



Evaluación de una estrategia de control para la producción de biohidrógeno a partir de residuos sólidos orgánicos en un reactor discontinuo secuencial

Sonia G. Santiago Cruz, Alejandro Vargas Casillas e Iván Moreno Andrade

Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas, Unidad Académica Juriquilla-Querétaro, Instituto de Ingeniería, UNAM. (e-mail: imorenoa@ii.unam.mx)

Palabras clave: biohidrógeno, reactor discontinuo secuencial, residuos sólidos orgánicos

Introducción. Recientemente, se ha reportado la producción de hidrógeno (H_2) a partir de residuos sólidos orgánicos (RSO) [1]. Un factor importante de considerar durante la operación de reactores productores de es el tiempo de retención hidráulica (TRH) [2]. Los reactores discontinuos secuenciales (SBR) tiene la ventaja de desacoplar el TRH del tiempo de retención de sólidos, por lo que es posible variar el TRH sin tener pérdidas en la biomasa productora de H_2 [3]. Por lo anterior, es necesario determinar el TRH óptimo donde se maximice la tasa de producción de H_2 . El objetivo de este trabajo fue evaluar una estrategia de control que determine el mejor THR para maximizar la producción de H_2 .

Metodología. Se empleó un reactor SBR de acrílico con un volumen útil de 1 L automatizado. La operación del reactor se realizó de la siguiente manera: Llenado (5 min) reacción (variable, dependiendo del experimento, sedimentación), sedimentación (10 min) y vaciado (5 min). Se monitoreo en línea la producción de H_2 por medio de un caudalímetro (Agilent). Como sustrato se emplearon RSO de un restaurant. La estrategia de control propuesta se basa en una curva modificada de Gompertz [1] modificada en línea con los datos de volumen de gas producido experimentalmente.

Resultados. El reactor se operó durante 100 días. Los resultados demostraron que la máxima producción volumétrica de H_2 (PVH) y rendimiento (Y_{H_2}) se obtuvieron con un TRH de 8h (tabla1). Los ácidos grasos volátiles (AGV) predominantes fueron el acético y butírico. Se observó que durante la disminución del TRH aumenta la producción de butirato y solventes. El manejo de un tiempo de retención de sólidos mayor al TRH evita el lavado de la biomasa productor de H_2 .

Tabla 1. Producción de H_2 en distintos TRH.

TRH	PVH (mLH ₂)	YH ₂ (mLH ₂ /gSV)	AGV _{total} (g/L)
48 h	131±48	9.4±3.4	4.7±0.2
24 h	252±62	9.0±2.2	2.6±0.1
16 h	319±46	7.6±1.1	3.0±0.1
8 h	1278±79	15.2±0.9	1.4±0.1

A continuación se describe el modelo matemático y el control propuestos: La ecuación (1) muestra el modelo para explicar el volumen acumulado de H_2 (t) como una función del tiempo t (en min), relacionada al modelo de Gompertz (incluyendo H_{max} , R_{max} y λ) [1]. El controlador propuesto ajusta el modelo (1) periódicamente a los

datos en línea y calcula el tiempo para poner fin a la fase de reacción cuando se ha alcanzado la máxima producción de H_2 , es decir, cuando el primer término de (1) es casi igual a H_{max} . La ecuación (2) busca el parámetro de diseño (η), e.g., si $\eta=3$, entonces el primer término de (1) alcanza el 99.92% de H_{max} cuando $t=t_{final}$.

$$H(t) = H_{max} \exp \left[- \exp \left(\frac{R_{max} e}{H_{max}} (\lambda - t) + 1 \right) \right] + mt \quad (1)$$

$$t_{end} = \lambda + \left(\frac{H_{max}}{R_{max}} \right) \eta. \quad (2)$$

La figura 1 muestra los ajustes realizados por el modelo en comparación con los datos experimentales. El modelo determinó que el tiempo de reacción óptimo oscila entre 200 y 280 min. La estrategia de control se probó durante el arranque de un biorreactor SBR de 1L demostrando mantener la máxima producción de hidrógeno manejando THR cortos.

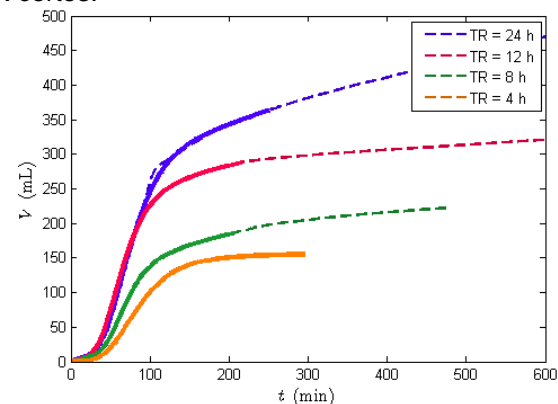


Fig. 1. Determinación del tiempo de reacción para cada TRH. La línea punteada representa la producción real de H_2 y la línea continua representa el seguimiento realizado por el control, concluyendo el ciclo cuando concluye la línea continua.

Conclusiones. La máxima PVH y Y_{H_2} se obtuvieron con un TRH de 8h. El modelo determinó que el tiempo de reacción óptimo oscila entre 200 y 280 min. La estrategia de control demostró mantener la máxima producción de hidrógeno manejando THR cortos.

Agradecimiento. Financiamiento de CONACYT 240087 y PAPIIT-UNAM IN 112114.

Bibliografía.

- Ramos C, Buiron G, et al (2012). *Int J Hydrogen Energy* 37: 13288-95
- Liu D, Liu D, Zeng J, I Angelidaki I. (2006). *Water Res* 40(11):2230-6
- Arroj MF, Han S, Kim SH, Shin HS. *Int J Hydrogen Energy* 33:6509-14