

OPTIMIZACIÓN DE ADSORCIÓN DE MOLIBDATO SOBRE ESFERAS DE QUITOSANO

Bertoni, Fernando Ariel; Bellú, Sebastián; Sala, Luis F.

Sección: Química Ambiental.

Instituto de Química Rosario (IQUIR)-CONICET, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Suipacha 531, S2002LRK Rosario, Argentina. bertoni@iquir-conicet.gov.ar

Introducción

El quitosano es un polisacárido compuesto por poli (β -1 \rightarrow 4)-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranosas. Es producido por la desacetilación de la quitina, que está ampliamente distribuida entre invertebrados marinos y terrestres. El quitosano es un excelente adsorbente natural de iones metálicos debido a la presencia de grupos amino y oxidrilo, que sirven como sitios reactivos y de coordinación. (1)

El molibdeno es un elemento esencial para algunas funciones en animales y plantas y es utilizado en aplicaciones específicas como acero de alta dureza y catalizadores. El aumento de los niveles de molibdeno en humanos causa enfermedades como anemia, deformidades, anomalías en los riñones e hígado e incluso la muerte. Por lo tanto, es de gran importancia desde el punto de vista medioambiental. (2)

Entre los métodos existentes de eliminación de oxoaniones se hallan la co-precipitación, ósmosis reversa, técnicas de adsorción simples las cuales suelen emplear: carbón activado, polímeros, componentes de suelos, minerales de hierro (3). Debido a sus bajos costos operacionales, la adsorción resulta una alternativa atractiva para remover metales pesados en soluciones diluidas. Muchos materiales de origen biológico se han utilizado para eliminar estos metales de aguas y efluentes industriales (1).

Se ha demostrado que los métodos convencionales de optimización del proceso de biosorción, presentan grandes restricciones. Sin embargo la aplicación quimiométrica denominada: "*optimización multivariada*" (la cual se logra a través de estrategias de diseño experimental); permite obtener "*superficies de respuesta*"; las cuales responden a un modelo matemático capaz de predecir los parámetros operacionales más importantes en el proceso de sorción; tales como: pH, temperatura, cantidad de biomasa, etc.

En el presente trabajo se ha aplicado un diseño central compuesto. (4)

Objetivos

El objetivo del trabajo fue determinar los factores significativos que afectan el proceso de adsorción de MoO_4^{2-} sobre esferas de quitosano y optimizar las condiciones experimentales para obtener la mayor remoción del contaminante.

Materiales y métodos

Preparación de las esferas. Se preparó una solución de quitosano de concentración 4% P/P. Para la misma se pesó una cantidad de quitosano y se disolvió en un volumen de ácido acético 4% P/V en un baño a 50°C. La solución resultante se sonicó hasta disolución total. Luego se llenó una jeringa con la solución de quitosano y se goteó lentamente sobre una solución de hidróxido de sodio en agitación. El tamaño promedio de las esferas obtenidas fue de 3mm de diámetro. (1)

Preparación y determinación de la concentración de la solución de molibdato. La solución de molibdato se preparó disolviendo una cantidad determinada de molibdato de sodio en agua destilada. La concentración de MoO_4^{2-} en solución se determinó mediante espectrofotometría a 400 nm; empleando como reactivo de color: catecol ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$), en medio básico. (5)

Diseño experimental y optimización. Se analizó si los factores tiempo de contacto, pH, temperatura y número de esferas eran significativos. La concentración de molibdato inicial fue 0,002 M.

Cada variable, fue analizada en un rango específico: tiempo de contacto: 1 a 60 minutos, pH: 1 a 12 unidades de pH, temperaturas 20°C a 60°C; número de esferas: 5 a 50.

Experimentos en lote. En un experimento típico se agregó un número determinado de esferas de quitosano a un volumen de 10,0 mL de agua destilada llevada a pH con soluciones de ácido sulfúrico o hidróxido de sodio.

Posteriormente se agregó Na_2MoO_4 ; manteniendo a la mezcla de reacción en agitación y temperatura constante. Transcurrido un tiempo determinado, se tomó una muestra de la mezcla de reacción y se agregó a una solución conteniendo 5,0 mL del reactivo de color: catecol 1% P/V y 5,0 mL de agua destilada. Se midió la absorbancia a 400 nm y se determinó la concentración remanente de molibdato en solución, pudiéndose de este modo determinar el porcentaje de remoción. Los valores de porcentaje de remoción se ingresaron en el programa Design Expert v 7 y se utilizaron como respuesta durante el análisis de variables significativas y durante la optimización.

Resultados

	Std	Run	Block	Factor 1 A:pH	Factor 2 B:tiempo min	Factor 3 C:T °C	Factor 4 D:esferas
	11	1	Block 1	1.00	60.00	20.00	5.00
	10	2	Block 1	12.00	1.00	20.00	5.00
	6	3	Block 1	12.00	60.00	60.00	5.00
	8	4	Block 1	1.00	1.00	60.00	50.00
	5	5	Block 1	12.00	60.00	20.00	50.00
	2	6	Block 1	12.00	60.00	20.00	50.00
	7	7	Block 1	1.00	60.00	60.00	50.00
	3	8	Block 1	1.00	60.00	60.00	5.00
	1	9	Block 1	12.00	1.00	60.00	5.00
	12	10	Block 1	1.00	1.00	20.00	5.00
	9	11	Block 1	1.00	1.00	20.00	50.00
	4	12	Block 1	12.00	1.00	60.00	50.00

Tabla 1. Experimentos propuestos para el análisis de los factores

De todos los factores propuestos; sólo resultaron significativos: Factor 1: pH, Factor 2: temperatura, Factor 4: cantidad de esferas agregadas.

Optimización

Con los factores que resultaron significativos; se procedió a la optimización del porcentaje de remoción. Los valores que adoptaron dichos factores se detallan a continuación: rango de pH: 3 a 10 unidades de pH; temperatura 30°C a 50°C, número de esferas 20 a 65 unidades de esferas.

	Std	Run	Block	Factor 1 A:pH	Factor 2 B:temperatura	Factor 3 C:esferas
	2	1	Block 1	10.00	30.00	20.00
		15	Block 1	6.50	40.00	42.50
		8	Block 1	10.00	50.00	65.00
		7	Block 1	3.00	50.00	65.00
		9	Block 1	0.61	40.00	42.50
		6	Block 1	10.00	30.00	65.00
		12	Block 1	6.50	56.82	42.50
		5	Block 1	3.00	30.00	65.00
		1	Block 1	3.00	30.00	20.00
		10	Block 1	12.39	40.00	42.50
		3	Block 1	3.00	50.00	20.00
		13	Block 1	6.50	40.00	4.66
		11	Block 1	6.50	23.18	42.50
		16	Block 1	6.50	40.00	42.50
		4	Block 1	10.00	50.00	20.00
		17	Block 1	6.50	40.00	42.50
		14	Block 1	6.50	40.00	80.34

Tabla 2. Experimentos propuestos para la optimización de remoción

DESIGN-EXPERT Plot

% remocion
 X = C: esferas
 Y = B: temperatura

Actual Factor
 A: pH = 6.50

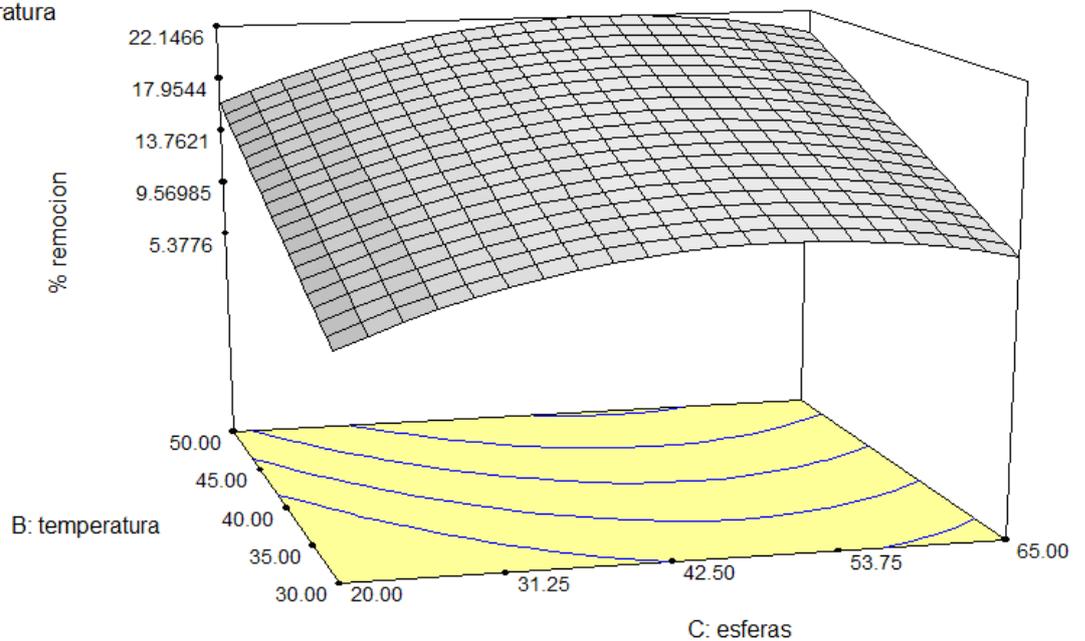


Figura 1. Porcentaje de remoción en función de temperatura y número de esferas a pH 6,5

El porcentaje de remoción se cálculo, para determinadas condiciones de trabajo, a través de la ecuación obtenida, en el ajuste operacional:

$$\% \text{ Remoción: } - 16.71677 - 0.78537 * \text{pH} + 0.53173 * \text{temperatura} + 0.70557 * \text{esferas} - 7.16031\text{E-}003 * \text{esferas}^2$$

El mejor valor de porcentaje de remoción **30.8 %**, se obtuvo empleando las siguientes condiciones:

pH	Temperatura	Número de esferas
1,0	58,0 °C	52

Conclusiones

Se logró determinar que los factores principales que afectan la adsorción de MoO_4^{2-} sobre esferas de quitosano son los siguientes: pH, temperatura y número de esferas. Las condiciones óptimas de trabajo resultaron ser pH= 1,0; T = 58,0 °C, número de esferas 52.

Referencias

- 1)W.S. Wan Ngah, S. Fatinathan. Chemical Engineering Journal 143 (2008) 62- 72.
- 2) A. A. Atia. Applied Clay Science 41 (2008) 73- 84
- 3) K. Z. Elwakeel, A. A. Atia, A. M. Donia. Hydrometallurgy 97 (2009) 21- 28.
- 4) E. Dana, A. Safari. Chemical Engineering Journal 167 (2011) 91- 98.
- 5) S. Seifter, B. Novic. Anal. Chem., 23 (1),(1951) 188- 189.