บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผล

1. การศึกษาหมู่ฟังก์ชันของวัสดุดูดซับ

1.1 เถ้าแกลบขาว

เมื่อศึกษาหมู่ฟังก์ชันของเถ้าแกลบขาวโดยอาศัยข้อมูลทางอินฟราเรดสเปกตรัม พบพีคที่ 803 1250-1000 1625 และ 3500-3300 cm^{-1} ตรงกับหมู่ฟังก์ชั่น Si-O (stretching) Si-O-Si H-O-H O-H (stretching) หรือ Si-OH ตามลำดับ แสดงว่ามีซิลิกอนออกไซด์หรือซิลิกาในวัสดุเถ้าแกลบขาว

1.2 เถ้าแกลบขาวที่ตรึงหรือเคลือบผิวด้วย DETA-silane

เมื่อศึกษาหมู่ฟังก์ชันของเถ้าแกลบขาวที่ตรึงหรือเคลือบผิวด้วย DETA-silane โดยอาศัยข้อมูลทางอินฟราเรดสเปกตรัม พบพีคหมู่ N-H ที่ 1600 cm^{-1} และ NH_3 หรือ CH_3 ที่ 3000-2800 cm^{-1} แสดงว่าในการปรับปรุงเถ้าแกลบขาวด้วย DETA - silane มีหมู่อะมิโนติดอยู่ที่ผิวเถ้าแกลบขาว และผิวบางส่วนของเถ้าแกลบขาวอาจไม่ถูกตรึงด้วย DETA-silane จะมีความเป็นรูพรุนอยู่ร่วมด้วย

2. การศึกษาพฤติกรรมการดูดซับแบบถังแช่

2.1 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับ

เมื่อทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วยวัสดุดูดซับเถ้าแกลบขาวและเถ้าแกลบขาวที่ตรึงหรือเคลือบผิวด้วย DETA- silane พบว่า เมื่อเพิ่มน้ำหนักของเถ้าแกลบขาวปริมาณการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} จะเพิ่มขึ้นและเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่น้ำหนัก 0.4 - 0.5 กรัม จึงเลือกใช้น้ำหนักของเถ้าแกลบขาว 0.4 กรัม และสำหรับเถ้าแกลบขาวที่ตรึงหรือเคลือบผิวด้วย DETA- silane ปริมาณการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่น้ำหนัก 0.3 - 0.4 กรัม จึงเลือกใช้น้ำหนักของเถ้าแกลบขาว 0.3 กรัม เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการแช่วัสดุดูดซับกับสารละลาย Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ปริมาณการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} จะเพิ่มขึ้นและเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่เวลา 120 – 150 นาที จึงเลือกใช้เวลาในการแช่ 120 นาที และเมื่อเปลี่ยนแปลงพีเอชของสารละลาย Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} พบว่าเมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นปริมาณการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ

Pb^{2+} จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่ พีเอช 5-6 ในทุกวัสดุดูดซับ จึงเลือกพีเอชของสารละลายที่ พีเอช 5 - 6

2.2 การศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ

เมื่อทำการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วยเถ้าแกลบขาว พบว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายตั้งแต่ 25 - 500 ppm แล้วนำมาเขียนกราฟตามสมการแลงเมียร์และอธิบายรูปร่างไอโซเทอร์มโดยใช้ทฤษฎีของไกลส์และคณะ พบว่าได้รูปร่างไอโซเทอร์มชนิดแอล (L-type) กลุ่มย่อยที่สอง (Class II) ทั้งหมด แสดงว่าเถ้าแกลบขาวมีการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} เป็นแบบชั้นเดียว (monolayer) อธิบายพฤติกรรมการดูดซับได้ดังนี้ เถ้าแกลบขาวจะอาศัยหมู่ไซเลนอล (Si-OH) และรูพรุนที่ผิวในการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} โดยจะเกิดแรงดึงดูดอย่างอ่อนๆ ขึ้น ซึ่งแรงดึงดูดที่เกิดขึ้นนี้จะมากกว่าแรงดึงดูดระหว่าง Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} กับตัวทำละลาย ทำให้การดูดซับที่เกิดขึ้นเป็นการดูดซับทางกายภาพ

สำหรับการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วยเถ้าแกลบขาวปรับปรุง พบว่าได้รูปร่างไอโซเทอร์มชนิดแอล (L-type) กลุ่มย่อยที่สอง (Class II) ทั้งหมด อธิบายรูปร่างไอโซเทอร์มเช่นเดียวกันกับวัสดุดูดซับเถ้าแกลบขาว แต่มีความจุการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} สูงกว่าเถ้าแกลบขาว อันเนื่องมาจากวัสดุเถ้าแกลบขาวปรับปรุงมีบางส่วนของผิวที่ถูกตรึงหรือเคลือบด้วยหมู่อะมิโน (- NH_2) ทำให้อาจเกิดแรงการดูดซับแบบเคมีร่วมด้วย เนื่องจากหมู่อะมิโน (- NH_2) อาจจะสามารถเกิดเชิงซ้อนกับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ได้ เพราะหมู่อะมิโน(- NH_2) เป็นหมู่ที่แรงกว่า H_2O จึงอาจเข้าไปแทนที่ลิแกนด์ H_2O ได้

2.3 การหาค่าความจุการดูดซับ

การคำนวณหาความจุการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วยวัสดุดูดซับเถ้าแกลบขาวและเถ้าแกลบขาวปรับปรุง โดยใช้สมการเฟรนดิชจะได้ความจุการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ของเถ้าแกลบขาวเท่ากับ 1.349 1.314 และ 1.245 mg/g ตามลำดับ และของเถ้าแกลบขาวปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 2.883 1.988 และ 1.665 mg/g ตามลำดับ จะพบว่า เถ้าแกลบขาวปรับปรุงมีความจุการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} สูงกว่าเถ้าแกลบขาว

3. การศึกษาพฤติกรรมการดูดซับแบบคอลัมน์

เมื่อศึกษาหาความจุการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วยวิธีการดูดซับแบบคอลัมน์ของวัสดุดูดซับเถ้าแกลบขาวได้ความจุการดูดซับเท่ากับ 3.390 3.252 และ 3.256 ตามลำดับและเถ้าแกลบขาวปรับปรุงได้ความจุการดูดซับเท่ากับ 6.734 4.602 และ 3.972

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตามลำดับเมื่อพิจารณาพฤติกรรมการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วยวัสดุดูดซับเถ้าแกลบขาวและเถ้าแกลบขาวปรับปรุง สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกันกับวิธีการดูดซับแบบถังแช่

เมื่อพิจารณาวิธีการดูดซับแบบถังแช่กับแบบคอลัมน์ พบว่าในการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ของเถ้าแกลบขาวและเถ้าแกลบขาวที่ปรับปรุงด้วยหมู่อะมิโน ($-NH_2$) วิธีการดูดซับแบบคอลัมน์จะให้ความจุการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} สูงกว่าวิธีการดูดซับแบบถังแช่ เนื่องจากสารละลาย Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ได้ผ่านผิวของวัสดุดูดซับตลอดเวลาและค่อยๆถูกดูดซับแบบต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาผลของไอออนของโลหะหนักอื่นๆ ที่มีผลต่อปริมาณการดูดซับ Cu^{2+} Cd^{2+} และ Pb^{2+} ด้วย
2. ควรศึกษาลิแกนด์อื่นๆ ที่จะนำมาปรับปรุงวัสดุดูดซับเพื่อให้ความจุการดูดซับเพิ่มขึ้น
3. ควรทำการศึกษาวัสดุซับอื่นๆ ที่จะนำมาปรับปรุงด้วยลิแกนด์ DETA – silane
4. ควรศึกษาตัวแปรอื่นๆที่มีผลต่อการดูดซับ เช่น แกลบจากสถานที่ต่างกัน อุณหภูมิ ขนาดและความพรุนของวัสดุดูดซับ และเลขออกซิเดชันของไอออนของโลหะหนักที่ถูกดูดซับ เป็นต้น
5. ควรทำการพัฒนางานวิจัยที่จะก่อให้เกิดเป็นประโยชน์ต่อชุมชน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY