



REMOCIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN FORZADA EN UN BIOREACTOR DE CHAROLAS PARA FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO.

Arturo Figueroa-Montero¹, Tristán Esparza-Isunza², Gerardo Saucedo-Castañeda¹, Sergio Huerta-Ochoa¹, Mariano Gutiérrez-Rojas¹, Ernesto Favela-Torres¹, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, ¹Departamento de Biotecnología, ²Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica. Av. San Rafael Atlixco 186, C.P. 09340, México, D.F. Correo-e: aafigueroamontero@gmail.com

Palabras clave: fermentación en medio sólido, reactor de charolas, transferencia de calor.

Introducción. La remoción de calor es una de las principales limitaciones en los procesos de fermentación en medio sólido (FMS) a gran escala (1). La generación de calor metabólico, el bajo contenido de agua y la baja conductividad térmica de los sustratos causan la elevación de la temperatura en los lechos de fermentación afectando el metabolismo microbiano (1,2). Pocas estrategias han sido diseñadas para la remoción de calor durante la fermentación en los lechos en bioreactores de charolas para FMS (3).

El objetivo del presente trabajo es proponer: i) una estrategia para la remoción de calor en reactores de charola para FMS; ii) balances de calor y masa que permitan la estimación de los coeficientes de transferencia, y iii) un modelo matemático que permita predecir la temperatura del lecho de fermentación.

Metodología. Para la FMS se usó agrolita impregnada de medio Pontecorvo modificado, se empacó en charolas de aluminio abiertas con una densidad aparente de 141 kgm⁻³. Se inoculó con *Aspergillus niger* C28B25. Las charolas se colocaron dentro del reactor, que se incubó en un cuarto a 30°C. El CO₂ fue medido por espectrofotometría de absorción de infrarrojo. Se midió la temperatura del lecho de fermentación (T_b) y del aire suministrado (T_a). El contenido de humedad del lecho de fermentación fue medido en termobalanza. Detalles de los experimentos se muestran en la Tabla 1. Para aumentar el N_{Re} del "headspace" del reactor fue introducido un sistema de ventiladores al reactor.

Tabla 1. Condiciones de FMS, experimentos 1 (E1) y 2 (E2).

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	E1	E2
Ventiladores	-	No	Si
N_{Re}^a	Número de Reynolds	2.53	2839
z_b (cm)	Altura del lecho	2.5	2.5
v (cm s ⁻¹) ^b	Velocidad del aire	-	50
VKgM	Gasto de aire	1.61	1.61
W_b (g·g _{is} ⁻¹)	Contenido de humedad del lecho	1.24	1.22

^aEn experimento 1, $N_{Re} = L \cdot G \cdot \rho_{air} \cdot (A_T \cdot \mu_{air})^{-1}$; en experimento 2 $N_{Re} = L \cdot v \cdot \rho_{air} \cdot \mu_{air}^{-1}$.

^bEn experimento 1, v es demasiado bajo para ser medido.

El balance de agua en el lecho de fermentación es

$$W_{evap,i,j} = W_{b,i} - W_{b,j} + W_{met,i,j} \quad (1)$$

$$W_{evap,i,j} = k_m A_c \int_i^j (H_s - H_a) dt \quad (2)$$

El balance de calor en el lecho de fermentación es:

$$\frac{dT_b}{dt} = \frac{1}{Cp_b / x_{IS}} \left[-2U_i A_c (T_{b,0} - T_{a,0}) - \lambda_w k_m A_c (H_{s,0} - H_{a,0}) + \frac{\alpha}{m_b} r_{CO_2} \right] \quad (3)$$

A partir de la integración de las Ecs. (2) y (3) en los intervalos de muestreo se estimaron los coeficientes de transferencia de masa (k_m) y calor (U_i). Los promedios de los coeficientes obtenidos en los intervalos de muestreo fueron usados en el modelo propuesto.

Resultados. En la Figura 1 se observa un buen ajuste entre los datos experimentales de temperatura y las predicciones a partir del modelo propuesto. El sistema de ventiladores mejoró la remoción de calor sin afectar significativamente la producción total de CO₂ ni el contenido de humedad final de los experimentos (resultados no mostrados).

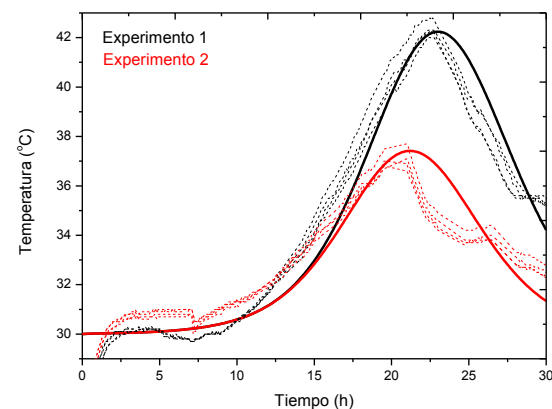


Fig. 1. Temperaturas del lecho de fermentación (líneas discontinuas) y predicciones de temperatura (líneas continuas).

Conclusiones. La estrategia propuesta para remoción de calor resultó efectiva y sin efectos negativos significativos. Los datos obtenidos a partir de modelo presentaron buen ajuste con los resultados experimentales.

Agradecimiento. CONACYT, Becario 127584.

Bibliografía.

- Saucedo-Castañeda G, Gutiérrez-Rojas M, Bacquet G, Raimbault M, Viniegra-González G. (1990). *Biotechnol. Bioeng.* 35: 802-808.
- Nagel FJJ, Trampler J, Bakker MSN, Rinzeema A. (2001). *Biotechnol. Bioeng.* 72(2): 219-230.
- Khanahmadi, M, Roostaazad, R, Safekordi, A, Bozorgmehri, R and Mitchell, DA. (2004). *J Chem Technol Biotechnol.* 79: 1228-1242.