



ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN UN LECHO DE FERMENTACIÓN EN MEDIO SÓLIDO EN UN REACTOR DE CHAROLAS USANDO UN SOPORTE INERTE

Arturo Figueroa-Montero, Mariano Gutiérrez-Rojas, Sergio Huerta-Ochoa y Ernesto Favela-Torres
Departamento de Biotecnología, UAM-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, México D.F.
09340 MÉXICO, Tel: 58 04 65 54, e-mail: aafiguerfima@hotmail.com

Palabras clave: balance de agua, reactor de charolas, fermentación en medio sólido, soporte inerte.

Introducción. Las principales dificultades en la operación y control de reactores industriales para fermentación en medio sólido (FMS) se relacionan con la regulación de la temperatura y el contenido de agua del lecho de fermentación (LF) (1). La evaporación es el principal mecanismo de remoción de calor metabólico, provocando pérdidas de agua que afectan el crecimiento de los microorganismos (2). En los procesos de FMS el contenido de agua durante el proceso es medido removiendo y secando muestras (3). Esto provoca problemas de contaminación y cambios en la atmósfera del reactor. La estimación del contenido de agua en línea es útil en el diseño de algoritmos de control para FMS.

El objetivo de éste trabajo fue proponer un modelo para estimar el contenido de agua en procesos de FMS en un reactor de charolas usando agrolita como soporte inerte (SI).

Metodología. Para la FMS se usó agrolita impregnada con medio Pontecorvo modificado (200 mg/gSI de sacarosa). El contenido de agua y el pH iniciales fueron de 1.245 g/gSI y 5.57, respectivamente. La agrolita impregnada con el medio de cultivo e inoculada con *Aspergillus niger* C28B25 se empacó en charolas de aluminio abiertas con una densidad de empaque de $141 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, altura de lecho de 2.5 cm, con aireación de 0.622 VKgM. Las charolas se colocaron en el reactor, incubado en un cuarto a 30°C . El aire introducido al reactor fue saturado con vapor de agua. El CO_2 se midió por espectrofotometría de absorción de infrarrojo (1).

Se propuso el siguiente balance integral de agua en el LF: $W_{\text{evap}} = W_i - W_{i+1} + W_{\text{met}}$; W_i y W_{i+1} , contenido de agua inicial y final, respectivamente, se midieron en termobalanza; W_{met} se estimó por el CO_2 producido; W_{evap} se obtuvo por el balance integral de agua. Para el secado de materiales en charolas (3):

$$\frac{dW_{\text{evap}}}{dt} = \frac{h_c A_K}{\lambda_w} (T_b - T_c) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde, T_b , temperatura del LF y T_c , temperatura del aire entre las charolas; h_c coeficiente convectivo de transferencia de calor; λ_w calor latente de vaporización.

Resultados y discusión. La integración de la Ec. 1 permite calcular numéricamente el valor de h_c ($9.79 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$) para el intervalo de tiempo entre t_i y t_{i+1} . A su vez, la Ec. 2 permite estimar el contenido de agua en el LF:

$$W_{i+1} = W_i + \frac{dW_{\text{met}}}{dt} - \frac{dW_{\text{evap}}}{dt} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde se tiene que:

$$\frac{dW_{\text{met}}}{dt} = M_{W_w} \cdot Y_{W/\text{CO}_2} \cdot r_{\text{CO}_2} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde M_{W_w} , peso molecular del agua; Y_{W/CO_2} , rendimiento agua metabólica- CO_2 ; r_{CO_2} , tasa molar de producción de CO_2 .

En la Figura 1 se muestra la concentración de agua en el LF en función del tiempo de cultivo. Se observa un buen ajuste entre los datos experimentales y los estimados en las primeras 20 horas de fermentación; al final del cultivo (22 - 30h) el modelo no se ajusta adecuadamente a los datos experimentales. Esto puede deberse a que se subestima la cantidad de agua metabólica (Ec. 3), al considerar constante el valor de Y_{X/CO_2} ; nuestros estudios (no mostrados) muestran que su valor varía en función del tiempo de cultivo. En este trabajo se propone que la cantidad de W_{evap} , depende tanto de las propiedades de transporte del LF (T_b , A_K y λ_w) como las del aire en el "headspace" del reactor (h_c y T_c), mientras que en otros trabajos (2), se señala que la cantidad de W_{evap} depende únicamente de las propiedades de transporte del LF (T_b , porosidad, contenido de agua).

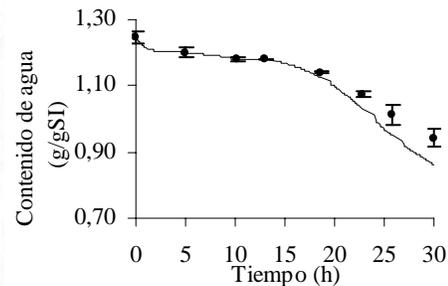


Fig. 1 Perfil del contenido de humedad durante la fermentación: experimental (●), a partir de la ecuación 2(—).

Conclusiones. El perfil de contenido de humedad estimado a partir del modelo propuesto presentó un buen ajuste con respecto a los datos obtenidos experimentalmente. El balance integral de agua permitió calcular el coeficiente convectivo de transferencia de calor, involucrado en la evaporación.

Agradecimientos. CONACYT, Becario 127584.

Bibliografía.

1. Saucedo-Castañeda, G, Lonsane, BK, Krishnaiah, JM, Navarro J.M, Roussos, S and Raimbault M. (1992). Maintenance of heat and water balances as a scale-up criterion for the production of ethanol by *Schwanniomyces castelli* in a solid-state fermentation system *Proc Biochem.* 27: 97-107.
2. Khanahmadi, M, Roostaazad, R, Safekordi, A, Bozorgmehri, R and Mitchell, DA. (2004). Investigating the use of cooling surfaces in solid-state fermentation tray bioreactors: modelling and experimentation. *J Chem Technol Biotechnol.* 79: 1228-1242.
3. McCabe, WJ, Smith, JC, Harriott, P. (2001). Drying of Solids. En: *Unit Operations of Chemical Engineering*. McGraw-Hill, USA. 773-811.