

MULTIPLICIDAD DE ESTADOS ESTACIONARIOS EN UN REACTOR CONTINUO DE MEZCLA COMPLETA PARA LA HIDROLISIS DE SACAROSA

Jazmín M. Vásquez, Alejandro Santiago, Jesús Vega, Ma del Carmen Montes, Jaime Ortega, Luis Bernardo Flores
 Departamento de Biotecnología y Bioingeniería CINVESTAV
 Av. Politécnico Nacional 2508, C.P. 07000 México, D.F. Fax: 57 47 33 13, e-mail: lfcotera@mail.cinvestav.mx

Palabras clave: Invertasa, Múltiples estados-estacionarios, sacarosa.

Introducción: La multiplicidad de estados estacionarios ha sido un fenómeno estudiado ampliamente para el control y operación de reactores continuos. Sin embargo, el fenómeno se ha reportado para muy pocos sistemas biológicos. La invertasa presenta una inhibición anticompetitiva a altas concentraciones de sustrato.

El objetivo de este trabajo fue demostrar experimentalmente que la multiplicidad de estados estacionarios es posible en reactores agitados de mezcla completa para la hidrólisis de sacarosa con invertasa.

Metodología: Se realizaron 4 experimentos con diferentes concentraciones iniciales de sacarosa (S_i) en el reactor y se observó el efecto de este valor inicial sobre las condiciones de estado estacionario alcanzadas (r_{EE} , S_{EE}). Los concentraciones iniciales fueron 0.10, 0.175, 0.585 y 1.0 M, pero la concentración de sacarosa en la alimentación ($S_o = 1.5$ M) y el flujo de alimentación (1 ml/min) se mantuvieron constantes en cada caso. La concentración de sacarosa hidrolizada por la enzima y la residual se determinaron por el método de Miller (1). En el segundo caso previa hidrólisis con HCl.

Resultados y Discusión: En un reactor agitado continuo en el que se lleva a cabo una reacción con inhibición por sustrato, los puntos de operación en estado estacionario se obtienen localizando los puntos de intersección de la línea de balance de materia ($r = ([S_o] / \tau) - (1 / \tau) * [S]$); con la expresión cinética. A altas concentraciones de sustrato la velocidad de hidrólisis presenta una caída pronunciada debido a la inhibición por sustrato. Lo anterior en ciertas condiciones hace posible hasta tres diferentes puntos de operación teóricos (Fig. 1).

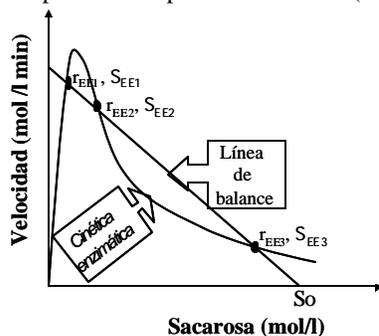


Fig. 1. Multiplicidad de estados estacionarios en un reactor tanque agitado con invertasa

Para demostrar experimentalmente la multiplicidad de estados estacionarios en este sistema, se efectuaron experimentos con diferentes concentraciones iniciales de sacarosa en el reactor. En la Tabla 1 se muestran los valores de r y S alcanzados en cada caso en estado estacionario (60 h). Puede observarse que cuando se inició con 0.1 y 0.175 M, los valores de r y S en estado estacionario fueron similares (0.00154, mol/ l min; 0.135 M). Por otro lado, cuando la concentración inicial fue 0.584 o 1.0 M los valores de r y S en estado estacionario fueron también semejantes (0.009 mol/l min; 0.7 M), pero diferentes a los anteriores.

Tabla 1. Velocidades de hidrólisis (r) y concentraciones de sacarosa residual (S) alcanzadas en estado estacionario en un RCTA .

S_i (M)		Teórico (r_{EE1}, S_{EE1})	Experimental	Error relativo (%)
0.175	r (M/min)	0.00154	0.00151 \pm 1.36x10 ⁻⁴ 0.00157 \pm 5.08x10 ⁻⁵	1.95 1.95
	S (M)	0.135	0.140 \pm 0.059 0.133 \pm 0.017	3.7 1.48
0.1	r (M/min)	0.00154	0.00150 \pm 9.55x10 ⁻⁵ 0.00151 \pm 2.36x10 ⁻⁵	2.6 2.6
	S (M)	0.135	0.168 \pm 0.021 0.164 \pm 0.018	19.6 21.5
0.584	r (M/min)	0.0009	0.00092 \pm 5.36x10 ⁻⁵ 0.00093 \pm 1.21x10 ⁻⁵	2.2 3.3
	S (M)	0.70	0.644 \pm 0.048 0.683 \pm 0.036	8 2.42
1.0	r (M/min)	0.0009	0.00087 \pm 7.06x10 ⁻⁵ 0.00091 \pm 6.73x10 ⁻⁵	3.33 0.88
	S (M)	0.70	0.722 \pm 0.028 0.681 \pm 0.042	3.33 2.79

Conclusiones: Por lo anterior se puede afirmar que el sistema bajo estas condiciones alcanzó dos puntos de operación estable que coincide con las intersecciones de la línea de operación con la cinética enzimática.

Bibliografía

1. Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chem.* 31:426.