

BIOETANOL SUSTENTABLE: ESTUDIO CINÉTICO Y MODELADO DE LA HIDRÓLISIS DE LACTOSUERO COMO PRIMERA ETAPA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Mauricio Arrastúa^{2,3}, Verónica Capdevila^{1,2,3}, Cristina Gely^{1,2,3}, Ana M. Pagano^{1,2,3}

¹Núcleo TECSE, Depto. Ing. Química,

²Programa Universidad Diseño y Desarrollo Productivo (SPU)

³Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Av. del Valle 5737, 7400 Olavarría, Argentina.

Email: apagano@fio.unicen.edu.ar

INTRODUCCION

La sociedad actual es dependiente del petróleo; frente a su evidente escasez a corto plazo, las energías renovables cobran gran importancia como propuesta alternativa a esta problemática.

El bioetanol es el biocombustible más ampliamente utilizado para el transporte en todo el mundo (Balat, 2011). Se puede obtener tanto a partir de la fermentación alcohólica de productos con alto contenido de azúcares y almidón, como también a partir de tecnologías sustentables que utilizan biomásas residuales de la industria de alimentos. En este caso el bioetanol es denominado de “segunda generación” dado que queda fuera de la controversia entre destinar los alimentos para el consumo humano ó para la generación de energía.

Entre los residuos de la industria alimenticia, el lactosuero que se genera en las industrias lácteas constituye una problemática medioambiental importante, debido a los altos volúmenes producidos y su alto contenido de materia orgánica (Guimaraes et al., 2010). Una solución que aparece promisorio es emplearlo para producir bioetanol.

El carbohidrato presente en el lactosuero es la lactosa, un disacárido que cuando es sometido al proceso de hidrólisis proporciona glucosa y galactosa; luego a partir de un proceso fermentativo de estos monosacáridos se obtiene el bioetanol.

Dada la baja concentración de lactosa en el suero (aproximadamente 5% p/p), para enriquecerlo suele recurrirse a combinarlo con otras biomásas como los residuos lignocelulósicos (cascarilla de arroz, cebada). Para ello se requiere de un pretratamiento ácido a alta presión y alta temperatura para hidrolizar los azúcares componentes de la hemicelulosa (Dagnino et al., 2013). Para hidrolizar la lactosa es posible también utilizar un tratamiento térmico a alta temperatura en medio ácido.

En este trabajo se presenta el estudio la hidrólisis ácida de la lactosa del suero de leche entera, como primera etapa del proceso de producción de bioetanol de segunda generación a partir de residuos lignocelulósicos (cascarilla de arroz) en combinación con lactosuero desarrollado en estudios previos (Capdevila et al., 2015). El objetivo principal es generar el modelo cinético para el diseño del reactor de hidrólisis previo a la fermentación de carbohidratos y separación del bioetanol. El proyecto se enfoca a atender problemáticas medioambientales como son la búsqueda de bioenergía sustentable y la reutilización de efluentes en las industrias lácteas.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Las experiencias se basaron en el diseño experimental propuesto por López Ríos et al. (2006) para hidrólisis ácida del suero de leche. Se utilizó un reactor batch de 300 mL con agitación continua termostático a una temperatura de 80°C, empleando ácido

clorhídrico como catalizador a una concentración de 1 g de ClH/1000 g de lactosa. El seguimiento de la reacción se llevó durante 2 h extrayendo muestras de la mezcla reaccionante a cabo a intervalos regularmente espaciados cada 10 minutos.

El grado de hidrólisis de la lactosa se cuantificó mediante un método de clínico alternativo –validado por la técnica de crioscopia- el cual está basado en el uso de un analizador automático de glucosa mediante tiras reactivas. Este método rápido ha sido probado por Nieto y Pirola (2007) comparando los resultados analíticos con los obtenidos por el método de punto crioscópico, presentado errores medios menores del 6,6%. A partir de la concentración de glucosa, mediante balance de masa se obtuvo la concentración de lactosa remanente a cada tiempo de reacción. Los resultados fueron comparables con los obtenidos por otros autores como Hashem y Darwish (2010) para hidrólisis de otros carbohidratos. Las curvas temporales de concentración lactosa remanente se ajustaron mediante análisis de regresión no lineal a través de modelos de pseudo-primer orden, obteniéndose los parámetros cinéticos del proceso con coeficientes de correlación mayor a 0,9. El modelo de reacción validado experimentalmente fue utilizado como insumo para el diseño del reactor de hidrólisis del proceso simulado en Aspen HYSYS para la producción de bioetanol de segunda generación a partir de lactosuero combinado con cascarilla de arroz pretratada.

REFERENCIAS

- Balat M. (2011). Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review. *Energy Conversion and Management*, 52(2): 858–875.
- Capdevila V., Kafarov V., Gely C. Pagano A.M. (2016). Valorization of waste food industry for producing second generation bioethanol. *Advanced Materials Research*, 1139: 33-39.
- Dagnino E.P., Chamorro R.E., Romano D.S., Felissia F., Área M.C (2013). Optimization of the acid pretreatment of rice hulls to obtain fermentable sugars for bioethanol production. *Industrial Crops and Products*, 42: 363–368.
- Guimarães P.M.R., Teixeira J.A., Domingues L. (2010). Fermentation of lactose to bioethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. *Biotechnology Advances*, 28: 375–384.
- Hashem, M., Darwish S.M.I. (2010). Production of bioethanol and associated by-products from potato starch residue stream by *Saccharomyces cerevisiae*. *Biomass and Bioenergy* 34: 953–959.
- Londoño J., López L., Raigoza E., Zapata D. (2013). Optimización de las condiciones enzimáticas para el deslactosado de leche de cabra. *J. Eng. Technol.*, 2(1): 30-38.
- Lopez Rios C.A., Herrera Penagos S.N., Ruiz Colorado A.A., Medina de Perez V.I. (2006). Producción de ácido cítrico con *Aspergillus niger* NRRL 2270 a partir de suero de leche. *Dyna*, 73(150): 39-57.
- Madoumier M., Azzaro-Pantel C., Tanguy G., Gésan-Guiziu G. (2015). Modelling the properties of liquid foods for use of process flowsheeting simulators: Application to milk concentration. *Journal of Food Engineering*, 164: 70–89.
- Nieto I., Pirola M.B. (2007). Método alternativo para medida de hidrólisis de lactosa. VI Jornadas de Desarrollo e Innovación Tecnológica INTI. Buenos Aires, Argentina.
- Zhang Y., Muhammad Tajammal Munir, Yu W., Young B.R. (2014). Development of hypothetical components for milk process simulation using a commercial process simulator. *Journal of Food Engineering*, 121: 87–93.