



INFLUENCIA DE RENDIMIENTOS CONSTANTES Y VARIABLES EN LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS PARA *Desulfovibrio alaskensis* 6SR USANDO EL MODELO DE HALDANE-LEVENSPIEL

Juan Figueroa Estrada^a, Pablo López Pérez^b, Vicente Peña Caballero^b, Rigel Gómez Acata^b, Ricardo Aguilar López^b, Isabel Neria González^a.

^a División de Ingeniería Química y Bioquímica, TESE, Ecatepec, Edo. de México, CP 55120.

^b Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV-IPN, D.F. México. E-mail: ibineria@hotmail.com.

Palabras clave: *Desulfovibrio alaskensis*, inhibición por producto, Haldane-Levenspiel.

Introducción. Los modelos cinéticos que ignoran la naturaleza multicomponente de la célula y toman a las células como una cantidad uniforme sin considerar la dinámica interna, se llaman modelos no estructurados. Los microorganismos presentan comportamientos altamente no lineales y la aplicación de los rendimientos variables son útiles para explicar el comportamiento oscilatorio observado en el reactor⁽¹⁾. Para nuestro caso de estudio se ha reportado que las bacterias sulfato reductoras como *Desulfovibrio alaskensis* presenta inhibición por sulfuro pese a su alta tolerancia⁽²⁾.

El objetivo de este trabajo fue estimar los parámetros cinéticos para *Desulfovibrio alaskensis* 6SR usando un modelo no estructurado de inhibición por producto y comparar el modelo Haldane-Levenspiel con rendimientos variables y constantes.

Metodología. *Desulfovibrio alaskensis* 6SR se creció en medio Postgate C, incubado a 37 °C. La biomasa (X), se cuantificó por peso seco; el sulfato (S), en base a NOM-AA-74-1981; el sulfuro (P), por el método de Ralf Cord-Ruwish, el exopolisacárido (EPS) se extrajo combinando un tratamiento térmico seguido de una filtración y centrifugación. Los parámetros cinéticos se estimaron usando el modelo de Haldane-Levenspiel^(3,4) (Ec. 1). Los balances de materia se presentan en las ecuaciones 2-6, donde se propone un modelo para la producción del EPS (Ec.6).

$$\mu = \left[\frac{\mu_m S}{K_S + S + S^2 K_i^{-1}} \right] \left[1 - \frac{P}{K_p} \right]^m \quad (1) \quad \frac{dX}{dt} = \mu X - \mu_d X \quad (2)$$

$$\frac{dS}{dt} = (-Y_{S/X})(\mu X) \quad (3) \quad \frac{dP}{dt} = (Y_{P/X})(\mu X) \quad (4)$$

$$\frac{dX_d}{dt} = \mu_d X \quad (5) \quad \frac{dEPS}{dt} = K_{EPS} X^n \epsilon X_d \quad (6)$$

Donde: μ_{max} es la velocidad máxima de crecimiento, K_S es la constante de afinidad por el sustrato, K_i es una constante de inhibición, K_p es la concentración producto inhibitoria, m es el orden de reacción, $Y_{S/X}$ y $Y_{P/X}$ son los rendimientos sustrato-biomasa y producto-biomasa respectivamente, X_d es la concentración de biomasa muerta, μ_d es la velocidad de muerte, K_{EPS} es una contante para el EPS y ϵ es un término exponencial del EPS. Los parámetros cinéticos se estimaron con una regresión no lineal multivariable. El modelo y los

parámetros cinéticos fueron validados por simulación. Asimismo, para los rendimientos variables se propusieron modelos polinomiales de tercer orden y se ajustaron. El análisis matemático se realizó con el programa POLYMATH 6.0 Professional®.

Resultados. Los valores estimados de los parámetros cinéticos son los siguientes: $\mu_{max} = 0.39 \text{ h}^{-1}$, $K_S = 2227.03 \text{ ppm}$, $K_i = 9850.19 \text{ ppm}$, $K_p = 554.19 \text{ ppm}$, $m = 1$, $K_{EPS} = 9.78 \times 10^{-7} \text{ ppm}$, $\epsilon = 2$, $Y_{S/X} = 14.13$ y $Y_{P/X} = 2.14$. En las ecuaciones 7 y 8 se muestran los modelos de ajuste cubico para los rendimientos variables.

$$Y_{S/X} = -55.54396 + 0.07049S - 2.18769 \times 10^{-5}S^2 + 2.13099 \times 10^{-9}S^3 \quad (7)$$

$$Y_{P/X} = 0.49673 + 0.00212P + 3.67295 \times 10^{-5}P^2 - 7.01663 \times 10^{-8}P^3 \quad (8)$$

Tabla 1. Coeficientes de correlación entre los datos experimentales y estimados con rendimientos constantes y variables.

Rendimiento	Coeficiente de correlación				r^2 global
	Biomasa	Sulfato	Sulfuro	EPS	
Constante	0.924	0.870	0.982	0.929	0.940
Variable	0.939	0.930	0.993	0.996	0.980

Conclusiones. La cinética de crecimiento de *D. alaskensis* presenta un efecto inhibitorio ajustándose al modelo propuesto de Haldane-Levenspiel. El coeficiente de correlación global con los modelos de rendimientos variables propuestos es considerablemente más alto que el coeficiente con rendimientos constantes (Tabla 1), por lo tanto la dinámica de *Desulfovibrio alaskensis* 6SR puede ser mejor descrita con rendimientos variables en comparación con rendimientos constantes.

Agradecimiento. JCFE agradece a CONACyT por la beca de posgrado otorgada así como a la División de Ingeniería Química y Bioquímica del TESE.

Bibliografía.

- Huang X, Wang Y, and Zhu L, (2006). *J. Mathe. Chem.* vol (39): 281-294.
- White C, Gadd G, (1998). *Microbiol.* vol (144): 1407-1415.
- Haldane, (1930) *Enzymes*, Longmans London.
- Levenspiel, (1980). *Biotechnol and Bioeng.* vol (22): 1671-1687.