



การดูดซับแคดเมียม โครเมียม และแมงกานีสโดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติ

Adsorption of Cadmium, Chromium and Manganese

by Natural Cellulose Materials

กิตติพงษ์ ชูจิตร

สาขาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

อำเภอเมือง จังหวัดเลย 42000

*E-mail: kittipong.cho@lru.ac.th

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการดูดซับโลหะแคดเมียม โครเมียม แมงกานีสโดยใช้เซลลูโลสจากธรรมชาติ 12 ชนิด ที่ปรับและไม่ปรับแต่งทางเคมี ผลการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับโลหะโดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอพซอบชันสเปกโทรโฟโตเมทรี พบว่าเซลลูโลสจากธรรมชาติที่ปรับแต่งทางเคมีจะมีประสิทธิภาพการดูดซับโลหะเหล่านี้ดีกว่าเซลลูโลสจากธรรมชาติที่ไม่ปรับแต่งทางเคมี โดยเซลลูโลสจากเปลือกถั่วลิสงที่ปรับแต่งทางเคมีจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะแคดเมียมสูงสุดเท่ากับ 64.07% เซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองที่ปรับแต่งทางเคมีจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะโครเมียมและแมงกานีสสูงสุดเท่ากับ 94.42 และ 100% ตามลำดับ เซลลูโลสจากธรรมชาติที่ปรับแต่งทางเคมีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ดูดซับโลหะแคดเมียม โครเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียและในกระบวนการผลิตบางอย่างได้

คำสำคัญ: การดูดซับ เซลลูโลส แคดเมียม โครเมียม แมงกานีส

Received: May 19, 2016

Revised: June 13, 2016

Accepted: June 14, 2016

Abstract

The objective of this experiment is to study the adsorption of cadmium, chromium and manganese by using 12 natural cellulose materials with and without chemical modification process. The efficiency of metal adsorption was analyzed by atomic absorption spectrophotometry. The natural cellulose materials modified with chemical process showed better adsorption efficiency of these metals than the without modified materials. The cellulose of modified peanut shell gave the highest adsorption efficiency of cadmium as 64.07%. The cellulose of modified soybean shell gave the highest adsorption efficiency of chromium and manganese as 94.42 and 100%, respectively. The modified natural cellulose materials have potential for use to adsorb the cadmium, chromium and manganese in the waste water and in some production processes.

Keywords: Adsorption, Cellulose, Cadmium, Chromium, Manganese

1. บทนำ

ปัจจุบันวัสดุดูดซับโลหะมีความสำคัญในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องมีกระบวนการดูดซับในระหว่างการผลิตได้แก่กระบวนการทางเอ็นไซม์ การกำจัดอนุภาคโลหะหนักในน้ำเสีย และการใช้เป็นวัสดุรองรับ เพื่อเคลือบตัวเร่งปฏิกิริยาบนพื้นผิว [1] แต่วัสดุดูดซับส่วนใหญ่มีการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงดังนั้นจึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาการผลิตวัสดุดูดซับราคาถูก โดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติที่ผ่านการปรับแต่งทางเคมี เช่น ชานอ้อย [1-4] เปลือกส้ม [5-6] ชั่งข้าวโพด [7-8] แกลบ [9] และเส้นใยสับปะรด [10] เป็นต้น ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาการผลิตวัสดุดูดซับจากวัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติชนิดต่าง ๆ จำนวน 12 ชนิด ที่หาได้ในประเทศไทยมาปรับแต่งทางเคมีในการดูดซับโลหะแคดเมียม โครเมียมและแมงกานีสในน้ำ โดยเปรียบเทียบกับวัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติไม่ผ่านการการปรับแต่งทางเคมี

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

สารเคมีที่ใช้การทดลองนี้มีดังนี้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS₂), Soluble starch, น้ำมัน Carnation-70 (Mineral oil), กรดไฮโดรคลอริก (HCl), นอมอลเฮกเซน (C₆H₁₄), เอทานอล (C₂H₅OH) และสารละลายมาตรฐานของโลหะ แคดเมียม โครเมียม แมงกานีส ส่วนตัวดูดซับจากธรรมชาติมี 12 ชนิด คือ เปลือกกะบก เปลือกหมาก เปลือกมะพร้าว เปลือกกล้วยเหลือง เมล็ดถั่วลิสง กาบกล้วย เปลือกสับปะรด เปลือกกล้วยสีส้ม เปลือกส้มเขียวหวาน ใบยูคาลิปตัส เปลือกส้มโอ และมันสำปะหลัง

เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักคือเครื่องอะตอมมิกแอพซอบชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น AA-6200 ของ Shimadzu ญี่ปุ่น

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การเตรียมวัสดุดูดซับก่อนปรับแต่งทางเคมี

นำเซลลูโลสจากธรรมชาติทั้ง 12 ชนิดมาผึ่งแดดให้แห้ง แล้วนำมาบดให้ละเอียดและใช้

ตะแกรงร่อนขนาด 80 mesh คัดขนาดตัวดูดซับก่อนนำมาใช้ดูดซับโลหะและใช้ในการปรับแต่งทางเคมี

2.2.2 วิธีการปรับแต่งทางเคมีตัวดูดซับ [1,8]

นำวัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติที่บดแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเซลลูโลสจากวัสดุธรรมชาติก่อนปรับแต่งทางเคมี ส่วนที่สองทำการปรับแต่งทางเคมีโดยการต้มเซลลูโลส 10 กรัมในสารละลาย 17.5 %w/v NaOH มากเกินพอ ที่มีการให้ความร้อนที่ 60°C เป็นเวลา 30 นาที คนเป็นครั้งคราวจากนั้นทำการกรองตะกอนและนำมาอบที่ 60°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะได้ Alkali cellulose จากนั้นนำมาทำปฏิกิริยากับ CS₂ ในอัตราส่วน CS₂:Alkali cellulose เท่ากับ 1:2 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะได้ sodium cellulose xanthate นำไปผสมด้วย 4 %w/v NaOH ที่อุณหภูมิ 0-5°C จะได้สารละลายที่มีความหนืด(viscose) นำ viscose 35 กรัมผสมแป้ง soluble starch 20 กรัม นำไปปั่นในน้ำมัน Carnation-70 10 mL ด้วยความเร็ว 720 รอบต่อนาที จากนั้นเติม HCl เข้มข้น 2 M ลงไปจนหนืด เติม n-Hexane จะเกิดการแยกชั้นของแข็งในสารละลาย ทำการแยกชั้นสารละลายออกด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน แล้วล้างตะกอนของแข็งด้วย ethanol จากนั้นนำไปอบแห้งจะได้เซลลูโลสจากวัสดุธรรมชาติที่ผ่านการปรับแต่งทางเคมีแล้ว พร้อมนำไปใช้ศึกษาการดูดซับโลหะแคดเมียม โครเมียม และแมงกานีส

2.2.3 การดูดซับโลหะโดยใช้ตัวดูดซับที่ปรับและไม่ปรับแต่งทางเคมี

ทำการศึกษาการดูดซับโลหะหนักโดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติปริมาณ 2 กรัม เติมน้ำในสารละลายโลหะหนักในน้ำเข้มข้น 100 ppm ปริมาตร 100 mL และเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 45 นาที กรองสารละลายนำไปวิเคราะห์

หาโลหะด้วยเครื่องอะตอมมิกแอฟซอบชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยปรับสภาวะของเครื่องให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละธาตุดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะของเครื่องอะตอมมิกแอฟซอบชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ธาตุ	Wave length (nm)	Slit Width (nm)	Atomization Unit		Lamp
			Air (L/min)	C ₂ H ₂ (L/min)	
Mn	279.5	0.7	8	2.0	HCL
Cr	357.9	0.7	8	2.8	HCL
Cd	228.8	0.2	8	1.8	HCL

ค่าประสิทธิภาพการดูดซับโลหะคำนวณได้โดยใช้สมการที่ (1)

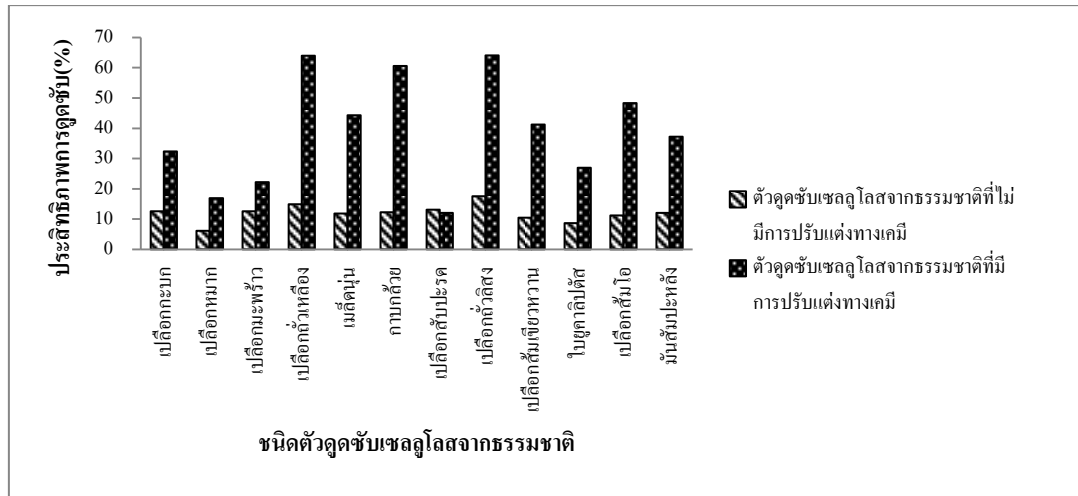
$$\text{ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะ(\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ A คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของโลหะ (ppm)

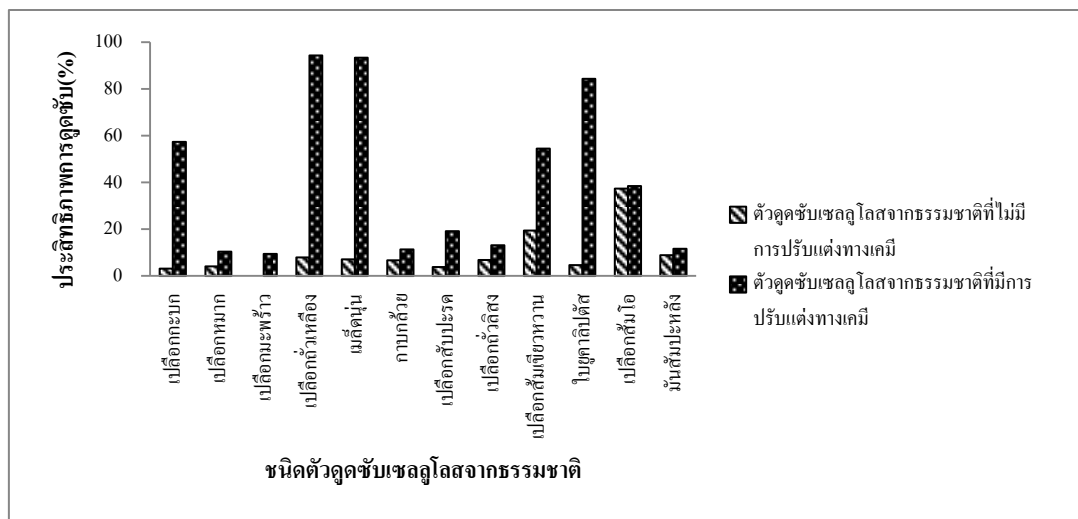
B คือ ความเข้มข้นของโลหะที่เหลือในสารละลายหลังการดูดซับโลหะ(ppm) ด้วยตัวดูดซับเซลลูโลสจากธรรมชาติ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

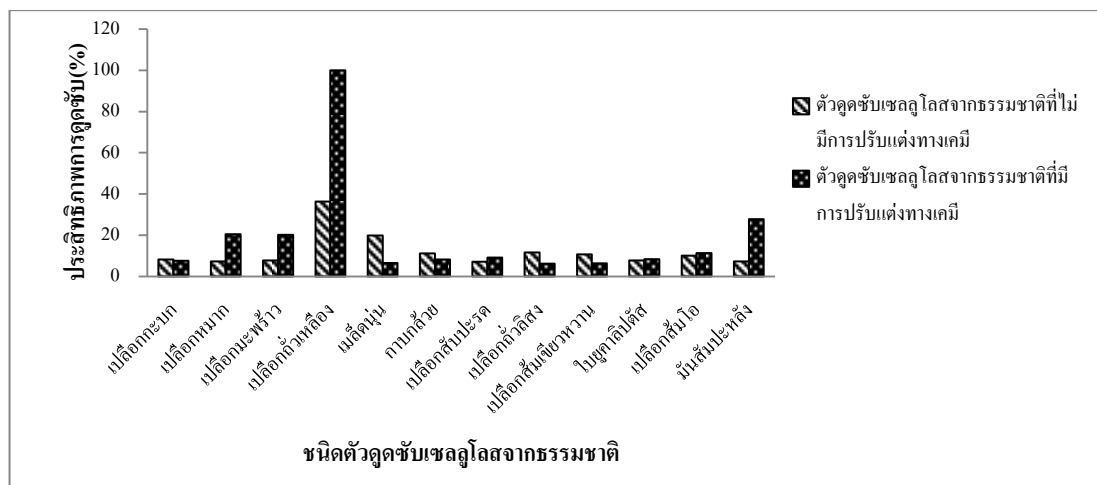
ผลการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับโลหะแคดเมียม โครเมียม และแมงกานีสในน้ำโดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติ 12 ชนิดที่ปรับและไม่ปรับแต่งทางเคมีพบว่าได้ผลดังรูปที่ 1, 2 และ 3



รูปที่ 1 ประสิทธิภาพในการดูดซับแคดเมียมในน้ำโดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติชนิดต่างๆ



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพในการดูดซับโครเมียมในน้ำโดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติชนิดต่างๆ



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพในการดูดซับแมงกานีสในน้ำโดยใช้วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติชนิดต่างๆ

จากรูปที่ 1, 2 และ 3 ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะ แคลเดียม โครเมียม และแมงกานีสของตัวดูดซับจาก วัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติที่มีการปรับแต่งทางเคมี แล้วจะสูงกว่าตัวดูดซับที่ไม่ผ่านการปรับแต่งทางเคมี ซึ่งคาดว่าอาจจะเกิดจาก soluble starch ที่เป็นสาร สร้างรูปพูนในสารละลาย viscose ทำให้เกิดความเป็นรูปพูนมากขึ้น[8]จึงทำให้การดูดซับโลหะได้ ดีกว่าวัสดุที่ไม่ได้ปรับแต่งทางเคมี โดยเฉพาะเปลือก ถั่วลิสงมีประสิทธิภาพการดูดซับโลหะแคลเดียม สูงสุดเท่ากับ 64.07% เปลือกถั่วเหลือง มีประสิทธิภาพ การดูดซับ โลหะโครเมียมและแมงกานีสสูงสุด เท่ากับ 94.42 และ 100% ตามลำดับ แต่ก็มีเซลลูโลส จากธรรมชาติบางชนิดที่ผ่านการปรับแต่งทางเคมี แล้วมีประสิทธิภาพการดูดซับไม่แตกต่างจากตัวดูด ซับที่ไม่มีการปรับแต่งทางเคมี โดยเฉพาะกับโลหะ แมงกานีสอาจเนื่องมาจากปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ หลายอย่าง เช่น ตัววัสดุดูดซับเองอาจจะไม่มี ความจำเพาะต่อการดูดซับโลหะแมงกานีสหรือ อาจจะเกิดจากสภาวะของการดูดซับไม่เหมาะสมต่อ การดูดซับโลหะแมงกานีสเช่น ค่า pH ในสารละลาย

โลหะ เวลาสัมผัสระหว่างสารละลายโลหะกับตัวดูด ซับ อุณหภูมิระหว่างการดูดซับ เป็นต้น

4. สรุปผลการวิจัย

การผลิตตัวดูดซับจากวัสดุเซลลูโลสจาก ธรรมชาติ 12 ชนิดที่มีปรับแต่งทางเคมีและศึกษา ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะแคลเดียม โครเมียม และแมงกานีสเปรียบเทียบกับที่ไม่มีการปรับแต่ง ทางเคมี พบว่าการปรับแต่งทางเคมีทำให้ประสิทธิภาพ การดูดซับโลหะแคลเดียม และ โครเมียมเพิ่มขึ้นอย่าง ชัดเจน แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับโลหะ แมงกานีสบางชนิดของตัวดูดซับ เปลือกถั่วเหลืองที่ มีการปรับแต่งทางเคมีทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับ โลหะทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในการศึกษา วิจัยครั้งต่อไปจะศึกษาชนิดของโลหะให้มากขึ้นและ วิเคราะห์พื้นผิวของวัสดุดูดซับ

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ข. เมธีบุญกุล. การผลิตเซลลูโลสที่มีรูพรุนรูปทรงกลมจากผลผลิตทางการเกษตรกรรม. สาขาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546.
- [2] O. Karnits, Jr, L.V.A. Gurgel, J.C.P. Melo, V.R. Botaro, T.M.S. Melo, R.P.F. Gil, L.F. Gil. Adsorption of heavy metal ion from aqueous single metal solution by chemically modified sugarcane begasse. *Bioresource Technology*.98(2007):1291-1297.
- [3] Y. Jiang, H. Pang, B. Liao. Removal of copper(II) ions from aqueous solution by modified begasse. *Journal of Hazadous Materials*. 164(2009):1-9.
- [4] P.L. Homagai, K.N. Ghimire, K. Inoue. Adsorption behavior of heavy metals onto chemically modified sugarcanebagasse. *BioresourceTechnology*.101(2010):2067-2069.
- [5] N. Feng, X. Guo, S. Liang. Adsorption study of copper(II) by chemically modified orange peel. *Journal of Hazadous Materials*. 164(2009):1286-1292.
- [6] L. Xiaomin, T. Yanru, C. Xiuju, C. Dandan, L. Fang, S. Wenjing. Pepparation and evaluation of orange peel cellulose adsorbents for effective removal of cadmium, zinc,cobalt and nickel. *Colloid and Surfaces*.317(2008):512-521.
- [7] พ. พรหมถาวร. การผลิตเซลลูโลสที่มีรูพรุนจากเยื่อฟางข้าวและซังข้าวโพด. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551.
- [8] ว. บาลตา. การผลิตเซลลูโลสที่มีรูพรุนทรงกลมจากซังข้าวโพดสำหรับการศึกษาการดูดซับตะกั่ว. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. 2552.
- [9] H. Ye, Q. Zhu, D. Du. Adsorptive removal of Cd(II) from aqueous solution using natural and modified ricehusk. *Bioresource Technology*.101(2010):5175-5179.
- [10] ศ. จันสีหา. การดูดซับตะกั่วด้วยเส้นใยจากสับประรด. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. 2550.