

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ ผนวก ก.1 เครื่องวิเคราะห์ค่าซีไอที (Portable Spectrophotometer : HACH รุ่น DR2700)



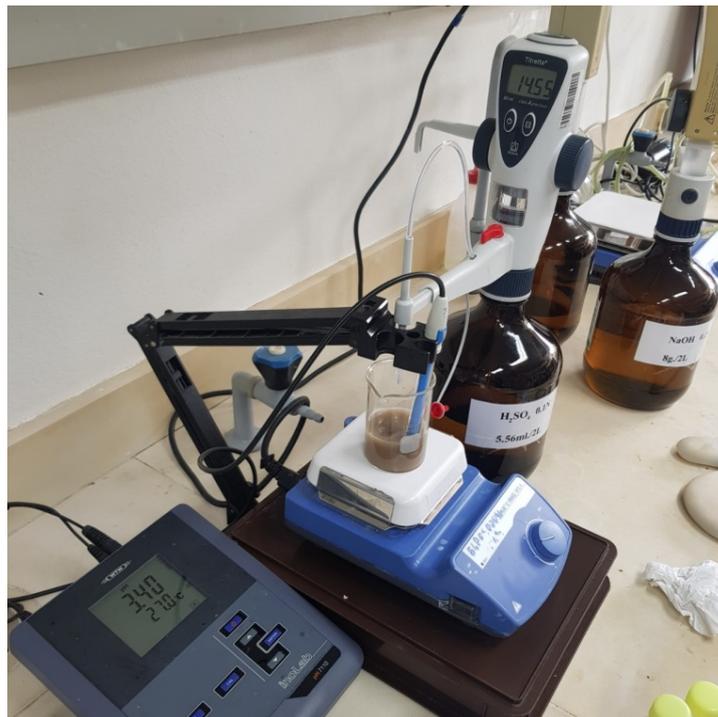
ภาพที่ ผนวก ก.2 เครื่องเตาย่อยชนิดดิจิทัล (เตาย่อย COD) (COD reactor : รุ่นhach drb 200)



ภาพที่ ผนวก ก.3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)



ภาพที่ ผนวก ก. 4 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง (sartorius :รุ่น CP 32025)



ภาพที่ ผนวก ก.5 เครื่องวัด pH (Benchtop meters : รุ่น pH7110)



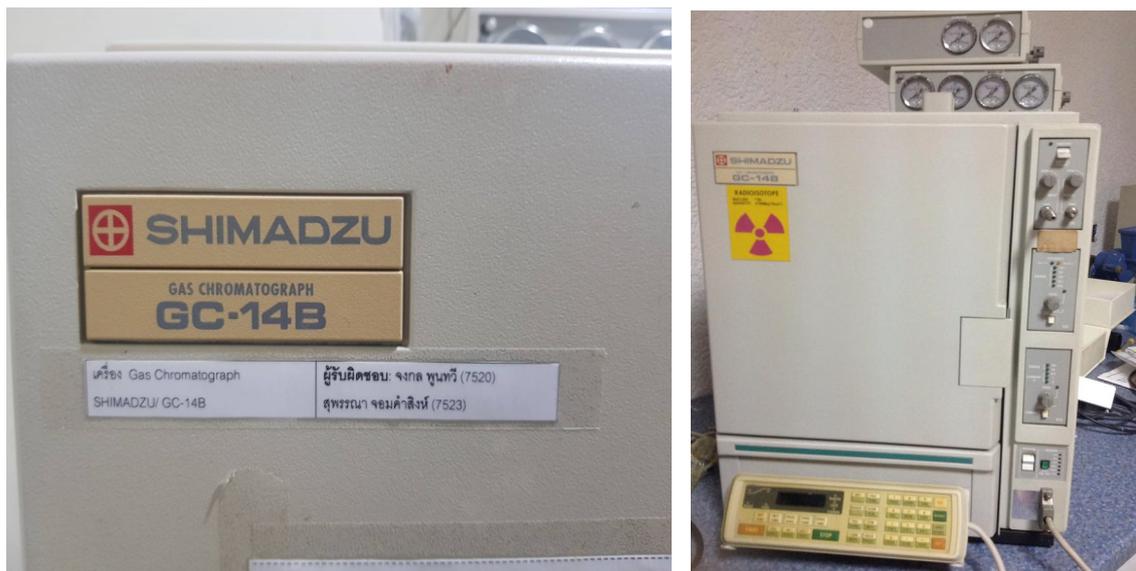
ภาพที่ ผนวก ก.6 หัววัด pH (pH Electrode)



ภาพที่ ผนวก ก.7 เตาเผา (Nabertherm : รุ่น L15/12/p330)



ภาพที่ ผนวก ก.8 เตาเผา (Carbolite Gero)



ภาพที่ ผนวก ก.9 แก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography gc-14B)



ภาพที่ ผนวก ก. 10 โถดูดความชื้น (Desiccator)

ภาคผนวก ข

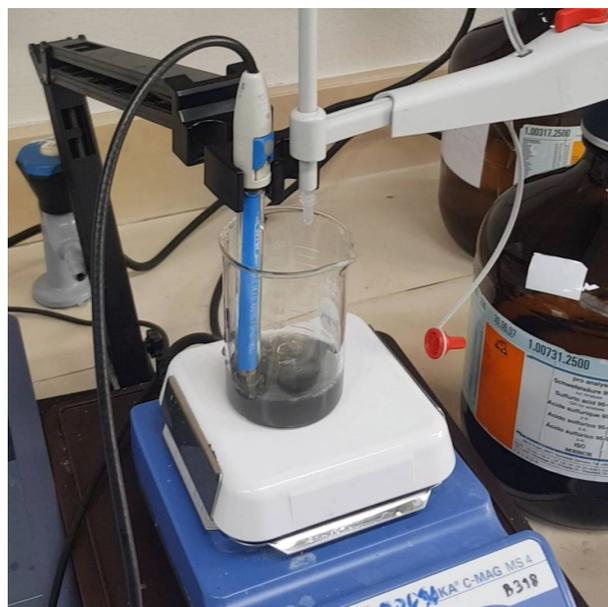
วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์ค่า Alkalinity (ALK)

- 1.1 ตั้งตัวอย่างทิ้งให้ตกตะกอน ดูดส่วนใสมา 25 มิลลิลิตร
- 1.2 วัดค่า pH เริ่มต้นของตัวอย่าง และบันทึกค่า
- 1.3 ไตเตรตตัวอย่างด้วย สารละลาย H_2SO_4 0.1 N จนตัวอย่างมี pH 4.0 บันทึกค่า H_2SO_4 ที่ใช้ (A) แล้วนำไปคำนวณ



ภาพที่ ผนวก ข.1 ดูดส่วนใสตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร



ภาพที่ ผนวก ข.2 วัดค่า pH เริ่มต้นและไตเตรตตัวอย่าง

คำนวณค่า Alkalinity ดังสมการที่ 1

$$\text{ALK (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times N_1 \times 50,000}{C} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ A = ปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้
 N_1 = ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก หน้อยเป็น นอร์มัลลิตี้ (Normality)
 C = ปริมาตรของน้ำเสียตัวอย่าง (mL)

2. การวิเคราะห์ค่า Total Volatile Acids (TVA)

2.1 ไตเตรตตัวอย่าง ด้วยสารละลาย H_2SO_4 0.1 N ต่อจนได้ pH 3.3-3.5

2.2 นำตัวอย่างไปต้มจนเดือดเบาๆ จับเวลา 3 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

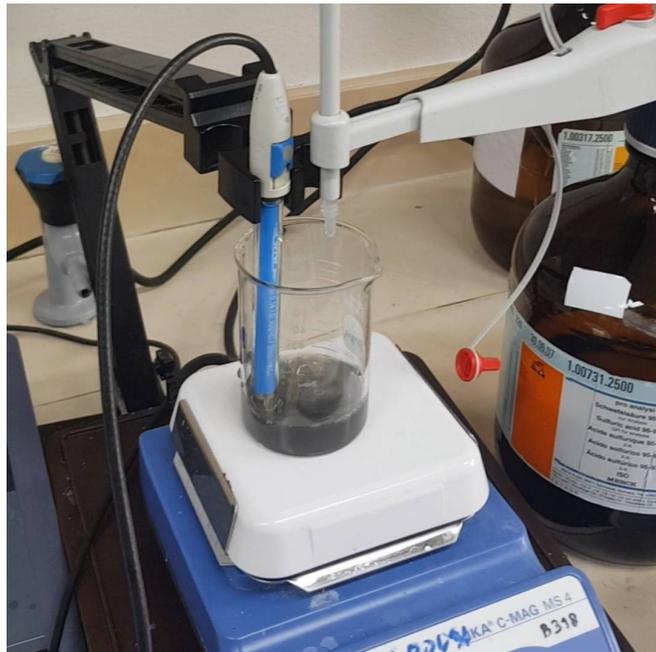
2.3 นำตัวอย่างไปไตเตรตด้วย NaOH 0.1 N จนได้ pH 4.0

2.4 ไตเตรตตัวอย่างด้วยสารละลาย NaOH 0.1 N จนตัวอย่างมี pH 7.0 บันทึกค่า NaOH ที่ใช้ (B)

แล้วนำไปคำนวณ



ภาพที่ ผนวก ข.3 ต้มจนเดือดเบา ๆ จับเวลา 3 นาที



ภาพที่ ผนวก ข.4 ไตเตรตด้วย NaOH 0.1 N

ไตเตรตด้วย NaOH 0.1 N จนได้ pH 4.0 แล้วทิ้งไว้ให้เย็น ไตเตรตต่อจนตัวอย่างมี pH 7.0 บันทึกค่า NaOH

คำนวณค่า Total Volatile Acids ดังสมการที่ 2

$$\text{TVA (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{\text{B} \times \text{N}_2 \times 50,000}{\text{C}} \quad \dots\dots\dots \text{สมการ 2}$$

โดยที่ A = ปริมาตรโซเดรียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ปรับ pH จาก 4 เป็น 7 (mL)
 N₂ = ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก หน่ยเป็น นอร์มัลลิตี (Normality)
 C = ปริมาตรของน้ำเสี่ยตัวอย่าง (mL)

3. การวิเคราะห์ของแข็ง TS (Total Solid), VS (Volatile Solid)

- 3.1 ทำเครื่องหมายบนถ้วย
- 3.2 นำถ้วยเปล่าอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง (ถ้าต้องวิเคราะห์ VS ด้วยต้องเผาถ้วยเปล่าที่ 550 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง)
- 3.3 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
- 3.4 ชั่งน้ำหนักถ้วยเปล่า (W₁)
- 3.5 นำตัวอย่างใส่ปิ๊งเกอร์ กวนตลอดเวลาด้วย Magnetic stirrer และใส่ตัวอย่างในถ้วยที่ชั่งไว้

- 3.6 นำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง – ข้ามคืน
- 3.7 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
- 3.8 ชั่งน้ำหนักหลังอบ (W2)
- 3.9 เเผาที่ 550 องศาเซลเซียส
- 3.10 เอาออกจากเตาเผาเมื่ออุณหภูมิลงต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส
- 3.11 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
- 3.12 ชั่งน้ำหนักหลังเผา (w3) และนำไปคำนวณ



ภาพที่ ผนวก ข.5 ถ้วยเปล่าอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง



ภาพที่ ผนวก ข.6 ใส่ตัวอย่างในถ้วยที่ชั่งไว้



ภาพที่ ผนวก ข.7 เมาตัวอย่างที่ 550 องศาเซลเซียส



ภาพที่ ผนวก ข.8 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

คำนวณผลการวิเคราะห์ของแข็ง TS (Total Solid), VS (Volatile Solid) ดังสมการที่ 3 และ 4

$$TS = \frac{W_2 - W_1 \times 1000 \text{ (g/L)}}{N} \quad \dots\dots\dots \text{สมการ 3}$$

$$VS = \frac{W_2 - W_3 \times 1000 \text{ (g/L)}}{N} \quad \dots\dots\dots \text{สมการ 4}$$

โดยที่ W_1 = น้ำหนักถ้วยเปล่า
 W_2 = น้ำหนักหลังอบ
 W_3 = น้ำหนักหลังเผา
 N = ปริมาตร (mL) ของตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ของแข็ง SS (Suspended Solid), VSS (Volatile Suspended Solid)

4.1 นำถ้วยเปล่าและกระดาษกรองอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง (ถ้าต้องวิเคราะห์ VSS ด้วยต้องเผาถ้วยเปล่าที่ 550 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง)

4.2 นำถ้วยเปล่าอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

4.3 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.4 ชั่งน้ำหนักถ้วยเปล่า (W_1)

4.5 ใส่กระดาษกรองลงในตัวกรอง

4.6 นำตัวอย่างใส่บีกเกอร์ กวนตลอดเวลาด้วย Magnetic stirrer และใส่ตัวอย่างลงบนกระดาษกรองและเปิด suction pump

4.7 ฉีดล้างน้ำกลั่นและรอจนตัวอย่างบนกระดาษกรองหมดปิด suction pump

4.8 พับกระดาษกรอง จากนั้นนำมาใส่ถ้วยใบเดิม

4.9 นำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง – ข้ามคืน

4.10 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.11 ชั่งน้ำหนักหลังอบ (W_2)

4.12 เผาที่ 550 องศาเซลเซียส

4.13 เอาออกจากเตาเผาเมื่ออุณหภูมิลงต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส

4.14 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.15 ชั่งน้ำหนักหลังเผา (W_3) และนำไปคำนวณ



ภาพที่ ผนวก ข.9 ถ้วยเปล่าพร้อมกระดาษกรอง อบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง



ภาพที่ ผนวก ข.10 ใส่กระดาษกรองลงในตัวกรอง และเปิด Suction pump



ภาพที่ ผนวก ข.11 เผาตัวอย่างที่ 550 องศาเซลเซียส



ภาพที่ ผนวก ข.12 ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

คำนวณผลการวิเคราะห์ของแข็ง SS (Suspended Solid), VSS (Volatile Suspended Solid)
ค่าตั้งสัมมนาการที่ 5 และ 6

$$SS = \frac{W_2 - W_1 \times 1000 \text{ (g/L)}}{N} \quad \dots\dots\dots \text{สมการ 5}$$

$$VS = \frac{W_2 - W_3 \times 1000 \text{ (g/L)}}{N} \quad \dots\dots\dots \text{สมการ 6}$$

โดยที่

W_1 = น้ำหนักถ้วยเปล่า

W_2 = น้ำหนักหลังอบ

W_3 = น้ำหนักหลังเผา

N = ปริมาตร (mL) ของตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ค่า COD (Chemical Oxygen Demand)

5.1 ตั้งตัวอย่างมาวิเคราะห์ 0.2 มิลลิลิตร ผสม Reagent (Potassium dichromate) ปิดฝาผสม
ตัวอย่างกับ Reagent ให้เข้ากันดี

5.2 นำไปต้มด้วยเครื่องต้ม COD Reactor ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที

5.3 ทิ้งให้ค่อย ๆ เย็น เพื่อป้องกันการตกตะกอนของสารเคมีในหลอด

5.4 ผสมสารละลายในหลอดให้เข้ากันดี

5.5 ปล่อยให้ตกตะกอนก่อน และ วัดค่า COD ด้วยเครื่อง Spectrophotometer



ภาพที่ ผนวก ข.13 ดึงตัวอย่างมาวิเคราะห์ 0.2 มิลลิลิตร ผสม Reagent (Potassium dichromate)



ภาพที่ ผนวก ข.14 นำไปต้มด้วยเครื่อง COD Reactor ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที



ภาพที่ ผนวก ข.15 วัดค่า COD ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

6. การวิเคราะห์ปริมาณแก๊สและเปอร์เซ็นต์แก๊ส

6.1 บันทึกผลจาก Counter วัดปริมาตรแก๊ส

6.2 วัดค่าเปอร์เซ็นต์แก๊สจากถังปฏิกรณ์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph



ภาพที่ ผนวก ข.16 Counter วัดปริมาตรแก๊ส



ภาพที่ ผนวก ข.17 วัดเปอร์เซ็นต์แก๊สด้วยเครื่อง Gas Chromatograph