

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

เปลือกปู (ใช้ส่วนที่เป็นก้ามและขาปูของปูม้า) นำมาจากท่าเทียบเรือปัตตานี ตำบลบานา อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ซึ่งเป็นส่วนที่ชาวประมงคัดส่วนที่ต้องการไปประกอบเป็นอาหาร และคัดส่วนที่เป็นเปลือกก้ามและขาทิ้ง

3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งวิเคราะห์ สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Biochrom, LiBra S32)
2. เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius)
3. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Maywa, MES-20 MC)
4. เตาอบควบคุมอุณหภูมิ (Lanton Thermal)
5. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (LEO, LEO 1450 VP)
6. เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter)
7. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Mettmert Water Bath, German)
8. เครื่องกวนสารละลายพร้อมเตาความร้อน (IKA, RCT basic safety)
9. เครื่องแก้วต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
10. โถดูดความชื้น (Decicator)
11. ชุดตะแกรงร่อน
12. โกร่งบดสาร
13. ครุฑบิลพร้อมฝาปิด

3.2.2 สารเคมี

1. กรดฟอสฟอริกเข้มข้น (H_3PO_4 , AR grade, Ajax Finechem, New Zealand)
2. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH, AR. grade, Ajax Finechem, New Zealand)
3. ซิงค์คลอไรด์ (ZnCl_2 , AR. grade, Ajax Finechem, New Zealand)
4. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl, AR. grade, Carlo Erba, Italy)
5. ไอโอดีน (I_2 , AR. grade, Ajax Finechem)

6. โพแทสเซียมไอโอไดน์ (KI, AR. grade, Merek, Germany)
7. โซเดียมโซโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, AR. grade, Merek, Germany)
8. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3 , AR. grade, Merek, Germany)
9. โพแทสเซียมไอโอเดต (KIO_3 , AR. grade, Univar, USA.)
10. กรดซิติค (CH_3COOH , AR. grade, Merek, Germany)
11. กรดบอริก (H_3BO_3), AR. grade, Fisher, United Kingdom)
12. โซเดียมอะซิเตท (CH_3COONa , AR. grade, Merek, Germany)
13. เมทิลีนบลู ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{ClS}$, AR. grade, Fluka, Switzerland)
14. สารละลายน้ำแป้ง

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

๑ การเตรียมวัตถุดิบจากเปลือกปู

1. นำเปลือกปูมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่เปลือกปูออกให้หมด แล้วนำไปตากแดดให้แห้งสนิท
2. นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บไว้ในที่ปลอดความชื้น

๑ การคัดเลือกขนาดของวัตถุดิบ

บดเปลือกปูให้มีขนาดเล็กประมาณ 3-4 มิลลิเมตร โดยคัดเลือกเปลือกปูให้มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด

3.3.2 การคาร์บอนในเซชันวัตถุดิบ

๑ การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการคาร์บอนในเซชันวัตถุดิบ

1. ชั่งเปลือกปูอย่างละ 10.0 กรัม ใส่ลูซิเบิ้ลที่มีฝาปิด แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที
2. นำไปบดให้ละเอียดจนสามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 mesh และรองรับด้วยตะแกรงขนาด 20 mesh
3. นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดซับไอโอดีน เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการคาร์บอนในเซชันต่อไป

4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-3 โดยเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 350 400 450 และ 500 องศาเซลเซียส

๑ การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคาร์บอนในเซชันวัตถุดิบ

1. ชั่งกระดองปูอย่างละ 10.0 กรัม ใส่คูซิเบลที่มีฝาปิด แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิที่ศึกษาได้จากข้างต้น เป็นระยะเวลา 30 นาที

2. นำไปบดให้ละเอียดจนสามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 mesh และรองรับด้วยตะแกรงขนาด 20 mesh

3. นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดซับไอโอดีน เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการคาร์บอนในเซชันต่อไป

4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-3 โดยเปลี่ยนระยะเวลาในการคาร์บอนในเซชันเป็น 60 90 150 และ 180 นาที

5. นำถ่านที่ได้ไปชั่งหาค่าน้ำหนัก และคำนวณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้

3.3.3 การกระตุ้นถ่านกัมมันต์

๑ การศึกษาสารกระตุ้นที่เหมาะสม

1. ชั่งถ่านที่ได้จากการคาร์บอนในเซชันหนัก 10.0 กรัม มาผสมกับซิงค์คลอไรด์ในอัตราส่วน 1:1 โดยมวล ในคูซิเบลที่มีฝาปิด แล้วนำไปวางไว้ในตู้ควัน เป็นเวลา 30 นาที

2. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที (ประภาส คุณนาม และคณะ, 2545)

3. ล้างถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง จนค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ใช้ล้างเริ่มคงที่ และล้างน้ำสุดท้ายด้วยน้ำปราศจากไอออน

4. นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดซับไอโอดีน เพื่อหาสารกระตุ้นถ่านที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการทดลองในขั้นต่อไป

5. ทำซ้ำข้อ 1-4 โดยเปลี่ยนสารกระตุ้นเป็นโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และกรดฟอสฟอริก

๑ การศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งของถ่านและสารกระตุ้นที่เหมาะสม

1. ชั่งถ่านที่ได้จากการคาร์บอนในเซชันหนัก 10.0 กรัม มาผสมกับสารกระตุ้นที่เหมาะสมในอัตราส่วน 1:1 โดยมวล ในคูซิเบล แล้วนำคูซิเบลไปวางไว้ในตู้ควัน เป็นเวลา 30 นาที

2. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที

3. ล้างถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง จนค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ใช้ล้างเริ่มคงที่ และล้างน้ำสุดท้ายด้วยน้ำปราศจากไอออน

4. นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดซับไอโอดีน เพื่อหาอัตราส่วนโดยน้ำหนักแห้งของถ่านต่อซิงค์คลอไรด์ที่เหมาะสมที่สุด มาใช้ในการทดลองในขั้นต่อไป

5. ทำซ้ำข้อ 1-4 โดยเปลี่ยนอัตราส่วนโดยน้ำหนักแห้งของถ่านต่อซิงค์คลอไรด์เป็น 1:2 และ 1:3

3.3.4 การวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะและสมบัติทางเคมีของถ่านกัมมันต์

ในการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของถ่านกัมมันต์ จะทำการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะทางกายภาพที่สำคัญของถ่านกัมมันต์ที่ได้ ดังต่อไปนี้

๑ การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับไอโอดีน (Iodine Number)

ในการวิเคราะห์ค่าการดูดซับของไอโอดีนของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ ใช้วิธีการของ American Society for Testing and Material D4607-94(2006)

(ก) การเตรียมสารละลาย

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตร
 ปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ร้อยละ 37 โดยมวล ปริมาตร 63.65 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน
- สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต (KIO_3) เข้มข้น 0.10 นอร์มัล
 ชั่งโพแทสเซียมไอโอเดตหนัก 3.5667 กรัม มาละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร เทลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน เก็บไว้ในขวดที่มีฝาปิดมิดชิด
- สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) เข้มข้น 0.10 นอร์มัล
 ชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟตหนัก 24.82 กรัม มาละลายในน้ำที่ต้มจนเดือด ปริมาตร 75 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคาร์บอเนต 0.10 กรัม เพื่อป้องกันการสลายตัวของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต แล้วเทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน ก่อนนำมาใช้ควรเก็บสารละลายนี้ในขวดสีชาอย่างน้อย 4 วัน
- สารละลายไอโอดีน ความเข้มข้น 0.10 นอร์มัล
 ชั่งไอโอดีนหนัก 12.70 กรัม และ โพแทสเซียมไอโอไดด์หนัก 19.10 กรัม ผสมให้เข้ากันในสภาพที่เป็นของแข็ง เติมน้ำปราศจากไอออนเพียงเล็กน้อยแล้วคนให้ของแข็งละลาย และค่อย ๆ เติมน้ำครั้งละประมาณ 5 มิลลิลิตร คนเรื่อย ๆ และจนสารละลายมีปริมาตร 60 มิลลิลิตร จากนั้นคนสารละลายต่อไปอีก 4 ชั่วโมง เพื่อให้แน่ใจว่าของแข็งละลายหมด แล้วเทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน แล้วเก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา

- สารละลายน้ำแป้ง

ชั่งแป้งหนัก 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร พร้อมกวนตลอดเวลา เติมน้ำกลั่นต้มเดือดลงไปจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร พร้อมกับกวนตลอดเวลา แล้วนำไปต้มจนได้สารละลายใส น้ำแป้งที่เตรียมได้ควรใช้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น

(ข) การเทียบมาตรฐานความเข้มข้นของสารละลาย (Standardization)

- การเทียบมาตรฐานความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ใช้เปิดสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต เข้มข้น 0.10 นอร์มัล ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมโพแทสเซียมไอโอไดด์หนัก 2.0 กรัม เขย่าจนละลาย เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล เมื่อสีของสารละลายไอโอไดด์จากลงจนกระทั่งเป็นสีเหลืองอ่อน หยคน้ำแป้ง 2-3 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ไทเทรตต่อจนสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ ทำการไทเทรตซ้ำ 3 ครั้ง แล้วคำนวณหาความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

$$N_1 = \frac{P \cdot R}{S}$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

P = ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต (นอร์มัล)

S = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

- การตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายไอโอไดน์

ใช้เปิดสารละลายไอโอไดน์ 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล เมื่อสีของสารละลายไอโอไดน์จากลงจนกระทั่งเป็นสีเหลืองอ่อน หยคน้ำแป้ง 2-3 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ไทเทรตต่อจนสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ ทำการไทเทรตซ้ำ 3 ครั้ง คำนวณหาความเข้มข้นสารละลายไอโอไดน์โดยใช้สูตร

$$N_2 = \frac{S \cdot N_1}{I}$$

- เมื่อ N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)
 S = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)
 N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)
 I = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

(ก) การวิเคราะห์หาค่าการดูดซับไอโอดีน

1. อบอุ่นกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น
2. ชั่งถ่านกัมมันต์หนัก 1.00 1.20 และ 1.40 กรัม บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้ แล้วใส่ในขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ร้อยละ 5 โดยมวล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าขวดเบา ๆ เพื่อให้ผงถ่านเปียกทุกส่วน จากนั้นนำไปต้มให้เดือด 30 วินาที เพื่อกำจัดเถ้าและซัลเฟอร์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. เติมสารละลายมาตรฐานไอโอดีน ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 280 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 วินาที
5. กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 โดยทิ้งสารละลายในช่วงแรก เมื่อกระดาษกรองอิ่มตัวด้วยสารละลาย จึงกรองรับสารละลายส่วนที่เหลือ
6. เปิดสารละลายที่กรอง 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตด้วยละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลือง
7. เติมน้ำแปป 2-3 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงิน แล้วไทเทรตต่อจนสารละลายสีไม่มีสี บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือ โดยใช้สูตร (ปริญทร เต็มณารศิลป์, 2551)

$$C = \frac{N_1}{50 \times S}$$

- เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือ
 N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)
 S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

8. คำนวณค่าการดูดซับไอโอดีนต่อกรัมถ่านจาก (ปริ้นทร เต็มฉุรสิลปี, 2551)

$$\frac{X}{m} (\text{mg/g}) = \frac{A - (DF \times B \times S)}{m}$$

เมื่อ $A = 12693 N_2$

$B = 126.93 N_1$

DF = ค่าแฟกเตอร์การเจือจาง (dilution factor)

$\frac{\text{ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้น} + \text{ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก}}{\text{ปริมาณไอโอดีนที่บีบอัด}}$

S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้ (มิลลิลิตร)

m = น้ำหนักถ่าน

9. คำนวณค่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ ตรงตำแหน่งที่ค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนเหลือเท่ากับ 0.02 นอร์มัล

๑ การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเมทิลีนบลู

(ก) การเตรียมสารละลาย

- สารละลายผสมระหว่างกรดโบริก เข้มข้น 0.20 โมลต่อลิตร กับกรดซิตริก เข้มข้น 0.05 โมลต่อลิตร

ชั่งกรดโบริก (H_3BO_3) 12.37 กรัม และกรดซิตริก ($H_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$) 10.51 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2544)

- สารละลายโซเดียมฟอสเฟต เข้มข้น 0.10 โมลต่อลิตร

ชั่งโซเดียมฟอสเฟต ($Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$) 38.01 กรัม ละลายในน้ำปราศจากไอออน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร

- สารละลายบัฟเฟอร์ ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.0 5.0 7.0 9.0 และ 11.0

เตรียมจากสารละลายผสมของกรดบอริก เข้มข้น 0.20 โมลต่อลิตร กับกรดซิตริก เข้มข้น 0.05 โมลต่อลิตร ปริมาตร 880.0 670.0 495.0 345.0 และ 220.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ และโซเดียมฟอสเฟต ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 120.0 330.0 505.0 655.0 และ 780.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ

- สารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ชั่งเมทิลีนบลูหนัก 0.250 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.0 ในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร
- ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนเป็นบัฟเฟอร์ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.0 7.0 9.0 และ 11.0

- สารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 25.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ปิเปตสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.0
- ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนเป็นบัฟเฟอร์ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.0 7.0 9.0 และ 11.0

- สารละลายมาตรฐานเมทิลีนบลู เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน

- เตรียมสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 4, 8, 12, 16, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.0 โดยการปิเปตสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 0.08, 0.16, 0.24, 0.32, 0.40 และ 0.48 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.0
- ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนเป็นบัฟเฟอร์ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.0 7.0 9.0 และ 11.0

(ข) การศึกษาปริมาณถ่านที่เหมาะสม

1. อบถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. ชั่งถ่านกัมมันต์หนัก 0.05 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่จำนวน 3 ขวด แล้วปิเปตสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.0 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวด
3. นำมาเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที
4. กรองสารละลายโดยทิ้งสารละลายในช่วงแรกจนกระทั่งกระดาษกรองอิ่มตัวด้วยสารละลาย และรองรับสารละลายส่วนที่เหลือ
5. นำสารละลายไปหาความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับ โดยใช้เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
6. นำความเข้มข้นที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละประสิทธิภาพของการดูดซับเมทิลีนบลู

7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนน้ำหนักถ่านเป็น 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 และ 2.0 จนกระทั่งความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับคงที่

8. สร้างกราฟระหว่างปริมาณถ่าน (กรัมต่อลิตร) และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับเมทิลีนบลู เพื่อหาปริมาณถ่านที่เหมาะสม

(ค) การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับ

1. อบถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. ชั่งถ่านกัมมันต์โดยใช้น้ำหนักถ่านที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ (ข) ใส่ขวดรูปชมพู่จำนวน 3 ขวด แล้วเปิดสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.0 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวด

3. นำมาเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที
4. กรองสารละลายโดยทิ้งสารละลายในช่วงแรกจนกระทั่งกระดาษกรองอิ่มตัวด้วยสารละลาย และรองรับสารละลายส่วนที่เหลือ

5. นำสารละลายไปหาความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับ โดยใช้เครื่องยูวี วิสibelสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

6. นำความเข้มข้นที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละประสิทธิภาพของการดูดซับเมทิลีนบลู

7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนเวลาในการสัมผัสเป็น 60 90 120 150 180 210 และ 240 นาที จนกระทั่งความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับคงที่

8. สร้างกราฟระหว่างเวลาในการสัมผัส (นาที) และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับเมทิลีนบลู เพื่อหาปริมาณถ่านที่เหมาะสม

(ง) การศึกษาความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมของสารละลายเมทิลีนบลู

1. อบถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. ชั่งถ่านกัมมันต์โดยใช้น้ำหนักถ่านที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ (ข) ใส่ขวดรูปชมพู่จำนวน 3 ขวด แล้วเปิดสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.0 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวด

3. นำมาเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที โดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ (ค)

4. กรองสารละลายโดยทิ้งสารละลายในช่วงแรกจนกระทั่งกระดาษกรองอิ่มตัวด้วยสารละลาย และรองรับสารละลายส่วนที่เหลือ

5. นำสารละลายไปหาความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับ โดยใช้เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

6. นำความเข้มข้นที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละประสิทธิภาพของการดูดซับเมทิลีนบลู

7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนความเป็นกรดต่างเป็น 5.0 7.0 9.0 และ 11.0 ตามลำดับ

8. สร้างกราฟระหว่างเวลาในการสัมผัส (นาทีก) และร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับเมทิลีนบลู เพื่อหาปริมาณถ่านที่เหมาะสม

(จ) การศึกษาไอโซเทอมการดูดซับสีเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู

1. อบถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. ชั่งถ่านกัมมันต์โดยใช้น้ำหนักถ่านที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ (ข) ใส่ขวดรูปชมพู่จำนวน 3 ขวด แล้วเปิดสารละลายเมทิลีนบลู เข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ (ง) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวด

3. นำมาเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที โดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ (ค)

4. กรองสารละลายโดยทิ้งสารละลายในช่วงแรกจนกระทั่งกระดาษกรองอิมมัวด้วยสารละลาย และรองรับสารละลายส่วนที่เหลือ

5. นำสารละลายไปหาความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับ โดยใช้เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

6. นำความเข้มข้นที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละประสิทธิภาพของการดูดซับเมทิลีนบลู

7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายเมทิลีนบลูเป็น 50 75 100 และ 125 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

8. สร้างกราฟตามทฤษฎีของแลงเมียร์และฟรุนดลิช เพื่อหาไอโซเทอมของการดูดซับเมทิลีนบลู

๐ การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

(ก) ปริมาณความชื้น (Moisture)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของถ่านที่เตรียมได้ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3173-11 มีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1. เผาकुชิเบิ้ลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที วางทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งถ่านตัวอย่างหนัก 1.0 กรัม ใส่ในถ้วยคุชิเบิ้ล นำไปเผาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

3. นำไปชั่ง และคำนวณหาปริมาณความชื้นในถ่านตัวอย่าง โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

(ข) ปริมาณเถ้า (Ash)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในถ่านตัวอย่าง โดยวิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3174-11 มีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1. เผาคุชิเบิ้ลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วางทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งถ่านตัวอย่างหนัก 1.0 กรัม ใส่ในคุชิเบิ้ล นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักสารคงที่(ขณะเผาให้เปิดฝาด้วยกระเบื้อง) แล้วนำออกจากเตาเผาทันที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

3. นำไปชั่ง และคำนวณหาปริมาณเถ้าในถ่านตัวอย่าง โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณเถ้า} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}} \times 100$$

(ค) ปริมาณสารระเหย (Volatile matter)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหยในถ่านตัวอย่าง โดยวิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3175-11 มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. เผาคุชิเบิ้ลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วางทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งถ่านตัวอย่างหนัก 1.0 กรัม ใส่ในคุชิเบิ้ล นำไปเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที (ขณะเผาให้ปิดฝาด้วยกระเบื้อง) แล้วนำออกจากเตาเผาทันที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

3. นำไปหั่ง และคำนวณหาปริมาณสารระเหยในถ่านตัวอย่าง โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณสารระเหย} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}} \times 100$$

(ง) ปริมาณคาร์บอนคงตัว โดยอาศัยผลต่าง

ปริมาณคาร์บอนคงตัวในสารตัวอย่าง คำนวณจาก

ร้อยละปริมาณคาร์บอนคงตัว = 100 - ร้อยละเถ้า - ร้อยละสารระเหย - ร้อยละปริมาณความชื้น

๑ ศึกษาลักษณะ โครงสร้างของถ่านกัมมันต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

(Scanning Electron Microscope : SEM)

ในการศึกษาโครงสร้างของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งจะต้องนำถ่านตัวอย่างไปเคลือบผิวด้วยโลหะทองในเครื่องเคลือบโลหะสุญญากาศ เพื่อให้ถ่านตัวอย่างมีสภาพนำไฟฟ้าสูง แล้วนำถ่านตัวอย่างมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด

3.3.5 การประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์จากเปลือกปูในการดูดซับสีจากตัวอย่างน้ำทิ้ง

1. เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม โดยการเก็บน้ำทิ้งตัวอย่างจากแผนกการย้อมสีน้ำเงินมากรองด้วยกระดาษกรอง
2. หาความยาวคลื่นสูงสุดของตัวอย่างน้ำทิ้งแต่ละตัวอย่าง
3. นำน้ำทิ้งไปวัดค่าความเข้มของสีด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นสูงสุดของน้ำทิ้งตัวอย่าง
4. ชั่งถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้หนัก 0.8 กรัม เติมน้ำทิ้งตัวอย่าง แล้วนำมาเขย่าที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 150 นาที และกรองด้วยกระดาษกรอง
5. นำน้ำทิ้งไปวัดค่าความเข้มของสีด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นสูงสุดของน้ำทิ้งตัวอย่าง
6. นำไปหาความเข้มข้นที่เหลือจากการดูดซับ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละของการเปลี่ยนแปลงความเข้มของสีน้ำทิ้งตัวอย่าง