

DESHIDRATACIÓN DE FRUCTOSA PARA OBTENER HIDROXIMETILFURFURAL

A. Garrido S.¹, T. Linares F.², M. Otiniano C.³, J. Armijo C.⁴ y N. Ugarte T.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la transformación de la fructosa a 4-hidroximetilfurfural por un proceso de deshidratación utilizando como catalizador el ácido 4-toluensulfónico. La reacción se realizó utilizando soluciones de fructosa en agua y de fructosa en agua-acetona (mezcla 50% en volumen) en un reactor batch y a temperaturas de 372 K y 348 K respectivamente. Los rendimientos alcanzaron un máximo del 16% hacia hidroximetilfurfural, un compuesto intermedio para la obtención del combustible furano.

Palabras Claves: Biocombustibles, hidroximetilfurfural.

DEHYDRATION OF FRUCTOSE TO OBTAIN HYDROXYMETHYLFURFURAL

ABSTRACT

The objective of this work is the transformation of fructose to 4-hydroxymethylfurfural by a dehydration process using the 4-toluenesulfonic acid as catalyst. The reaction was carried out using solutions of fructose in water and fructose in water-acetone (50% volume) in a batch reactor at temperatures of 372 K and 348 K respectively. The yield reached a maximum of 16% to hydroxymethylfurfural, an intermediate for obtaining fuel furan.

Keywords: Biofuels, hydroxymethylfurfural.

I. INTRODUCCIÓN

El etanol se presenta como la mejor opción para obtener combustibles líquidos a partir de la biomasa (contando inclusive el biodiesel) ya que puede obtenerse fácilmente por la fermentación de casi cualquier carbohidrato. La desventaja de la producción de etanol radica en el poco rendimiento del proceso, ya que las levaduras de la fermentación mueren al aumentar la cantidad de alcohol, incluso a concentraciones tan bajas como los 15° G.L. Para obtener concentraciones mayores de alcohol es necesario pasar por un proceso de destilación que consume una

energía equivalente a casi la tercera parte del contenido energético del etanol. Una consideración más es que el etanol utilizado en los combustibles debe ser anhidro y la destilación sólo logra un 96% volumen-volumen por lo que es necesario pasar a un proceso final de deshidratación.

La conversión de glucosa o fructosa por deshidratación, abre la posibilidad de utilizar su producto el hidroximetilfurfural como compuesto intermediario para combustibles líquidos como el 2,5-dimetil furano.

El monosacárido se convierte inicialmente en HMF utilizando un catalizador ácido, en

1 cgarrido@unmsm.edu.pe Departamento Académico de Química Orgánica, FQIQ, UNMSM

2 tlinares@unmsm.edu.pe Departamento Académico de Operaciones Unitarias, FQIQ, UNMSM

3 motiniano@unmsm.edu.pe Departamento Académico de Operaciones Unitarias, FQIQ, UNMSM

4 jarmijocarranza@hotmail.com Departamento Académico de Operaciones Unitarias, FQIQ, UNMSM

Tabla N.º 1. Resultados en medio acuoso

| | |
|--|-----------|
| Peso fructosa | 10,0015 g |
| Peso ácido toluen - 4- sulfónico monohidratado | 1,904 g |
| Volumen final | 200 mL |
| Temperatura de Reacción | 372 K |

| Muestra | Tiempo de Reacción (min) | %Rendimiento |
|---------|--------------------------|--------------|
| 1 | 60 | 6.6 |
| 2 | 120 | 16.0 |
| 3 | 180 | 12.2 |

Tabla N.º 2. Resultados en solución H₂O/Acetona (50%)

| | |
|--|----------|
| Peso fructosa | 1,8014 g |
| Peso ácido toluen - 4- sulfónico monohidratado | 0,3797 g |
| Volumen final | 100 mL |
| Temperatura de Reacción | 348 K |

| Muestra | Tiempo de Reacción | %Rendimiento |
|---------|--------------------|--------------|
| 4 | 120 | 7,22 |

IV. RESULTADOS

Las tablas N.º 1 y 2 muestran los resultados obtenidos para las experiencias en medio acuoso y en la mezcla acetona-agua.

V. DISCUSION

Los resultados se muestran bastante prometedores teniendo en cuenta que las condiciones de reacción no fueron drásticas. Estudios anteriores muestran que para procesos que usan agua como solvente tienen como un rendimiento máximo del 30% [6] pero a temperaturas de 473 K, por lo que el rendimiento al 16% a 372 K lo consideramos bastante bueno.

El descenso en el rendimiento hacia HMF a tiempos mayores se atribuye a la formación de ácidos como el fórmico y el ácido levulínico a partir del HMF [6]. Hansen y colabora-

dores encuentran que la selectividad hacia HMF decae al sobrepasar los 453 K debido a la formación de los ácidos mencionados y remarca que el proceso ultrasónico da resultados similares a los que dan los procesos térmicos [5].

Los procesos en solventes orgánicos han tenido gran dificultad por la poca solubilidad de la fructosa que obliga a utilizar soluciones muy diluidas. Las mezclas de estos solventes con agua han sido estudiados desde 1931, sin embargo es en la actualidad que ha encontrado un nuevo interés debido a que la utilización de esas mezclas permite disminuir la formación del ácido levulínico [6].

El rendimiento en la experiencia con agua-acetona no fue el esperado lo que atribuimos a la menor temperatura de reacción que utilizamos con la finalidad de no perder los componentes volátiles del experimento.

VI. CONCLUSIONES

El ácido toluen - 4- sulfónico es un catalizador efectivo para la transformación de fructosa en hidroximetilfurfural obteniéndose un rendimiento del aceptable del 16%. El uso de una mezcla de solventes agua-acetona no dio los resultados esperados lo que se atribuyó a la baja temperatura de reacción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mika Ohara, Atsushi Takagaki, Shun-Nishimura, Kohki Ebitani. *Applied Catalysis A: General* 383 (2010) 149–155.
- [2] 117952 Hydroxymethylfurfural (HMF) Test. Merck, 2010.
- [3] U.S. Patent N° 4 089 871 Manufacture of Furfuril Alcohol, 1978.
- [4] Young-Byung Yi, Jin-Woo Lee, Seong-Sig Hong, Young-Hun Choi, Chung-Han Chung. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2011; 17: 6- 9.
- [5] Thomas S. Hansen, Astrid Boisen, John M. Woodley, Sven Pedersen and Anders Riisager. "Production of HMF from Aqueous Fructose – A Microwave Study". Technical University of Denmark. <http://opensourceecology.org/wiki/File:Paper1829.pdf>
- [6] Jarosław Lewkowski. *ARKIVOC* 2001 (i) 17-54. General Papers.
- [7] Sergey P. Verevkin, Vladimir N. Emel'yanenko, Elena N. Stepurko, Richardas V. Ralys, and Dmitry H. Zaitsev, Annegret Stark *Ind. Eng. Chem. Res.* 2009; 48: 10087–10093.
- [8] Qi, X., Watanabe, M., Aida, T.M., Smith, Jr, R.L., *Green Chem.* 2008; 10: 799.