PSU Grant Report_2013 (1.2)

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักโดยเซลลูโลสที่ผลิตจากแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ *Rhodococcus* sp. MI 2

(Adsorption efficiency of cellulose produced by a new bacterial strain *Rhodococcus* sp. MI 2 on heavy metals)

รศ. ดร. สมพร ตั๊นสกุล

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2559-2560 รหัสโครงการ SCI5901545

ชื่อโครงการเดี่ยว ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักโดยเซลลูโลสที่ผลิตจากแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ *Rhodococcus* sp. MI 2 (Adsorption efficiency of cellulose produced by a new bacterial strain *Rhodococcus* sp. MI 2 on heavy metals)

คณะวิจัย และหน่วยงานต้นสังกัด

รศ. ดร. สมพร ตั๊นสกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพโมเลกุลและชีวสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	2
บทนำ	3
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	6
วิธีการทดลอง	25
ผลการทดลองและวิจารณ์	31
สรุปผลการทดลอง	55
เอกสารอ้างอิง	57
ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ	60
ภาคผนวก	61

บทคัดย่อ

แบคทีเรียลเซลลูโลสที่ผลิตจาก *Rhodococcus* sp. MI 2 และ *Acetobacter xylinum* TISTR 998 สามารถดูดซับทองแดงได้ดีกว่าเหล็ก โดยแบคทีเรียลเซลลูโลสที่ผลิตจาก *Rhodococcus* sp. MI 2 ดูดซับทองแดงและเหล็กได้ดีกว่าแบคทีเรียลเซลลูโลสที่ผลิตจาก *Acetobacter xylinum* TISTR 998 และได้ศึกษาการเตรียมแบคทีเรียลเซลลูโลสที่ผ่านการดัดแปลง เพื่อนำไปใช้ในการดูดซับเหล็กและทองแดงจากน้ำเสียสังเคราะห์ โดยผ่านการดัดแปลง 3 แบบ คือ Mercerized bacterial cellulose (MBC) Phosphorylated bacterial cellulose (PBC) และ Diethylenetriamine bacterial cellulose (EABC) พบว่า MBC และ PBC ดูดซับเหล็กได้ดีในสภาวะกวนและเขย่า นอกจากนี้ยังพบว่า MBC และ EABC ดูดซับทองแดงได้ดีทั้งในสภาวะเขย่า กวน และ นิ่ง จากการศึกษาพบว่า PBC และ EABC มีความสามารถในการดูดซับเหล็กสูงสุด 79.6% (8 mg/gBC) และและ EABC มีความสามารถในการดูดซับทองแดงสูงสุด 58.6 % (22 mg/gBC)

PBC ดูดซับเหล็กได้ดีที่พีเอช 4 ปริมาณตัวดูดซับเริ่มต้นที่ 6 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเหล็ก 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และถึงภาวะสมดุลของการดูดซับที่ 195 นาที ในขณะที่แบคทีเรียลเซลลูโลสชนิด EABC ดูดซับทองแดงได้ดีที่พีเอช 5 ปริมาณตัวดูดซับเริ่มต้นที่ 8 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของทองแดง 75 มิลลิกรัมต่อลิตร และถึงภาวะสมดุลของการดูดซับที่ 210 นาที

จากการวิเคราะห์จลนพลศาสตร์การดูดซับโลหะหนักดังกล่าว พบว่า MBC PBC และ EABC มีความสอดคล้องเข้ากับแบบจำลอง pseudo second order ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังทำการศึกษาสมดุลการดูดซับตามแบบจำลองการดูดซับของแลงเมียร์ และฟรุนดิช เพื่ออธิบายกลไกการดูดซับที่เกิดขึ้น พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับไอโซเทอมของฟรุนดิชมากที่สุด

โครงสร้างโมเลกุลของกลุ่มทำหน้าที่ (functional group) ของ MBC PBC และ EABC ภายหลังการวิเคราะห์โดยวิธี Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy พบกลุ่มทำหน้าที่ -OH, -CH, C-O-C ใน MBC กลุ่ม N-H, P-H ใน PBC และกลุ่ม C-O-H, N-H ใน EABC นอกจากนี้ลักษณะโครงสร้างพื้นผิวของแผ่นดูดซับทั้ง 3 ชนิดภายหลังการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน

Abstract

In this study, bacterial cellulose produced from *Rhodococcus* sp. MI 2 and *Acetobacter xylinum* TISTR 998 were determined their efficacy as adsorbents for the removal of Fe(III) and Cu(II). The results showed that bacterial cellulose from both strains could adsorb Cu(II) better than Fe(III). However, the bacterial cellulose from *Rhodococcus* sp. MI 2 could adsorb Cu(II) and Fe(III) more than that from *A. xylinum* TISTR 998. The bacterial cellulose was modified into 3 types: mercerized bacterial cellulose (MBC), phosphorylated bacterial cellulose (PBC) and diethylenetriamine bacterial cellulose (EABC) to use as adsorbents. The results showed that the PBC and EABC gave the highest adsorption capacity for the Fe(III) 79.6% (8 mg/gBC) and Cu(II) 58.6% (22 mg/gBC), respectively.

The optimal conditions for Fe(III) removal by using PBC were the solution initial pH of 4, 6 g absorbent/ L with Fe(III) initial concentration of 30 ppm, and a contact time of 195 min. The optimal conditions for Cu(II) removal by using EABC were a solution initial pH of 5, 8 g absorbent/ L with Cu(II) initial concentration of 75 ppm, and a contact time of 210 min.

The kinetics of sorption of the heavy metal ions onto the modified BC was investigated. The adsorption kinetics of MBC, PBC and EABC showed a good compliance with the proposed pseudo second order and adsorption isotherm could be described by the Freundlich model.

Functional groups in the MBC, PBC and EABC revealed by FT-IR were -OH, -CH and C-O-C in MBC, N-H and P-H in PBC, and C-O-H and N-H in EABC. In addition, the SEM micrographs of MBC, PBC and EABC were totally different and unique.