Arab J Sci Eng
DOI 10.1007/s13369-013-0784-x

RESEARCH ARTICLE - CHEMICAL ENGINEERING

Biosorption of Pb(II) and Co(II) Ions from Aqueous Solutions Using Pretreated *Rhizopus oryzae* (Bread Mold)

Mohammed M. Gharieb · Abdulkawi A. Al-Fakih · Mohamed I. Ali

Received: 1 May 2012 / Accepted: 14 July 2013
© King Fahd University of Petroleum and Minerals 2013

Abstract Biosorption of Pb(II) and Co(II) ions from aqueous solutions was studied in a batch mode by using NaOH-pretreated *Rhizopus oryzae*. The optimum biosorption conditions were studied and determined by investigating pH, time course, initial metal concentration, temperature, co-ions and others. Optimum experimental parameters were determined to be pH (4 for Pb(II) and 7 for Co(II)), contact time 60 min, biomass dose 2 g L^{-1} of solution, and temperature 25 °C. Metal biosorption reached a saturation value at about 200 mg L^{-1}. At this concentration, the biosorbed Pb(II) and Co(II) reached 69.73 ± 1.48 and 13.56 ± 0.37 mg g^{-1}, respectively. Contrary to Co(II) biosorption, Pb(II) biosorption was unaffected by the presence of many competing ions, but significantly decreased when PO_4^{3-} was added. The Langmuir constant (q_{max}) values are close to the experimental, indicating the ability of this model to describe biosorption process. According to q_e values obtained from pseudo-second-order model and values of R^2 (0.964 for Pb(II) and 0.992 for Co(II)), the kinetic studies indicated that the biosorption process for both metals followed well pseudo-second order model. Regarding thermodynamic parameters, the values of ΔG^o at 25 °C were −26.58 kJ mol^{-1} for Pb(II) and 20.70 kJ mol^{-1} for Co(II), ΔS^o (69 J mol^{-1} K^{-1} for Pb(II) and Co(II)), and ΔH^o (2.82 kJ mol^{-1} for Pb(II) and −0.47 kJ mol^{-1} for Co(II)). The results showed that metal biosorption by *R. oryzae* is feasible, spontaneous, endothermic in nature for Pb(II) and exothermic for Co(II). FTIR spectral analysis indicated the involvement of –COOH, –OH and –NH groups in the biosorption process.

Keywords Biosorption · *Rhizopus oryzae* · Lead(II) · Cobalt(II)

الخلاصة

تمت دراسة الامتزاز الحيوي لأيونات الرصاص والكوبالت من المحاليل المائية باستخدام فطر عفن الخبز المعالج بهيدروكسيد الصوديوم. وقد تمت الدراسة في نظام مغلق تحت ظروف مختلفة من درجة الحموضة، وزمن الامتزاز، وتركيز الأيون، ودرجة الحرارة، وكذلك الامتزاز في وجود عناصر أخرى موجبة وسالبة التاين. وتبين من خلال النتائج أن الظـروف الأفضـل لعملية الامتزاز كانت على النحو الآتي: درجة الحموضة = 4 بالنسبة لأيونات الرصاص و7 بالنسبة لأيونات الكوبالت، وزمن الامتزاز = 60 دقيقة، وتركيز عامل الامتزاز = 2 جم لتر$^{-1}$، ودرجة الحرارة = 25 °م. ووصلت القدرة الامتزازية لأيونات الرصاص والكوبالت إلى حوالي 69.73±1.48 و 13.56±0.37 ملجم جم$^{-1}$ على التوالي عند تركيز 200 ملجم لتر$^{-1}$. كما بينت النتائج تأثر امتزاز أيونات الرصاص بإضافة الفوسفات إلى وسط الامتزاز وعدم تأثره بوجود عناصر أخرى منافسة. وقد وُجد أن نموذجي لانجمير وفريندلخ قادران على توصيف الامتزاز الحيوي لكلا الأيونين المدروسين. وتبين أيضا أن نموذج (pseudo-second-order) هو الأكثر ملاءمة في توصيف حركية الامتزاز اعتمادا على قيم معاملات الارتباط (0.964 لأيونات الرصاص و 0.992 لأيونات الكوبالت). وأشارت النتائج - في دراسات الديناميكا الحرارية- إلى تلقائية التفاعل لكلا الأيونين، وأن تفاعل امتزاز أيونات الرصاص هو تفاعل ماص للحرارة وأن تفاعل امتزاز أيونات الكوبالت هو تفاعل طارد للحرارة اعتمادا على القيم الموجبة والسالبة للمحتوى الحراري. وباستخدام تحاليل الأشعة تحت الحمراء تم الاستدلال بأن مجاميع الكاربوكسيل، والأمين، وكذلك الهيدروكسيل هي مجاميع نشطة قادرة على الارتباط بأيونات الرصاص والكوبالت.

M. M. Gharieb
Botany Department, Faculty of Science, Menoufia University, Shebein El-kom, Egypt
e-mail: gharieb2000@yahoo.com

A. A. Al-Fakih (✉)
Microbiology Department, Faculty of Science, Ibb University, Ibb, Yemen
e-mail: Fakeeh16@yahoo.com

M. I. Ali
Botany Department, Faculty of Science, Cairo University, Cairo, Egypt

Published online: 08 September 2013

Scanned by CamScanner