

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว ในการดูดซับแคดเมียมที่ละลายในน้ำ โดยใส่วัสดุดูดซับที่เตรียมได้จากเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาวในน้ำสังเคราะห์ที่มีการปนเปื้อนแคดเมียม ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำก่อนใส่เปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว และนำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการดูดซับแล้ว 7 วัน ในแต่ละถังมาวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมที่ละลายในน้ำ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับแคดเมียมระหว่างเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาวด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบเปลว (Flame Atomic Absorption Spectrophotometer: FAAS)

#### 3.1 วัสดุและอุปกรณ์

##### 3.1.1 สารเคมี

1. กรด ไฮโดรคลอริก HCl
2. กรดไนตริก (Nitric Acid) HNO<sub>3</sub>
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
4. น้ำ Deionize (น้ำกลั่นปราศจากไอออน)
5. สารละลาย Cadmium nitrate Cd (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

##### 3.1.2 เครื่องมือวิเคราะห์และเตรียมตัวอย่าง

1. ตู้อบ (Oven)
2. เครื่องบด / ผสม (Homogenizer / Mixer)
3. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
5. เครื่องเหวี่ยงสารละลาย (Centrifuge: small)
6. เครื่องชั่งละเอียด (Analytical Balance)
7. เครื่องเขย่า (Shaker)
8. โถดูดความชื้น (Desicator)
9. เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบเปลว

(Flame Atomic Absorption Spectrophotometer: FAAS)

10. เครื่องแก้ว
11. ตู้แช่แข็ง
12. ขวดบรรจุตัวอย่างน้ำ

13. ถังพลาสติก

14. เปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว

### 3.1.3 วัสดุอื่นๆ

1. กระดาษกรอง (Filter paper)

2. แผ่นฟรอยด์

## 3.2 วิธีการทดลอง

### 3.2.1 วิธีการเตรียม เปลือกไข่ไก่ และเปลือกกุ้งขาวก่อนนำไปทดลองดูดซับแคดเมียม

ขั้นตอนนี้เป็นารเตรียมตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิด และใช้กรด HCl ในการกระตุ้นมีดังนี้

1.1 นำเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว มาล้างและนำมาต้มให้เดือด เพื่อช่วยให้เนื้อเยื่อที่ติดค้างหลุดออกให้หมดและแช่ในสารละลาย 10% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อทำความสะอาด กำจัดกลิ่นและสารอินทรีย์ ล้างน้ำสะอาดหลายๆครั้ง (สิริชื่น ตะนุสะ, 2543)

1.2 นำเปลือกไข่ไก่ และเปลือกกุ้งขาว ไปอบให้แห้งด้วยตู้อบ (Oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่าง จากนั้นนำมาทำความสะอาดอีกครั้ง โดยแช่ด้วยกรดเกลือ 5% (HCl) นาน 1 ชั่วโมง เพื่อทำความสะอาดผิวของวัตถุดิบ ล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง จนค่า pH ของน้ำมีค่าสูงกว่า 7 นำมาอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง (สิริชื่น ตะนุสะ, 2543)

### แสดงขั้นตอนการเตรียมวัตถุคืบ



### 3.2.2 การศึกษาความสามารถในการกำจัดแคดเมียม

#### 3.2.2.1 เตรียมน้ำที่ปนเปื้อนแคดเมียม

#### 3.2.2.2 การศึกษาเบื้องต้น

1. เตรียมน้ำแคดเมียมที่ความเข้มข้น 1000 mg/L จาก Cadmium nitrate ( $Cd(NO_3)_2$ ) สำหรับเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการ

2. นำเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว ที่เตรียมได้ปริมาณ 0.2 กรัม เติมนลงในน้ำที่มีแคดเมียมปนเปื้อนความเข้มข้น 1 mg/L ปริมาตร 100 ml ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

3. เขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยเวลาที่ต่างกัน: 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 3 ชั่วโมง, 4 ชั่วโมง, 5 ชั่วโมง ตามลำดับ

4. แยกน้ำใสออกโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)

5. วิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่ในน้ำ เขียนกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่ในน้ำ (C) กับเวลาที่ใช้

### 3.2.2.3 ศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับแคดเมียม

1. ชั่งเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาวที่เตรียมได้ปริมาณ 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 กรัม ตามลำดับ เติมน้ำลงในน้ำซึ่งมีน้ำปนเปื้อนแคดเมียมความเข้มข้น 1 mg/L ปริมาตร 100 ml ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml

2. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 1.0 ชั่วโมง จากนั้นแยกน้ำแคดเมียมออกจากเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) วิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมที่เหลือในน้ำหาไอโซเทอร์มการดูดซับ โดยเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นแคดเมียมที่เหลือ (C) กับปริมาณแคดเมียมที่ดูดซับต่อน้ำหนักตัวดูดซับ

### 3.3.3 วิธีการทดลองนำเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาวดูดซับแคดเมียมที่ละลายในน้ำ

1. เตรียมน้ำแคดเมียมสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมที่ 10, 20, และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยเตรียมระดับความเข้มข้นละ 2 ถึง ปริมาตร 3 ลิตรเพื่อใช้ในทดลอง

2. นำเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว ใส่ในแบบจำลอง ดังนี้

**ชุดที่ 1** ใส่เปลือกไข่ไก่ในน้ำแคดเมียมสังเคราะห์ โดยใช้เปลือกไข่ไก่ 30 กรัม ห่อด้วยผ้าขาว (โทเร) ขนาด 30 × 30 เซนติเมตรในน้ำแคดเมียมสังเคราะห์ 3 ลิตร



ถังควบคุม

ถังที่ 1

ถังที่ 2

ถังที่ 3

ความเข้มข้นของสารละลายแคดเมียม (mg/L)      0                      10 mg/l                      20 mg/l                      30 mg/l

ปริมาณเปลือกไข่ไก่ (g)                                      30 g                      30 g                      30 g                      30 g

การทดลองชุดที่ 1 ใช้เปลือกไข่ไก่ โดยการเติมสารละลายแคดเมียมความเข้มข้น 10, 20, และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ในถังที่ 1 – 3 ส่วนในถังควบคุม ไม่เติมสารละลายแคดเมียม และนำเปลือกไข่ไก่ห่อด้วยผ้าขาว (โทเร) ขนาด 30 × 30 เซนติเมตรใส่ในแต่ละถังถึงละ 30 กรัม ซึ่งมีน้ำแคดเมียมสังเคราะห์ 3 ลิตรบรรจุอยู่ โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 7 วัน

**ชุดที่ 2** ใส่เปลือกกุ้งขาวในน้ำแคะเมียมสังเคราะห์ โดยใช้เปลือกกุ้งขาว 30 กรัม ห่อด้วยผ้าขาว(โทเร) ขนาด 30 × 30 เซนติเมตร ในน้ำแคะเมียมสังเคราะห์ 3 ลิตร



	ถังควบคุม	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3
ความเข้มข้นของสารละลายแคะเมียม (mg/L)	0	10 mg/l	20 mg/l	30 mg/l
ปริมาณเปลือกกุ้งขาว (g)	30 g	30 g	30 g	30 g

การทดลองชุดที่ 2 ใช้เปลือกกุ้งขาว โดยการเติมสารละลายแคะเมียมความเข้มข้น 10, 20, และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ในถังที่ 1 – 3 ส่วนในถังควบคุม ไม่เติมสารละลายแคะเมียม และ นำเปลือกกุ้งขาวห่อด้วยผ้าขาว (โทเร) ขนาด 30×30 เซนติเมตรใส่ในแต่ละถัง ถังละ 30 กรัม ซึ่งมีน้ำแคะเมียมสังเคราะห์ 3 ลิตรบรรจุอยู่ โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 7 วัน

3. ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับแคะเมียมที่ละลายในน้ำของเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว โดยเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ปริมาณแคะเมียมที่ละลายในน้ำในวันแรก โดยหาค่า pH อุณหภูมิ และแคะเมียม จากนั้นปล่อยให้ตั้งไว้เป็นเวลา 7 วัน แล้วเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณแคะเมียมที่เหลืออยู่ในน้ำ โดยใช้เครื่อง FAAS

### 3.3 วิธีการคำนวณการศึกษาความสามารถในการกำจัดแคะเมียมและประสิทธิภาพแคะเมียมของเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว

#### 3.3.1 วิธีการคำนวณการศึกษาเบื้องต้น หาได้จากสูตร (ศิริชื่น ตะนุสะ, 2543)

เปอร์เซ็นต์การกำจัดแคะเมียม =  $\frac{\text{ปริมาณแคะเมียมก่อนการดูดซับ} - \text{ปริมาณแคะเมียมหลังการดูดซับ}}{\text{ปริมาณแคะเมียมก่อนการดูดซับ}} \times 100$

ปริมาณแคะเมียมก่อนการดูดซับ

### 3.3.2 วิธีการคำนวณไอโซเทอร์ม หาได้จากสูตร (สิริชื่น ตะนุสะ, 2543)

การคำนวณไอโซเทอร์ม  $X/M$  = ปริมาณแคดเมียมที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนัก (mg/l)  
 $X$  = ความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือ (mg/l)  
 $M$  = ปริมาณของตัวดูดซับที่ใช้ (g)

### 3.3.3 วิธีการคำนวณประสิทธิภาพแคดเมียมของเปลือกไข่ไก่และเปลือกกุ้งขาว หาได้จากสูตร

(พรพิมล ห่อสุวรรณชัย, 2542)

เปอร์เซ็นต์การกำจัดแคดเมียม =  $\frac{(\text{ปริมาณแคดเมียมก่อนการดูดซับ} - \text{ปริมาณแคดเมียมหลังการดูดซับ})}{\text{ปริมาณแคดเมียมก่อนการดูดซับ}} \times 100$

