บทความวิจัย

ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนัก โดยใช้ถ่านและถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากเปลือกมังคุด

Efficiency of Heavy Metal Adsorption by Charcoal and Activated Carbon from Mangosteen Peel

รอฮานา อาดาม[1*] และ อุษา อ้นทอง[2]

Rohana Adam[1*] and Usa Onthong[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติเบื้องต้น และประสิทธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่วไอออนทองแดงชนิดเดียวและสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้ถ่านและถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดรองลงมาเป็นถ่านกัมมันต์ทางการค้า และถ่านจากเปลือกมังคุด ตามลำดับ ค่าพีเอชของสารละลายในน้ำเสียสังเคราะห์ควรอยู่ในช่วง 3-6 ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ ได้แก่ ปริมาณของวัสดุดูดซับและเวลาการดูดซับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุดูดซับและชนิดของไอออนของสารละลายแต่ละชนิด วัสดุดูดซับทั้งสามชนิดมีความสอดคล้องกับ ไอโซเทอร์มการดูดซับทั้งแบบแลงเมียร์และฟรุนดลิช และค่าความสามารถในการดูดซับโลหะหนักได้ดีที่สุด ดังนี้ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด ถ่านจากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ทางการค้าตามลำดับ

คำสำคัญ : ถ่าน ถ่านกัมมันต์ โลหะหนัก การดูดซับ

---

[1] นิสิตปริญญาโท ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

Master's Degree Student, Department of Chemistry, Faculty of Science, Thaksin University, Phattalung, 93110

* Corresponding auther : โทรศัพท์ 0 7460 9600 ต่อ 2332 E-mail : Rohanablue@gmail.com

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

Asst. Prof. Dr. , Department of Chemistry, Faculty of Science, Thaksin University, Phattalung, 93110

Abstract

In this work, the fundamental characteristics and efficiency of adsorption of Pb (II) and Cu (II) and the mixture of Pb (II) and Cu (II) in synthesis wastewater by charcoal and activated carbon from mangosteen peel comparing with commercial activated carbon. It was found that activated carbon from mangosteen peel is the highest iodine number following with that the commercial activated carbon and charcoal from mangosteen peel, respectively. The pH value in solution in synthesis wastewater should be in the range 3–6. The factors effecting the adsorption such as adsorbent dosage and contact time. Depending on the type of absorbent and type of ion of each solution to studied adsorption Isotherm. It was found that absorbents consistent with Langmiur and Fruendlich adsorption Isotherm. The highest capacity adsorption was activated carbon from mangosteen peel following with that the charcoal from mangosteen peel and commercial activated carbon, respectively.

Keywords: Charcoal, Activated Carbon, Heavy Metal, Adsorption

คำนำ

ปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีความต้องการปัจจัยพื้นฐานเพิ่มมากขึ้นมีการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้เกิดสารพิษและของเสียมากมาย เช่น ด้านอุตสาหกรรม เช่น การทำเหมืองแร่ อุตสาหกรรมรถยนต์ ด้านการเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ยาปราบศัตรูพืชที่ปนเปื้อนโลหะหนัก โลหะหนักที่เป็นอันตราย ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว ปรอทและนิกเกิล เมื่อโลหะหนักถูกปล่อยลงสู่อากาศ น้ำ และดิน จะไม่สลายตัวแต่สะสมอยู่ในร่างกายมนุษย์ สัตว์น้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ วิธีที่น่าสนใจที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย คือการดูดซับด้วยถ่านและถ่านกัมมันต์ เนื่องจากมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก มีพื้นที่จำเพาะสูง มีความสามารถในการดูดซับได้ดี จึงมีแนวคิดในการผลิตถ่านและถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปลือกมังคุดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร หาง่าย รูพรุนหรือโพรงภายในเปลือกมังคุดสามารถดูดซับโลหะหนักที่เป็นอันตรายได้ อีกทั้งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นการเพิ่มมูลค่าจากเปลือกมังคุด ตลอดจนเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อลดการนำเข้าถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศที่มีราคาแพง และได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ในการกำจัดโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

ปิเปต ขวดรูปชมพู่ ขวดปรับปริมาตร ครูซิเบิล เตาเผา ตะแกรงร่อน เครื่องวัดค่าพีเอช และเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS)

2. วิธีการเตรียมวัสดุดูดซับ

2.1 การเตรียมถ่านจากเปลือกมังคุด

เป็นกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ซึ่งเป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อขับไล่ธาตุต่าง ๆ ที่ไม่ใช่คาร์บอนออกไป ถ่านที่ได้จะมีปริมาณร้อยละของคาร์บอนที่สูงขึ้น

2.2 ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากถ่านเปลือกมังคุด

จากการวิเคราะห์สมบัติแบบประมาณของถ่านจากเปลือกมังคุด พบว่ามีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูง มีขี้เถ้าและความชื้นน้อย ซึ่งมีความเหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด โดยใช้วิธีการกระตุ้นทางเคมี

3. วิเคราะห์สมบัติของวัสดุดูดซับ

3.1 วิเคราะห์สมบัติแบบประมาณ (Proximate analysis) ของถ่าน โดยวิเคราะห์

3.1.1 ปริมาณความชื้นตามมาตรฐาน ASTMD 2867-95

3.1.2 ปริมาณสารระเหยตามมาตรฐาน ASTMD 5832-95

3.1.3 ปริมาณเถ้าตามมาตรฐาน ASTMD 5832-95

3.1.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (by difference)

3.2 การวิเคราะห์ค่าการดูดซับไอโอดีน โดยทำการวิเคราะห์หาค่ามาตรฐาน ASTMD 4907-94

4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ

4.1 ศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชในสารละลาย

4.1.1 เติมสารละลายตะกั่ว ทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่มีความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในขวดรูปชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.1.2 ปรับค่าพีเอชในขวดรูปชมพู่ให้มีค่า 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 ตามลำดับ

4.1.3 วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่เหลือหลังการดูดซับ ด้วยเครื่อง AAS

4.2 ศึกษาปริมาณและเวลาที่เหมาะสมของวัสดุดูดซับ

4.2.1 เติมสารละลายตะกั่ว ทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่มีความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในขวดรูปชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.2.2 เติมวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด น้ำหนัก 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 3.00 กรัม

4.2.3 ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100,110 และ 120 นาที ณ อุณหภูมิห้อง

4.2.4 วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่เหลือหลังการดูดซับ ด้วยเครื่อง AAS

5. ศึกษาไอโซเทอร์มของการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออน ตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์

5.1 เติมสารละลายตะกั่ว ทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่มีความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในขวดรูปชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

5.2 เติมวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด น้ำหนักที่เหมาะสมลงในขวดแต่ละใบ

5.3 ตั้งทิ้งไว้ที่เวลาที่สมดุลของการดูดซับ ณ อุณหภูมิห้อง

5.4 นำไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่เหลือหลังการดูดซับ ด้วยเครื่อง AAS

5.5 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาไอโซเทอร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์และฟรุนดลิช

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ศึกษาสมบัติแบบประมาณของถ่านจากเปลือกมังคุด และการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ ของวัสดุดูดซับทั้งสองชนิด เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า

1.1 ศึกษาสมบัติเบื้องต้นของถ่านจากเปลือกมังคุดผลการศึกษาสมบัติเบื้องต้นของถ่านจากเปลือกมังคุด โดยการวิเคราะห์สมบัติแบบประมาณ ดังตารางที่ 1

จะเห็นได้ว่าถ่านจากเปลือกมังคุดมีสมบัติที่เหมาะสมในการทำถ่านกัมมันต์ เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงและปริมาณเถ้าต่ำ [1]

1.2 การหาค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine number)

การวิเคราะห์นี้เป็นวิธีการหลักในการทดสอบคาร์บอน โดยใช้วิธีมาตรฐาน (ASTM- 4607 – 94) ผลการวิเคราะห์การดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์การดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด พบว่าถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด รองลงมาเป็นถ่านกัมมันต์ทางการค้า และถ่านจากเปลือกมังคุด คือ เท่ากับ

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาสมบัติเบื้องต้นของถ่านจากเปลือกมังคุด

ความชื้น (%)	สารระเหย (%)	ขี้เถ้า (%)	คาร์บอนคงตัว (%)
3.77 ± 0.01	16.83 ± 0.02	5.4 ± 0.12	74 ± 0.11

หมายเหตุ : ค่าสมบัติเบื้องต้น เท่ากับ $\bar{X} \pm SD$, n = 3

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดซับไอโอดีน (Iodine Number) ของวัสดุดูดซับทั้งสองชนิด เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า

ตัวดูดซับ	ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g)	ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g)
ถ่านจากเปลือกมังคุด	125.22 ± 0.01	ต่ำกว่า 300
ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด	955.19 ± 0.02	909
ถ่านกัมมันต์ทางการค้า	658.83 ± 0.01	-

หมายเหตุ : ค่าการดูดซับไอโอดีน เท่ากับ $\bar{X} \pm SD$, n = 3

955.19, 658.83 และ 125.22 (mg/g) ตามลำดับ

2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ

2.1 ศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชในสารละลายตะกั่ว สารละลายทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์

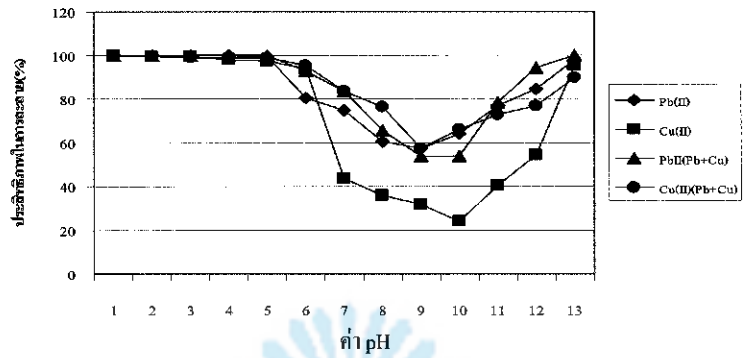
จากการศึกษาอิทธิพลของค่า pH ในสารละลายตะกั่ว สารละลายทองแดงชนิดเดียวและสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง พบว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 3 – 6 เนื่องจากเมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไอออนตะกั่วไอออนทองแดง และสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง ได้ค่าพีเอชต่ำกว่า 3 ดังนั้น จะมีโปรตอนจำนวนมากเข้าไปแย่งพื้นที่ผิวในการดูดซับโลหะหนัก มีผลทำให้การดูดซับโลหะหนักได้น้อยลง และถ้าค่าพีเอช ในช่วง 6 – 9 ในสารละลายตะกั่ว ทองแดงและสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ จะตกตะกอนในรูป $Pb(OH)_2$ และ $Cu(OH)_2$ เนื่องจากปริมาณโลหะหนักที่ลดลงไม่ได้เกิดจากการดูดซับแต่เป็นการตกตะกอนร่วมด้วย ดังภาพที่ 1

2.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด

จากการศึกษาปริมาณของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิดในการดูดซับ พบว่า ถ่านจากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ทางการค้า ปริมาณที่เหมาะสม คือ 25 กรัมต่อลิตร และถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด ปริมาณที่เหมาะสม คือ 10 กรัมต่อลิตร

วัสดุดูดซับทั้งสามชนิดเข้าสู่สมดุลในการดูดซับไอออนตะกั่วที่เวลา 30 นาที วัสดุดูดซับทั้งสามชนิดเข้าสู่สมดุลในการดูดซับไอออนทองแดงที่เวลา 90 นาที ถ่านเป็นวัสดุดูดซับชนิดเดียวที่เข้าสู่สมดุลในการดูดซับสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่เวลา 60 นาที ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ทางการค้า

Thaksin.J., Vol.13 (3) October 2010 - January 2011



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณสารละลายตะกั่ว สารละลายทองแดงชนิดเดียวและสารละลายผสมของไอออน ตะกั่วและทองแดง ที่ pH ต่างๆ ในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ณ อุณหภูมิห้อง

เป็นวัสดุดูดซับเข้าสู่สมดุลในการดูดซับสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่เวลา 90 นาที

ในการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงและสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง จะเห็นว่าที่เวลาสัมผัสตั้งแต่ 10 นาทีแรก ค่าความเข้มข้นของไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดงจะลดลงอย่างรวดเร็วเพราะช่วงแรกพื้นที่ผิวบริเวณ active site ของวัสดุดูดซับยังมีพื้นที่อยู่มาก จึงสามารถดูดซับได้เร็ว อัตราการดูดซับในช่วงนี้จึงมากกว่าอัตราการคาย แต่เมื่อเวลาผ่านไปพื้นที่ผิวบริเวณ active site จะลดลงเพราะไอออนของตะกั่วและไอออนทองแดงเข้าไปเกาะลดลง อัตราการดูดซับจึงลดลง กล่าวได้ว่าความเข้มข้นเริ่มต้นของโลหะหนักมีอิทธิพลต่อเวลาสัมผัสที่จุดสมดุลของวัสดุดูดซับ ดังภาพที่ 2

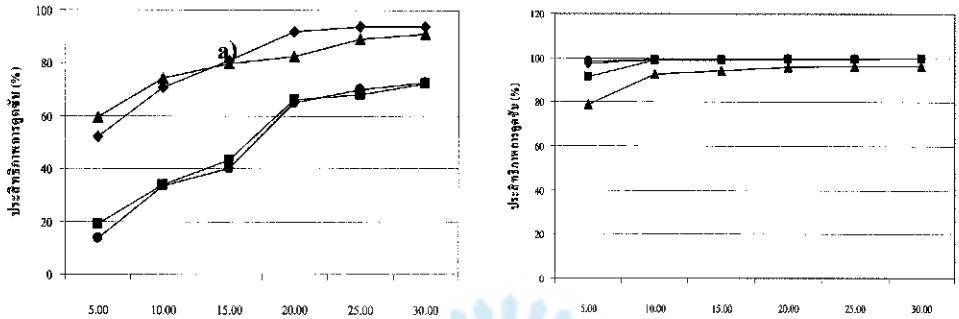
3. ศึกษาไอโซเทอร์มของการดูดซับแบบแลงเมียร์และไอโซเทอร์มของการดูดซับแบบฟรุนดลิช

จากตารางที่ 3-5 พบว่าการดูดซับไอออนตะกั่วและไอออนทองแดงชนิดเดียว ด้วยถ่านจากเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด มีความสอดคล้องกับ Freundlich model สำหรับสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง ถ่านจากเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์ทางการค้า จะสอดคล้องกับ Langmuir model แต่ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด พบว่าไอออนตะกั่วในสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง มีความสอดคล้องกับ Langmuir model และไอออนทองแดงในสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง มีความสอดคล้องกับ Freundlich model

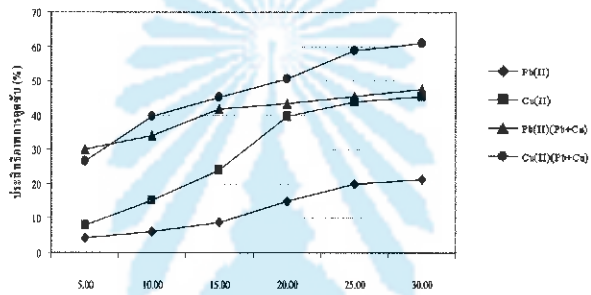
4. เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับไอออนตะกั่วไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด

ความสามารถในการดูดซับไอออนชนิดเดียวและสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงที่ถูกดูดซับต่อกรัมของวัสดุดูดซับสูงสุด (q_{max}) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวัสดุดูดซับที่สามารถดูดซับดีที่สุด คือ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด ถ่านจากเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์ทางการค้า ตามลำดับ และความสามารถในการดูดซับไอออนตะกั่วมีประสิทธิภาพดีกว่าการดูดซับทองแดง รวมทั้งความสามารถการดูดซับไอออนแต่ละชนิดในสารละลายผสมจะลดลงเนื่องจากพื้นที่ผิวของตัวดูดซับถูกปกคลุมด้วยไอออนสองชนิดในเวลาการดูดซับเดียวกัน

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Faur-Brasquet, Reddad, Kadirvelu and Cloirec [2] ที่กล่าวว่ารูพรุนของตัวดูดซับ และลักษณะเฉพาะของตัวถูกดูดซับ เช่น รัศมีของ



a) ปริมาณถ่าน (กรัมต่อลิตร) b) ปริมาณของถ่านกัมมันต์ (กรัมต่อลิตร)



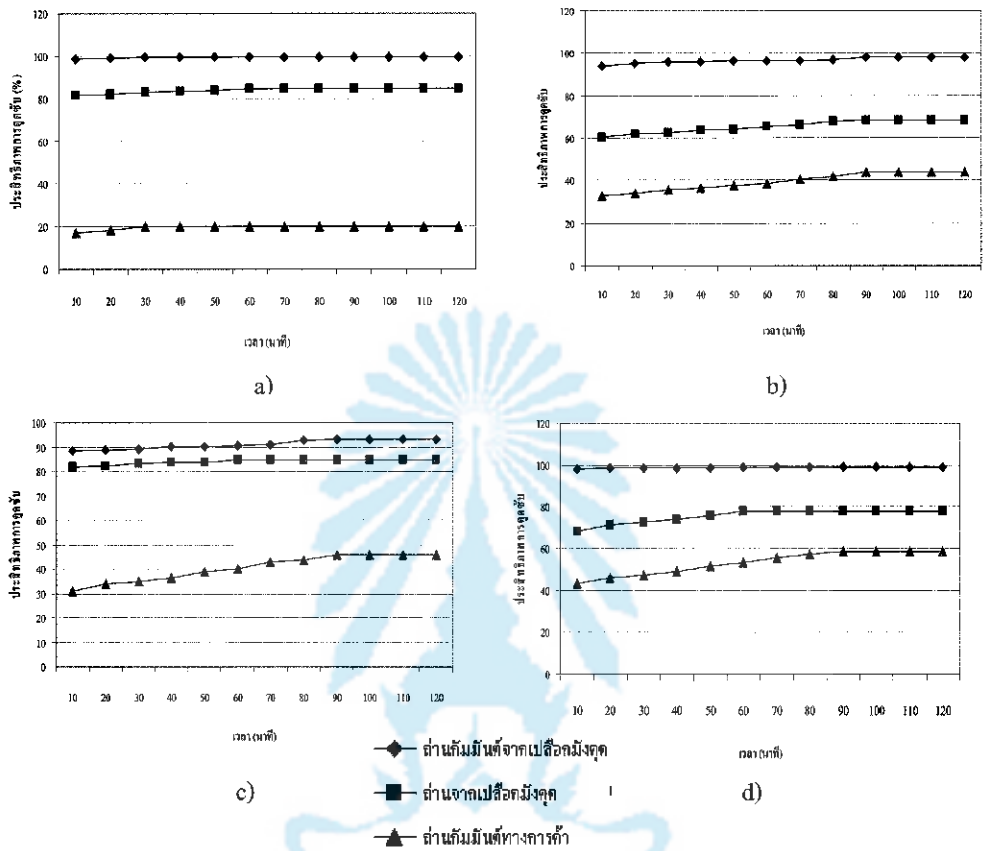
c) ปริมาณถ่านกัมมันต์ทางการค้า (กรัมต่อลิตร)

ภาพที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด
a) ถ่านเปลือกมังคุด b) ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด c) ถ่านกัมมันต์ทางการค้า

ตารางที่ 3 ค่าคงที่และค่าความถูกต้องของข้อมูล (R^2) จากสมการไอโซเทอร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์และแบบฟรุนดลิชของถ่านจากเปลือกมังคุด

ตัวถูกดูดซับ	ไอโซเทอร์มการดูดซับของถ่านจากเปลือกมังคุด					
	แบบแลงเมียร์			แบบฟรุนดลิช		
	q_m (mgg^{-1})	b (Lmg^{-1})	R^2	K (mgg^{-1})	1/n	R^2
Pb^{2+}	2.27	0.36	0.66	2.40	0.46	0.93
Cu^{2+}	0.21	4.76	0.85	6.17	0.63	0.96
Pb^{2+}(Pb+Cu)	0.39	3.94	0.94	3.39	0.58	0.95
Cu^{2+} (Pb+Cu)	0.07	89.29	0.95	12.88	0.93	0.93

Thaksin.J., Vol.13 (3) October 2010 - January 2011



ภาพที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารสารละลายผสมไอออนตะกั่ว และทองแดง โดยใช้วัสดุดูดซับทั้งสามชนิด ที่เวลาสัมผัสต่างๆ กัน ณ อุณหภูมิห้อง

a) ประสิทธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่วในสารละลายชนิดเดียว

b) ประสิทธิภาพการดูดซับไอออนทองแดงในสารละลายชนิดเดียว

c) ประสิทธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่วในสารละลายผสม

d) ประสิทธิภาพการดูดซับไอออนทองแดงในสารละลายผสม

ตารางที่ 4 ค่าคงที่และค่าความถูกต้องของข้อมูล (R^2) จากสมการไอโซเทอร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์และแบบฟรุนดลิชของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด

ตัวถูกดูดซับ	ไอโซเทอร์มการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด					
	แบบแลงเมียร์			แบบฟรุนดลิช		
	q_m (mgg^{-1})	b (Lmg^{-1})	R^2	K (mgg^{-1})	1/n	R^2
Pb^{2+}	12.50	0.07	0.80	1.45	0.21	0.73
Cu^{2+}	4.35	0.28	0.68	1.20	0.29	0.84
Pb^{2+}(Pb+Cu)	3.45	0.34	0.89	1.26	0.42	0.89
Cu^{2+} (Pb+Cu)	3.03	0.38	0.99	1.29	0.58	0.96

ตารางที่ 5 ค่าคงที่และค่าความถูกต้องของข้อมูล (R^2) จากสมการไอโซเทอร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์ และแบบฟรุนดลิชของถ่านกัมมันต์ทางการค้า

ตัวถูกดูดซับ	ไอโซเทอร์มการดูดซับของถ่านกัมมันต์ทางการค้า					
	แบบแลงเมียร์			แบบฟรุนดลิช		
	q_m (mgg^{-1})	b (Lmg^{-1})	R^2	K (mgg^{-1})	1/n	R^2
Pb^{2+}	0.08	18.12	0.96	12.59	0.78	0.99
Cu^{2+}	0.06	13.55	0.70	20.89	0.88	0.89
Pb^{2+}(Pb+Cu)	0.07	40.82	0.89	12.59	0.88	0.92
Cu^{2+} (Pb+Cu)	0.02	50.51	0.99	77.62	1.40	0.97

ไอออน (Ionic Radius) พบว่ารัศมีอะตอมของตะกั่ว เท่ากับ 1.12 อังสตรอม รัศมีอะตอมของทองแดง เท่ากับ 0.72 อังสตรอม แต่โลหะที่มีรัศมีอะตอมที่ใหญ่จะเกิดการดูดซับได้ดีกว่าโลหะที่มีรัศมีอะตอมขนาดเล็ก ซึ่งเมื่อเปรียบรัศมีอะตอมของตะกั่วและทองแดง แสดงว่านิวเคลียสมีพลังงานน้อยเพื่อจะให้อิเล็กตรอนเข้ามาอยู่ใกล้ ดังนั้นอิเล็กตรอนจึงสามารถถูกดึงดูด โดยพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ด้วยแรงทางไฟฟ้า (Electrostatic attraction) ได้ดีกว่าไอออนที่มีขนาดเล็ก ไอออนตะกั่วมีความว่องไวในการเกิดดูดซับได้ดีกว่าทองแดง โดยไอออนตะกั่วมีความสามารถในการดูดซับสูงกว่าไอออนทองแดง

ซึ่งจะเห็นได้ว่าวัสดุดูดซับแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียวและสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง

แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุดูดซับ และชนิดของโลหะหนัก องค์ประกอบและโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน และขนาดรูพรุนที่เหมาะสมต่อขนาดอนุภาคของโลหะหนักบนวัสดุดูดซับแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับของวัสดุดูดซับแตกต่างกันไป

สรุปผลการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติแบบประมาณของถ่านจากเปลือกมังคุด และการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของวัสดุดูดซับทั้งสองชนิด เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า

1.1 การวิเคราะห์สมบัติแบบประมาณ พบว่ามีค่าความชื้น สารอินทรีย์ระเหย ขี้เถ้าและปริมาณคาร์บอนคงตัว มีค่าเท่ากับ 3.77, 16.83, 5.4 และ 74 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าถ่านเปลือกมังคุด มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเป็นถ่านกัมมันต์

1.2 วิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกปริมาณพื้นที่ผิวของวัสดุดูดซับ พบว่าค่าการดูดซับไอโอดีนมีค่าแตกต่างกัน เมื่อวัสดุดูดซับต่างชนิดกัน คือ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุดมีค่าการดูดซับไอโอดีนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ถ่านกัมมันต์ทางการค้าและถ่านจากเปลือกมังคุด ตามลำดับ ซึ่งมีค่าค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 955.19, 658.83 และ 125.22 (mg/g)

2. ศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชในสารละลายตะกั่ว สารละลายทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียวและสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ ค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 3 – 6 เนื่องจากถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 3 จะมีโปรตอนจำนวนมากเข้าไปแย่งพื้นที่ผิวในการดูดซับโลหะหนัก มีผลทำให้การดูดซับโลหะหนักได้น้อยลง และถ้าค่าพีเอช ในช่วง 6 – 9 ในสารละลายตะกั่ว ทองแดง และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ จะตกตะกอนในรูป $Pb(OH)_2$ และ $Cu(OH)_2$ เนื่องจากปริมาณโลหะหนักที่ลดลงไม่ได้เกิดจากการดูดซับแต่เป็นการตกตะกอนร่วมด้วย

3. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด

ศึกษาปริมาณของวัสดุดูดซับและเวลาในการดูดซับ

ปริมาณที่เหมาะสมของถ่านจากเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์ทางการค้า คือ 25 กรัมต่อลิตร และถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด คือ10 กรัมต่อลิตร วัสดุดูดซับทั้งสามชนิดเข้าสู่สมดุลในการดูดซับไอออนตะกั่วที่เวลา 30 นาที วัสดุดูดซับทั้งสามชนิดเข้าสู่สมดุลในการดูดซับไอออนทองแดงที่เวลา 90 นาที ถ่านเป็นวัสดุดูดซับชนิดเดียวที่เข้าสู่สมดุลในการดูดซับสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่เวลา 60 นาที ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ทางการค้าเป็นวัสดุดูดซับเข้าสู่สมดุลในการดูดซับสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่เวลา 90 นาที

4. ศึกษาไอโซเทอร์มของการดูดซับแบบแลงเมียร์และไอโซเทอร์มของการดูดซับแบบฟรุนดลิช

แสดงว่าค่าการดูดซับมีการดูดซับเป็นแบบต่อเนื่อง สารที่ถูกดูดซับจะดูดซับได้หลายชั้น (multilayer) และถ่านกัมมันต์ทางการค้า พบว่าไอออนตะกั่วชนิดเดียวสอดคล้องกับ Langmuir model ไอออนทองแดงชนิดเดียวสอดคล้องกับ Freundlich model สำหรับสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง ถ่านจากเปลือกมังคุดและถ่านกัมมันต์ทางการค้ามีความสอดคล้องกับ Langmuir model ค่าการดูดซับทุกๆ จุดเท่ากัน สารที่ถูกดูดซับจะดูดซับได้ชั้นเดียว (monolayer) และเมื่อเกิดการดูดซับแล้วไอออนหรือโมเลกุลจะไม่ซ้อนทับซึ่งกัน พื้นที่ผิวในการดูดซับจะมีตำแหน่งและกลไกการดูดซับเหมือนกัน (homogeneous surface) แต่ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด พบว่าไอออนตะกั่วในสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง มีความสอดคล้องกับ Langmuir model และไอออนทองแดงในสารละลายผสมไอออนตะกั่วและทองแดง มีความ

สอดคล้องกับ Freundlich model

5. เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับไอออนตะกั่ว ไอออนทองแดงชนิดเดียว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ของวัสดุดูดซับทั้งสามชนิด

ความสามารถในการดูดซับไอออนตะกั่ว และสารละลายผสมของไอออนตะกั่วและทองแดง ที่ถูกดูดซับต่อกรัมของวัสดุดูดซับสูงสุด (q_{max}) เป็นดังนี้ วัสดุดูดซับที่ดีที่สุด คือ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด ถ่านจากเปลือกมังคุด และถ่านกัมมันต์ทางการค้า ตามลำดับ

คำขอบคุณ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยวิจัยเคมีคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

เอกสารอ้างอิง

[1] Amphol, A., Paitipand, T. and Woranan, B. (2008). Preparation and Charecterestics of agricultural waste activated carbon by physical activation having micro and mesopore. **Journal Anal Appl. Pyrolysis. 82**, 279 – 285

[2] Catherine, F.B., Zacaria, R., Krishna, K. and Pierre,L.C. (2002). Modelling the adsorption of metal ions (Cu2+, Ni2+, Pb2+) onto ACCs using surface com plexation model. **Journal of Applied Surface Science. 196**, 356 - 365.