กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยการนำซีโอไลต์ที่สังเคราะห์จากแกลบข้าว มาทดสอบความสามารถในการดูดซับโลหะทองแดง เพื่อหาแนวทางการที่จะนำวัสดุที่สังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูลข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ ความคิดเห็น ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และเพื่อนร่วมงานที่ได้ช่วยส่งเสริมสนับสนุน กระตุ้นเตือน และเป็นกำลังใจตลอดมาให้ผู้วิจัยจัดทำรายงานการวิจัย

ดร. จิตรลดา ชูมี

กันยายน 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
สัญลักษณ์และคำย่อ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ซีโอไลต์	3
2.2 การดูดซับ	8
2.3 ทองแดง	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	13
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	13
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	14
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	23
4.1. คุณลักษณะและคุณสมบัติทั่วไปของ Zeolite LSX	23
4.2 การทดสอบความสามารถของการดูดซับ Zeolite LSX ที่ความเข้มข้นต่างๆ	24
4.3 การทดสอบความสามารถในการดูดซับของ Zeolite LSX ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm (ทำซ้ำ)	26
4.4 การทดสอบความสามารถในการดูดซับของซีโอไลต์ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น2000 ppm ที่ pH ต่างๆ	29
4.5 การทดสอบความสามารถในการดูดซับระหว่างซิลิกา (Silica) และซีโอไลต์ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm	34
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการศึกษา	35
5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต	35

www.ssru.ac.th

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	36
ประวัติผู้ทำรายงานการวิจัย	37

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับทางกายภาพและทางเคมี 9
2.2 คุณสมบัติของทองแดง 10
4.1 องค์ประกอบของธาตุต่างๆ ใน Zeolite LSX 24
4.2 ผลการทดสอบ pH ของ สารละลาย 0.01 M $Na(NO_3)_2$ และ สารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm 29
4.3 ผลการทดสอบ pH 3 ก่อนการดูดซับและหลังการดูดซับของสารละลาย Cu^{2} 30
4.4 ผลการทดสอบ pH 5 ก่อนการดูดซับและหลังการดูดซับของ สารละลาย Cu^{2+} 30

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 หน่วยย่อยของซีโอไลต์สร้างพันธะกันเป็นรูปสามเหลี่ยมสี่หน้า (Tetrahedron) 3
2.2 สารประกอบอะลูมิโนซิลิเกต (Crystalline Aluminosilicates) 4
2.3 ลักษณะการทำงานของซีโอไลต์ 4
2.4 ลักษณะของซีโอไลต์ชนิดต่างๆ 5
2.5 ซีโอไลต์ธรรมชาติชนิด Clinoptilolite 6
3.1 วิธีการเตรียม Zeolite LSX เพื่อใช้ทดสอบก่อนการดูดซับ 15
3.2 การเตรียมสารละลาย Cu^{2+} ที่ pH 3 และ pH 6 16
3.3 การเตรียมสารเพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) 17
3.4 แผนผังการทดสอบการดูดซับของ Zeolite LSX ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้นต่างๆ 19
3.5 แผนผังการทดสอบการดูดซับของ Zeolite LSX ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm ที่ pH 3 และ pH 5 21
3.6 แผนผังการทดสอบการดูดซับของ Silica ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm 22
4.1 XRD ของซีโอไลต์ LSX ที่สังเคราะห์จากแกลบข้าว 23
4.2 กราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการดูดซับของ Zeolite LSX ในสารละลาย Cu^{2+}ที่ความเข้มข้นต่างๆ 24
4.3 กราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซับกับเวลาการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้นต่างๆที่ดูดซับโดย Zeolite LSX 25
4.4 กราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการดูดซับของ Zeolite LSX ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm 26
4.5 กราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซับกับเวลาการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm ที่ดูดซับโดย Zeolite LXS (ซ้ำ 3 ครั้ง) 27
4.6 กราฟแสดงผลความเชื่อมั่นระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซับกับเวลาของสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น2000 ppm ที่ ดูดซับโดย Zeolite LXS ทั้ง 3 ครั้ง 28
4.7 กราฟมาตรฐาน (calibration curve) ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการดูดซับของ Zeolite LXS ในสารละลาย Cu^{2+}ที่ความเข้มข้น 2000 ppm ที่ pH 3 31
4.8 กราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการดูดซับของ Zeolite LXS ในสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm ที่ pH 5 32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.9 กราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดซับกับเวลาการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm ที่ pH 5 และ pH 3 ที่ดูดซับโดย Zeolite LXS 33

4.10 รูปแผนภูมิแท่งแสดงผลของเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารละลาย Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 2000 ppm ที่ดูดซับโดย Silica และ Zeolite LSX 34