó con la clasificación de la paja de sorgo, la cual se llevo a cabo con tres cernidores de mallas 20, 40 y 60, posteriormente se usó un molino de café (Braun) para realizar la molienda de la paja. El proceso de autohidrolisis fue llevado básicamente en una autoclave utilizando la presión de vapor de agua agregando tubos Falcón con la muestra de paja y agua; el proceso de hidrolisis enzimática se realizó agregando la enzima Accellerasa 1500 a tubos eppendorf y colocarlos en el Thermomixer con una agitación mecánica y temperatura determinada. La medición de azúcares se hizo a través de dos aparatos, uno de estos fue un analizador bioquímico (YSI) y el otro fue un espectrofotómetro UV-Vis. Durante todo el pretratamiento se estuvieron utilizando tubos eppendorf, micropipetas, tubos Falcón, celdas (espectrofotómetro).

Métodos:

Un primer paso consistió en limpieza y clasificación de la paja de sorgo la cual se realizó con el uso de cernidores con mallas de diferentes tamaños: 20, 40 y 60, al agregar la paja en el cernidor con la malla 60 se realizaba una agitación mecánica para lograr la clasificación de la paja y poder separar el polvo o tierra que se tenía y así tener una paja con mejor limpieza, después la paja se separaba en diversas bolsas etiquetando cada una con el tamaño de paja correspondiente. Posteriormente se efectuó la molienda de la paja para obtener un tamaño de paja menor y así poder analizar si el tamaño de la partícula influye en el rendimiento del pretratamiento.

Un segundo paso fue el pretratamiento de la paja de sorgo al 10% en la autoclave, implementando el autohidrolisis de baja temperatura. El proceso consistió en agregarle aproximadamente 3 litros de agua a la autoclave y en dos tubos Falcón se agregaron en cada uno 20 mL de agua y 2 gr de paja de tamaño 60 pero ya molida; se dejaron durante un tiempo de 15 a una temperatura de 121°C y una presión de 20 psi.

Un tercer paso se basó en la filtración al vacío de las muestras autohidrolizadas en el paso anterior para separar el caldo concentrado de la paja hidrolizada. Posteriormente el caldo concentrado se vació en un frasco y se midió en porcentaje de humedad de la paja hidrolizada de ambas muestras y así poder realizar el cálculo para preparar una solución de cada una al 1%. Las soluciones se prepararon con 1gr de paja hidrolizada y 100mL de agua en un vaso de precipitado colocado en una parrilla (Corning) a 45°C y con una agitación magnética de 600rpm. Durante la agitación se midió y ajustó el pH de cada solución con un pH meter (Corning) y HCl diluido al 10% hasta obtener un pH de 4.5 en ambas soluciones para finalizar con la preparación ambas soluciones se aforaron y vertieron en el vaso de precipitado.

Un cuarto paso consistió en la toma de nueve muestras de 1.5mL al 1% de cada solución preparada anteriormente, obteniendo una cantidad de 18 muestras en total. De las nueve muestras se tomaron 3 de cada solución al azar y se colocan en un horno a una temperatura de 58°C para que se sequen y se pueda medir la cantidad de paja contenida; después se tomaron dos de cada solución y se le agrega la enzima Accellerasa 1500 para dar inicio al proceso de hidrolisis enzimática y las dos últimas muestras se mantienen tal cual se tomaron para tener un control de sustrato de ambas muestras.

La hidrolisis enzimática consiste en agregar la enzima a las muestras colocadas en los tubos eppendorf y después ponerlas en el Thermomixer durante 3 hrs a una temperatura de 45°C para

que con la agitación mecánica del aparato y dicha temperatura la enzima pueda dar un buen rendimiento para la obtención de azúcares reductores. Al finalizar las tres horas en el Thermomixer se sacan las muestras y se ponen a refrigerar y después se centrifugan durante 15 min a 10000rpm y 10 min a 12000rpm para separar el sólido del líquido de nuestra muestra y así cuando realicemos el cálculo de azúcares sólo tomemos el líquido.

Un quinto paso fue la medición de azúcares de las muestras, se utilizaron dos técnicas: (i) YSI y (ii) DNS. La técnica del YSI consiste en la medición de azúcares, priorizando la glucosa contenida en la muestra por medir pero para esta medición es necesario preparar una curva de calibración con concentraciones de azúcares ya conocidas, estas fueron: 0.5 gr/L, 1.0 gr/L, 1.5 gr/L y 2.0 gr/L. Al tener estas soluciones preparadas se inicia la medición de azúcares por YSI ya que con la curva se podrá asegurar de la correcta medición del aparato; se comienza la medición con una de las soluciones preparadas al 1.0gr/mL para poder verificar la veracidad de la medición. Las seis muestras restantes se emplean para la medición y los datos de azúcares son registrados en la libreta para posteriormente realizar los cálculos correspondientes a las concentraciones. La segunda medición empleada fue la técnica del DNS la cual se utiliza para cuantificar la cantidad de azúcares totales en las muestras. Para la prueba de DNS se realizó un duplicado de cada muestra y de esas 4 soluciones totales se hace un triplicado de cada una; este triplicado se lleva a cabo agregando 50 µL de muestra y 50 µL de DNS a los tubos eppendorf, cabe destacar que de la curva de calibración, los controles de sustrato y la enzima también se realiza un triplicado de la misma manera además de hacer un blanco el cual sólo se prepara con agua y DNS. Por último los triplicados se ponen en una gradilla de unicel y en una cazuela con agua se ponen a calentar durante 5 minutos a 100°C y posteriormente se enfrían durante 5 minutos en un congelador. Para finalizar la técnica se le agregan 500 µl de agua destilada a

cada réplica y después la solución se vierte a una celda para leer las absorbancias en el Espectrofotomet.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la limpieza, clasificación y molienda de paja de sorgo se obtuvieron tres tamaños distintos, el primero fue una paja más grande de granel a 60, el segundo una paja con un tamaño medio de 60 a 40 y el último tamaño fue más pequeño y fino de 40 a 20. Cabe destacar que se realizó una segunda limpieza de la paja para tener un mejor índice de polvo y/o tierra en la paja de tamaño más pequeño.

De la autohidrólisis se obtuvo un caldo de color café un poco claro y una paja de color amarillo oscuro. La paja tenía un porcentaje de humedad de 74.56%. Al medir la concentración de azúcar en el caldo, se obtuvo 2.741 g/L correspondiente a un rendimiento de 27.41%.

Con respecto a la hidrólisis enzimática de la paja pretratada se obtuvo un caldo con una concentración de azúcares reductores de 1.1634g/L correspondiente a un rendimiento de 11.634%.

CONCLUSIONES

En este trabajo e investigación se exploró el potencial de capacidad del proceso de autohidrólisis de baja temperatura, de la cual sí se obtienen azúcar fermentables para la producción de bioetanol aunque no en la misma proporción que un pretratamiento termoquímico; sin embargo, este proceso no utiliza ningún reactivo químico agresivo al medio ambiente para generar alguna reacción ni la lignificación en la obtención de azúcares por lo cual para nosotros es considerado un pretratamiento de gran importancia para desarrollar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo y asesoría brindada por Javier Ulises Hernández Beltrán, estudiante de Doctorado en Ingeniería Química de la Universidad de Guanajuato ya que debido a la aportación de sus conocimientos en el área de los biocombustibles y los pretratamientos existentes se realizó con satisfacción la investigación durante este verano.

REFERENCIAS

Artículo:

[1] Cristina M. M. Machado, Ingeniera Química, Situación de los Biocombustibles de 2da y 3era Generación en América Latina y Caribe, Brasil. OLADE & IICA, (Agosto/2010) (pp. 40-46).

[2] Sánchez Riaño, A. M., Gutiérrez Morales, A. I., Muñoz Hernández, J. A. y Rivera Barrero, C. A. | Grupo de Investigación CEDAGRITOL, Holanda, Producción de bioetanol a partir de subproductos agroindustriales lignocelulósicos, URL Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3628225.pdf>

[3] N.A. Bioetanol en General (Documento PDF)

[4] Malcolm Johal & Novozymes Biotech, Inc., De paja a combustible, (Diciembre de 2003), Artículos Completos en URL: www.novozymes.com

[5] Graduate Institute of Food Science and Technology & Department of Food Science, Taiwan. Carbohydrate Polymers 79 (2010) 192–199, URL Disponible en: <http://www.journals.elsevier.com/carbohydrate-polymers>

[6] Sachin Kumar, Surendra P. Singh, Indra M. Mishra & Dilip K. Adhikari | Chemical Engineering & Technology, 2009, 32, No. 4, 517–526, Disponible: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ceat.200800442/abstract>